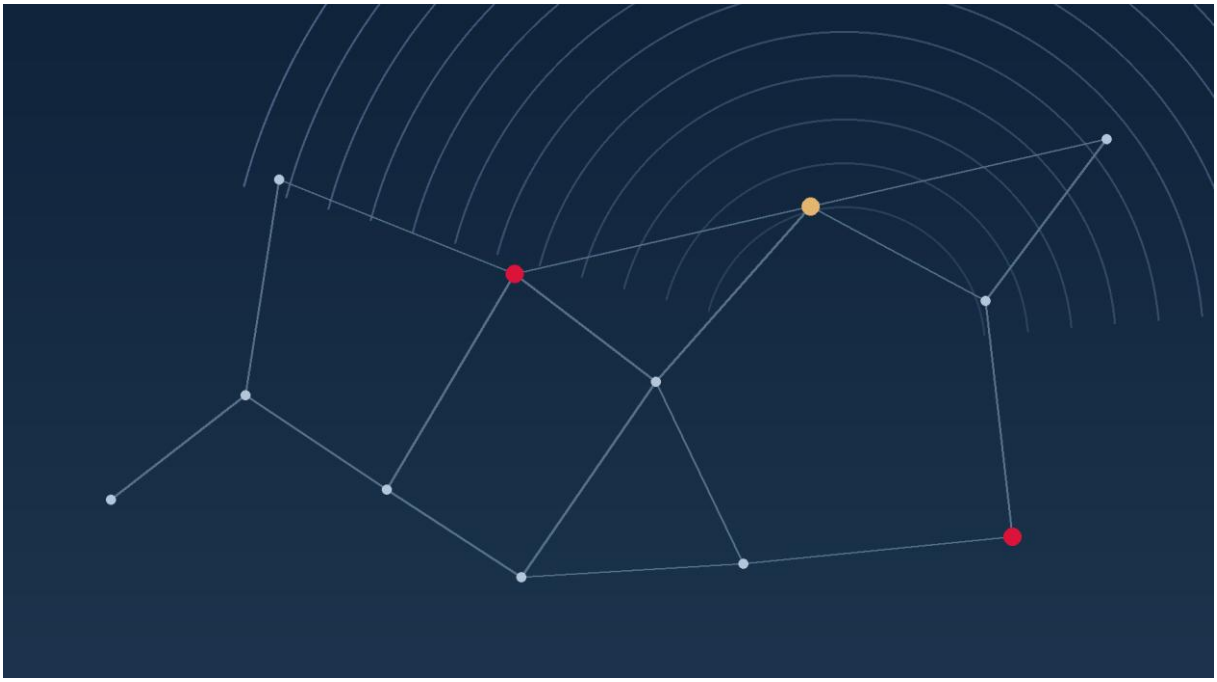
Crimson Amber

WHITE PAPER / 2026

AI 혁신 방법론

수요 주도형 AI 혁신

Demand-Driven AI Innovation



Version 1.0

발행일 | 2026 년 11 월 28 일

발행인 | 크림슨앰버 주식회사

목차

Executive Summary 14

AI 시대의 새로운 혁신 패러다임 14

기존 AI 도입 및 혁신 방식의 구조적 한계 14

수요 주도형 AI 혁신의 필요성 15

수요 주도형 AI 혁신의 7 단계 실행 방법론 15

Human-AI Work Redesign 방법론의 역할 16

Craftem AI 혁신 OS 와 SyenaHub AI 혁신 생태계 17

인간 중심의 경제적·사회적 가치 창출 18

백서의 목적 및 활용 대상 19

PART I. AI 혁신의 이론적 기반 20

제 1 장. AI 시대의 혁신 패러다임 20

1.1. AI 기술의 발전과 산업 구조의 변화 20

1.2. 기존 IT 혁신과 AI 혁신의 차이 21

1.3. 기술 주도형 혁신과 수요 주도형 혁신 22

1.4. 기존 AI 도입 방식의 구조적 한계 23

1.5. AI 기술 활용과 실제 가치 창출 간의 단절 24

1.6. 인간의 창조적 역량과 AI 의 역할 26

1.7. 인간 중심의 AI 혁신 패러다임 26

1.8. 새로운 AI 혁신 방법론의 필요성 27

제 2 장. AI 혁신의 기본 개념 29

2.1. 혁신의 정의와 본질 29

2.2. AI 혁신의 정의 및 범위 30

2.3. AI 혁신의 5 대 영역 30

2.4. 미충족 수요의 정의 및 유형 32

2.5. 현재 상태와 기대 상태의 미충족 격차 34

2.6. 문제와 근본 원인의 개념적 구분 35

2.7. 혁신 기회와 가치 창출 가능성 36

2.8. 경제적 가치와 사회적 가치 37

2.9. 잠재적 가치에서 실현 가치로의 전환 38

제 3 장. 수요 주도형 AI 혁신 방법론 41

3.1. 수요 주도형 AI 혁신의 정의 41

3.2. 수요 주도형 AI 혁신의 목적 42

3.3. 수요 주도형 AI 혁신의 핵심 철학 43

3.4. 기술 주도형 AI 혁신과의 비교 44

3.5. 수요 주도형 AI 혁신의 기본 실행 원칙 45
3.6. 수요 주도형 AI 혁신의 7 단계 실행 체계 45
3.7. 단계별 입력·실행·출력 구조 50
3.8. 단계별 의사결정 관문(Stage Gate) 51
3.9. 반복적 실행 및 지속적 AI 혁신 선순환 52
3.10. 방법론·실행 플랫폼·협력 생태계의 통합 구조 54
제 4 장. Human-AI Work Redesign 방법론 57
4.1. Human-AI Work Redesign 의 정의 57
4.2. 기존 업무 수행 방식의 구조적 한계 58
4.3. Human-Tool 에서 Human-Agent-Tool 로의 전환 59
4.4. Human-AI Work 의 기본 개념 60
4.5. 사람과 AI Agent 의 역할 및 책임 61
4.6. Human-AI 업무 분석 및 재설계 63
4.7. Workflow Specification 66
4.8. Workflow Resource 의 구현 및 실행 68
4.9. 모델·데이터·도구·스킬·워크플로우 리소스 69
4.10. 개인 성과·조직 성과·사업 성과의 가치사슬 71
4.11. 성과 가치사슬의 2 대 성과 단절 72
4.12. 인간 역량 강화 및 전문지식의 조직 자산화 74
4.13. 수요 주도형 AI 혁신 전 단계에서의 Human-AI Work Redesign 적용 76
PART II. 수요 주도형 AI 혁신 7 단계 실행 방법론
제 5 장. 미충족 수요 발굴 78
5.1. 미충족 수요 발굴의 정의 및 목적 78
5.2. 기본 실행 원칙 79
5.3. 미충족 수요의 발굴 대상 및 유형 80
5.4. 미충족 수요 발굴 채널 81
5.5. 미충족 수요 발굴 실행 프로세스 82
5.6. 미충족 수요 발굴 방법 및 분석 기법 89
5.7. 미충족 수요 예비 평가 모델 91
5.8. 미충족 수요 카탈로그 및 데이터 관리 92
5.9. Human-AI Work Redesign 기반 실행 체계 95
5.10. Craftem Unmet Needs Discovery Agent 96
5.11. SyenaHub 기반 공동 수요 발굴 98
5.12. 산업별 적용 예시 99
5.13. 표준 실행 일정 및 조직 구성 101
5.14. 표준 산출물 및 문서 체계 103

5.15. 단계 완료 기준 및 후속 단계 진입 조건 104
제 6 장. 미충족 수요 검증 107
6.1. 미충족 수요 검증의 정의 및 목적 107
6.2. 기본 실행 원칙 108
6.3. 미충족 수요의 7 대 검증 영역 109
6.4. 미충족 수요 검증 실행 프로세스 112
6.5. 미충족 수요 검증 방법 및 분석 기법 121
6.6. 미충족 수요 종합 평가 모델 122
6.7. 검증 증거 및 데이터 관리 125
6.8. Human-AI Work Redesign 기반 실행 체계 127
6.9. Craftem Unmet Needs Validation Agent 128
6.10. SyenaHub 기반 공동 수요 검증 130
6.11. 산업별 적용 예시 132
6.12. 표준 실행 일정 및 조직 구성 135
6.13. 표준 산출물 및 문서 체계 137
6.14. 단계 완료 기준 및 후속 단계 진입 조건 139
제 7 장. 근본 원인 분석 142
7.1. 근본 원인 분석의 정의 및 목적 142
7.2. 기본 실행 원칙 143
7.3. 문제와 원인의 계층적 구조 145
7.4. 근본 원인의 8 대 분석 영역 146
7.5. 근본 원인 분석 실행 프로세스 151
7.6. 근본 원인 분석 방법 및 인과관계 모델링 기법 158
7.7. 원인 가설의 검증 방법 162
7.8. 인과적 타당성 및 혁신 우선순위 평가 모델 164
7.9. 근본 원인 및 검증 증거 관리 168
7.10. Human-AI Work Redesign 기반 실행 체계 171
7.11. Craftem Root Cause Analysis Agent 174
7.12. SyenaHub 기반 근본 원인 공동 분석 176
7.13. 산업별 적용 예시 178
7.14. 표준 실행 일정 및 조직 구성 183
7.15. 표준 산출물 및 문서 체계 185
7.16. 단계 완료 기준 및 후속 단계 진입 조건 188
제 8 장. AI 기반 해결 방안 설계 191
8.1. AI 기반 해결 방안 설계의 정의 및 목적 191
8.2. 기본 실행 원칙 192

8.3. AI 기반 해결 방안 설계의 개념 및 활용 구조 193
8.4. AI 혁신의 5 대 영역별 해결 방안 설계 194
8.5. AI 기반 해결 방안 설계 실행 프로세스 196
8.6. 창의적 해결 방안 설계 방법 및 분석 기법 199
8.7. AI 혁신 모델의 구조 및 설계 방법 201
8.8. 해결 방안 타당성 평가 및 최적 대안 선정 203
8.9. 연구개발 및 실증 요구사항 정의 204
8.10. Human-AI Work Redesign 기반 실행 체계 205
8.11. Craftem AI Innovation Design Agent 206
8.12. SyenaHub 기반 공동 해결 방안 설계 207
8.13. 산업별 적용 예시 208
8.14. 표준 실행 일정 및 조직 구성 210
8.15. 표준 산출물 및 문서 체계 210
8.16. 단계 완료 기준 및 후속 단계 진입 조건 211
제 9 장. 연구개발 및 실증 214
9.1. 연구개발 및 실증의 정의 및 목적 214
9.2. 기본 실행 원칙 215
9.3. 연구개발 및 실증의 유형과 통합 실행 구조 216
9.4. 연구개발 성숙도 및 단계적 실현 체계 217
9.5. 연구개발 및 실증 실행 프로세스 218
9.6. AI 기반 과학적 연구 및 기술개발 방법 221
9.7. AI 혁신 모델 구현 및 시스템 통합 222
9.8. 연구개발 결과의 검증 및 실증 방법 224
9.9. 실증 성과 및 미충족 수요 충족도 평가 모델 225
9.10. 연구개발 데이터·지식 및 기술자산 관리 227
9.11. Human-AI Work Redesign 기반 연구개발 실행 체계 228
9.12. Craftem R&D and Validation Agent 229
9.13. SyenaHub 기반 공동 연구개발 및 실증 230
9.14. 산업별 적용 예시 231
9.15. 표준 실행 일정 및 조직 구성 233
9.16. 표준 산출물 및 문서 체계 233
9.17. 단계 완료 기준 및 후속 단계 진입 조건 234
제 10 장. 상용화 및 사업화 236
10.1. 상용화 및 사업화의 정의 및 목적 236
10.2. 기본 실행 원칙 237
10.3. AI 혁신의 상용화 및 사업화 유형 238

10.4. 상용화 및 사업화 준비도 평가 239
10.5. 상용화 및 사업화 실행 프로세스 240
10.6. 제품화 및 서비스화 방법론 243
10.7. 실증 환경에서 상용 운영 환경으로의 전환 244
10.8. 비즈니스 모델 설계 및 수익 구조 구축 246
10.9. 시장 진입 및 고객 확보 전략 247
10.10. 시장성·경제성 및 사업성 평가 모델 248
10.11. 기술사업화 및 지식재산권 활용 251
10.12. Human-AI Work Redesign 기반 상용화 및 사업화 실행 체계 252
10.13. Craftem Commercialization Agent 252
10.14. SyenaHub 기반 공동 상용화 및 기술사업화 253
10.15. 산업별 적용 예시 254
10.16. 표준 실행 일정 및 조직 구성 256
10.17. 표준 산출물 및 문서 체계 256
10.18. 단계 완료 기준 및 후속 단계 진입 조건 257
제 11 장. 새로운 가치 창출 260
11.1. 새로운 가치 창출의 정의 및 목적 261
11.2. 기본 실행 원칙 263
11.3. AI 혁신의 가치 창출 유형 및 구조 265
11.4. AI 혁신의 성과 가치사슬 267
11.5. 새로운 가치 창출 실행 프로세스 270
11.6. 성과 단절의 분석 및 가치 실현 구조 274
11.7. 경제적 가치 창출 및 실현 방법 276
11.8. 사회적 가치 창출 및 실현 방법 279
11.9. 가치 창출 및 투자성과 측정 모델 282
11.10. 가치 검증 및 인과적 기여 평가 287
11.11. 지속적 가치 창출 및 AI Value Creation Loop 290
11.12. Human-AI Work Redesign 기반 가치 창출 실행 체계 293
11.13. Craftem Value Creation Agent 295
11.14. SyenaHub 기반 공동 가치 창출 및 확산 298
11.15. 산업별 적용 예시 300
11.16. 표준 실행 일정 및 조직 구성 307
11.17. 표준 산출물 및 문서 체계 309
11.18. 단계 완료 기준 및 지속적 혁신 전환 조건 312
제 11 장 결론 316
PART III. AI 혁신 실행 및 협력 체계

제 12 장. Craftem AI 혁신 OS 318
12.1. Craftem AI 혁신 OS 의 정의 및 목적 319
12.2. Craftem 의 개발 배경 및 해결 대상 321
12.3. Craftem 의 핵심 가치 및 제품 설계 원칙 324
12.4. Crafter 와 Human-AI 가치 창출 327
12.5. Craftem AI 혁신 OS 의 전체 아키텍처 329
12.6. Human-AI Work 의 설계 및 실행 구조 334
12.7. Craftem Agent 338
12.8. Craftem Resource 342
12.9. Craftem Orchestration Runtime 351
12.10. 수요 주도형 AI 혁신 7 단계 전문 Agent 체계 358
12.11. AI 혁신 프로젝트 및 혁신 데이터 관리 361
12.12. Craftem 의 성과 및 가치 창출 관리 체계 366
12.13. Craftem 의 개발 및 Resource 공급 환경 368
12.14. 외부 시스템 통합 및 상호운용성 372
12.15. Craftem 의 보안 및 책임 있는 AI 실행 체계 377
12.16. Craftem 의 배포 및 운영 모델 382
12.17. SyenaHub 와 연계한 개방형 AI 혁신 실행 체계 389
12.18. Craftem 의 발전 방향 및 AI 혁신 플랫폼으로서의 확장 392
제 12 장 결론 396
제 13 장. SyenaHub AI 혁신 생태계 398
13.1. SyenaHub AI 혁신 생태계의 정의 및 목적 399
13.2. SyenaHub 의 추진 배경 및 해결 대상 401
13.3. SyenaHub 의 핵심 가치 및 운영 원칙 404
13.4. SyenaHub AI 혁신 생태계의 전체 구조 406
13.5. SyenaHub 의 주요 참여 주체 및 역할 410
13.6. SyenaHub 의 7 대 산업별 AI 혁신 생태계 413
13.7. SyenaHub 파트너 프로그램 417
13.8. SyenaHub 의 협력 방식 및 공동 혁신 모델 421
13.9. 수요 주도형 AI 혁신 공동 실행 프로세스 423
13.10. 다학제적 공동 연구개발 체계 427
13.11. 공동 실증 및 산업현장 적용 체계 432
13.12. 수요 주도형 AI 혁신 기술사업화 체계 434
13.13. 공동 혁신의 가치 창출 및 귀속·배분 체계 438
13.14. SyenaHub 의 지속 가능한 생태계 운영 및 경제적 구조 441
13.15. 신뢰 기반 협력 및 생태계 거버넌스 443

13.16. AI 혁신 인재 성장 및 SyenaHub Cura 446
13.17. Craftem AI 혁신 OS 와 SyenaHub 의 통합 실행 체계 452
13.18. SyenaHub 의 발전 방향 및 지속적 가치 확산 454
제 14 장. AI 혁신 프로젝트 관리 및 거버넌스 459
14.1. AI 혁신 프로젝트 관리 및 거버넌스의 정의와 목적 460
14.2. AI 혁신 프로젝트의 특성 및 기존 프로젝트 관리와의 차이 461
14.3. AI 혁신 프로젝트 관리 및 거버넌스의 기본 원칙 462
14.4. AI 혁신 프로젝트의 통합 관리 체계 464
14.5. AI 혁신 프로젝트의 실행 조직 및 역할과 책임 465
14.6. AI 혁신 PMO 의 개념 및 운영 체계 468
14.7. 7 단계 Stage-Gate 기반 혁신 의사결정 체계 469
14.8. 적응형 AI 혁신 프로젝트 관리 472
14.9. 혁신 목표·범위 및 요구사항 관리 473
14.10. 실행 계획·일정 및 자원 관리 474
14.11. 혁신 비용 및 투자 관리 475
14.12. 위험 및 불확실성 관리 476
14.13. 품질·검증 증거 및 혁신 데이터와 변경 관리 478
14.14. 책임 있는 AI 혁신 및 AI 거버넌스 479
14.15. 혁신 성과 및 가치 창출 관리 480
14.16. Craftem 및 SyenaHub 기반 통합 프로젝트 실행 체계 481
14.17. AI 혁신 프로젝트의 표준 산출물 및 관리 문서 체계 483
14.18. 프로젝트 관리의 적용 수준 및 지속적 개선 485
PART IV. 산업별 적용 및 지속적 혁신
제 15 장. 산업별 AI 혁신 활용 사례 및 적용 모델 488
15.1. 산업별 AI 혁신 활용 사례의 정의 및 목적 489
15.2. 산업별 AI 혁신 활용 사례의 표준 분석 체계 491
15.3. AI 혁신 유형별 산업 적용 모델 494
15.4. 건설산업 AI 혁신 활용 사례 496
15.5. 보건의료산업 AI 혁신 활용 사례 499
15.6. 금융산업 AI 혁신 활용 사례 502
15.7. 제조산업 AI 혁신 활용 사례 506
15.8. 유통산업 AI 혁신 활용 사례 508
15.9. 콘텐츠산업 AI 혁신 활용 사례 512
15.10. 교육산업 AI 혁신 활용 사례 515
15.11. 건축설계 품질검토 혁신의 통합 적용 모델 519
15.12. 췌장암 조기 진단 기술의 통합 공동 연구개발 모델 528

15.13. AI 시대 인재 성장 및 SyenaHub Cura 의 적용 모델 537
15.14. 산업별 Craftem Agent 및 Resource 적용 모델 545
15.15. 산업별 SyenaHub 공동 혁신 및 기술사업화 모델 548
15.16. 산업별 AI 혁신 성과 및 가치 평가 551
15.17. 산업 간 AI 혁신 모델의 재사용 및 확산 555
15.18. 새로운 산업별 AI 혁신 활용 사례의 지속적 발굴 559
제 16 장. AI 혁신 도입 및 확산 전략 563
16.1. AI 혁신 도입 및 확산의 정의와 목적 564
16.2. AI 혁신 도입 및 확산의 구조적 문제 567
16.3. AI 혁신 도입 및 확산의 기본 원칙 571
16.4. 조직의 AI 혁신 준비도 진단 572
16.5. 수요 주도형 AI 혁신 도입 로드맵 577
16.6. 경영 전략과 AI 혁신 전략의 연계 583
16.7. AI 혁신 교육 및 인간의 전문역량 강화 586
16.8. 미충족 수요 기반 초기 AI 혁신 과제 선정 591
16.9. AI 혁신 PMO 기반 도입 실행 체계 594
16.10. PoC 에서 실제 상용 운영으로의 전환 전략 598
16.11. Craftem AI 혁신 OS 의 조직 도입 및 구축 전략 601
16.12. 조직 변화관리 및 Human-AI Work 의 정착 605
16.13. AI 혁신 성과 및 실제 가치 실현 전략 608
16.14. 개인 성과에서 조직 전체로의 혁신 확산 611
16.15. 산업별 AI 혁신 모델의 시장 및 산업 확산 614
16.16. SyenaHub 기반 개방형 혁신 확산 전략 618
16.17. 조직의 AI 혁신 성숙도 및 지속적인 혁신 역량 강화 620
16.18. 지속 가능한 AI 혁신 운영 및 가치 창출 체계 624
제 17 장. 결론 631
17.1. AI 시대의 새로운 혁신 패러다임 632
17.2. 인간 중심의 가치 창출과 AI 의 역할 634
17.3. 미충족 수요에서 출발하는 AI 혁신 637
17.4. 수요 주도형 AI 혁신 방법론의 종합 639
17.5. 실제 혁신 성과에서 새로운 가치 창출로의 발전 643
17.6. 크림슨앰버 AI 혁신의 통합 실행 체계 647
17.7. 산업별 AI 혁신의 실현 및 확산 651
17.8. AI 혁신이 지향하는 인간과 조직 및 산업의 미래 654
17.9. 수요 주도형 AI 혁신 방법론의 한계 및 발전 방향 657
17.10. 백서의 의의와 지속 가능한 공동 가치 창출 664

부록. 수요 주도형 AI 혁신 실무 가이드 667
부록 활용 안내 667
공통 문서 관리 및 추적관리 667
부록 A. AI 혁신 핵심 용어 및 약어 사전 669
A.1. AI 혁신 기본 개념 669
A.2. Human-AI Work Redesign 관련 용어 670
A.3. Craftem 관련 공식 용어 670
A.4. SyenaHub 관련 공식 용어 671
A.5. 프로젝트 관리 및 거버넌스 용어 672
A.6. 성과 및 가치 평가 용어와 약어 673
A.7. 주요 용어의 개념적 구분 673
부록 B. AI 혁신 준비도 및 성숙도 평가 674
B.1. AI 혁신 준비도 진단 가이드 674
B.2. AI 혁신 준비도 진단서 674
B.3. 준비도 평가 기준 및 증거 기록서 675
B.4. 혁신 준비도 개선 계획서 676
B.5. AI 혁신 성숙도 평가서 676
B.6. AI 혁신 성숙도 개선 로드맵 677
부록 C. 수요 주도형 AI 혁신 7 단계 실행 표준 양식 678
C.1. 제 1 단계 — 미충족 수요 발굴 678
C.1.1. 미충족 수요 발굴서 678
C.1.2. 산업현장 및 업무 조사 기록서 679
C.1.3. 이해관계자 인터뷰 기록서 679
C.2. 제 2 단계 — 미충족 수요 검증 680
C.2.1. 미충족 수요 검증서 680
C.2.2. 수요 검증 증거 기록서 680
C.2.3. 미충족 수요 우선순위 평가서 681
C.3. 제 3 단계 — 근본 원인 분석 681
C.3.1. 근본 원인 분석서 681
C.3.2. 원인 가설 및 검증 기록서 682
C.3.3. 핵심 혁신 대상 정의서 682
C.4. 제 4 단계 — AI 기반 해결 방안 설계 683
C.4.1. AI 혁신 모델 설계서 683
C.4.2. 해결 방안 대안 비교 평가서 684
C.4.3. 혁신 모델 요구사항 명세서 685
C.5. 제 5 단계 — 연구개발 및 실증 686

C.5.1. 연구개발 및 실증 계획서 686
C.5.2. 연구개발 및 실증 결과서 686
C.6. 제 6 단계 — 상용화 및 사업화 687
C.6.1. 상용화 및 사업화 계획서 687
C.6.2. 상용 운영 및 사업화 결과서 688
C.7. 제 7 단계 — 새로운 가치 창출 689
C.7.1. AI 혁신 가치 실현 계획서 689
C.7.2. AI 혁신 가치 검증 보고서 689
C.7.3. 지속 운영 및 후속 혁신 계획서 690
C.8. 7 단계 실행 산출물 추적관리 690
C.8.1. 7 단계 실행 산출물 추적관리 690
부록 D. Human-AI Work Redesign 실무 양식 692
D.1. 기존 업무 분석서(As-Is Work Analysis) 692
D.2. Human-AI Work 재설계서(To-Be Work Design) 693
D.3. Human-AI 업무 역할 및 책임 정의서 693
D.4. Human-Agent Workflow Specification 694
D.5. Human-AI Work 검증 및 평가서 696
D.6. Human-AI Work 개선 이력서 697
부록 E. Craftem Agent 및 Resource 기술 명세 698
E.1. Craftem Agent 명세서 698
E.2. Craftem Agent Template 명세서 699
E.3. Model Resource 명세서 699
E.4. Data Resource 명세서 700
E.5. Tool Resource 명세서 701
E.6. Skill Resource 명세서 702
E.7. Workflow Resource 명세서 703
E.8. Agent 및 Resource 검증·등록·변경 관리 704
E.8.1. Agent 및 Resource 검증서 704
E.8.2. Agent 및 Resource 등록 기록서 705
E.8.3. 버전 변경 및 재검증 기록서 705
부록 F. AI 혁신 연구개발 및 실증 실무 양식 707
F.1. 과학적 연구 문제 및 가설 정의서 707
F.2. 수리과학적 문제 정식화 명세서 707
F.3. 핵심 기술 연구개발 명세서 708
F.4. PoC 및 프로토타입 검증서 709
F.5. 파일럿 및 현장 실증 계획·결과서 710

F.6. 연구개발 및 실증 증거 관리서 710
F.7. 연구개발 결과 검토 체크리스트 711
부록 G. AI 혁신 프로젝트 관리 및 거버넌스 712
G.1. AI 혁신 프로젝트 헌장 712
G.2. AI 혁신 프로젝트 실행 계획서 712
G.3. AI 혁신 역할 및 책임 매트릭스 713
G.4. 혁신 포트폴리오 관리대장 714
G.5. 프로젝트 위험관리대장 715
G.6. Stage-Gate 검토 및 의사결정서 715
G.7. 프로젝트 변경 및 의사결정 이력서 717
G.8. AI Agent 실행 자율성 및 권한 평가서 717
G.9. AI 혁신 안전·보안·윤리 체크리스트 718
G.10. 프로젝트 종료 및 운영 인계서 719
부록 H. AI 혁신 성과 및 가치 평가 721
H.1. AI 혁신 성과 기준선 및 목표 설정서 721
H.2. 미충족 수요 충족률(NFR) 평가서 721
H.3. 가치 실현율(VRR) 평가서 722
H.4. 경제적 가치 및 ROI 평가서 722
H.5. TCO 및 투자 경제성 분석서 724
H.6. 사회적 가치 평가서 725
H.7. 가치 창출 종합 평가 점수(VCS) 평가서 725
H.8. 성과 가치사슬 및 성과 단절 진단서 726
H.9. AI 혁신 가치 검증 종합 보고서 727
부록 I. Craftem 도입 및 상용 운영 전환 729
I.1. AI 혁신 도입 로드맵 작성서 729
I.2. Craftem 도입 요구사항 정의서 729
I.3. 고객별 기술 및 데이터 환경 조사서 730
I.4. Craftem 구축 및 시스템 통합 계획서 731
I.5. 상용 운영 전환 체크리스트 732
I.6. 운영 및 기술지원 관리서 733
I.7. 조직 확산 및 후속 혁신 계획서 734
부록 J. SyenaHub 공동 혁신 및 기술사업화 736
J.1. 산업현장 미충족 수요 제안서 736
J.2. 공동 혁신 과제 기획서 736
J.3. 공동 연구개발 참여 주체 및 역할 정의서 737
J.4. 공동 연구개발 협력 조건 정의서 738

J.5. 기술사업화 계획서 739
J.6. 공동 혁신 및 기술사업화 성과 보고서 740
부록 K. AI 혁신 활용 사례 및 운영 사례 관리 742
K.1. AI 혁신 활용 사례 표준 양식 742
K.2. AI 혁신 적용 모델 명세서 742
K.3. AI 혁신 운영 사례 표준 양식 743
K.4. 활용 사례 및 운영 사례 카탈로그 744
K.5. 활용 사례의 검증 상태 및 공개 기준 745
공개 승인 체크리스트 745
부록 L. AI 혁신 통합 실무 적용 예시 747
L.1. 업무혁신형 적용 예시 — 건축설계 품질검토 혁신 747
L.2. 연구개발형 적용 예시 — 췌장암 조기 진단 기술 통합 공동 연구개발 751
L.3. 사회혁신형 적용 예시 — AI 시대 초기 경력 성장 경로 재설계 754
L.4. 혁신 유형별 실무 양식 선택 가이드 757
부록 실무 양식 통합 관리 목록 758
부록 B — 5 개 양식 758
부록 C — 20 개 양식 758
부록 D — 6 개 양식 759
부록 E — 10 개 양식 759
부록 F — 7 개 양식 759
부록 G — 10 개 양식 760
부록 H — 9 개 양식 760
부록 I — 7 개 양식 760
부록 J — 6 개 양식 761
부록 K — 5 개 양식 761
통합 참고문헌 762
R1. 혁신 이론 및 혁신 방법론 762
R2. 인간 중심 AI 및 Human-AI Work Redesign 763
R3. 미충족 수요 발굴·검증 및 근본 원인 분석 764
R4. 과학·수리과학·연구개발 및 실증 764
R5. AI 기술 및 Agent 실행 플랫폼 765
R6. 프로젝트 관리·혁신 관리 및 거버넌스 765
R7. 사업화 및 경제적·사회적 가치 평가 766
R8. 산업별 AI 혁신 및 응용 기술 767
R9. 조직 변화·혁신 확산 및 인간의 성장 768
R10. 크림슨앰버 내부 방법론 및 기획 자료 770

Executive Summary

AI 시대의 새로운 혁신 패러다임

기존 IT 기반 혁신은 정보의 디지털화, 업무 프로세스의 표준화 및 반복 업무의 자동화를 통해 개인과 조직의 생산성을 높여 왔다. 생성형 AI 와 AI Agent 는 이러한 기반 위에서 비정형 정보의 분석, 지식 탐색, 추론, 콘텐츠 생성 및 도구 활용을 지원하며 인간이 수행할 수 있는 업무와 연구개발의 범위를 확장할 가능성을 제공한다. 인간이 도구를 직접 활용하는 방식에 더하여, 사람과 AI Agent 가 역할을 분담하고 다양한 도구와 리소스를 활용하는 새로운 업무 구조가 가능해지고 있다.

이러한 가능성은 업무혁신에만 한정되지 않는다. 과학적 가설 탐색, 핵심 기술 개발, 제품 설계, 서비스 제공 및 비즈니스 모델의 재구성에도 AI 를 활용할 수 있다. 다만 AI 의 효과는 업무와 사용자 특성에 따라 달라진다. 고객지원 업무를 분석한 연구에서는 AI 지원 도입 이후 시간당 해결 건수가 평균 15% 증가했지만, 개인별 효과에는 상당한 차이가 나타났다[10]. 따라서 기술의 가능성을 실제 성과로 전환하는 실행 방법이 중요하다.

기존 AI 도입 및 혁신 방식의 구조적 한계

기술을 먼저 도입하고 활용처를 찾는 접근은 해결할 수요와 성과 목표가 불명확해질 위험이 있다. 실제 문제의 검증이나 근본 원인 분석 없이 기존 업무에 AI 를 추가하면 일부 작업의 효율은 향상되더라도 조직의 업무 구조는 변화하지 않을 수 있다. 또한 개념 검증(PoC)이나 연구개발 성과가 상용 운영으로 이어지지 않거나, 운영 성과가 재무적·사회적 가치로 전환되지 않는 문제가 발생할 수 있다.

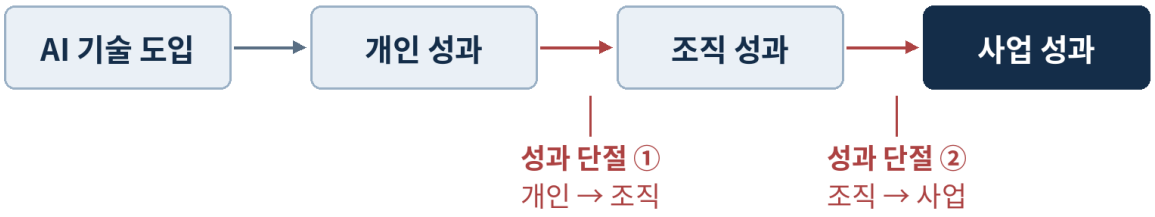


도표 ES-1. AI 기술 도입과 실제 사업 성과 간의 단절

크림슨앰버는 업무혁신에서 개인 성과와 조직 성과 사이, 조직 성과와 사업 성과 사이의 두 단절 지점에 주목한다. 이를 해결하기 위해서는 수요 발굴부터 실제 운영 및 가치 검증까지 연결하는 통합적인 혁신 방법론이 필요하다.

수요 주도형 AI 혁신의 필요성

수요 주도형 AI 혁신(Demand-Driven AI Innovation)이란 개인과 조직 및 산업현장의 미충족 수요를 발굴·검증하고, 그 근본 원인을 분석하여 AI 기반의 창의적 해결 방안을 설계하고 실현함으로써 업무, 기술, 제품, 서비스 및 비즈니스 모델을 혁신하고 새로운 경제적·사회적 가치를 창출하는 혁신 체계이다.

미충족 수요는 수요자가 달성하고자 하는 기대 상태와 기존 기술, 제품, 서비스, 업무 방식 및 제도로 달성할 수 있는 현재 상태 사이의 격차에서 발견된다. 수요 주도형 접근은 이 격차가 실제로 존재하고 해결할 가치가 있는지 확인한 후, 문제를 발생시키거나 지속시키는 근본 원인을 규명한다. 이를 통해 기술개발 및 혁신 자원의 투입 방향을 설정한다.



도표 ES-2. 기술 주도형 혁신과 수요 주도형 혁신의 비교

기술 주도형 혁신은 새로운 기술의 발견과 개발을 출발점으로 활용 기회를 탐색하는 데 강점이 있으며, 수요 주도형 혁신은 검증된 문제를 출발점으로 적합한 기술과 해결 방안을 탐색하는 데 중점을 둔다. 두 접근은 상호 배타적이지 않다. 새로운 과학적 발견과 기술 발전은 잠재 수요를 발견하는 계기가 될 수 있으며, 검증된 수요는 원천기술 연구의 방향을 제시할 수 있다.

크림슨앰버는 혁신 과제의 선정과 우선순위 결정에서 수요의 실재성, 중요성 및 가치 창출 가능성을 중시한다. AI 를 반드시 사용해야 한다는 전제를 두지 않고 기존 방식의 개선과 비 AI 대안도 비교한다. 기술적 새로움보다 수요 해결 효과를 우선하는 것이 핵심이다.

수요 주도형 AI 혁신의 7 단계 실행 방법론

수요 주도형 AI 혁신은 문제의 발견에서 해결 방안의 실현과 가치 검증까지 이어지는 일곱 단계로 구성된다. 각 단계는 검증 가능한 산출물을 다음 단계에 전달하고, 수요자 및 전문가의 판단을 통해 후속 추진 여부를 결정한다.

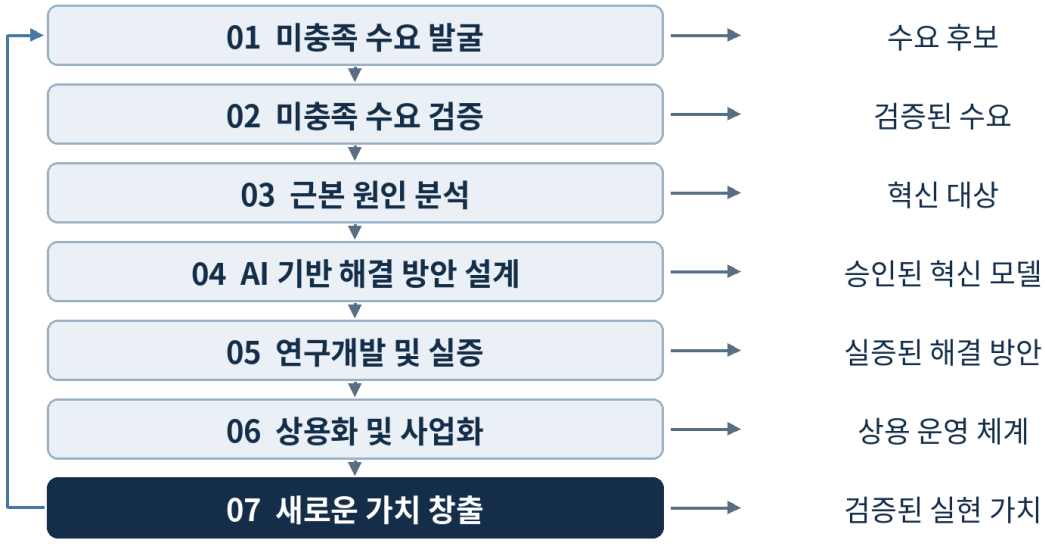


도표 ES-3. 수요 주도형 AI 혁신의 7 단계 실행 체계

제 1·2 단계에서는 현장 조사와 정성적·정량적 증거를 활용하여 미충족 수요를 정의하고 검증한다. 제 3 단계에서는 원인 가설과 인과적 증거를 분석하여 해결해야 할 핵심 대상을 도출한다. 제 4 단계에서는 인간과 AI 의 창의적 협업으로 복수의 해결 방안을 탐색하고 비교하여 혁신 모델과 연구개발 요구사항을 설계한다.

제 5 단계에서는 필요한 지식과 기술을 확보하고 해결 방안을 구현하며, 기술 성능과 실제 수요 해결 효과를 실증한다. 제 6 단계에서는 검증된 해결 방안을 제품·서비스 또는 조직의 실제 업무로 발전시키고 지속 가능한 공급과 운영 체계를 구축한다. 제 7 단계에서는 실제 운영 데이터를 기반으로 경제적·사회적 가치를 검증하고 성과를 자산화한다.

단계별 의사결정 관문(Stage Gate)은 추진, 조건부 추진, 보완, 재검증, 보류 또는 중단을 결정하기 위한 장치이다. 전체 과정은 고정된 순차 절차가 아니라 증거와 불확실성에 따라 이전 단계로 돌아갈 수 있는 반복적 실행 구조이다. 특히 가치 측정 기준선은 도입 전에 확보하고, 새롭게 발견된 수요는 다음 혁신 주기에 반영한다.

Human-AI Work Redesign 방법론의 역할

Human-AI Work Redesign 은 기업 업무를 Human-Agent Workflow 로 재설계하여 사람은 판단·책임·창의, AI Agent 는 분석·탐색·생성·실행을 담당하도록 최적화하는 방법론이다. 수요 주도형 AI 혁신의 전 과정에서 연구자, 개발자, 전문가 및 실무자가 수행하는 혁신 업무 자체를 재설계하는 핵심 실행 방법으로 적용한다.

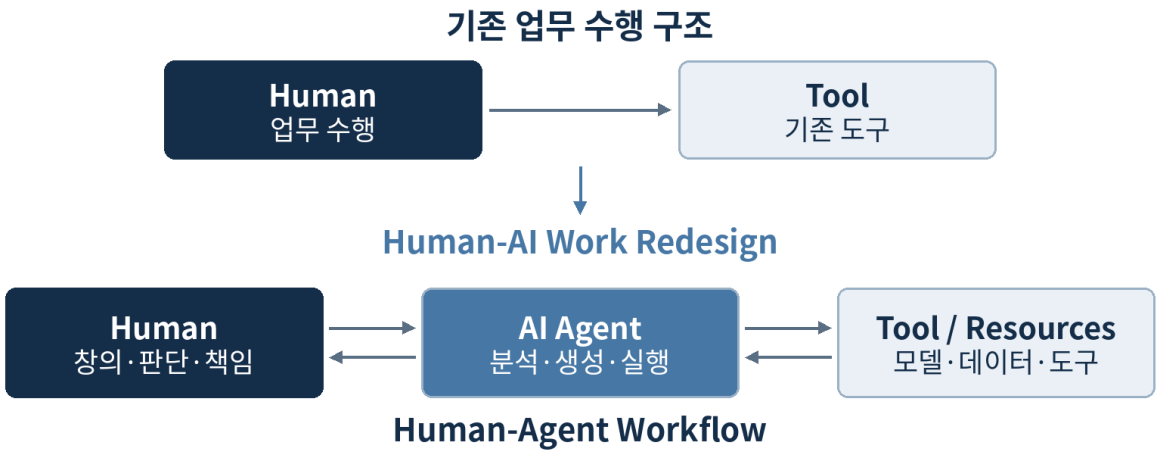


도표 ES-4. Human-AI Work Redesign 의 기본 구조

업무 재설계는 기존 업무를 분석하고 목표와 요구사항을 정의하는 것에서 시작한다. 업무를 실행 가능한 단위로 분해한 후 사람과 AI Agent 및 공동 수행 업무를 구분하고, 실행 순서, 조건, 예외 처리, 검토와 승인 지점을 Workflow Specification 으로 명세화한다. 이를 실행 가능한 Workflow Resource 로 구현하며 모델·데이터·도구·스킬 등 필요한 리소스를 연결한다.

사람은 문제의 의미를 해석하고 목표를 설정하며 전문적 판단과 창의적 통찰을 제공한다. AI Agent 는 승인된 범위에서 대규모 정보의 탐색과 분석, 대안 생성, 도구 활용 및 실행을 지원한다. 위험도가 높은 판단과 실행은 사람의 감독 및 승인 체계에 포함하고, AI 가 생성한 결과는 필요한 검증을 거친다.

개인의 성공적인 업무 수행 방식과 전문지식은 재사용 가능한 스킬과 워크플로우로 구조화할 수 있다. 조직은 이를 공통 업무 체계에 통합하고, 절감된 시간과 자원을 실제 생산 활동이나 품질 향상에 배분하여 개인 성과를 조직 및 사업 성과로 연결한다. 이러한 체계는 인간의 대체가 아니라 인간의 전문적·창조적 역량 확장을 지향한다.

Craftem AI 혁신 OS 와 SyenaHub AI 혁신 생태계

크림슨앰버는 수요 주도형 AI 혁신 방법론, Craftem AI 혁신 OS 및 SyenaHub AI 혁신 생태계를 연계하는 통합 실행 체계를 제안한다. 방법론은 혁신의 원리와 절차를 정의하고, Craftem 은 혁신 업무의 실행을 지원하며, SyenaHub 는 필요한 전문지식과 연구개발 및 사업 역량을 연결하는 개방형 협력 체계이다.

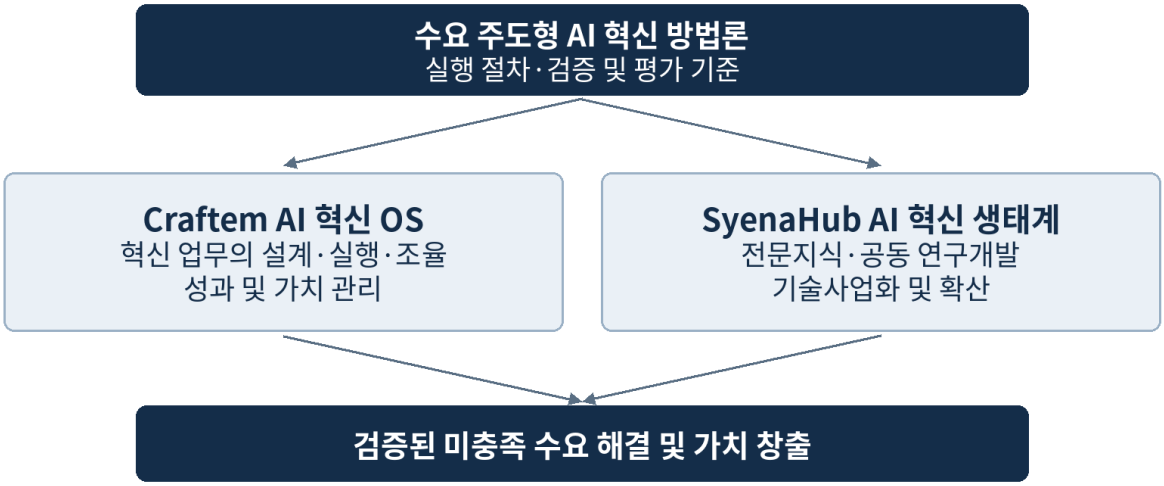


도표 ES-5. 크림슨앰버의 통합 AI 혁신 실행 체계

Craftem 은 사람과 AI Agent 의 업무를 설계·실행·조율하고 혁신 과정의 데이터, 리소스, 검증 증거 및 성과를 관리하는 AI 혁신 OS 로 개발한다. 7 단계 방법론에 대응하는 수요 발굴, 수요 검증, 근본 원인 분석, 혁신 설계, 연구개발 및 실증, 상용화, 가치 창출 Agent 를 독립적으로 실행하고 연계할 수 있는 구성으로 기획한다. 이는 제품의 개발 방향이며 모든 기능이 현재 구현되었음을 의미하지 않는다.

SyenaHub 는 개인과 조직의 AI 혁신을 위한 개방형 협력 생태계이다. 수요자, 산업 전문가, 과학자, 연구기관, 기술기업 및 사업화 파트너를 연결하여 공동 수요 검증, 다학제적 분석과 설계, 산학연 공동 연구개발, 현장 실증 및 기술사업화를 지원하는 것을 지향한다. 참여기관의 지식재산권과 데이터 활용 권한, 책임 및 성과 배분은 별도 협의에 따라 명확하게 관리한다.

통합 실행 체계는 기술 개발과 사업화의 연속성을 확보하는 동시에 인간의 감독, 정보보안, 안전 및 책임을 전 과정에 반영한다. 이러한 위험 관리 방향은 AI 생애주기 전반의 거버넌스와 위험 식별·측정·관리를 강조하는 NIST AI RMF 의 취지와도 부합한다[46].

인간 중심의 경제적·사회적 가치 창출

크림슨앰버의 핵심가치는 인간 중심의 가치 창출(Human-Centered Value Creation)이다. 인간을 가치 창출의 중심에 두고 AI 를 활용하여 개인과 조직의 역량을 강화하고 더 큰 가치를 창출하는 것을 지향한다. 혁신의 성공은 AI 활용량이나 개발된 기능의 수가 아니라 실제 수요 해결과 실현된 가치로 판단한다.

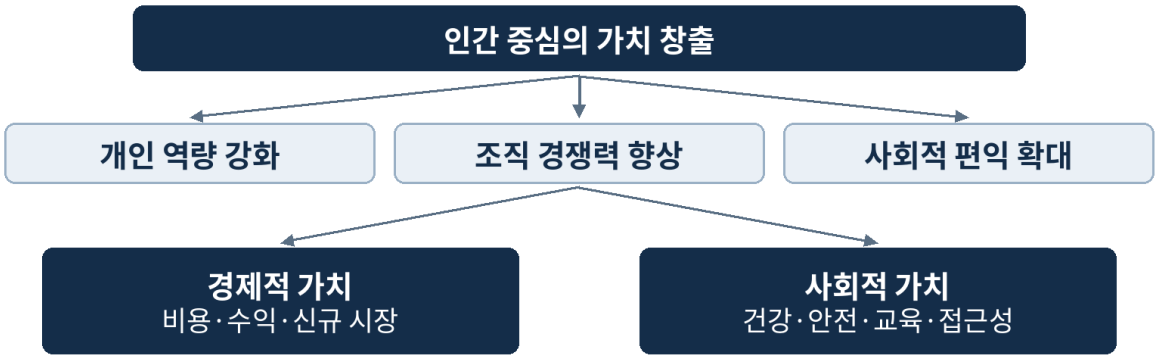


도표 ES-6. 인간 중심의 경제적·사회적 가치 창출 체계

경제적 가치는 비용 절감, 생산성 향상, 추가 수익 및 신규 시장 창출 등으로 나타날 수 있다. 사회적 가치는 건강과 안전, 교육과 성장 기회, 접근성과 삶의 질 개선 등을 포함한다. 기대 가치, 제한된 환경에서 확인된 실증 가치 및 실제 운영에서 확인된 실현 가치를 구분하며, 비용과 편익의 중복 산정 및 외부 요인의 영향을 검토한다. 부정적 영향과 안전·윤리적 위험은 별도의 보호 기준으로 관리한다.

백서의 목적 및 활용 대상

본 백서는 수요 주도형 AI 혁신의 개념과 원리, 7 단계 실행 방법론, Human-AI Work Redesign 및 통합 실행 체계를 정리하여 개인과 조직 및 산업현장의 혁신을 지원하고자 한다. 경영진은 혁신 전략과 투자 판단에, 실무자는 실행 절차와 평가 기준에, 연구자와 개발자는 연구개발 및 솔루션 설계에 활용할 수 있다. 교육·컨설팅 전문가, 대학생과 예비 창업자, 공공기관 및 SyenaHub 협력 참여자에게도 실용적인 참고 자료를 제공한다.

본 백서의 자체 평가 모델과 실행 기준은 초기 방법론 제안으로서 향후 산업별 활용 사례와 실제 운영 사례를 기반으로 검증하고 지속적으로 업데이트한다.

PART I. AI 혁신의 이론적 기반

제 1 장. AI 시대의 혁신 패러다임

AI 혁신의 출발점은 기술 자체가 아니라 인간과 조직이 해결하고자 하는 문제에 있다. 본 장은 정보기술의 발전으로 확대된 혁신 가능성을 살펴보고, 기술의 도입이 실제 가치 창출로 이어지기 위해 필요한 구조적 전환을 논의한다. 이를 통해 이후 제시할 수요 주도형 AI 혁신 방법론의 이론적 기반을 마련한다.

1.1. AI 기술의 발전과 산업 구조의 변화

정보화는 정보를 저장하고 처리하는 비용을 낮추었으며, 디지털화는 데이터와 소프트웨어를 업무 과정에 통합하여 조직의 운영 방식을 변화시켰다. 이후 기계학습과 인공지능은 인식, 예측, 분류와 같은 지적 업무를 지원하기 시작했다. 생성형 AI 는 자연어, 코드, 이미지 및 설계 후보를 생성할 수 있게 하며, AI Agent 는 정해진 목표와 권한 범위에서 도구를 활용하여 복수의 업무 단계를 실행할 가능성을 제공한다.

이러한 변화는 이전 기술을 폐기하는 선형적 발전이 아니다. 데이터베이스, 네트워크, 규칙 기반 소프트웨어는 AI 의 실행 기반으로 계속 필요하다. AI 의 새로운 능력이 기존 디지털 인프라와 결합할 때 업무 효율화뿐 아니라 연구 가설의 탐색, 기술 설계, 제품 및 서비스 개발 등 혁신의 범위가 확대된다.



도표 1-1. 정보기술과 AI 기술의 발전에 따른 혁신 가능성 확대

Stanford HAI 의 2026 AI Index Report 는 AI 의 기술적 역량 확대와 조직 내 활용 확산을 함께 다루고 있다[16]. 그러나 벤치마크 성능이나 도입 규모가 곧 산업 전체의 생산성 증가를 의미하지는 않는다. 산업 구조의 변화는 기술의 성능뿐 아니라 데이터 접근성, 제도, 조직 역량, 공급 체계 및 고객의 수요에 따라 달라진다.

따라서 혁신 전략은 AI 가 가능하게 하는 새로운 활동과 실제로 필요한 활동을 구별해야 한다. 과학적 발견, 설계 자동화, 맞춤형 서비스 등 새로운 가능성을 검토하되, 실현된 성과는 구체적인 수요와 비교하여 확인해야 한다.

1.2. 기존 IT 혁신과 AI 혁신의 차이

기존 IT 혁신은 업무의 규칙과 절차를 소프트웨어로 구현하고 정보의 흐름을 통합함으로써 생산성과 품질을 개선해 왔다. AI 혁신은 이러한 기반에 학습·추론·생성 역량을 결합하여 사전에 모든 규칙을 명시하기 어려운 문제까지 다룰 수 있는 가능성을 확대한다. 다만 기존 IT 역시 새로운 제품과 사업 모델을 창출할 수 있으며 AI 역시 규칙 기반 시스템을 필요로 한다.

비교 영역	기존 IT 혁신	AI 혁신
핵심 기술	데이터베이스·소프트웨어·네트워크	AI 모델·Agent 와 기존 IT 의 결합
기본 목적	정보 처리 및 업무 효율화	역량 확장 및 새로운 문제 해결
실행 방식	명시된 규칙과 로직 중심	규칙·추론·생성·최적화 결합
인간의 역할	도구 활용 및 직접 업무 수행	창의·판단·감독·공동 수행
업무 구조	Human-Tool 중심	Human-Agent-Tool 가능
처리 대상	정형 데이터 및 명세화된 업무 중심	정형·비정형 데이터와 지적 업무
혁신 범위	정보시스템·업무 프로세스 등	업무·기술·제품·서비스·사업 모델
가치 창출	효율·품질·비용 개선 등	기존 편익 및 새로운 가치 가능성

도표 1-2. 기존 IT 혁신과 AI 혁신의 비교

혁신의 질적 차이는 인간이 수행해야 하는 작업의 범위와 분담 방식에 있다. 기존 시스템에서는 사용자가 검색, 입력, 비교, 판단 및 도구 조작을 직접 연결하는 경우가 많았다. AI Agent 가 일부 단계를 수행할 수 있다면 사람은 목표 설정과 예외 판단, 결과 검토에 더 많은 역량을 집중할 수 있다. 그러나 정확한 계산, 법정 기준 확인, 안전 제어에는 검증된 결정적 알고리즘이 더 적합할 수 있다.

Brynjolfsson, Rock 과 Syverson 은 범용 기술의 생산성 효과가 보완적인 무형자산 투자와 연계되어 나타나는 과정을 설명한다[11]. AI 도입 역시 교육, 업무 재설계, 데이터 정비, 조직의 조정 능력 등 보완 투자가 필요하다는 관점에서 이해할 수 있다.

1.2.1. 업무 수행 구조의 변화

Human-Tool 구조에서는 사람이 도구를 선택하고 입력을 제공하며 산출물을 해석한다. Human-Agent-Tool 구조에서는 사람이 목표, 조건 및 승인 기준을 정의하고 AI Agent 가 허용된 범위에서 필요한 리소스를 활용한다. 인간이 도구에 직접 접근하는 경로도 유지되며, 위험이 높은 업무일수록 사람의 개입 조건을 명확히 설정해야 한다.

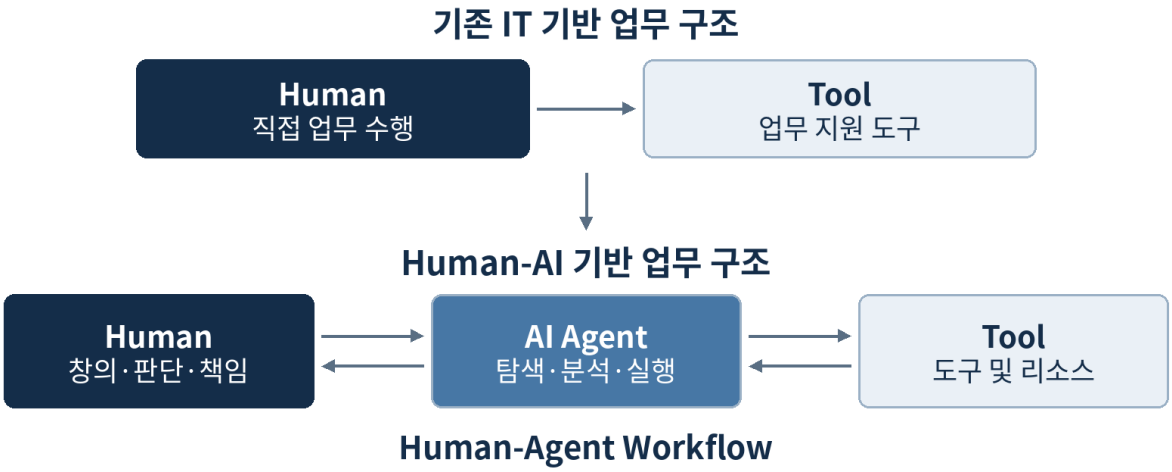


도표 1-3. Human-Tool 에서 Human-Agent-Tool 로의 업무 구조 변화

예를 들어 건축설계 품질검토에서는 사람이 설계 기준과 승인 책임을 정하고 AI Agent 가 설계 데이터 및 관련 규칙을 탐색하여 검토 후보를 생성할 수 있다. 전문가는 검토 결과의 적합성을 확인하고 중요한 오류 및 예외를 판단한다. 이 사례는 설계 방향을 설명하는 가상 시나리오이며 실제 성능 검증 결과는 아니다.

업무 구조의 전환은 모든 작업을 AI 에 위임한다는 의미가 아니다. 작업 단위별로 정확성, 실행 위험, 필요한 전문성, 비용을 평가하여 사람이 직접 수행할 업무, AI 가 지원할 업무, 승인 후 AI 가 실행할 업무를 구분한다. 이러한 분담을 명세화하는 방법은 제 4 장에서 상세히 다룬다.

1.3. 기술 주도형 혁신과 수요 주도형 혁신

기술 주도형 혁신은 과학적 발견이나 새로운 기술 역량에서 출발하여 활용 가능성을 탐색한다. 수요 주도형 혁신은 개인과 조직 및 산업현장의 해결되지 않은 문제에서 출발하여 필요한 지식과 기술을 탐색한다. 두 접근은 상호 배타적이지 않다. Mowery 와 Rosenberg 의 연구는 시장 수요만을 기술혁신의 지배적인 원인으로 보는 해석의 한계를 지적한다[5].

비교 항목	기술 주도형 혁신	수요 주도형 혁신
출발점	과학적 발견·새로운 기술	검증 대상 미충족 수요
핵심 질문	이 기술로 무엇을 할 수 있는가?	이 문제를 어떻게 해결할 것인가?
연구개발 방향	기술적 가능성 탐색	수요 및 근본 원인 해결
기술 선정	보유 기술·기술적 기회	해결 목표·요구사항
주요 위험	기술과 수요의 불일치	수요 오판·기술적 실현 실패
가치 검증	활용 가능성 및 시장 가치	수요 충족과 실제 실현 가치

도표 1-4. 기술 주도형 혁신과 수요 주도형 혁신의 비교

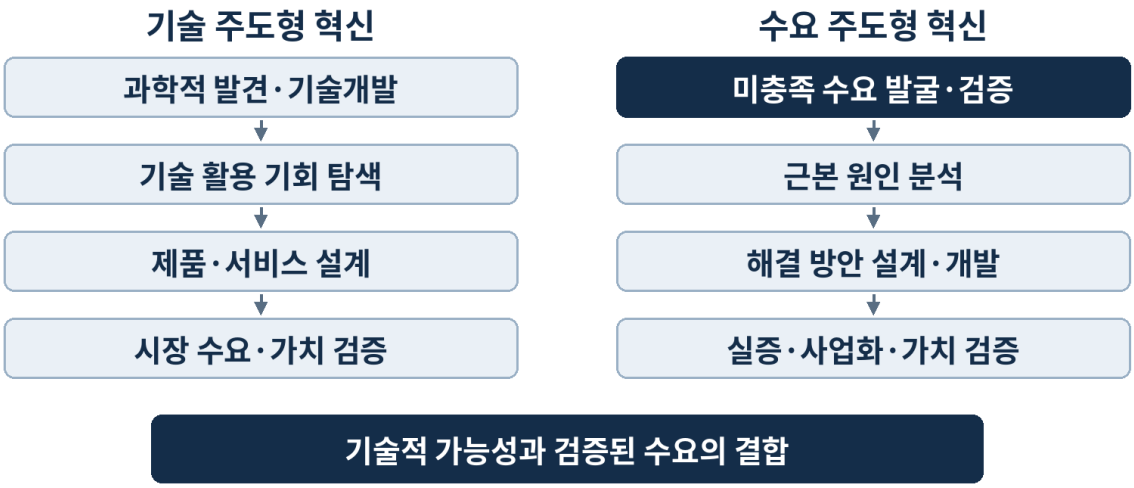


도표 1-5. 기술 주도형 혁신과 수요 주도형 혁신의 접근 구조

크림슨앰버는 혁신 과제의 선정과 자원 배분에서 검증된 미충족 수요를 우선 기준으로 삼는다. 기술의 가능성을 제한하는 것이 아니라, 기술과 수요의 연결을 명확히 하고 기술개발의 방향을 구체화하기 위한 원칙이다. 장기 기초연구와 탐색적 연구는 불확실성을 명시하고 별도의 연구 목표로 추진할 수 있다.

1.4. 기존 AI 도입 방식의 구조적 한계

AI 기술의 도입은 혁신의 필요조건이 될 수 있지만 충분조건은 아니다. 조직의 목표와 업무 구조, 데이터, 책임, 운영 및 성과 측정이 함께 설계되지 않으면 우수한 기술도 현장에서 제한적인 효과만 제공할 수 있다. 본 백서는 이러한 위험을 다음 여덟 가지 구조적 한계로 분류한다. 이는 크림슨앰버의 분석 틀이며 모든 조직에 동일하게 나타나는 실증적 분류는 아니다.

한계	주요 문제	발생 가능한 결과
기술 중심 접근	AI 도입 자체를 우선	수요와 기술의 불일치
수요 검증 부족	실재성·중요성 검증 미흡	불필요한 연구개발
원인 분석 부족	표면적 문제 개선에 집중	근본 문제 지속
기존 업무 유지	기존 업무에 도구만 추가	제한적 성과 개선
조직 지식 단절	개인 경험의 자산화 부족	조직 성과 전환 실패
연구·운영 단절	실증 이후 운영 준비 미흡	연구성과 활용 실패
가치 검증 부족	사용량을 최종 성과로 오인	실현 가치 불확실
협력·거버넌스 부족	전문성 부족 및 책임 불명확	복합 과제 수행 제약

도표 1-6. 기존 AI 도입 방식의 8 대 구조적 한계



도표 1-7. 기존 AI 도입 방식의 구조적 한계와 가치 창출 문제

OECD 의 Oslo Manual 은 혁신을 단순한 아이디어나 발명이 아니라 실제 사용 또는 이용 가능 상태로 전환된 새로운 제품이나 과정과 연결한다[6]. 따라서 실증에서 운영으로의 전환과 실제 성과 확인은 기술개발과 구분되는 독립적인 관리 과제이다.

1.5. AI 기술 활용과 실제 가치 창출 간의 단절

AI 활용 횟수나 생성된 산출물은 활동 수준을 보여 주지만, 그 자체가 최종 성과는 아니다. Noy 와 Zhang 의 2023 년 무작위 실험에서는 453 명의 대졸 전문직 참가자가 수행한 특정 문서 작성 과제에서 AI 활용 집단의 평균 소요 시간이 40% 감소하고 산출물 품질이 18% 향상되었다[13]. 이는 해당 과제의 효과이며 모든 업무나 기업 수익에 일반화할 수 없다.

성과 유형	주요 내용	측정 예시
기술 활용	AI 기술 및 도구 사용	실행 횟수·사용 시간
개인 성과	개인 역량 및 업무 성과	시간·정확도·전문성
조직 성과	조직 생산성 및 경쟁력	처리량·품질·지식 재사용
사업 성과	조직 성과의 경제적 결과	비용·매출·수익성
사회적 가치	개인과 사회의 실질 편익	건강·안전·접근성

도표 1-8. AI 기술 활용과 성과 및 가치 창출의 구분

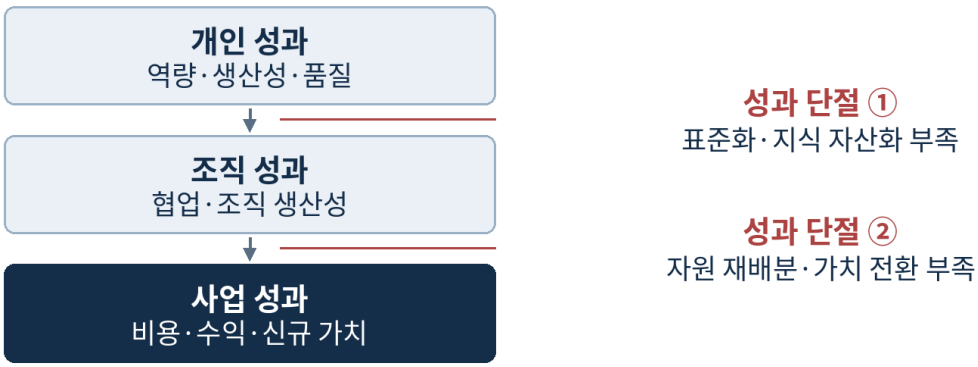


도표 1-9. AI 업무혁신의 성과 가치사슬과 2 대 성과 단절

개인 성과가 조직에 축적되려면 성공적인 업무 방식과 전문지식을 표준화하여 다른 구성원이 재사용할 수 있어야 한다. 조직 성과가 사업 성과로 이어지려면 절감된 시간과 자원을 실제 생산 확대, 비용 감소 또는 신규 서비스로 전환해야 한다. 크림슨앰버는 이를 두 개의 성과 단절 지점으로 정의한다.

1.5.1. 연구개발에서 실제 가치 창출까지의 단절

연구개발 중심의 혁신에서도 성과의 전환 문제가 발생한다. 기술적 개념 검증을 마친 프로토타입은 제한된 조건에서 작동할 수 있지만 상용 수준의 품질, 안전, 규제 적합성, 유지관리 역량을 확보하지 못할 수 있다. 제품화 이후에도 고객의 실제 업무에 통합되지 않거나 지속적인 가치 전달 구조가 확보되지 않으면 최종 편익을 실현하기 어렵다.



도표 1-10. 연구개발 성과에서 실제 가치 창출까지의 단절 구조

고객지원 업무를 분석한 Brynjolfsson, Li 와 Raymond 의 2025 년 연구에서는 5,172 명의 상담 인력에게 생성형 AI 지원이 도입되면서 시간당 해결 건수가 평균 15% 증가했지만 효과는 근로자별로 달랐다[10]. 이 결과는 현장 적용의 가능성을 보여 주는 동시에 특정 업무에서 확인된 효과가 모든 조직에 동일하게 재현되지는 않음을 시사한다.

예를 들어 검토 시간이 절감되었더라도 실제 인건비 지출이 감소하지 않았다면 절감 시간의 금전적 환산액을 현금성 비용 절감으로 인식해서는 안 된다. 추가 업무 수행이나 재작업 감소 등 구체적인 성과 전환 경로를 확인해야 한다. 또한 도입 전후 성과 차이에는 수요 변동, 업무 난이도, 인력 변화가 영향을 줄 수 있으므로 가능한 한 비교 집단과 기준선을 활용한다.

이와 같은 연구개발 및 가치 실현의 단절은 앞에서 정의한 개인·조직·사업 성과의 두 단절과 분석 대상이 다르다. 전자는 기술 성과의 제품화와 운영 및 편익 실현을 다루고, 후자는 조직 내부의 성과 전환에 집중한다. 두 관점은 제 10 장과 제 11 장에서 구체적인 관리 방법으로 발전시킨다.

1.6. 인간의 창조적 역량과 AI 의 역할

인간은 현실 세계의 문제를 해석하고 해결 목적과 가치 기준을 설정하며, 결과에 대한 책임을 부담한다. AI 는 방대한 정보의 탐색과 분석, 패턴 인식, 가설 및 설계 후보 생성, 수리적 최적화와 도구 활용을 통해 이러한 활동을 지원할 수 있다. 인간과 AI 의 협업은 각자의 능력을 고정적으로 구분하는 것이 아니라 과제의 요구사항과 위험도에 맞게 역할을 설계하는 것이다.

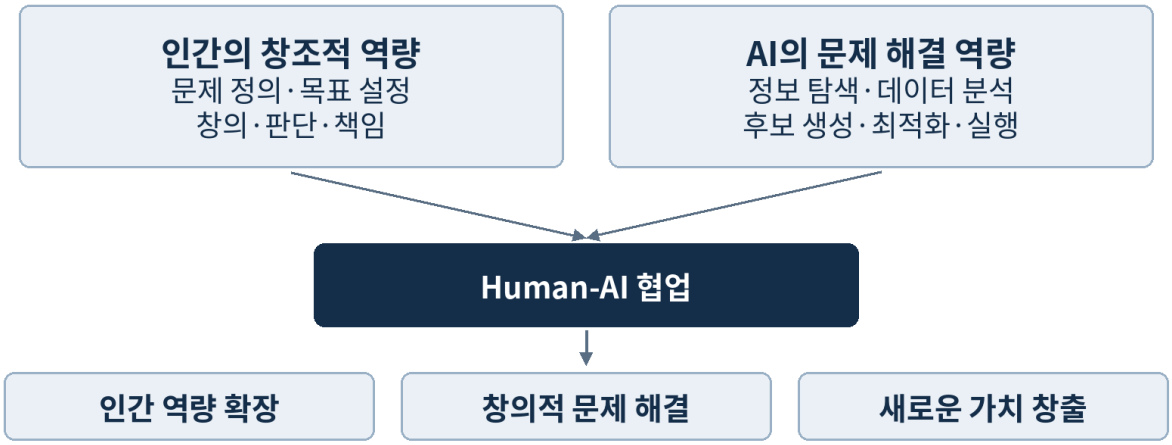


도표 1-11. 인간의 창조적 역량과 AI 의 문제 해결 역량의 결합

AI 의 생성 결과가 항상 정확하거나 창의적이라고 볼 수는 없다. Dell'Acqua 등의 지식노동 실험은 AI 의 효과가 과제별 능력의 경계에 따라 달라진다는 점을 다룬다[12]. 따라서 작업 특성과 검증 가능성을 고려해 AI 활용 범위를 설정하고, 전문적 판단이 필요한 결과는 사람의 검토를 거쳐야 한다.

자동화는 반복적인 작업을 감소시킬 수 있지만, 동시에 기존 학습 기회나 직무 경험을 줄일 수 있다. 인간 중심의 협업은 단기 생산성뿐 아니라 전문지식의 습득, 독립적 문제 해결 능력, 비판적 판단 및 창조적 활동의 기회가 유지되는지를 함께 살펴야 한다. AI 의 도움 없이도 핵심 업무를 이해하고 오류를 발견할 수 있는 역량을 확보하는 것이 중요하다.

1.7. 인간 중심의 AI 혁신 패러다임

크림슨앰버의 핵심가치는 인간 중심의 가치 창출(Human-Centered Value Creation)이다. 인간을 가치 창출의 중심에 두고 AI 를 통해 개인과 조직의 역량을 강화하여 더 큰 가치를 창출한다. 이는 인간의 자율성과 전문성, 안전을 존중하면서 경제적·사회적 편익을 추구하는 접근이다.

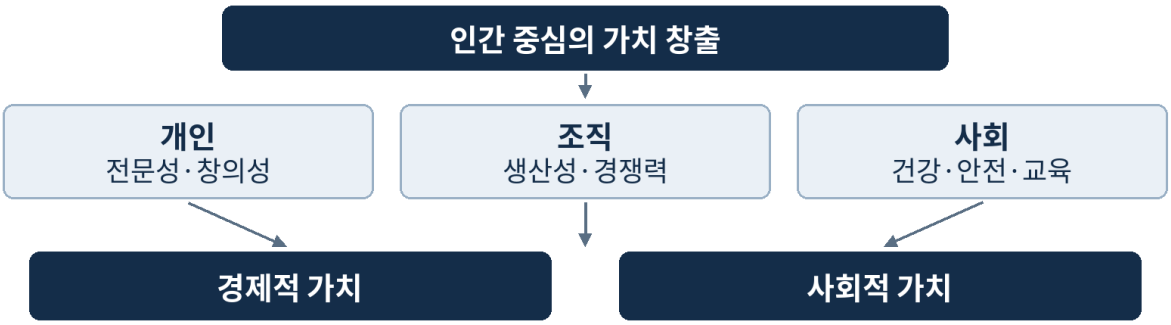


도표 1-12. 인간 중심 AI 혁신의 가치 창출 구조

운영 원칙	AI 혁신에서의 의미
존중	인간의 자율성·전문성·창조적 역량 존중
실증	객관적 증거를 통한 해결 효과 검증
ROI	경제적 가치와 투입 자원의 타당성 검토
투명	AI 활용 및 의사결정·성과 검증 근거 관리
보안	개인정보·기업 기밀·연구성과 및 권리 보호
확산	검증된 지식과 혁신 성과의 재사용 및 확산
지속개선	운영 성과와 신규 수요 기반의 개선

도표 1-13. 인간 중심 AI 혁신의 7 대 운영 원칙

NIST AI RMF 1.0 은 AI 위험 관리를 거버넌스, 맥락 파악, 측정, 관리의 기능으로 구성하고 생애주기 전체에서 지속적으로 수행하도록 제안한다[46]. 본 백서의 운영 원칙 역시 성과와 안전을 동시에 관리하는 방향을 지향한다. 다만 자체 운영 원칙은 해당 프레임워크의 인증이나 적합성을 의미하지 않는다.

1.8. 새로운 AI 혁신 방법론의 필요성

앞선 논의는 AI 혁신이 기술 성능 향상에만 의존할 수 없음을 보여 준다. 해결 대상의 타당성, 근본 원인, 업무 구조, 연구개발, 제품화 및 운영, 가치 검증을 하나의 실행 체계에서 연결해야 한다. 특히 여러 분야의 전문성과 기술이 필요한 과제에는 개방형 협력과 명확한 책임 구조가 필요하다.

기존 혁신의 문제	새로운 방법론의 요구사항
기술 중심 접근·수요 검증 부족	검증된 미충족 수요 중심의 과제 선정
근본 원인 분석 부족	객관적·과학적 원인 규명
기존 업무 구조의 한계	Human-AI Work Redesign
창의적 해결 역량 부족	Human-AI 기반 창의적 문제 해결
연구개발과 사업화 단절	연구개발·실증·상용화 통합
가치 실현의 불확실성	실제 경제적·사회적 가치 검증
조직별 자원 및 전문성 한계	개방형 협력 기반 공동 혁신
일회성 혁신 활동	지속적인 혁신과 재학습

도표 1-14. 새로운 AI 혁신 방법론의 핵심 요구사항

수요 주도형 AI 혁신(Demand-Driven AI Innovation)이란 개인과 조직 및 산업현장의 미충족 수요를 발굴·검증하고, 그 근본 원인을 분석하여 AI 기반의 창의적 해결 방안을 설계하고 실현함으로써 업무, 기술, 제품, 서비스 및 비즈니스 모델을 혁신하고 새로운 경제적·사회적 가치를 창출하는 혁신 체계이다.

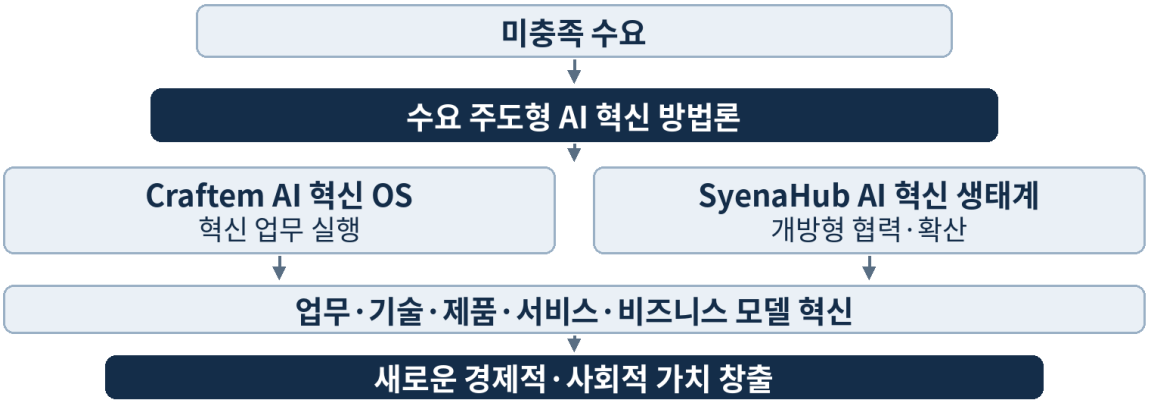


도표 1-15. 수요 주도형 AI 혁신을 통한 새로운 가치 창출

Craftem 은 혁신 업무의 설계와 실행을 지원하는 플랫폼으로, SyenaHub 는 다학제 협력과 공동 연구개발 및 가치 확산을 지원하는 생태계로 기획한다. 본 장에서 제시한 통합 구조는 방법론 및 제품의 설계 방향이며 모든 기능의 구현이나 실증 완료를 의미하지 않는다. 다음 장에서는 혁신과 미충족 수요 및 가치의 기본 개념을 구체화한다.

도표 출처: 도표 1-1~도표 1-15 는 본 장의 논의와 크림슨앰버의 방법론 기획에 근거하여 자체 구성한 개념도 및 비교표이다. 외부 실증연구 결과와 자체 제안 모델은 구분하여 해석한다.

제 2 장. AI 혁신의 기본 개념

제 1 장은 AI 시대의 혁신 환경과 기존 접근 방식의 구조적 한계를 살펴보았다. 본 장은 수요 주도형 AI 혁신을 구성하는 개념을 정립한다. 혁신의 대상과 미충족 수요, 원인, 기회 및 가치의 관계를 명확히 구분함으로써 이후 장에서 제시할 실행 방법과 평가 기준의 공통 기반을 마련한다.

2.1. 혁신의 정의와 본질

혁신은 새로운 아이디어를 제안하는 것에 그치지 않고 실제 이용 가능한 변화로 실현하는 활동이다. OECD 와 Eurostat 의 Oslo Manual 은 기존 제품 또는 프로세스와 유의미하게 다른 제품이나 프로세스가 이용자에게 제공되거나 실제 사용되는 것을 혁신으로 정의한다[6]. 이 기준은 발명과 혁신을 구분하는 데 유용하다. 다만 구현이 완료되었다는 사실이 곧 경제적 성공을 의미하지는 않는다.

구분	영문	개념
발견	Discovery	새롭게 사실이나 원리를 규명
발명	Invention	새로운 기술이나 방법을 고안
연구개발	Research & Development	새로운 지식·기술 확보 및 응용
개선	Improvement	기존 방식의 성능·품질·효율 향상
혁신	Innovation	유의미하게 새로운 해결 방안의 실제 적용
가치 창출	Value Creation	개인·조직·사회에 실질적인 편익 실현

도표 2-1. 혁신과 유사 개념의 비교



도표 2-2. 혁신의 기본 구성 요소와 가치 창출 구조

크림슨앰버는 신규성과 실현성을 혁신의 기본 조건으로 보고, 유용성과 실제 가치의 검증을 궁극적인 성과 기준으로 삼는다. 이는 혁신의 존재 여부와 혁신의 성공 여부를 구분하는 접근이다.

2.2. AI 혁신의 정의 및 범위

OECD 의 AI 시스템 정의는 입력으로부터 예측, 콘텐츠, 권고 또는 의사결정과 같은 출력을 도출하는 기계 기반 시스템에 주목한다[14]. AI 시스템의 자율성은 다양하며 모든 AI 가 독립적으로 업무를 실행하는 것은 아니다. AI 혁신은 이러한 기술적 능력을 인간의 목적 및 실제 수요와 결합하는 활동이다.

본 백서에서 제안하는 AI 혁신(AI Innovation)의 일반적 정의는 인간의 창조적 역량과 AI 의 문제 해결 역량을 결합하여 기존 방식으로 해결하기 어려웠던 문제를 해결하거나 새로운 가능성을 실현하고, 업무·기술·제품·서비스 및 비즈니스 모델의 혁신을 통해 새로운 경제적·사회적 가치를 창출하는 활동이다. 이는 제 3 장에서 다룰 수요 주도형 AI 혁신의 공식 정의와 구분되는 개념적 제안이다.

구분	영문	핵심 의미
AI 도입	AI Adoption	AI 기술 및 시스템을 환경에 도입
AI 활용	AI Utilization	AI 로 특정 업무나 목적을 수행
AI 자동화	AI Automation	업무 일부 또는 전체를 자동 수행
AI 업무혁신	AI Work Innovation	사람과 AI 의 업무 체계를 재설계
AI 전환	AI Transformation	조직·운영·사업 구조의 포괄적 변화
AI 혁신	AI Innovation	문제 해결과 새로운 가치 창출

도표 2-3. AI 도입·활용·자동화·업무혁신·전환·혁신의 개념 비교

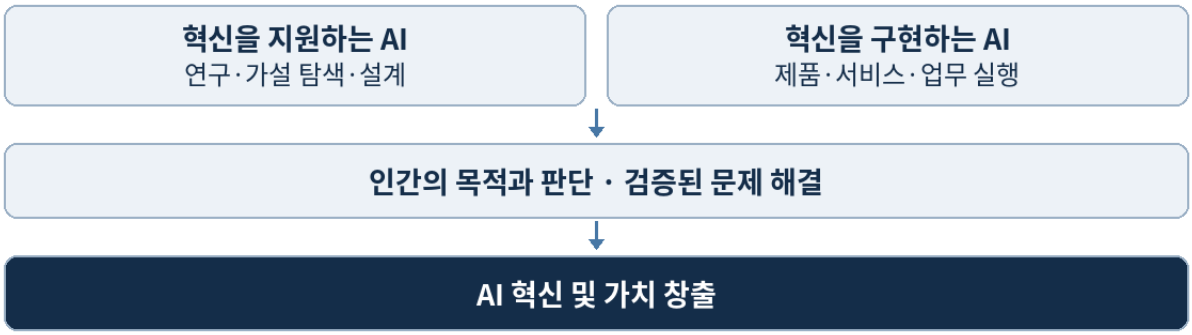


도표 2-4. AI 혁신에서 AI 가 수행하는 두 가지 역할

두 역할은 상호 배타적이지 않다. AI 로 기능성 소재를 설계하는 경우 최종 제품에 AI 가 내장되지 않아도 AI 는 혁신 수단이 될 수 있다. 반대로 AI 가 제품에 포함되어 있더라도 사용자에게 유의미한 개선을 제공하지 못하면 가치 창출이 입증되었다고 볼 수 없다.

2.3. AI 혁신의 5 대 영역

본 방법론은 혁신 대상을 업무, 기술, 제품, 서비스, 비즈니스 모델의 다섯 영역으로 구분한다. 이는 산업 현장에서 해결 방안을 설계하기 위한 크림슨앰버의 실무 분류이다. Oslo Manual 의 제품 및 비즈니스 프로세스 혁신 분류[6]와 목적 및 범위가 다르며, 동일한 국제표준 분류를 의미하지 않는다.



도표 2-5. AI 혁신의 5 대 영역

2.3.1. 업무혁신

업무혁신(Work Innovation)은 사람과 AI Agent 의 역할, 업무 수행 방식, 의사결정 및 협업 체계를 재설계하여 인간의 역량과 업무 성과를 향상하는 영역이다. 기존 업무에서 반복적인 정보 탐색과 검토를 AI 가 지원하고, 사람은 전문적 판단과 승인 및 책임을 담당하도록 업무를 구성할 수 있다. 이때 사람의 개입 범위는 과제의 위험도와 요구 품질에 따라 정한다.

건축설계 품질검토에서는 설계 모델과 검토 기준의 연계, 오류 후보 탐색, 전문가 승인, 검토 결과의 재사용이 하나의 업무 구조로 통합될 수 있다. 이러한 설계는 단순한 작업 자동화보다 조직적 지식 활용과 지속적인 품질 개선을 목표로 한다. 구체적인 재설계 방법은 제 4 장에서 설명한다.

2.3.2. 기술혁신

기술혁신(Technology Innovation)은 AI 를 활용하여 과학적 지식을 탐색하고 기존 기술의 한계를 극복하거나 새로운 핵심 기술을 개발하는 영역이다. 가설 탐색, 수리적 모델링, 설계 공간 탐색 및 최적화는 연구자가 검토할 수 있는 후보의 범위를 확대한다. 연구 데이터와 실험을 통한 검증은 여전히 필수적이다.

예를 들어 질병의 조기 진단을 위한 분자 표적 발굴과 기능성 단백질 설계는 과학적 지식과 기술의 공백을 해소하는 연구개발 시나리오이다. 계산적 예측이 실제 기능이나 임상적 유효성을 보장하지 않으므로 기술 성능과 실증 결과를 구분하여 관리한다.

2.3.3. 제품혁신

제품혁신(Product Innovation)은 기존 제품의 기능·성능을 유의미하게 개선하거나 새로운 수요를 충족하는 제품을 개발하는 영역이다. AI 소프트웨어뿐 아니라 AI 로 설계한 물리적 제품과 바이오 소재도 포함할 수 있다. 제품의 유용성은 실제 사용 환경에서 검증한다.

2.3.4. 서비스혁신

서비스혁신(Service Innovation)은 서비스의 내용, 제공 방식, 사용자 경험, 품질 및 접근성을 개선하거나 새로운 서비스를 제공하는 영역이다. 개인 맞춤형 경력 성장 지원은 이용자의 상황에 적합한 정보와 과제를 제공하는 사례가 될 수 있으며, 참여율과 실제 성장 성과를 구분해야 한다.

2.3.5. 비즈니스 모델 혁신

비즈니스 모델 혁신(Business Model Innovation)은 가치 창출·전달·확보 구조를 재설계하는 영역이다. 플랫폼, 사용량 기반 공급, 기술 라이선스 등은 새로운 전달 및 수익 구조의 후보이다. 고객 가치와 공급 비용, 지속적인 운영 가능성을 함께 검증한다.

혁신 영역	핵심 대상	AI 활용	기대 가치
업무	업무 체계	Agent·업무 재설계	생산성·역량·품질
기술	과학적 지식·기술	가설·모델링	기술적 한계 극복
제품	기능·성능·구조	생성형 설계	신규 제품 가치
서비스	제공·이용 방식	개인화·지원	품질·접근성
비즈니스 모델	가치 전달·수익	플랫폼·운영	신규 시장·수익

도표 2-6. AI 혁신의 5 대 영역별 혁신 대상 및 기대 가치

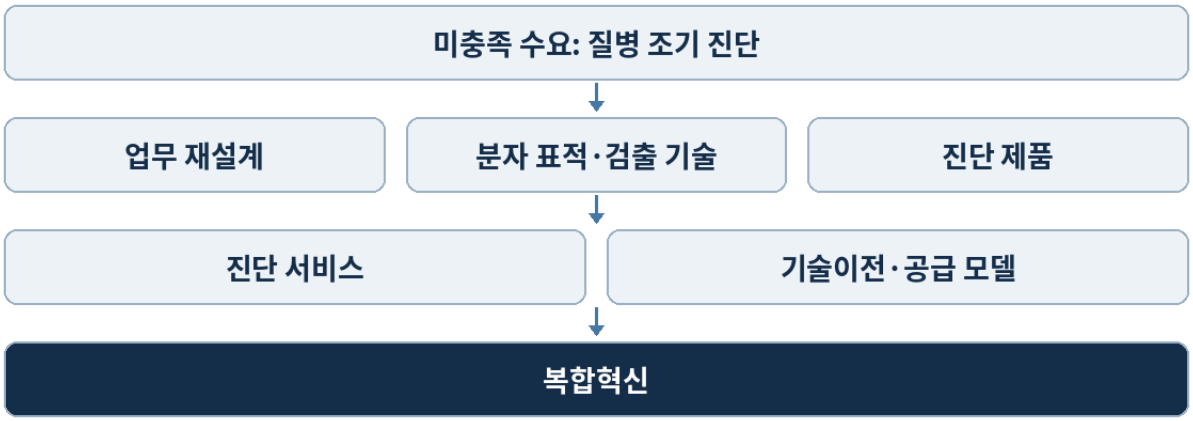


도표 2-7. 5 대 혁신 영역을 결합한 복합혁신 모델

복합혁신은 여섯 번째 영역이 아니라 여러 혁신 영역을 결합하는 실행 방식이다. 도표 2-7 은 연구개발 및 사업화 구상을 설명하기 위한 예시이며 실제 임상 검증 또는 상용화 성과를 의미하지 않는다.

2.4. 미충족 수요의 정의 및 유형

미충족 수요(Unmet Needs)란 개인과 조직 및 산업현장이 필요로 하지만 기존의 기술, 제품, 서비스, 업무 방식 및 제도로는 충분히 충족하지 못하는 수요를 의미한다. 미충족 수요는 혁신의 출발점이지만 그 자체로 검증된 시장 수요나 사업 기회를 의미하지 않는다. 수요자의 실제 경험과 기존 대응 방식 및 기대 성과를 조사해야 한다.

유형	영문	정의	사례
미해결	Unresolved Needs	적합한 해결 방안 부재	질병의 조기 진단
불완전 충족	Partially Met Needs	충분하지 않은 해결	설계 검토 정확성
비효율적 충족	Inefficiently Met Needs	과도한 비용·시간	연구개발 기간 단축
접근 제한	Inaccessible Needs	이용 제약	전문 연구 역량 확보
잠재적	Latent Needs	인식·표현되지 않은 필요	새로운 경력 성장 기회

도표 2-8. 미충족 수요의 5 대 유형

다섯 유형은 크림슨앰버의 수요 발굴을 위한 자체 분류이다. 하나의 수요가 여러 유형에 해당할 수 있다. 예를 들어 해결 방안이 존재하더라도 비용과 접근성의 제약 때문에 불완전하게 충족될 수 있다. 잠재적 수요는 아직 검증되지 않은 가설로 관리한다.

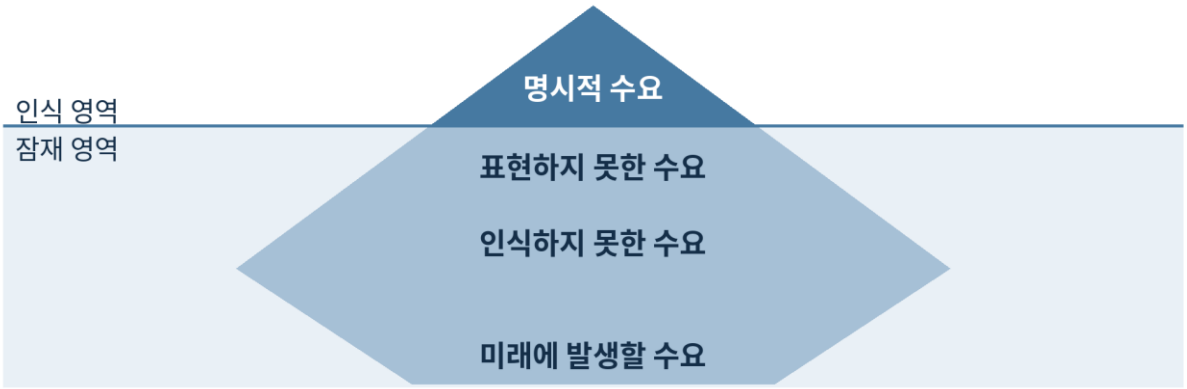


도표 2-9. 명시적 수요와 잠재적 수요의 개념적 구조

빙산 모델은 인식 수준의 차이를 설명하는 개념도이며 면적은 수요 비율을 뜻하지 않는다. 미래 수요는 환경 변화에 대한 예측을 포함하므로 현재 실재하는 수요와 구분한다.

미충족 수요와 관련 개념

개념	영문	의미
필요	Need	목적 달성에 필요한 것
요구사항	Requirement	충족해야 하는 구체적 조건
문제	Problem	목표 달성을 저해하는 상태
불편 사항	Pain Point	실제로 경험하는 어려움
미충족 수요	Unmet Needs	충분히 충족되지 않은 필요
혁신 기회	Innovation Opportunity	새로운 해결을 통한 가치 창출 가능성
시장 수요	Market Demand	구매 의사와 능력이 수반되는 수요

도표 2-10. 미충족 수요와 관련 개념의 비교

수요자의 요청은 요구사항의 후보가 될 수 있으나 반드시 근본적인 필요를 그대로 반영하지는 않는다. 예를 들어 특정 AI 도구의 도입 요청은 해결 방식에 대한 선호일 수 있다. 실제 필요한 것은 검토 정확도의 개선이나 업무 부담 감소일 수 있으므로 목표와 수단을 구분한다.

2.5. 현재 상태와 기대 상태의 미충족 격차

미충족 격차(Unmet Needs Gap)는 현재 상태와 수요자가 기대하는 상태의 차이를 나타낸다. 현재 상태는 실제 측정과 관찰을 통해 확인하며 기대 상태는 수요자의 목표와 허용 가능한 제약조건을 반영하여 정의한다. 희망하는 수준과 검증된 실현 가능 수준은 동일하지 않을 수 있다.

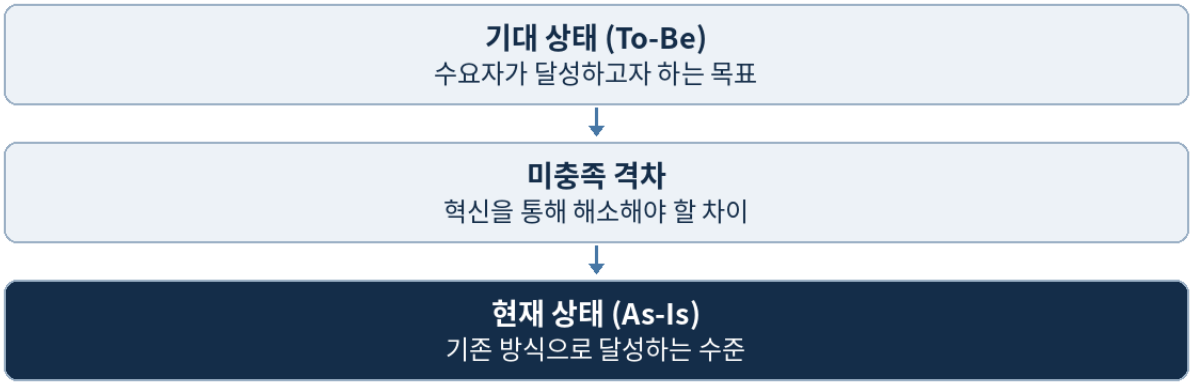


도표 2-11. 현재 상태와 기대 상태의 미충족 격차

격차 분석은 문제를 수치로 표현할 수 있게 하는 출발점이다. 그러나 품질, 안전, 접근성처럼 서로 다른 단위의 지표를 단순히 더해 하나의 격차로 표현해서는 안 된다. 각 지표의 의미와 측정 기준을 독립적으로 유지한다.

미충족 격차의 분석 및 정량적 표현

분석 영역	현재 상태	기대 상태
성과	현재 달성 성과	목표 성과
시간	현재 소요 시간	목표 소요 시간
비용	현재 발생 비용	목표 비용
품질	현재 정확성·완성도	목표 품질
접근성	현재 이용 가능 수준	기대 이용 가능 수준
역량	현재 수행 가능 범위	기대 수행 역량
안전성	현재 위험 수준	허용 가능한 위험 수준

도표 2-12. 미충족 격차의 주요 분석 영역

증가할수록 좋은 지표는 G = T − B, 감소할수록 좋은 지표는 G = B − T 로 정의한다. G 는 미충족 격차, T 는 목표, B 는 기준선이다. 양의 값은 목표에 미달한 개선 필요량을 뜻한다. 음의 값은 목표를 이미 초과한 상태이므로 미충족량 자체를 표현할 때에는 0 으로 처리하고 초과 성과를 별도 기록할 수 있다.

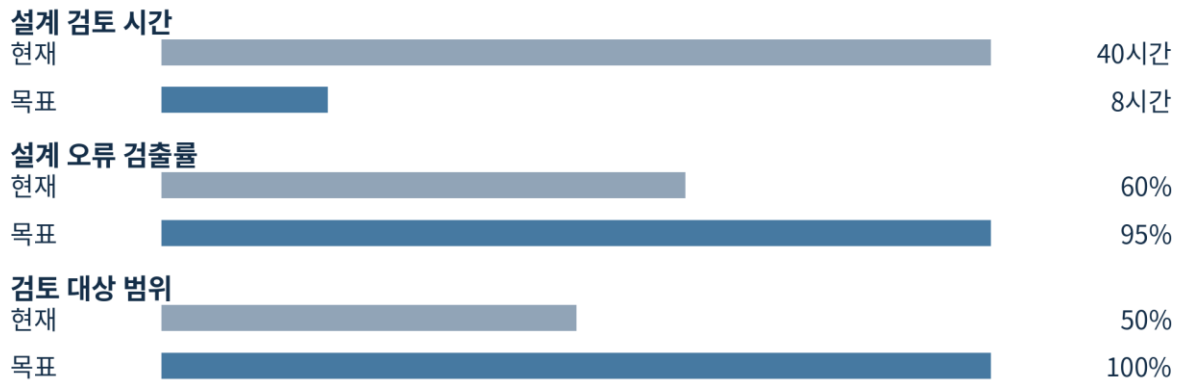


도표 2-13. 건축설계 품질검토의 미충족 격차 예시

가상 사례에서 검토 시간의 격차는 32 시간, 오류 검출률은 35%p, 검토 범위는 50%p 이다. 막대는 지표별 단위에 맞추어 표현하였다. 이 값은 실제 현장 조사 결과가 아니며, 기대 수준 역시 기술적으로 달성되었다는 의미가 아니다. 제 5 장과 제 6 장에서 발굴 및 검증 방법을 구체화한다.

2.6. 문제와 근본 원인의 개념적 구분

문제는 관찰되는 현상이나 목표 달성을 방해하는 상태이며, 원인은 그러한 현상을 발생시키거나 지속시키는 요인이다. 근본 원인 분석은 관찰된 현상에 대한 설명을 넘어 어떤 조건과 기전을 변화시켜야 개선이 지속되는지 밝히는 과정이다.

구분	영문	정의
미충족 수요	Unmet Needs	충분히 충족되지 않는 필요
표면적 문제	Symptoms	관찰 가능한 부정적 현상
직접 원인	Direct Causes	문제를 직접 발생시키는 요인
기여 원인	Contributing Causes	문제를 악화하거나 지속시키는 요인
근본 원인	Root Causes	문제의 핵심 인과적 요인
구조적 제약	Structural Constraints	해결을 제한하는 시스템적 조건

도표 2-14. 문제와 근본 원인 및 관련 개념의 구분



도표 2-15. 미충족 수요와 근본 원인의 개념적 관계

도표는 원인에서 결과로 이어지는 개념적 경로를 나타낸다. 실제 시스템은 복수의 경로와 순환적 관계를 포함할 수 있다. 건축설계 오류의 검토 누락은 직접 원인 후보이고, 검토 기준과 설계 데이터의 연계 부족은 근본 원인 가설이 될 수 있다. 다만 현장 데이터와 대안 설명 검토 없이 인과관계를 확정해서는 안 된다.

원인을 규명하는 일과 해결 대상을 선정하는 일도 구분한다. 해결이 어렵다는 이유로 실제 원인을 제외하지 않으며, 아직 검증되지 않은 과학적 가설은 별도 연구 대상으로 유지한다. 상세한 분석 및 검증 방법은 제 7 장에서 다룬다.

2.7. 혁신 기회와 가치 창출 가능성

혁신 기회(Innovation Opportunity)란 기존 방식으로 충분히 충족하지 못하는 수요에 대해 새로운 해결 방안을 탐색하고 실현함으로써 유의미한 경제적·사회적 가치를 창출할 수 있는 가능성을 의미한다. 이는 본 백서에서 사용하는 실무적 정의 제안이다.

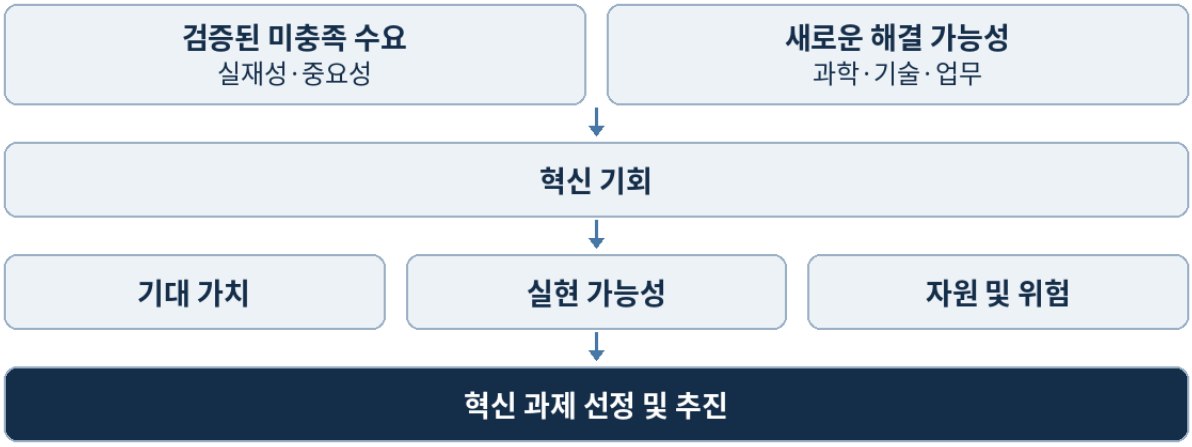


도표 2-16. 미충족 수요에서 혁신 기회로의 전환 구조

평가 관점	핵심 질문
수요 타당성	실제로 해결할 가치가 있는 문제인가?
해결 가능성	새로운 접근으로 해결할 가능성이 있는가?
혁신성	기존 방식과 차별화되는 가치가 있는가?
경제적 가치	투입 자원 대비 편익이 발생할 가능성이 있는가?
사회적 가치	개인과 사회에 유의미한 편익을 제공하는가?
지속 가능성	지속적으로 활용하고 운영할 수 있는가?

도표 2-17. 혁신 기회의 주요 평가 관점

혁신 기회와 사업 기회

혁신 기회는 지식, 기술, 인간 역량 및 사회적 가치의 가능성을 포괄한다. 사업 기회는 이러한 가능성을 실제 고객 수요와 공급 역량 및 지속 가능한 수익 구조로 연결할 수 있는지를 중심으로 판단한다. 기초연구나 공공서비스처럼 직접적인 매출이 목적이 아닌 과제도 혁신 기회가 될 수 있다.

따라서 수요 검증, 혁신 기회 평가, 사업화 검증은 서로 다른 의사결정이다. 초기의 기술적 불확실성이 높다면 탐색적 연구로 추진할 수 있으나, 이를 확정된 사업 수익으로 간주해서는 안 된다.

2.8. 경제적 가치와 사회적 가치

경제적 가치(Economic Value)는 혁신으로 개인·조직·사회가 확보하는 경제적 편익을 의미한다. 비용 및 자원 절감, 생산성 향상, 품질 개선, 수익 증대 등이 포함된다. 사회적 가치(Social Value)는 건강, 안전, 교육, 환경, 접근성, 형평성 및 삶의 질 개선에서 발생하는 편익을 의미한다.

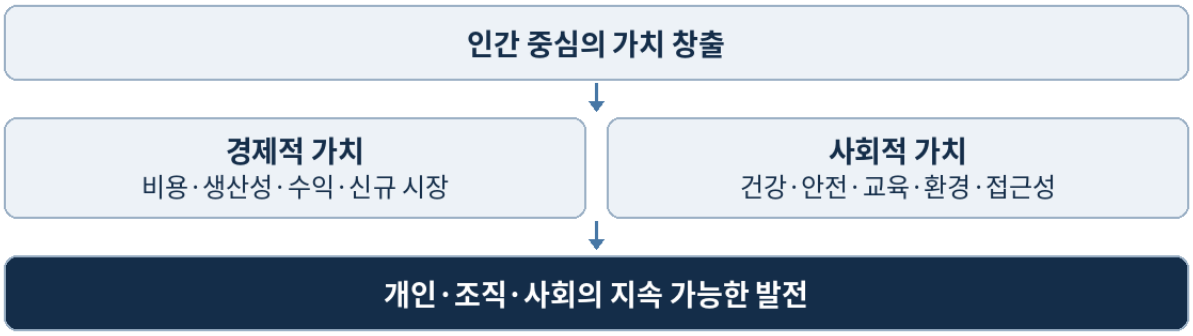


도표 2-18. 경제적 가치와 사회적 가치의 통합 구조

비교 항목	경제적 가치	사회적 가치
목적	편익 및 경쟁력 향상	삶의 질 향상
수혜자	개인·기업·경제 주체	개인·공동체·사회
대표 성과	비용·수익·생산성	건강·안전·교육·환경
측정	재무·경제·운영 지표	정량·정성 사회 성과
평가 방법	ROI·NPV·비용편익 분석	사회 영향·비용효과·SROI
유의 사항	중복 산정·비용 누락 방지	무리한 화폐화·효과 과대평가 방지

도표 2-19. 경제적 가치와 사회적 가치의 비교

경제적 가치는 회계상 이익과 동일하지 않다. 절약된 업무 시간이 실제 지출 감소로 이어지지 않았다면 잠재적 자원 가치나 추가 활용 성과로 구분한다. 사회적 가치도 모든 편익을 화폐로 환산할 필요는 없다. 비용편익 분석에서는 평가 관점과 대안 기준을 일관되게 설정하고, 다른 주체의 기여와 이전 효과를 고려해야 한다[50].

두 가치가 항상 동시에 증가하는 것은 아니다. 경제적 성과가 높더라도 안전이나 형평성에 부정적 영향이 발생하면 이를 함께 평가하고 필수 보호 조건을 적용한다.

산업별 가치 창출 가능성

산업	경제적 가치	사회적 가치
건설	설계 생산성·재작업비 절감	건축물 품질 및 안전
보건의료	의료 자원 활용 효율	건강 및 접근성 개선
제조	생산성·품질·운영비 개선	산업 안전·환경 개선
금융	위험관리·업무 효율	금융서비스 접근성
유통	재고 손실·공급비 감소	자원 낭비 및 폐기물 감소
콘텐츠	창작 생산성·신규 매출	창조적 역량·문화 다양성
교육	교육 효율·인재 확보	역량 및 경력 성장 기회

도표 2-20. 산업별 경제적·사회적 가치 창출 가능성

위 표는 평가할 가치의 후보를 제시한 것이며 실현된 산업 성과가 아니다. 예를 들어 진단 기술의 검출 성능은 중간 성과이고, 환자의 건강 개선은 별도의 장기 검증이 필요한 최종 성과이다. 교육에서도 프로그램 수료와 취업·경력 성장 성과를 구분해야 한다.

2.9. 잠재적 가치에서 실현 가치로의 전환

혁신 과정에서는 수요의 발견으로 예상되는 가치가 설계, 실증, 실제 운영을 거쳐 구체화된다. 크림슨앰버는 가치에 관한 증거와 실현 상태를 구분하기 위해 다음 다섯 가지 유형을 사용한다.

가치 유형	영문	정의
잠재적 가치	Potential Value	수요 해결 시 창출할 수 있는 가치
기대 가치	Expected Value	설계된 방안의 예상 가치
실증 가치	Validated Value	제한된 실증 환경에서 확인한 가치
실현 가치	Realized Value	실제 운영에서 객관적으로 확인한 가치
확산 가치	Scaled Value	다른 환경으로 확산하여 추가 실현한 가치

도표 2-21. 가치의 5 대 실현 단계별 개념 정의

각 유형은 증거 수준과 적용 환경을 구분하는 자체 관리 체계이며 국제적으로 통일된 성숙도 표준은 아니다. 잠재 가치나 기대 가치는 실제 재무 성과로 보고하지 않는다.

가치 전환 구조와 혁신 성과



도표 2-22. 잠재적 가치에서 실현 가치 및 확산 가치로의 전환

가치 전환은 자동으로 이루어지지 않는다. 연구개발에서 검증된 성능이 실제 운영에서 재현되지 않거나 조직의 운영 구조가 성과 전환을 지원하지 못할 수 있다. 따라서 각 단계의 기준선, 목표, 실제 결과 및 증거를 연결하여 관리한다.



도표 2-23. 혁신 활동에서 최종 가치로의 전환 구조

프로그램 평가의 논리 모델은 활동과 의도된 결과 사이의 연결을 설명하는 도구이다[49]. 이러한 구조를 혁신 과제에 적용하면 AI 실행 횟수나 개발 기능 수와 같은 활동·산출물 지표를 실제 사용자 성과 및 최종 가치와 구분할 수 있다. 외부 요인에 따른 변화와 혁신의 기여도 역시 별도로 검토한다.

본 장에서 정립한 개념은 미충족 수요를 발굴하고 그 근본 원인을 규명하여 창의적 해결 방안을 실현하는 방법론의 기반이다. 다음 장에서는 이를 수요 주도형 AI 혁신의 7 단계 실행 체계로 연결한다. 구체적인 성과 측정과 가치 실현 검증은 제 9 장과 제 11 장에서 설명한다.

도표 2-1~도표 2-23 은 관련 참고문헌의 개념과 크림슨앰버의 수요 주도형 AI 혁신 기획을 바탕으로 본 백서에서 자체 구성한 것이다. 자체 분류 및 사례 수치는 외부 연구의 실측 결과가 아니다.

제 3 장. 수요 주도형 AI 혁신 방법론

제 1 장에서는 AI 시대의 혁신 환경과 기존 접근 방식의 구조적 한계를 살펴보았으며, 제 2 장에서는 혁신, 미충족 수요, 근본 원인 및 가치의 기본 개념을 정립하였다. 본 장은 이러한 개념을 하나의 실행 체계로 통합한다. 혁신 과제의 출발점부터 가치 실현 이후의 재혁신까지 공통의 판단 기준과 산출물, 검증 및 승인 구조를 제시한다.

3.1. 수요 주도형 AI 혁신의 정의

수요 주도형 AI 혁신(Demand-Driven AI Innovation)이란 개인과 조직 및 산업현장의 미충족 수요를 발굴·검증하고, 그 근본 원인을 분석하여 AI 기반의 창의적 해결 방안을 설계하고 실현함으로써 업무, 기술, 제품, 서비스 및 비즈니스 모델을 혁신하고 새로운 경제적·사회적 가치를 창출하는 혁신 체계입니다.

위 정의는 크림슨앰버의 공식 정의이다. 혁신의 출발점은 기술의 보유 여부가 아니라 해결해야 할 수요이며, 혁신의 목표는 기술적 산출물 자체가 아니라 수요 충족과 가치 실현이다. OECD/Eurostat 의 Oslo Manual 은 혁신을 새로운 또는 유의미하게 개선된 제품이나 프로세스가 실제 이용 가능해지거나 사용되는 변화로 설명한다[6]. 본 방법론은 이러한 실현의 관점에 수요 검증과 가치 평가를 결합한다.

구성 요소	정의에서의 의미
혁신 주체 및 대상	개인과 조직 및 산업현장
혁신의 출발점	미충족 수요의 발굴 및 검증
혁신 대상의 규명	근본 원인 분석
혁신의 접근 방식	AI 기반의 창의적 해결 방안 설계
혁신의 실현	연구개발·실증·상용화 및 사업화
혁신의 적용 범위	업무·기술·제품·서비스·비즈니스 모델
혁신의 궁극적 목적	새로운 경제적·사회적 가치 창출

도표 3-1. 수요 주도형 AI 혁신 공식 정의의 구성 요소

이 방법론은 특정 모델, 공급업체 또는 소프트웨어에 종속되지 않는다. AI 는 해결 방안을 탐색하고 설계하는 수단이거나 해결 방안 자체의 구성 요소가 될 수 있으며, 기존 비 AI 기술과 결합하여 활용할 수도 있다.

수요 주도형 AI 혁신의 개념적 구조

수요를 발견하는 것과 수요가 검증되는 것은 다르다. 관찰된 불편이나 잠재적 요구는 먼저 가설로 정의하고, 수요자의 실제 경험과 객관적 자료를 통해 해결 필요성을 확인한다. 이후 직접 원인과 구조적 제약을 구분하여 혁신 대상을 선정한다. 원인이 아직 규명되지 않은 연구 과제는 탐색적 연구로 분리하여 관리한다.

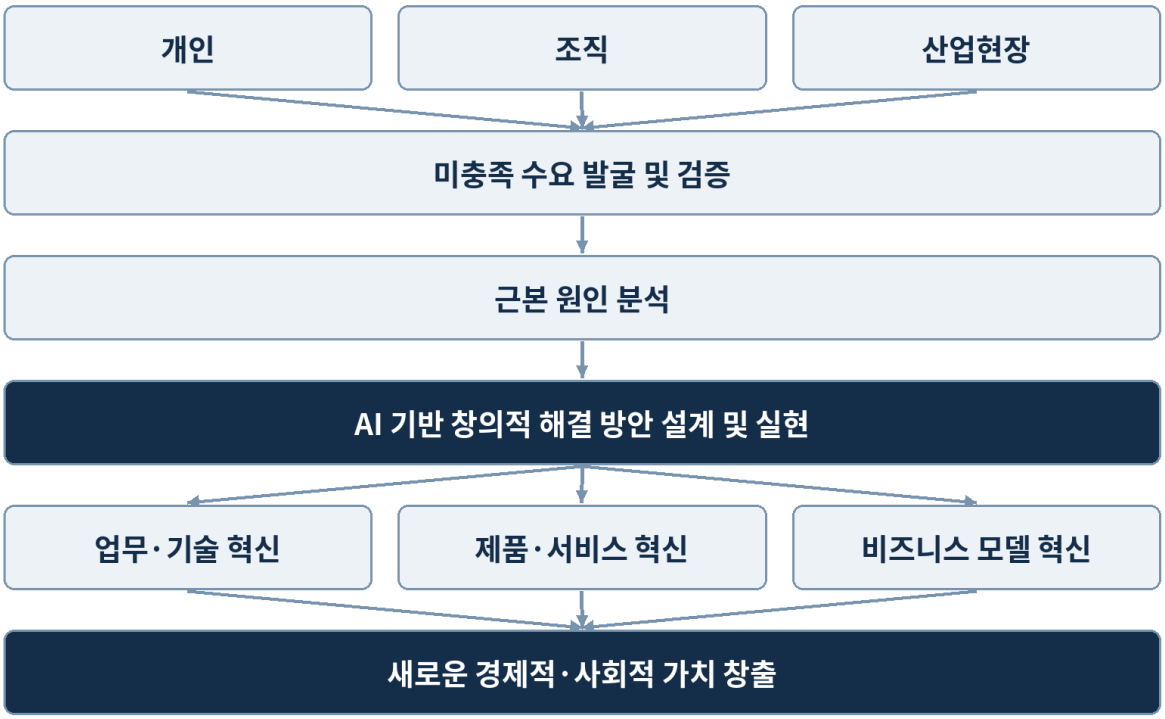


도표 3-2. 수요 주도형 AI 혁신의 개념적 구조

업무, 기술, 제품, 서비스 및 비즈니스 모델은 상호 배타적인 구분이 아니다. 하나의 수요를 해결하기 위해 여러 영역을 결합하는 복합혁신이 가능하다. 예를 들어 설계 품질검토는 업무 재설계와 데이터 처리 기술, 제품화가 함께 필요할 수 있다. 이는 활용 시나리오이며 실제 성과를 뜻하지 않는다.

3.2. 수요 주도형 AI 혁신의 목적

궁극적인 목적은 AI 를 활용해 인간의 창조적 역량을 확장하고 기존 방식으로 해결하기 어려웠던 수요를 충족하여 새로운 경제적·사회적 가치를 실현하는 데 있다. 이를 구체화하기 위해 여섯 가지 혁신 목표를 설정한다. 목표의 상대적 중요도는 과제 특성과 수혜자에 따라 다르게 설정한다.

혁신 목표	주요 내용
미충족 수요 해결	기존 방식으로 충족하지 못했던 실제 수요 해결
인간 역량 강화	전문적·창조적 문제 해결 역량 확장
조직 경쟁력 강화	업무 성과 및 조직의 혁신 역량 향상
과학·기술적 진보	새로운 지식과 핵심 기술 확보
경제적 가치 창출	비용 절감·생산성·수익·신규 사업
사회적 가치 창출	건강·안전·교육·환경·삶의 질 향상

도표 3-3. 수요 주도형 AI 혁신의 6 대 목표



도표 3-4. 수요 주도형 AI 혁신의 대상별 가치 창출 구조

개인의 역량 향상은 조직의 업무 구조와 지식 공유를 통해 조직 성과로 전환될 수 있다. 산업 차원의 기술 발전은 새로운 제품 및 서비스의 가능성을 열며, 사회 차원의 혁신은 접근성과 안전을 개선할 수 있다. 그러나 이러한 결과는 자동으로 발생하지 않으므로 과제마다 기준선과 기대 성과, 가치 실현 책임자를 정의한다.

3.3. 수요 주도형 AI 혁신의 핵심 철학

크림슨앰버의 핵심가치인 인간 중심의 가치 창출(Human-Centered Value Creation)은 혁신의 목적과 실행 방식에 대한 판단 기준이다. 본 방법론에서는 이를 인간 중심, 수요 중심, 가치 중심의 세 가지 철학으로 구체화한다. 인간은 혁신의 주체이고, 수요는 혁신의 출발점이며, 가치는 혁신의 궁극적 목적이다.

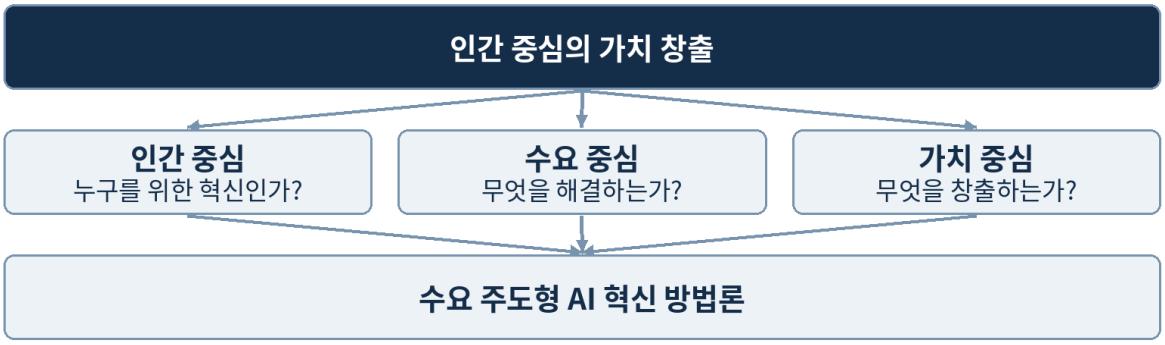


도표 3-5. 수요 주도형 AI 혁신의 3 대 핵심 철학

핵심 철학	실행적 의미
인간 중심	인간의 자율성·전문성·창조적 역량을 존중하고 판단 및 책임의 주체로 설정
수요 중심	기술보다 해결해야 할 수요를 과제 선정의 우선 기준으로 설정
가치 중심	기술 활용량이 아니라 실제 실현된 경제적·사회적 가치로 성과 평가

도표 3-6. 3 대 핵심 철학의 실행적 의미

인간 중심은 단순히 사람의 승인을 추가하는 것을 의미하지 않는다. 업무의 목적과 가치, 권한과 책임을 사람이 설정하고 AI 가 맡을 수 있는 업무와 위험한 실행의 범위를 명확히 한다. 수요 중심은 이미 보유한 기술에 문제를 맞추는 편향을 줄이며, 가치 중심은 목표와 측정 기준이 기술적 성능에만 한정되지 않도록 한다.

이러한 철학은 효율성과 안전성 사이에 상충이 발생할 때에도 적용된다. 경제적 편익이 크더라도 중대한 안전 또는 윤리적 위험을 정당화할 수 없다. 위험을 지속적으로 관리한다는 관점은 NIST AI RMF 의 전 생애주기 위험 관리와도 연결된다[46].

3.4. 기술 주도형 AI 혁신과의 비교

기술 주도형 혁신은 새로운 과학적 발견이나 기술적 역량을 출발점으로 활용 기회를 탐색한다. 수요 주도형 혁신은 미충족 수요의 실재성과 중요성을 먼저 확인한 뒤 필요한 기술을 선택한다. 이는 이상화된 접근 유형의 비교이며 실제 혁신은 두 방향이 상호작용하는 경우가 많다.

비교 영역	기술 주도형 AI 혁신	수요 주도형 AI 혁신
출발점	새로운 기술 및 활용 가능성	미충족 수요
과제 선정	기술적 기회 및 개발 가능성	검증된 수요 및 기대 가치
문제 정의	기술 적용 가능 영역	수요자와 문제
연구개발 목표	새로운 기술적 역량	근본 원인 해결 및 수요 충족
기술 선정	보유 기술 및 기술 우위	해결 요구사항 및 가치
실증	성능 및 활용 가능성	성능 및 수요 해결 효과
사업화	적용 시장 및 고객 탐색	검증된 수요 기반 공급 구조
최종 평가	기술 성과 및 시장 가치	실현된 경제적·사회적 가치

도표 3-7. 기술 주도형 AI 혁신과 수요 주도형 AI 혁신의 방법론 비교



도표 3-8. 혁신 접근 방식에 따른 과제 선정 및 자원 투입 구조

수요 주도형 접근은 연구개발 자원을 단계적으로 투입하여 수요와 기술의 불일치 위험을 줄이고자 한다. 반면 기초연구의 발견이나 원천기술이 새로운 수요를 형성할 수도 있으므로 기술 주도형 혁신을 배제하지 않는다. 새로운 기술적 가능성이 발견되면 이를 잠재 수요의 가설과 연결하고 다시 검증한다.

3.5. 수요 주도형 AI 혁신의 기본 실행 원칙

기본 실행 원칙은 핵심 철학을 프로젝트의 실행 및 의사결정 기준으로 전환한다. 수요와 근본 원인의 검증, 다양한 대안의 탐색, 단계적 자원 투입, 책임 있는 실행과 지속적인 개선이 모든 단계에 적용된다.

실행 원칙	주요 내용
수요 중심	검증된 미충족 수요를 혁신의 출발점으로 설정
인간 중심	인간의 창조적 역량·자율성·판단·책임 존중
근본 원인 중심	표면적 문제보다 핵심 인과적 요인 해결
창의적 문제 해결	인간과 AI 의 역량을 결합하여 대안 탐색
증거 중심	객관적 데이터와 과학적 증거 기반 판단
가치 중심	경제적·사회적 가치 실현을 최종 목표로 설정
단계적 검증	의사결정 관문으로 불확실성과 자원 투입 관리
개방형 협력	다학제적 전문지식과 산학연 협력 활용
책임 있는 실행	안전·윤리·보안·법적 요구사항 및 책임 확보
지속적 개선	실행 결과에 따른 학습·개선·확산·재혁신

도표 3-9. 수요 주도형 AI 혁신의 10 대 기본 실행 원칙

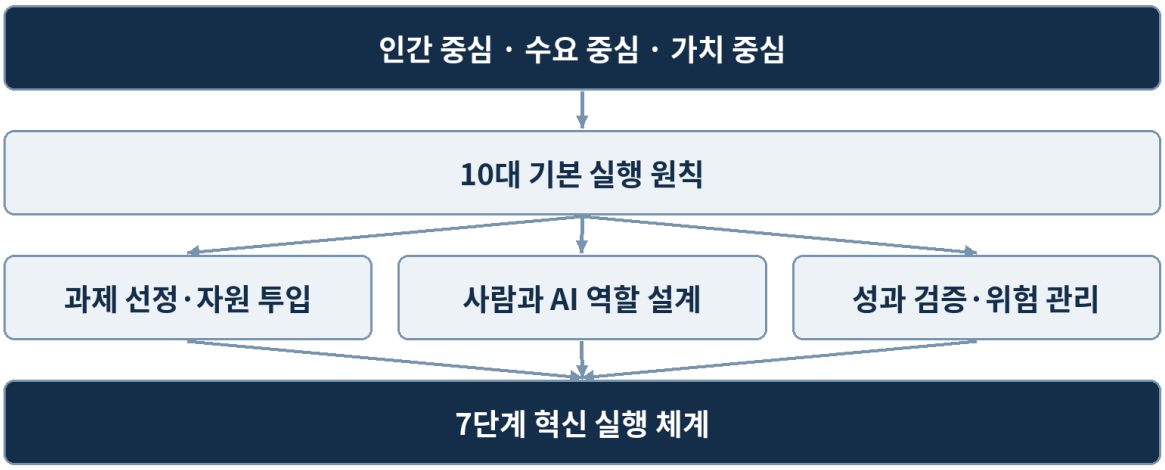


도표 3-10. 핵심 철학과 기본 실행 원칙 및 실행 체계의 관계

이 열 가지 원칙은 혁신 프로젝트를 위한 방법론적 기준이며, 기업의 기존 운영 원칙인 존중·실증·ROI·투명·보안·확산·지속개선을 대체하지 않는다. 적용 시 과제별 위험도와 규모에 맞춰 실행 절차를 조정하되 필수 안전 조건이나 증거 기준을 임의로 생략하지 않는다.

3.6. 수요 주도형 AI 혁신의 7 단계 실행 체계

일곱 단계는 문제의 발굴에서 실제 가치의 실현까지 연결하는 혁신 생애주기이다. 각 단계는 고유한 목표와 산출물을 가지며, 후속 단계에 필요한 근거를 확보한다. 실행 순서는 기본적인 논리적 의존관계를 의미하며 모든 업무가 엄격한 직렬 순서로 진행되어야 한다는 뜻은 아니다.

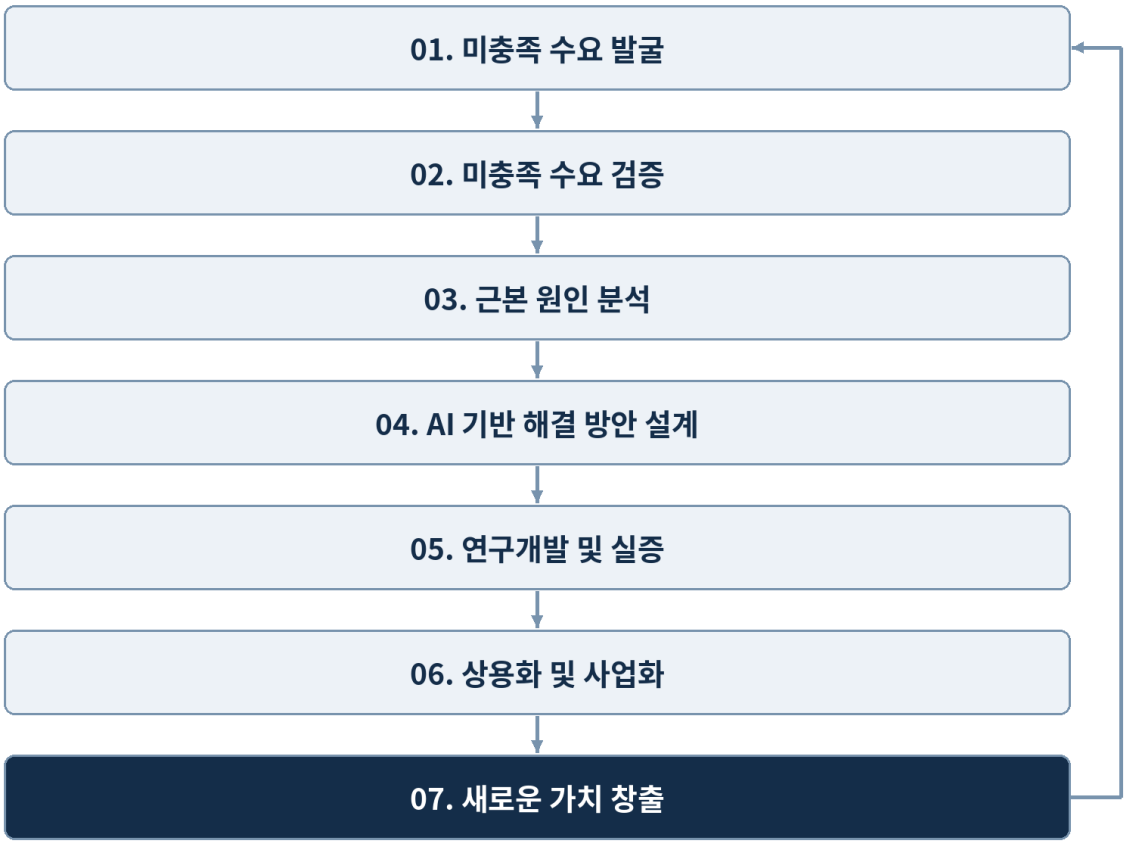


도표 3-11. 수요 주도형 AI 혁신의 7 단계 실행 체계

단계별 판단은 동일한 수준의 불확실성 해소를 요구하지 않는다. 초기에 수요의 존재와 해결 필요성을 확인하고, 후속 단계에서 기술적 성능, 현장 적용 및 가치 실현의 증거를 점진적으로 확보한다. 예를 들어 원천기술 연구는 미규명 가설을 연구 대상으로 남길 수 있지만 실제 운영은 해당 분야의 안전 및 적합성 요건을 충족해야 한다.

단계의 상세 실행 절차와 평가 모델은 제 5 장부터 제 11 장까지에서 제시한다. 각 단계에서는 확보된 증거의 수준에 따라 후속 추진, 조건부 추진, 보완, 보류 또는 중단을 결정하며 필요하면 이전 단계로 재진입한다.

3.6.1. 미충족 수요 발굴

Unmet Needs Discovery

개인과 조직 및 산업현장의 기존 해결 방식으로 충족되지 않은 수요를 탐색하고 혁신 과제 후보로 정의한다. 환경 조사, 수요자 인터뷰, 현장 관찰, 격차 분석과 잠재 수요 탐색을 수행한다. 수요를 특정 기술에 종속시키지 않고 기초 증거를 함께 기록한다.

구분	주요 내용
핵심 질문	무엇이 충족되지 못하고 있는가?
주요 활동	환경 조사·수요자 조사·격차 분석·잠재 수요 탐색
핵심 산출물	미충족 수요 카탈로그 및 수요 정의서
다음 단계	미충족 수요 검증
상세 본문	제 5 장

도표 3-12. 미충족 수요 발굴 단계의 실행 개요

3.6.2. 미충족 수요 검증

Unmet Needs Validation

발굴된 수요의 실재성, 중요성, 미충족 정도, 해결 의지 및 가치 창출 가능성을 확인한다. 검증 가설과 판정 기준을 사전에 정하고 정성적·정량적 조사, 기존 대안 비교, 행동 증거 및 기대 가치 분석을 수행한다. 시장성은 해당하는 사업 유형에 맞게 검증한다.

구분	주요 내용
핵심 질문	실제로 해결할 가치가 있는 문제인가?
주요 활동	가설 수립·정성 및 정량 조사·기존 해결 방안 및 가치 검증
핵심 산출물	검증된 미충족 수요 및 검증 보고서
다음 단계	근본 원인 분석
상세 본문	제 6 장

도표 3-13. 미충족 수요 검증 단계의 실행 개요

3.6.3. 근본 원인 분석

Root Cause Analysis

검증된 수요가 발생하거나 지속되는 인과적 요인과 구조적 제약을 규명한다. 현행 시스템을 분석하여 원인 후보와 인과관계를 구조화하고 지지 및 반박 증거를 수집한다. 인과적 타당성과 해결 우선순위를 구분하고 미규명 원인은 연구 가설로 유지한다.

구분	주요 내용
핵심 질문	왜 기존 방식으로 해결하지 못하는가?
주요 활동	현행 시스템 분석·원인 탐색·인과 모델링·가설 검증
핵심 산출물	핵심 근본 원인 및 혁신 대상 정의서
다음 단계	AI 기반 해결 방안 설계
상세 본문	제 7 장

도표 3-14. 근본 원인 분석 단계의 실행 개요

3.6.4. AI 기반 해결 방안 설계

AI-based Solution Design

인간의 창조적 역량과 AI 의 탐색·분석·추론·생성 역량을 결합하여 혁신 모델을 설계한다. 요구사항과 제약조건을 명세화하고 다양한 기술 및 비 AI 대안을 비교한다. 선정한 해결 방안의 기대 가치와 실현 가능성을 예비 평가하고 후속 연구개발 및 실증 기준을 정한다.

구분	주요 내용
핵심 질문	어떻게 혁신적으로 해결할 것인가?
주요 활동	요구사항 정의·지식 및 기술 탐색·대안 생성·혁신 모델 설계
핵심 산출물	AI 혁신 모델 설계서 및 연구개발 요구사항
다음 단계	연구개발 및 실증
상세 본문	제 8 장

도표 3-15. AI 기반 해결 방안 설계 단계의 실행 개요

3.6.5. 연구개발 및 실증

Research, Development & Validation

필요한 과학적 지식과 핵심 기술을 확보하고 혁신적 해결 방안을 실제로 구현하여 효과를 입증한다. 과제에 맞춰 과학적 연구, PoC, 프로토타입 개발, 시스템 통합 및 현장 실증을 수행한다. 명세 충족 여부와 실제 수요 해결 효과를 구분하고 실증 환경의 한계를 기록한다.

구분	주요 내용
핵심 질문	해결 방안이 실제로 작동하고 수요를 충족하는가?
주요 활동	과학적 연구·핵심 기술 개발·PoC·프로토타입·현장 실증
핵심 산출물	실증된 혁신적 해결 방안 및 검증 증거
다음 단계	상용화 및 사업화
상세 본문	제 9 장

도표 3-16. 연구개발 및 실증 단계의 실행 개요

3.6.6. 상용화 및 사업화

Commercialization & Business Development

실증된 해결 방안을 실제 운영 가능한 상용 솔루션 및 지속 가능한 사업 구조로 전환한다. 제품화, 품질·안전·규제 적합성, 운영 통합, 고객 확보와 공급 경제성을 검토한다. 내부 업무혁신 및 공공 과제는 외부 판매 대신 지속 운영에 필요한 재원과 책임 구조를 확인한다.

구분	주요 내용
핵심 질문	어떻게 지속 가능한 운영 및 사업으로 발전시킬 것인가?
주요 활동	기술 상용화·제품화·운영 구축·시장 진입·기술사업화
핵심 산출물	상용 혁신 솔루션 및 사업 운영 체계
다음 단계	새로운 가치 창출
상세 본문	제 10 장

도표 3-17. 상용화 및 사업화 단계의 실행 개요

3.6.7. 새로운 가치 창출

New Value Creation

실제 운영에서 발생하는 인간 역량, 경제적·사회적 가치의 실현 수준을 검증하고 지속적으로 확대한다. 성과 기준선과 목표를 활용하여 수요 충족 수준과 실제 편익을 측정한다. 혁신 기여도, 비용, 부정적 영향을 평가하고 운영 사례와 혁신 자산을 관리한다. 장기 성과는 추적 평가한다.

구분	주요 내용
핵심 질문	어떤 가치가 실제로 창출되었는가?
주요 활동	가치 실현 관리·성과 측정·경제적 및 사회적 가치 검증·자산화·확산
핵심 산출물	검증된 실현 가치 및 운영 사례
다음 단계	신규 미충족 수요 발굴 및 재혁신
상세 본문	제 11 장

도표 3-18. 새로운 가치 창출 단계의 실행 개요

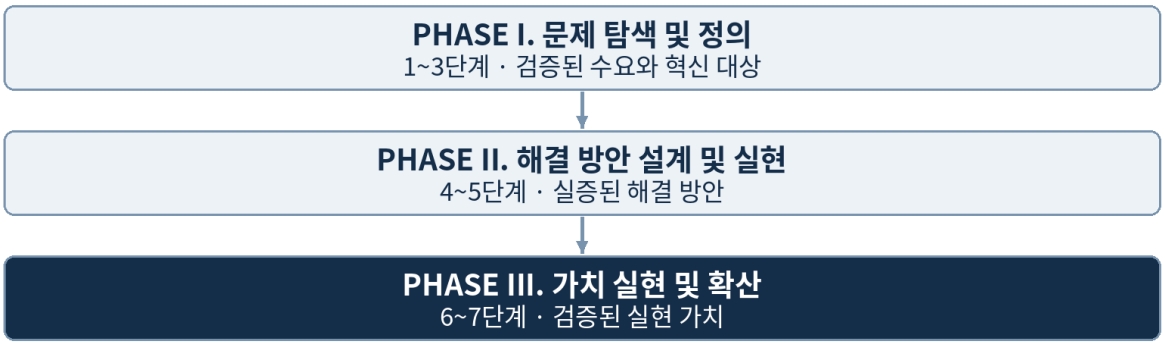


도표 3-19. 수요 주도형 AI 혁신의 3 대 실행 구간

세 실행 구간은 일곱 단계의 상위 분류이다. 원래 단계의 명칭과 순서를 변경하지 않으며, 과제 특성에 따라 병렬 실행과 반복 검증을 허용한다.

3.7. 단계별 입력·실행·출력 구조

각 단계의 실행은 Input–Process–Output(IPO) 모델에 따라 명세화한다. 입력은 승인된 선행 산출물과 관련 증거, 실행은 목표 달성을 위한 업무와 리소스, 출력은 검증 및 승인에 필요한 결과이다. 산출물의 내용뿐 아니라 출처와 버전, 검증 상태를 함께 전달한다.

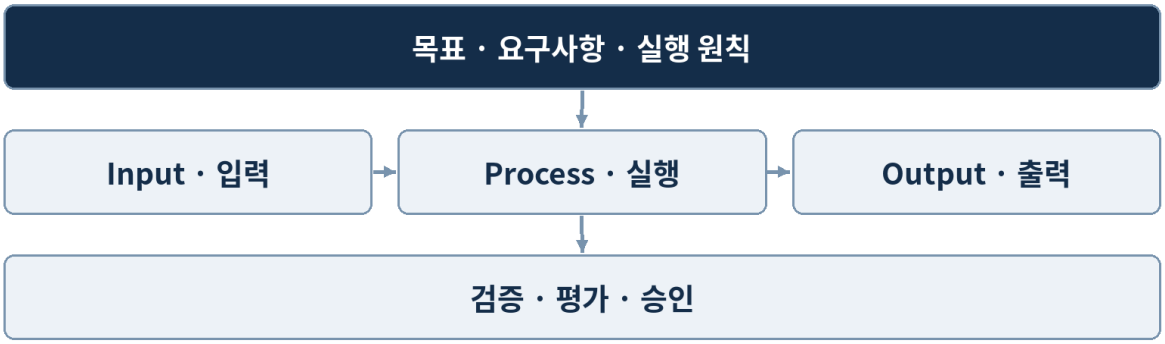


도표 3-20. 혁신 단계의 표준 입력·실행·출력 모델

단계	입력	실행	출력
1. 수요 발굴	산업·현장 정보	탐색·격차 분석	수요 후보
2. 수요 검증	수요 후보·증거	가설 검증·평가	검증된 수요
3. 원인 분석	검증된 수요	인과 분석·검증	핵심 원인·혁신 대상
4. 해결 방안 설계	원인·혁신 목표	대안 탐색·설계	승인된 혁신 모델
5. 연구개발 및 실증	설계·요구사항	연구·개발·실증	실증된 해결 방안
6. 상용화 및 사업화	실증 성과·기술	제품화·운영	상용 솔루션·운영 체계
7. 새로운 가치 창출	운영·성과 데이터	측정·검증·확산	실현 가치·신규 수요

도표 3-21. 수요 주도형 AI 혁신의 단계별 입력·실행·출력 구조

표의 단계별 출력은 다음 단계의 핵심 입력이 된다. 모든 산출물은 승인 여부와 미해결 조건을 포함하여 전달하며, 탐색적 연구의 결과를 검증된 사실로 변환하지 않는다.

혁신 데이터의 전 과정 추적성

수요에서 가치까지 각 데이터 개체의 고유 식별자를 연결한다. 개별 요구사항과 검증 기준, 증거, 변경 이력은 관련 개체에 연결하며 여러 수요와 원인, 해결 방안 간 다대다 관계를 허용한다.

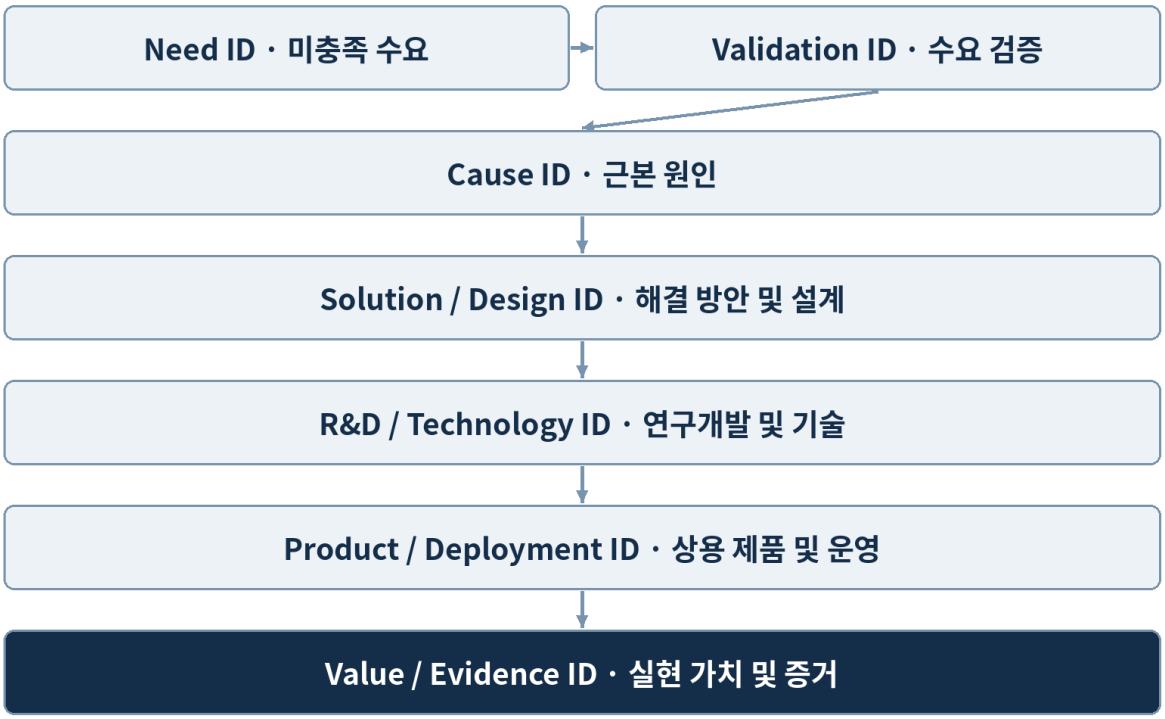


도표 3-22. 수요 발굴에서 가치 창출까지의 데이터 추적 구조

3.8. 단계별 의사결정 관문(Stage Gate)

의사결정 관문은 산출물을 검토하고 후속 단계의 실행 및 자원 투입을 결정하는 절차이다. Cooper 의 Stage-Gate 연구는 단계별 정보 확보와 심의를 통한 위험 및 자원 관리의 중요성을 제시한다[36]. 본 방법론의 일곱 관문은 이를 수요 중심의 전체 혁신 생애주기에 맞추어 독자적으로 설계한 것이다.



도표 3-23. 증거 기반 혁신 의사결정 관문의 기본 구조

단계별 주요 의사결정 관문

관문은 다음 단계에서 필요한 핵심 증거를 확인한다. 과제의 일정 종료나 보고서 제출만으로 승인하지 않으며, 안전·법적·윤리적 조건은 종합 점수와 별개로 검토한다.

관문	승인 대상	주요 승인 조건
Gate 1	수요 검증 착수	수요 정의 및 기초 증거 확보
Gate 2	근본 원인 분석 착수	실재성·중요성·미충족 정도 확인
Gate 3	해결 방안 설계 착수	핵심 원인 및 혁신 대상의 타당성 확보
Gate 4	연구개발 착수	해결 방안·연구개발 목표·검증 기준 승인
Gate 5	상용화 및 사업화 착수	기술 실현 가능성과 수요 해결 효과 검증
Gate 6	정규 운영 및 가치 관리	상용화 적합성 및 실제 운영 기반 확보
Gate 7	지속 운영·확산·재혁신	실제 가치 실현 및 후속 추진 타당성 확인

도표 3-24. 7 단계별 주요 의사결정 관문 및 승인 조건

평가 및 승인 원칙

구분	적용 원칙
필수 조건	안전·보안·법적·윤리적 조건 우선 검토
평가 기준	단계별 핵심 성과 및 검증 증거 평가
종합 점수	의사결정 지원을 위한 보조 지표
미검증 항목	임의 점수 대신 불확실성으로 관리
조건부 승인	보완 항목·책임자·기한·재검토 기준 명시
독립적 검토	필요한 경우 수요자 및 외부 전문가 검토
최종 승인	사람이 책임지고 최종 의사결정 수행

도표 3-25. 단계별 평가 및 승인 공통 원칙

탐색적 연구는 핵심 원인이 불확실하더라도 연구 가치가 충분하면 제한된 자원 범위에서 승인할 수 있다. 그러나 이러한 승인과 검증된 해결 방안의 상용 운영 승인은 구분한다. 조건부 승인도 법적 필수 조건을 면제하는 수단이 아니다.

3.9. 반복적 실행 및 지속적 AI 혁신 선순환

일곱 단계는 고정된 직렬 절차가 아니라 새로운 증거에 따라 이전 단계로 돌아갈 수 있는 반복적 실행 체계이다. 현장 실증에서 확인된 문제는 연구개발에 반영하고, 가치 실현 과정에서 발견한 잔여 수요는 다음 혁신 주기의 출발점으로 등록한다.

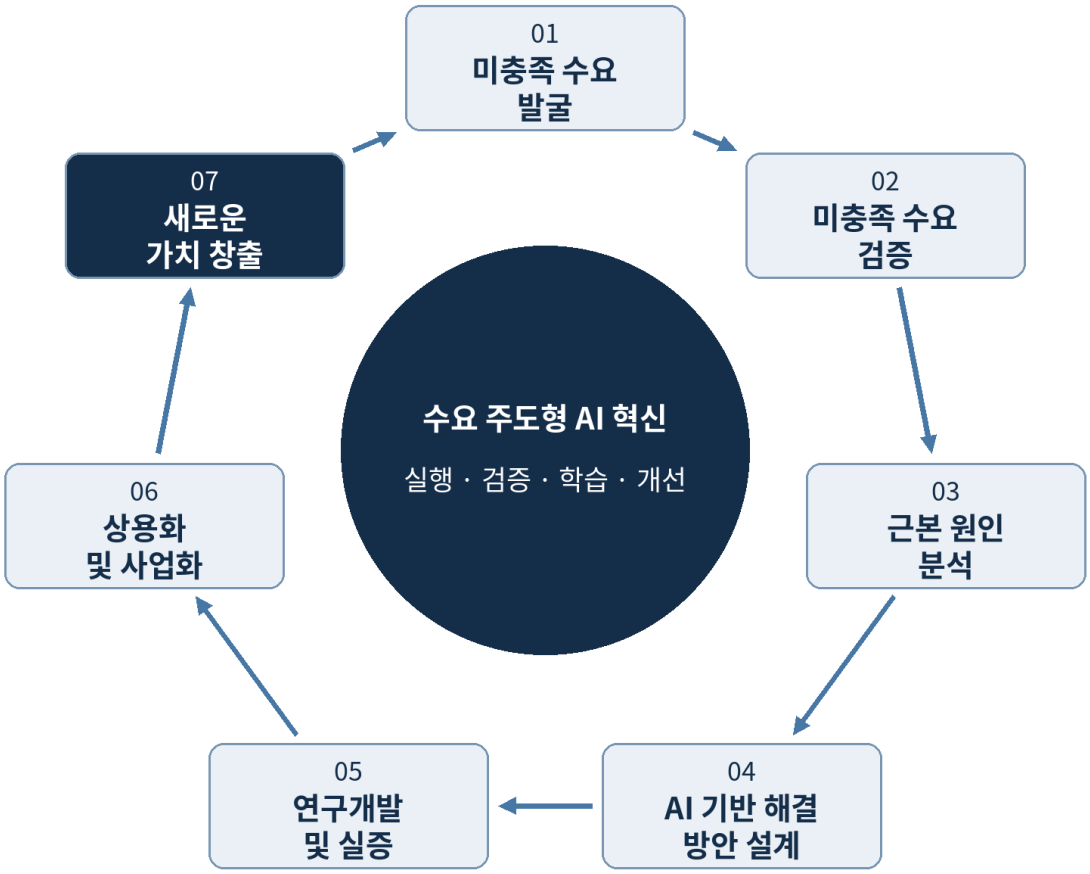


도표 3-26. 수요 주도형 AI 혁신의 7 단계 선순환 모델

발생 상황	재진입 단계	후속 실행
수요 실재성 미확인	제 1 단계	수요 재정의 및 추가 발굴
원인 분석 중 수요 정의 오류	제 2 단계	미충족 수요 재검증
해결 방안과 원인의 불일치	제 3 단계	근본 원인 재분석
핵심 기술 가설 기각	제 4 단계	해결 방안 재설계
상용화 중 기술적 한계 발견	제 5 단계	기술 고도화 및 재실증
실제 가치 실현 부족	제 6 단계 또는 이전 단계	운영·제품·사업 모델 개선
새로운 미충족 수요 발견	제 1 단계	새로운 혁신 주기 착수

도표 3-27. 혁신 단계별 피드백 및 재진입 경로

지속적 학습 및 혁신 자산화

반복적 실행은 동일한 업무를 단순 반복하는 것이 아니라 검증 결과에 따라 가설과 설계, 실행 조건을 개선하는 과정이다. 기존 과제를 개선하는 활동과 새로 발굴된 수요를 대상으로 독립적인 혁신 주기를 시작하는 활동은 구분한다. 성공 결과뿐 아니라 기각된 가설과 실패 사례도 다음 혁신의 중요한 지식으로 축적한다.

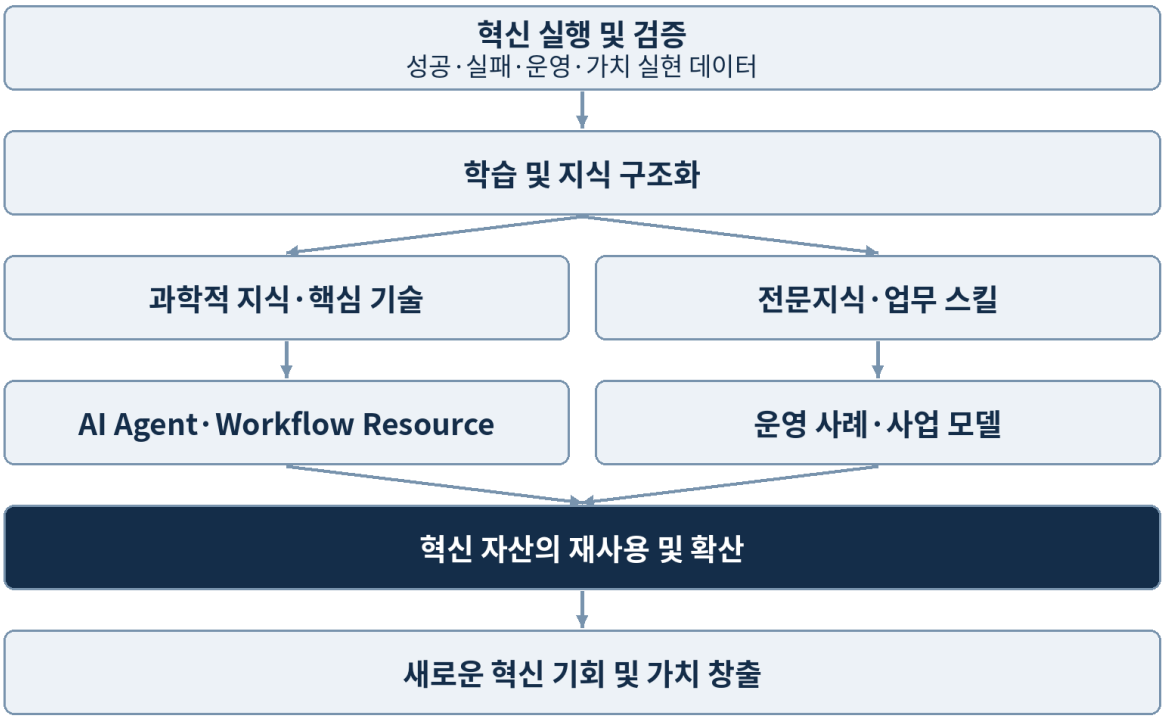


도표 3-28. 지속적 학습 및 혁신 자산화 구조

지식 자산화에는 검증 범위, 사용 조건, 버전과 변경 이력, 소유권 및 접근 권한을 포함한다. 운영 사례에는 성과 기준선과 측정 기간, 적용 환경, 미해결 제약을 함께 기록하여 후속 프로젝트가 성과를 과대 일반화하지 않도록 한다.

혁신 자산의 재사용은 연구개발 비용과 시간을 절감할 가능성을 제공한다. 다만 새로운 적용 환경에서 동일한 효과가 보장되는 것은 아니다. 재사용하려는 데이터와 기술의 권리, 적용 조건 및 품질을 확인하고 현장에 적합한 방식으로 재검증한다. 가치 확산은 실제로 추가적인 가치가 실현되었을 때 인정한다.

3.10. 방법론·실행 플랫폼·협력 생태계의 통합 구조

수요 주도형 AI 혁신을 실현하기 위해서는 혁신의 방향과 방법을 정의하는 방법론, 사람과 AI Agent 의 업무 실행을 지원하는 플랫폼, 다양한 참여 주체의 전문성과 자원을 연결하는 협력 생태계가 필요하다.
크림슨앰버는 세 구성 요소를 연계하여 혁신 업무의 실행과 가치 확산을 지원하고자 한다.

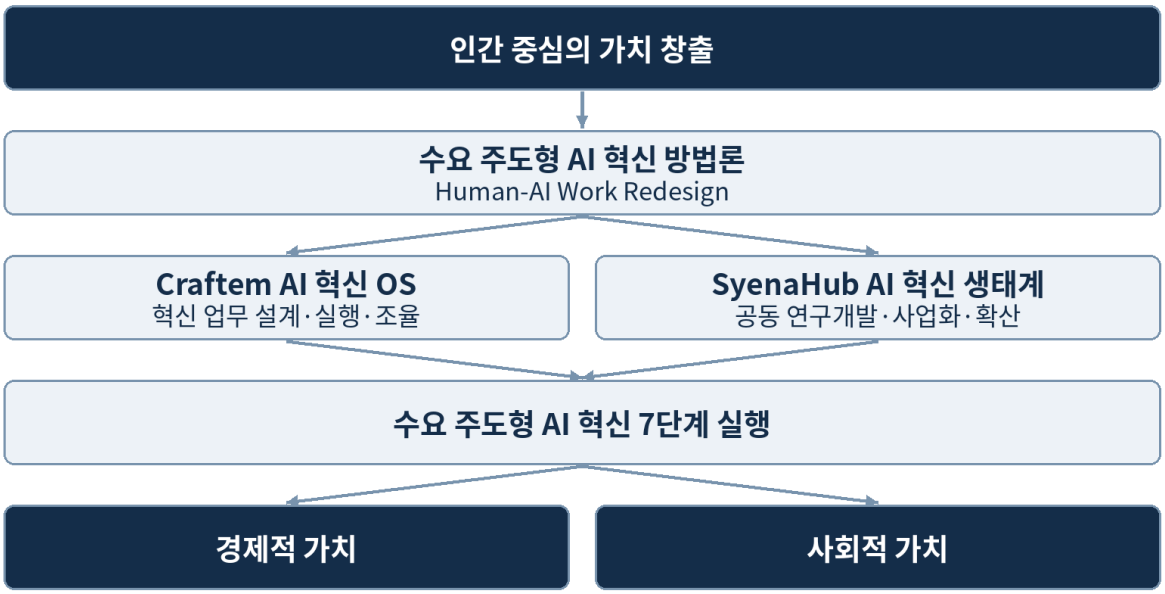


도표 3-29. 크림슨앰버의 수요 주도형 AI 혁신 통합 실행 체계

Craftem 은 실행 가능한 Human-Agent Workflow 와 관련 리소스를 활용하여 사람과 AI Agent 의 업무를 조율하는 실행 플랫폼으로 개발한다. SyenaHub 는 수요자, 연구자, 개발자 및 산업 파트너가 공동으로 혁신 과제를 발굴하고 연구개발과 실증 및 기술사업화에 참여할 수 있도록 지원하는 개방형 협력 생태계이다. 기술과 지식의 활용 및 권리 관계는 프로젝트별 합의를 전제로 한다.

3 대 실행 체계의 역할과 단계별 연계

구성 요소	핵심 역할	핵심 질문
수요 주도형 AI 혁신 방법론	철학·원리·실행 절차·평가 기준 정의	어떻게 혁신할 것인가?
Craftem AI 혁신 OS	사람과 AI Agent 의 업무 설계·실행·조율 지원	무엇으로 혁신을 실행할 것인가?
SyenaHub AI 혁신 생태계	공동 연구개발·사업화·확산 지원	누구와 함께 혁신할 것인가?

도표 3-30. 방법론·실행 플랫폼·협력 생태계의 역할 비교

다음 표는 단계별 혁신 업무를 지원하기 위한 Craftem Agent 의 기획 구성과 SyenaHub 의 협력 활동을 연결한 것이다. 일곱 Agent 는 개발 계획을 나타내며 현재 모든 기능이 구현되었거나 실증되었다는 의미는 아니다.

혁신 단계	Craftem AI Agent	SyenaHub 협력 활동
미충족 수요 발굴	Unmet Needs Discovery Agent	산업현장 공동 수요 발굴
미충족 수요 검증	Unmet Needs Validation Agent	수요자 및 전문가 공동 검증
근본 원인 분석	Root Cause Analysis Agent	다학제적 원인 분석
AI 기반 해결 방안 설계	AI Innovation Design Agent	공동 혁신 설계 및 기술 매칭
연구개발 및 실증	R&D and Validation Agent	산학연 공동 연구개발 및 실증
상용화 및 사업화	Commercialization Agent	공동 제품화 및 기술사업화
새로운 가치 창출	Value Creation Agent	공동 가치 검증 및 산업 확산

도표 3-31. 7 단계 혁신 방법론과 Craftem 및 SyenaHub 의 연계

본 장의 방법론은 크림슨앰버의 자체 설계 체계이다. 세 가지 핵심 철학, 여섯 가지 혁신 목표, 열 가지 실행 원칙 및 일곱 의사결정 관문은 실제 프로젝트를 통해 검증하고 보완할 대상이며, 국제표준의 인증이나 검증을 받았음을 의미하지 않는다.

수요 주도형 AI 혁신 방법론은 혁신의 방향과 실행 절차를 정의하고, Craftem 은 혁신 업무의 실행을 지원하며, SyenaHub 는 다학제적 협력과 가치의 확산을 지원한다. 다음 장에서는 이러한 실행 체계의 핵심인 Human-AI Work Redesign 방법론을 구체적으로 설명한다.

도표 출처: 별도 표시가 없는 도표는 크림슨앰버의 수요 주도형 AI 혁신 단계별 실행 방법 기획안(v0.1)을 기반으로 재구성한 자체 개념도 및 표이다.

제 4 장. Human-AI Work Redesign 방법론

제 3 장에서 정립한 수요 주도형 AI 혁신은 미충족 수요에서 실현 가치까지의 혁신 생애주기를 정의한다. 본 장은 그 생애주기에서 수행하는 업무를 사람과 AI Agent 의 협업 구조로 재설계하는 방법을 제시한다. 업무 자체의 혁신뿐 아니라 과학적 연구, 기술개발, 제품 설계 및 사업화에도 적용할 수 있다.

4.1. Human-AI Work Redesign 의 정의

Human-AI Work Redesign 은 기업 업무를 Human-Agent Workflow 로 재설계하여 사람은 판단·책임·창의, AI Agent 는 분석·탐색·생성·실행을 담당하도록 최적화하는 방법론이다. 본 장에서는 이 기존 정의를 개인과 조직의 혁신 업무 전반에 적용하는 관점으로 확장하여 설명한다. 인간의 역량 강화와 실질적인 성과 및 가치 창출이 그 목적이다.

업무 프로세스 재설계가 기존 업무의 근본적인 재검토를 강조한다면, Human-AI Work Redesign 은 여기에 사람과 AI Agent 의 역할 배분, 검증 가능한 실행 구조 및 전문지식의 재사용을 결합한다. 단순한 자동화와 달리 목적, 책임, 데이터 및 성과의 연결을 함께 설계한다.

구성 요소	주요 의미
Human	가치 창출과 목적 설정 및 책임의 주체
AI Agent	지적 업무 및 실행 역량을 확장하는 소프트웨어 실행 주체
Work	특정 목적과 성과를 달성하기 위한 현실 세계의 업무
Redesign	업무 구성·역할·실행 구조·의사결정 재설계
Workflow	재설계된 업무의 절차 및 제어 구조
Resource	모델·데이터·도구·스킬·워크플로우
Performance	개인·조직·사업 차원의 실제 성과
Value Creation	경제적·사회적 가치의 실현

도표 4-1. Human-AI Work Redesign 의 핵심 구성 요소

수요 주도형 AI 혁신과의 관계

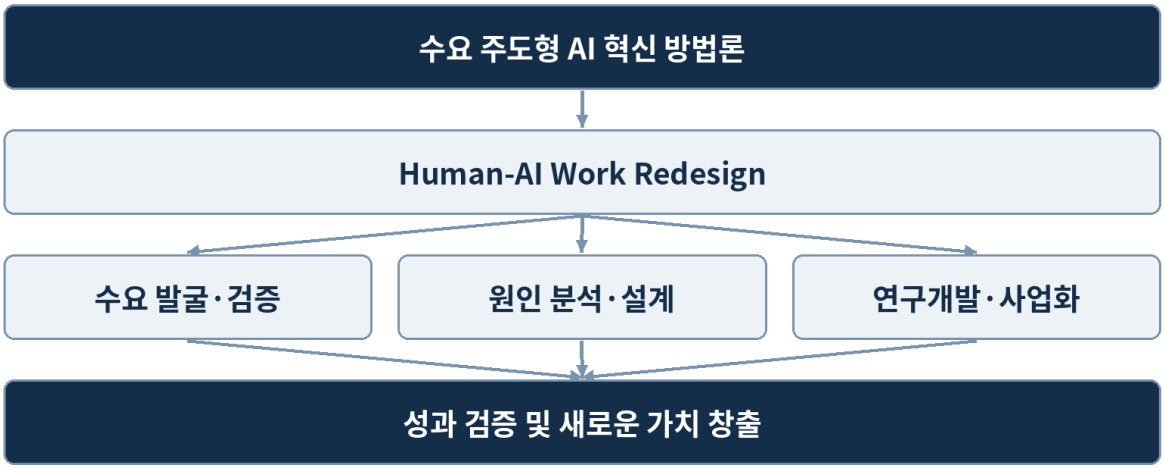


도표 4-2. 수요 주도형 AI 혁신과 Human-AI Work Redesign 의 관계

상위 방법론은 무엇을 해결할 것인지 결정하고 업무 재설계 방법론은 그 해결에 필요한 업무를 어떻게 수행할지 정의한다. AI 의 사용 자체를 목적화하지 않고, 기존 규칙 기반 도구나 인간의 직접 수행이 더 적합한 경우에는 이를 유지한다.

4.2. 기존 업무 수행 방식의 구조적 한계

구조적 한계	주요 내용	발생 가능한 결과
처리 역량 제약	개인의 시간·전문성 의존	처리량 한계
반복적 수작업	반복 업무 직접 수행	시간·자원 낭비
정보 및 시스템 단절	도구 간 수작업 연결	지연·정보 오류
전문지식 개인 의존	숙련자의 경험과 암묵지	역량 편차
업무 표준화 부족	개인별 수행 방식 차이	품질 불일치
AI 활용 개인화	독립적 AI 도구 활용	재사용 어려움
실행과 성과 단절	경영 목표와 연계 부족	사업 가치 불확실
개선의 비체계성	개선 경험 기록 부족	지속 학습 한계

도표 4-3. 기존 업무 수행 방식의 8 대 구조적 한계

개별 AI 도구는 업무 일부의 효율을 개선할 수 있지만 정보 전달, 결과 검증, 승인 및 후속 처리까지 자동으로 통합하지는 않는다. 사람이 여러 도구의 결과를 수집하고 다시 가공하는 부담이 남을 수 있다. 이러한 문제는 실제 업무 기록과 현장 관찰을 통해 확인해야 한다.

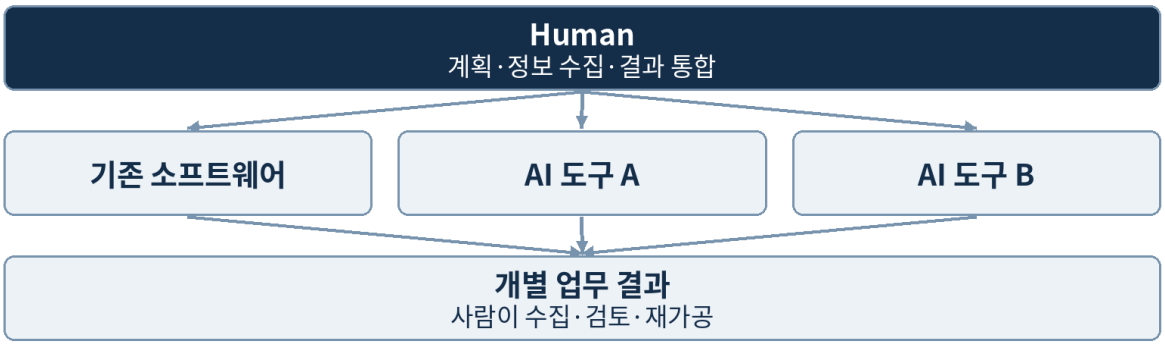


도표 4-4. 기존 업무에 AI 도구를 단순 추가하는 방식의 한계

4.3. Human-Tool 에서 Human-Agent-Tool 로의 전환

Human-Tool 구조에서는 사람이 도구를 직접 이용한다. Human-Agent-Tool 구조에서는 AI Agent 가 허용된 범위 내에서 도구를 활용하고 업무를 실행할 수 있다. 인간은 목표 설정과 책임을 유지하며 필요한 경우 도구를 직접 사용한다.



도표 4-5. Human-Tool 에서 Human-Agent-Tool 로의 전환

비교 항목	Human-Tool	Human-Agent-Tool
실행 주체	사람 중심	사람과 AI Agent
도구 활용	사람 직접 활용	사람 및 권한을 부여받은 Agent
업무 계획	사람 수립	사람 목표 설정·AI 계획 지원
정보 탐색	사람 직접 탐색	AI 탐색·사람 검토
업무 실행	수작업·규칙 자동화	규칙과 AI 실행 결합
예외 처리	사람 대응	AI 탐지·사람 판단
의사결정	사람 및 기존 시스템	사람 책임 아래 AI 지원
업무 지식	개인 지식·매뉴얼	구조화된 지식·리소스

도표 4-6. Human-Tool 과 Human-Agent-Tool 업무 구조의 비교

4.4. Human-AI Work 의 기본 개념

Human-AI Work 는 특정 목적과 성과를 달성하기 위해 사람과 AI Agent 가 각자의 역할에 따라 협력하여 수행하는 업무이다. 업무를 실행 순서만으로 정의하지 않고 목적, 수요자, 요구사항, 책임 및 성과를 포함하는 현실 세계의 활동으로 정의한다.

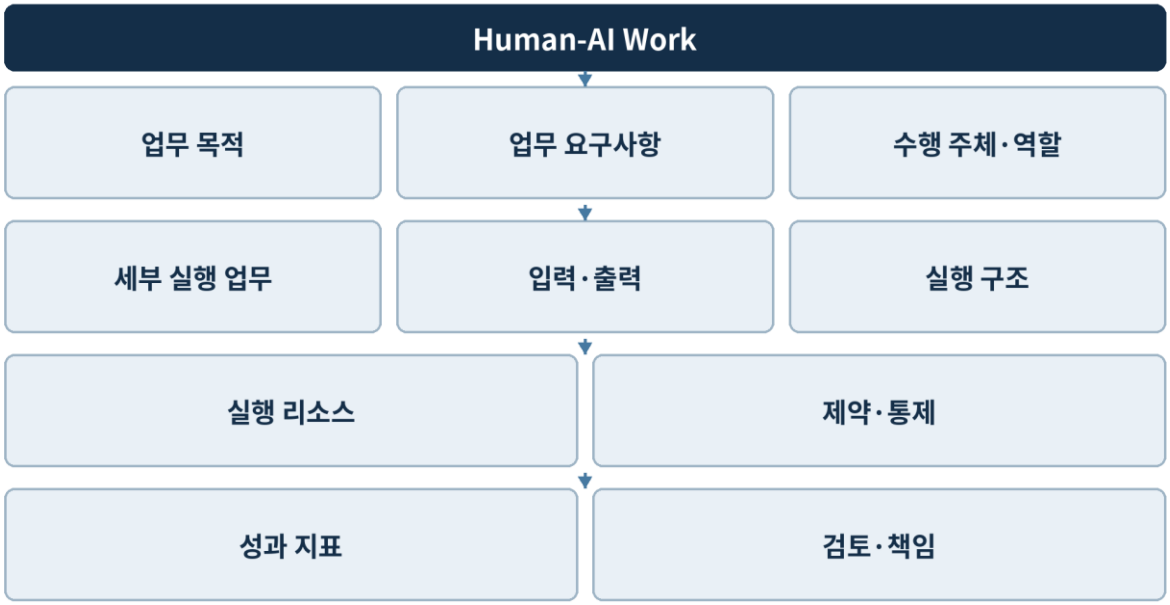


도표 4-7. Human-AI Work 의 10 대 기본 구성 요소

개념	정의	주요 역할
Work	목적 및 성과를 위한 업무	무엇을 수행하는가
Task	업무의 세부 실행 단위	어떤 활동인가
Workflow	업무 순서·조건·제어 구조	어떻게 수행하는가
Workflow Specification	실행 구조에 대한 구체적 명세	실행 방식 정의
Workflow Resource	실행 가능한 구현 리소스	정의된 업무 실행
Work Execution	사람과 AI 의 실제 업무 수행	실제 결과 생성

도표 4-8. Work·Task·Workflow·Workflow Resource 의 개념 구분

업무와 워크플로우를 구분하면 특정 기술이나 도구에 종속되지 않고 업무의 목적을 먼저 검토할 수 있다. 동일한 업무도 기술과 조직 조건이 달라지면 다른 실행 구조로 구현할 수 있다. 명세는 이러한 변화의 기준이 되며 구현은 명세에 대한 적합성을 검증해야 한다.



도표 4-9. Human-AI Work 의 설계·명세·구현·실행 구조

4.5. 사람과 AI Agent 의 역할 및 책임

자동화의 유형과 수준에 관한 연구는 인간의 수행 결과, 자동화의 신뢰성과 오류의 영향을 고려할 필요성을 제시한다[15]. 역할 배분은 인간과 AI 의 능력을 고정적으로 구분하는 것이 아니라 업무의 목적, 오류의 영향, 검증 가능성 및 책임 구조를 고려하여 설계한다. AI 는 대안을 생성하고 실행을 지원할 수 있으나 조직의 법적·윤리적 책임을 대신하지 않는다.



도표 4-10. 사람과 AI Agent 의 상호 보완적 역할 구조

업무 할당 유형	영문	주요 특징
사람 수행형	Human-led	사람 직접 수행 및 책임
AI 지원형	AI-assisted	사람 주도·AI 분석 및 생성 지원
공동 수행형	Human-AI Collaborative	업무 분담 및 협력
AI 실행·사람 승인형	AI-executed, Human-approved	중요 결과 승인 후 반영
제한적 자율 실행형	Bounded Autonomous Execution	승인된 목적·권한·조건 내 실행

도표 4-11. Human-AI 업무의 5 대 할당 유형

예를 들어 건축설계 검토에서 AI Agent 는 오류 후보를 탐색하고 전문가는 중요도와 설계 적합성을 판단한다. 반복 가능한 데이터 변환은 자동화하되 결과의 영향이 크거나 검증이 어려운 업무는 인간의 개입을 강화한다.

업무 위험도 및 검증 가능성

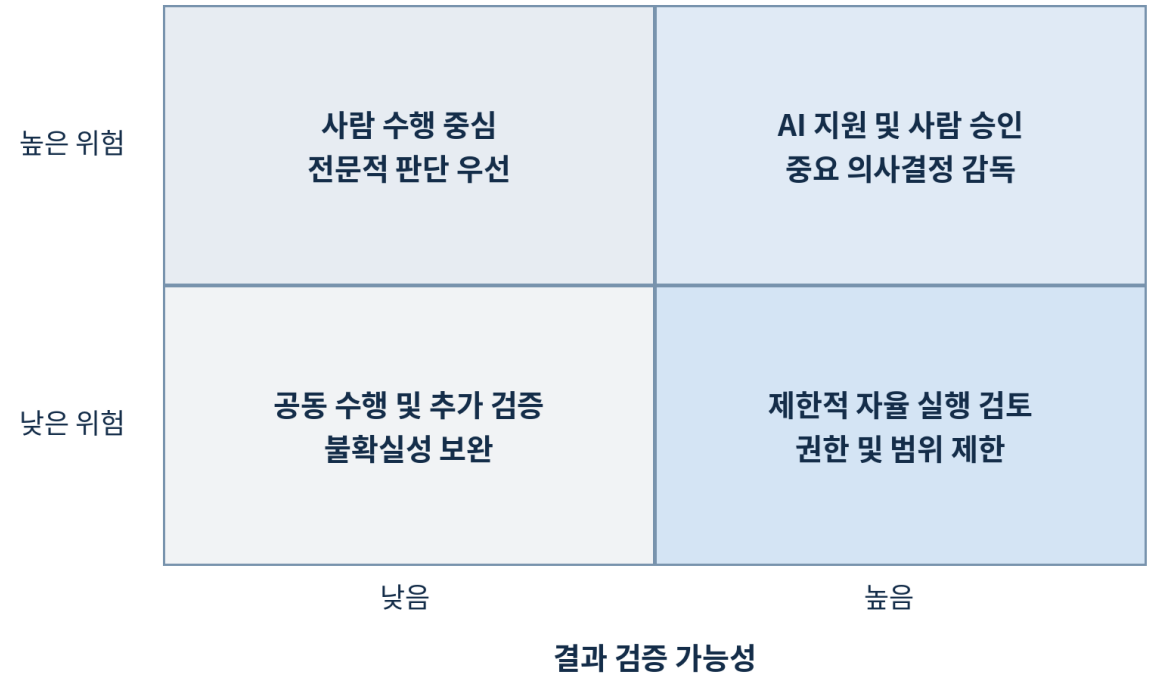


도표 4-12. 업무 위험도와 검증 가능성에 따른 Human-AI 역할 할당

통제 유형	주요 적용 내용
Human-in-the-Loop	정해진 단계에서 사람의 검토 및 승인
Human-on-the-Loop	실행 중 모니터링 및 필요시 개입
Human-in-Command	목표·권한·정책·중단 여부 통제
권한 제한	접근 및 실행 가능 범위 설정
예외 처리	불확실성·오류·정책 위반 시 사람에게 이관
감사 및 추적	실행 및 의사결정 이력 기록

도표 4-13. Human-AI 업무의 감독 및 실행 통제 체계

위 판단 모델은 개념적 가이드이다. 실제 권한 설정에는 오류의 가역성, 법적 요구사항, 데이터 보호 및 기술 성능을 함께 반영한다. 중대한 위험은 점수나 경제적 편익으로 상쇄하지 않는다.

4.6. Human-AI 업무 분석 및 재설계

업무 재설계는 목표 정의부터 구현 가능한 명세의 승인까지 이어지는 여덟 단계로 구성한다. 기존 업무의 불필요한 활동을 제거하고, 업무 성과와 위험에 따라 인간과 AI 의 역할을 재배치한다. 단계는 반복적으로 보완할 수 있다.



도표 4-14. Human-AI Work Redesign 의 표준 실행 프로세스

각 단계의 산출물은 후속 설계의 입력으로 사용한다. 설계 목표는 측정 가능한 기준선을 포함해야 하며, 핵심 요구사항과 승인 기준이 충족되지 않으면 재설계한다.

현행 업무 분석 및 업무 분해

분석 영역	주요 분석 내용
업무 목표	수행 목적 및 기대 성과
수행 주체	담당자·전문가·관리자·조직
실행 절차	순서·분기·반복·의존관계
데이터 및 지식	입력 데이터·전문지식·검토 기준
활용 도구	소프트웨어·시스템·외부 리소스
의사결정	판단·검토·승인 및 책임
업무 성과	시간·비용·품질·정확성·처리량
업무 문제	병목·오류·반복 작업·재작업
구조적 제약	기술·역량·조직·경제·제도

도표 4-15. 현행 업무 분석의 주요 영역

현행 업무 분석은 인터뷰, 직접 관찰, 업무 기록 및 시스템 로그를 활용한다. 공식 절차와 실제 수행 방식이 다른 경우 그 차이를 기록하고, 업무를 목적과 산출물 단위로 분해한다. 아래 사례는 설계 품질검토를 설명하기 위한 가상 모델이다.



도표 4-16. 업무 분해 및 세부 실행 단위 구조화 예시

AI 활용 적합성 평가 및 To-Be 설계

평가 기준	핵심 평가 질문
기술적 수행 가능성	요구 업무를 수행할 수 있는가?
데이터 확보 가능성	필요 데이터와 전문지식이 확보되는가?
업무 명세 가능성	목적·조건·기대 결과를 정의할 수 있는가?
결과 검증 가능성	결과를 객관적으로 평가할 수 있는가?
인간 판단 필요성	전문적·맥락적·윤리적 판단이 필요한가?
오류 및 위험 수준	오류가 어떤 피해를 발생시키는가?
실행 경제성	비용 대비 충분한 편익이 있는가?
통합 가능성	기존 업무·시스템에 통합 가능한가?

도표 4-17. Human-AI 업무 할당을 위한 적합성 평가 기준



도표 4-18. 건축설계 품질검토 업무의 As-Is 및 To-Be 비교

재설계 결과는 업무 수행 방식의 가설이다. 실제 오류 검출 성능, 검토 시간, 예외 처리 및 품질은 후속 실증에서 확인한다. 안전 관련 설계 판단은 자격과 책임을 가진 전문가의 검토를 전제로 한다.

완료 기준	주요 확인 내용
목표 명확성	목표 및 기대 성과가 정의되었는가?
업무 구조화	세부 업무가 검증 가능한 단위인가?
역할 명확성	수행 주체·책임이 정의되었는가?
실행 가능성	리소스 및 기술 조건이 정의되었는가?
검증 가능성	결과 및 성과 기준이 설정되었는가?
안전성	권한·예외·승인·중단 기준이 있는가?
가치 연계성	조직 및 사업 성과와 연결되는가?
명세 완성도	구현에 필요한 명세가 확보되었는가?

도표 4-19. Human-AI Work Redesign 완료 기준

4.7. Workflow Specification

Workflow Specification 은 Human-AI Work 의 목적, 세부 실행 단위, 수행 주체, 데이터, 실행 순서, 조건, 상태 전이, 리소스 및 통제 조건을 구조적으로 정의한 업무 실행 명세이다. 구현 기술에 앞서 업무의 의도를 명확히 하고 테스트 및 변경 관리의 기준으로 활용한다. 업무 프로세스 표현에는 BPMN 2.0.2 등 기존 표기법도 활용할 수 있다[32]. 본 명세 체계는 BPMN 표준 자체와 동일하지 않다.

명세 영역	주요 명세 항목
Metadata	Workflow ID·명칭·버전·목적
Objective	업무 목표 및 기대 성과
Actors	사람·AI Agent·외부 시스템
Tasks	세부 실행 업무 및 수행 주체
Input Schema	입력 데이터 및 검증 조건
Output Schema	출력 데이터 및 산출물 형식
Control Flow	순서·조건·분기·병렬 실행
Data Flow	업무 단계 간 데이터 전달
State Management	실행 상태 및 상태 전이
Resource References	5 대 리소스 참조
Decision & Approval	판단·검토·승인 조건
Exception Handling	오류·재시도·이관·복구
Security & Policy	접근 권한·보안·실행 정책
Evaluation Criteria	결과 검증 및 평가 기준
Performance Metrics	업무 및 가치 성과 지표

도표 4-20. Workflow Specification 의 표준 명세 항목

실행 제어 흐름 및 명세 예시



도표 4-21. Workflow Specification 의 실행 및 제어 흐름 예시

검증 실패가 복구 가능한 경우에는 사전에 정의된 횟수만큼 재시도할 수 있다. 복구 불가 또는 권한 위반의 경우 실행을 중단하고 책임자에게 이관한다. 아래 YAML 은 개념적 명세이며 Craftem 의 공식 실행 스키마가 아니다.

```
workflow:
 id: bim-quality-review
 version: 0.1.0
 objective: 건축설계 품질검토
 tasks:
  - id: approve-review-scope
    actor: human
    output: approved_scope
  - id: analyze-ifc
    actor: ai_agent
    input: approved_scope
    resources: [ifc-analysis-tool]
    output: review_candidates
  - id: review-results
    actor: human
```

```
    input: review_candidates
    output: approved_results
  evaluation:
    human_approval_required: true
    record_execution_history: true
```

도표 4-22. Workflow Specification 의 구조화된 명세 예시

4.8. Workflow Resource 의 구현 및 실행

Workflow Resource 는 업무 실행 명세를 컴퓨터에서 실행할 수 있도록 구현하고 버전 관리하는 리소스이다. 명세와 구현의 대응 관계를 유지하며, 실행 환경의 변경에 따른 호환성과 품질을 검증한다.



도표 4-23. Workflow Specification 에서 실제 업무 실행으로의 전환

구현 단계	주요 실행 내용
명세 검토	목표 · 요구사항 · 실행 조건 확인
실행 로직 구현	순서 · 분기 · 반복 · 의존관계 구현
데이터 구조 구현	입력 · 출력 · 상태 정의
리소스 연계	모델 · 도구 · 데이터 · 스킬 연결
사람의 업무 구현	검토 · 승인 · 예외 판단 인터페이스
실행 통제 구현	권한 · 보안 · 오류 · 중단 · 복구
구현 검증	기능 · 성능 · 안전 · 명세 적합성
등록 및 배포	버전관리 · 리소스 등록 · 실행 환경 배포

도표 4-24. Workflow Resource 의 구현 및 배포 절차

Workflow Resource 의 생애주기



도표 4-25. Workflow Resource 의 생애주기 관리 구조

Craftem Orchestration Runtime 은 Human-Agent Workflow Resource 를 실행하고 사람과 AI Agent 의 업무 수행 및 의사결정을 조율하며 모델·데이터·도구·스킬 등 리소스와 실행 상태를 통합 관리하는 핵심 실행 시스템으로 기획한다. 상세 아키텍처는 제 12 장에서 다룬다.

4.9. 모델·데이터·도구·스킬·워크플로우 리소스

업무 실행 구조와 리소스를 분리하면 동일한 전문 기능을 여러 업무에 재사용할 수 있다. 각 리소스에는 고유 식별자, 버전, 제공 기능, 입력·출력, 권한 및 품질 조건을 관리한다.

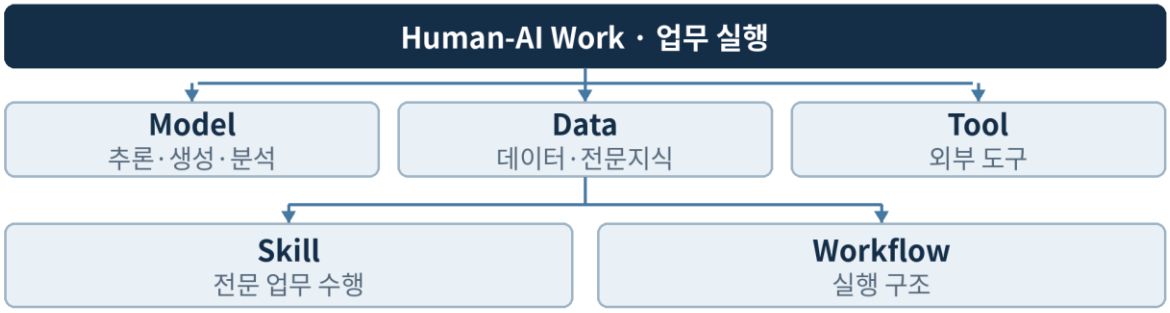


도표 4-26. Human-AI Work 실행을 위한 5 대 Resource 체계

리소스 유형	주요 정의	활용 예시
Model Resource	분석·추론·생성·예측 모델	언어 모델·과학 모델
Data Resource	데이터 및 구조화된 지식	IFC·설계 기준·논문
Tool Resource	특정 기능을 실행하는 도구	IFC 분석·검색·API
Skill Resource	전문 업무 수행 지식·방법·지침	BIM 품질검토 스킬
Workflow Resource	실행 가능한 업무 및 제어 구조	Human-Agent Workflow

도표 4-27. 5 대 Resource 의 정의 및 업무 활용

비교 항목	Skill	Tool	Workflow
핵심 의미	전문 수행 방법	기능 실행 수단	전체 실행 구조
주요 질문	어떻게 수행?	무엇을 사용?	어떤 순서·조건?
구성	지식·지침·평가	함수·API·도구	Task·상태·승인
실행 관계	모델·도구 활용	요청 기능 실행	사람·Agent 조율
재사용 범위	다양한 업무	다양한 스킬·업무	유사 업무

도표 4-28. Skill·Tool·Workflow Resource 의 비교



도표 4-29. Human-Agent Workflow 와 Resource 의 연계 구조

실행에 사용한 리소스의 버전과 설정은 결과의 재현성을 위해 기록한다. 모델 또는 도구를 변경할 때에는 기존 성능 및 안전 요구사항이 유지되는지 회귀 검증한다. 고객별 데이터와 공통 리소스의 접근 범위를 구분한다.

4.10. 개인 성과·조직 성과·사업 성과의 가치사슬

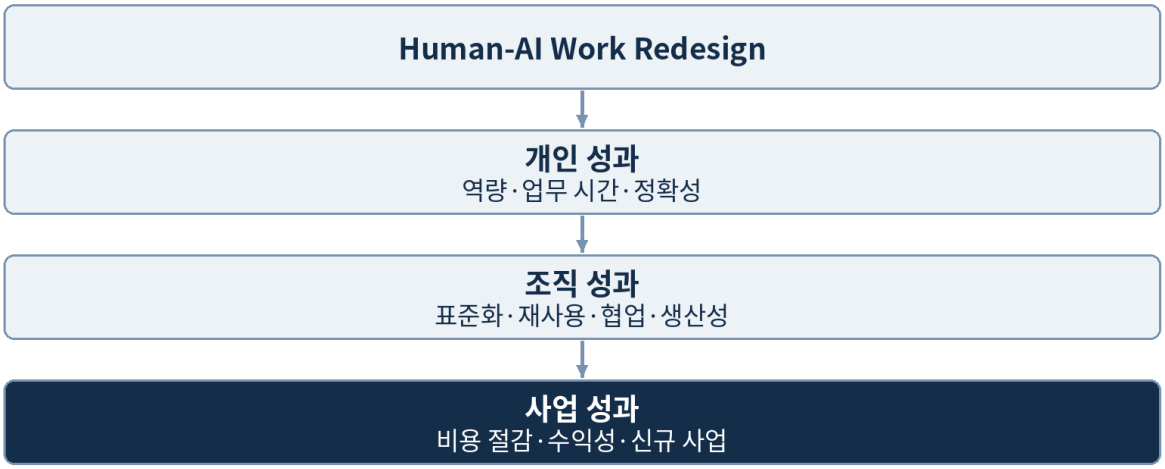


도표 4-30. Human-AI Work Redesign 의 성과 가치사슬

성과 계층	주요 성과	측정 지표 예시
개인 성과	인간 역량 및 수행 능력 강화	시간·정확성·수행 범위
조직 성과	조직 생산성 및 경쟁력 강화	처리량·품질·표준 업무 활용률
사업 성과	경제적 편익 및 사업 가치	실제 비용 절감·공헌이익·ROI

도표 4-31. 성과 가치사슬의 계층별 성과 및 측정 지표

고객지원 담당자 5,172 명을 분석한 연구에서는 생성형 AI 지원이 시간당 해결 건수를 평균 15% 향상시켰지만 개인별 효과는 달랐다[10]. 이 결과는 특정 업무 환경에서의 생산성 개선이며 전체 기업의 재무적 성과를 입증하지 않는다. 성과 가치사슬은 기업 업무혁신에서 개인의 성과가 조직의 공동 역량으로 전환되고, 다시 경제적 가치로 연결되는 경로를 설명한다. 공공기관과 비영리 조직에는 고유 목적 및 사회적 성과를 반영한다. 각 성과 지표에는 기준선, 측정 기간, 책임자를 설정한다.

4.11. 성과 가치사슬의 2 대 성과 단절



도표 4-32. AI 업무혁신의 2 대 성과 단절 구조

첫 번째 단절은 개인의 AI 활용 경험이 조직의 표준 업무와 지식 자산으로 전환되지 못하는 문제이다. 두 번째 단절은 조직의 생산성 향상이 실제 비용 감소나 추가 수익 및 고객 가치로 이어지지 못하는 문제이다. 두 단절은 각각의 원인과 증거를 검토해야 한다.

성과 단절	주요 원인 후보	해결 방향
개인 → 조직	개인별 AI 활용 방식 차이	Human-AI Work 표준화
개인 → 조직	전문지식 공유 부족	Skill Resource 자산화
개인 → 조직	조직 업무와 개인 활용 분리	조직 차원 업무 재설계
개인 → 조직	실행 경험 재사용 부족	Workflow Resource 관리
조직 → 사업	절감 시간 미활용	자원 재배분
조직 → 사업	경영 목표 불일치	업무 KPI 와 사업 KPI 연계
조직 → 사업	AI 운영비 증가	실행 경제성·TCO 관리
조직 → 사업	시장 가치 전환 실패	제품·서비스·사업 모델 개선

도표 4-33. 2 대 성과 단절의 원인 후보 및 해결 방향



도표 4-34. 성과 단절 해결을 위한 통합 실행 모델

성과 단절은 기술 성능만으로 해결하기 어렵다. 조직은 표준 업무의 실제 사용을 촉진하고, 경영진은 절감 자원의 재배분과 고객 가치 전환을 책임져야 한다. 실제 편익의 인정은 제 11 장의 검증 체계를 따른다.

성과 단절의 정량적 사례

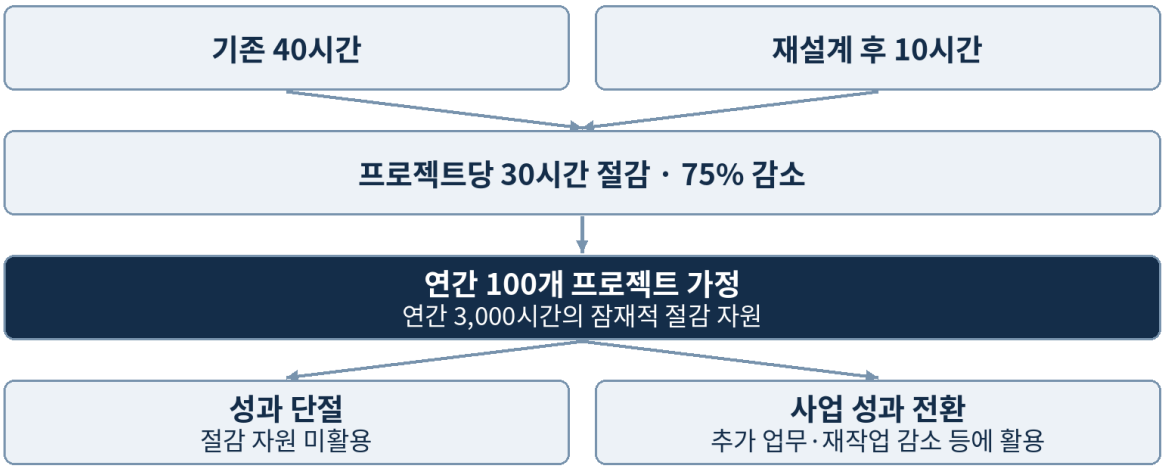


도표 4-35. 업무 시간 절감과 실제 사업 성과 전환의 차이

위 수치는 설명용 가정이다. 시간 절감이 발생하더라도 급여 지출 감소나 추가 매출이 실제로 발생하지 않았다면 재무적 비용 절감으로 간주할 수 없다. 추가 프로젝트 수행이나 품질 향상 등으로 연결된 편익을 확인하고 중복 산정을 방지한다.

4.12. 인간 역량 강화 및 전문지식의 조직 자산화

역량 영역	AI 를 통한 역량 강화 방향
지식 탐색	전문지식 및 정보 탐색 범위 확대
분석	복잡한 데이터 및 문제 구조 분석 지원
창의적 역량	아이디어 및 해결 방안 탐색
연구개발	가설·모델링·설계·실험 분석 지원
업무 실행	반복 업무 및 복합 도구 활용 지원
의사결정	비교 분석 및 판단 증거 확보
학습	피드백 및 실패 경험을 통한 지속 학습

도표 4-36. Human-AI Work Redesign 의 인간 역량 강화 영역

Crafter 와 전문지식의 조직 자산화

Crafter 는 Human-AI Work 를 설계·실행·개선하고 개인 성과를 조직 성과와 사업 가치로 확장하는 사용자이다. 학습·창작·개발·혁신·재학습의 AI Value Creation Loop 를 반복하여 인간의 창조적 역량을 지속적으로 확장하는 것을 지향한다.



도표 4-37. Crafter 의 학습·창작·개발·혁신·재학습 체계

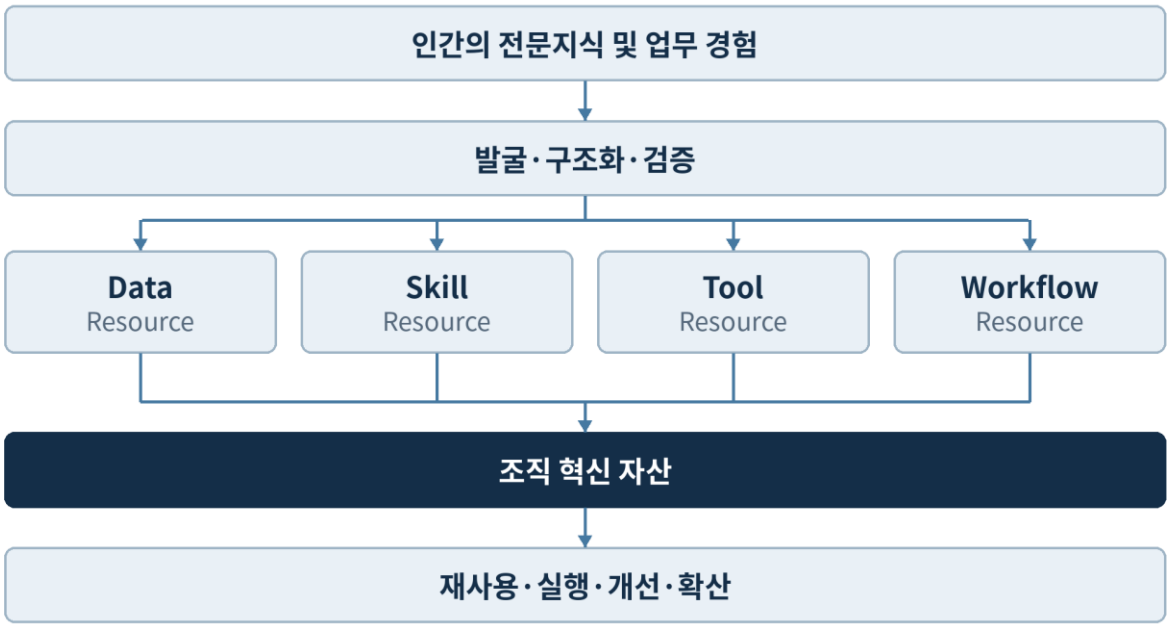


도표 4-38. 개인 전문지식에서 조직 혁신 자산으로의 전환 구조

실행 단계	주요 내용
전문지식 발굴	숙련자의 지식·경험·판단 기준 탐색
지식 구조화	문서·데이터·규칙·방법론 정리
업무 명세화	전문지식 활용 실행 구조 정의
리소스 구현	Data·Skill·Tool·Workflow 구현
전문가 검증	정확성·실행 결과·적용 한계 검토
자산 등록	소유권·접근 권한·버전·품질 기준
조직적 활용	교육·업무 적용·재사용·성과 측정
지속적 개선	실행 결과·전문가 피드백 반영

도표 4-39. 전문지식의 조직 자산화 실행 절차

모든 암묵지를 완전히 구조화할 수 있는 것은 아니다. 현장 맥락과 전문적 판단이 필요한 영역은 사람의 역할로 유지한다. 지식 자산화는 지식 제공자의 권리와 고객 기밀을 보호하고, 독립적인 인간의 수행 역량이 약화되지 않도록 학습과 평가를 병행한다.

4.13. 수요 주도형 AI 혁신 전 단계에서의 Human-AI Work Redesign 적용

혁신 단계	사람의 핵심 역할	AI Agent 의 핵심 역할
미충족 수요 발굴	현장 조사·문제 인식·수요 판단	정보 탐색·잠재 수요 구조화
미충족 수요 검증	기준 승인·조사·최종 판단	증거 수집·분석·평가 지원
근본 원인 분석	전문적 판단·가설 검증	원인 탐색·모델링·증거 분석
AI 기반 해결 방안 설계	창의적 통찰·설계 판단	대안 생성·기술 탐색·설계 지원
연구개발 및 실증	과학적 판단·연구·검증 책임	연구 분석·모델링·코딩·테스트
상용화 및 사업화	전략·고객 관계·계약·책임	제품화·시장 분석·운영 지원
새로운 가치 창출	성과 해석·가치 인정·결정	성과 측정·분석·자산화 지원

도표 4-40. 수요 주도형 AI 혁신 7 단계별 사람과 AI Agent 의 역할

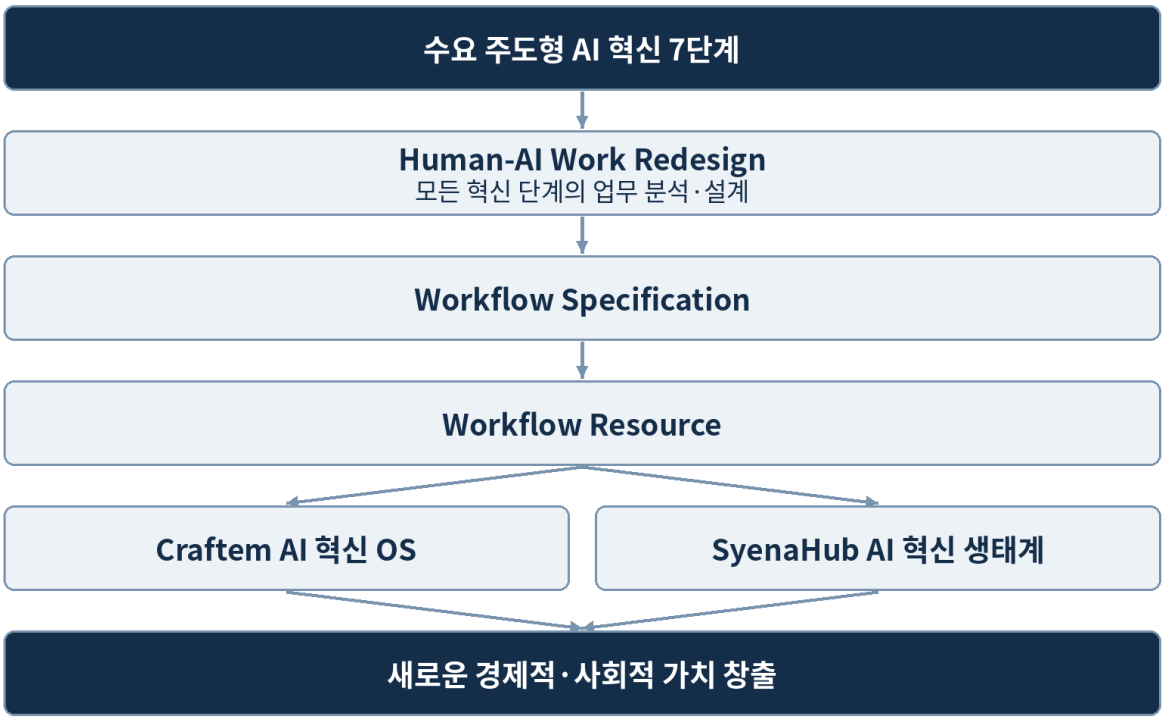


도표 4-41. 수요 주도형 AI 혁신과 Human-AI Work Redesign 의 통합 실행 구조

구분	수요 주도형 AI 혁신	Human-AI Work Redesign
방법론 범위	전체 혁신 생애주기	혁신 및 산업현장 업무 재설계
출발점	검증 대상 미충족 수요	특정 목적을 수행하는 업무
핵심 대상	업무·기술·제품·서비스·사업 모델	사람과 AI Agent 의 업무 및 협업
핵심 산출물	혁신적 해결 방안 및 실현 가치	재설계된 업무 및 실행 명세
실행 체계	7 단계 혁신 방법론	분석·재설계·명세·구현
상호관계	상위 혁신 방법론	핵심 업무 재설계 방법론

도표 4-42. 수요 주도형 AI 혁신과 Human-AI Work Redesign 의 역할 구분

본 장의 업무 재설계 절차와 분류는 크림슨앰버의 방법론적 제안이며 실제 적용을 통해 검증하고 보완해야 한다. 제 5 장부터는 이 방법론을 적용하여 미충족 수요 발굴에서 새로운 가치 창출까지 각 혁신 단계의 세부 실행 방법을 설명한다.

도표 출처: 크림슨앰버의 Human-AI Work Redesign 방법론 구성 기획을 바탕으로 작성한 자체 개념도 및 표이다. 예시 수치는 가상 데이터이다.

PART II. 수요 주도형 AI 혁신 7 단계 실행 방법론

제 5 장. 미충족 수요 발굴

제 1~4 장에서 정립한 혁신의 개념과 Human-AI Work Redesign 을 토대로 본 장은 혁신의 첫 번째 실행 단계인 미충족 수요 발굴을 다룬다. 발굴의 목적은 특정 AI 기술의 활용처를 찾는 것이 아니라 개인과 조직 및 산업현장이 달성하지 못하고 있는 목적을 발견하고, 후속 검증이 가능한 후보로 정의하는 데 있다. 조사 범위, 증거, 수요 정의와 의사결정 이력을 함께 관리하여 이후 단계의 추적성을 확보한다.

5.1. 미충족 수요 발굴의 정의 및 목적

미충족 수요 발굴(Unmet Needs Discovery)이란 개인과 조직 및 산업현장의 현재 상태와 기대 상태를 조사·분석하여 기존의 기술, 제품, 서비스, 업무 방식 및 제도로 충분히 충족하지 못하는 명시적·잠재적 수요를 탐색하고, 이를 구체적인 혁신 과제 후보로 구조화하는 과정이다.

목적	주요 내용
문제 탐색	해결되지 않은 실제 문제 파악
잠재 수요 탐색	인식하거나 표현하지 못한 필요 발견
미충족 격차 식별	현재 상태와 기대 상태의 차이 파악
혁신 기회 탐색	기존 방식의 한계를 극복할 가능성 식별
기초 증거 확보	후속 검증에 필요한 자료 확보
수요 구조화	수요자·문제·기대 성과·제약조건 정의
검증 대상 선정	후속 검증 후보와 우선순위 결정

도표 5-1. 미충족 수요 발굴의 주요 목적

발굴 결과는 확정된 시장 수요가 아니다. 수요자의 진술과 관찰된 사실, 분석자의 추론을 분리하고, 어떤 증거가 추가로 필요한지 명시한다.



도표 5-2. 수요 주도형 AI 혁신에서 미충족 수요 발굴의 위치

단계	핵심 질문	핵심 산출물
발굴	무엇이 충족되지 못하는가?	수요 후보
검증	실제로 해결할 가치가 있는가?	검증된 수요
근본 원인 분석	왜 해결하지 못하는가?	핵심 원인 및 혁신 대상
해결 방안 설계	어떻게 해결할 것인가?	혁신적 해결 방안

도표 5-3. 미충족 수요 발굴과 후속 혁신 단계의 구분

5.2. 기본 실행 원칙

수요 발굴의 품질은 후보의 수보다 조사 결과의 신뢰성, 수요자의 실제 맥락 및 후속 검증 가능성에 의해 결정된다. 특정 솔루션을 구매하거나 도입해야 한다는 결론을 미리 정하고 조사하면 반대 증거를 놓치기 쉽다. 다음 원칙은 조사 계획과 후보 승인에 공통으로 적용한다.

실행 원칙	주요 내용
수요자 중심	실제 경험·필요·목표에서 시작
문제 중심	특정 기술보다 해결되지 않은 문제에 집중
기술 중립성	기술 도입을 정당화하기 위한 수요 발굴 지양
현장 중심	실제 업무·연구·생산·서비스 환경 관찰
증거 중심	관찰·인터뷰·문헌·데이터 등 근거 확보
잠재 수요 탐색	명시적 요구뿐 아니라 인식되지 않은 필요 탐색
다학제적 접근	산업·과학·기술·사회적 관점 결합
가설과 사실의 구분	AI 생성 가설과 확인된 사실 구분
가치 중심	잠재적인 경제적·사회적 편익 고려
윤리 및 보안	개인정보·기업 기밀·연구정보 및 권리 보호

도표 5-4. 미충족 수요 발굴의 10 대 실행 원칙

예를 들어 자동 검토 프로그램이 필요하다는 요청은 해결 방안의 제안이다. 실제 필요는 설계 오류를 조기에 발견하고 검토 시간과 비용을 줄이는 것일 수 있다. 조사자는 최근의 구체적인 업무 경험을 확인하고 프로그램이 없어도 성과 목표를 정의할 수 있는지 질문한다. 반대 의견과 기존 방식이 충분한 사례도 기록하여 확증 편향을 줄인다.

5.3. 미충족 수요의 발굴 대상 및 유형

발굴 범위는 개인의 업무와 성장에서 조직의 운영, 산업의 기술적 제약, 사회의 공공적 필요까지 확장할 수 있다. 사회는 가치 수혜 범위를 명시하기 위한 분석 대상이며 공식 정의의 변경을 뜻하지 않는다.

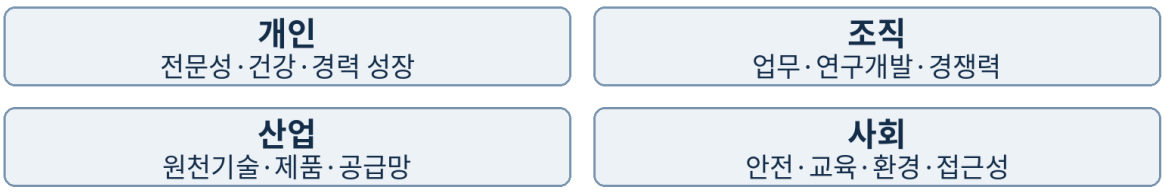


도표 5-5. 미충족 수요의 4 대 발굴 대상

수요 유형	주요 발굴 관점
미해결 수요	적합한 해결 방안이 존재하지 않는 문제
불완전 충족 수요	기존 방식의 성능·품질 부족
비효율적 충족 수요	과도한 시간·비용·인력 소요
접근 제한 수요	기술·서비스·전문지식 접근 제약
잠재적 수요	명확하게 인식하거나 표현하지 못한 필요

도표 5-6. 미충족 수요의 5 대 유형별 발굴 관점

혁신 영역	발굴 대상	사례
업무혁신	업무 수행 방식의 한계	설계 품질검토 비효율
기술혁신	과학적 지식·기술 한계	질병 조기 진단의 한계
제품혁신	제품 기능·성능 부족	기능성 소재 필요
서비스혁신	서비스 품질·접근성	경력 성장 지원 부족
비즈니스 모델 혁신	가치 전달·수익 구조	전문 서비스 공급 비용

도표 5-7. AI 혁신의 5 대 영역별 미충족 수요 발굴 대상

수요 유형과 혁신 영역은 서로 다른 분류 축이다. 하나의 수요가 여러 유형과 영역에 걸칠 수 있으므로 복수 태그를 허용하고, 분류가 해결 방안을 사전 확정하지 않도록 한다.



도표 5-8. 명시적 수요와 잠재적 수요의 탐색 범위

잠재 수요는 직접 진술되지 않았다는 이유만으로 실재하지 않는다고 볼 수 없지만, 분석자가 추론했다는 이유만으로 실재한다고 볼 수도 없다. 발굴 시에는 가설로 등록하고 수요자에게 확인할 질문을 남긴다. 미래 수요는 현재 관찰된 수요와 구분한다.

5.4. 미충족 수요 발굴 채널

발굴 채널은 자료가 생성된 맥락과 접근 방식에 따라 구분한다. 동일한 자료를 재인용한 여러 보고서는 독립적인 증거가 아닐 수 있으므로 원출처를 확인한다.



도표 5-9. 미충족 수요의 8 대 발굴 채널

채널	실행 방법	확보 자료
수요자 직접 조사	인터뷰·설문·제안 접수	경험·요구·불편
산업현장 조사	현장 방문·관찰·동행	업무·환경 정보
업무·운영 데이터	기록·로그·성과 분석	시간·비용·오류
학술 및 연구자료	문헌·연구 공백 조사	미해결 연구 문제
기술 및 특허	제품·특허·기술 조사	기술 제약
시장 및 산업정보	시장·경쟁 대안 조사	시장 및 산업 수요
정책 및 사회환경	인구·규제·정책 분석	사회·제도적 필요
전문가 협력	워크숍·자문·공동 조사	전문적 통찰

도표 5-10. 미충족 수요 발굴 채널별 실행 방법

방식	정의	활용 상황
직접 발굴	수요자 직접 접촉	현장 업무·고객 수요
간접 발굴	문헌·통계·시장정보 분석	산업·기술 탐색
데이터 기반 발굴	운영·연구 데이터 분석	성과·병목 분석
공동 발굴	수요자와 전문가 협력	복합 산업·사회 문제
미래 수요 발굴	환경 변화에 따른 가설 도출	신규 혁신 기회

도표 5-11. 미충족 수요 발굴 방식의 구분

상시 발굴 체계에서는 제안 접수 담당자, 검토 주기, 보완 요청 및 중복 처리 규칙을 정한다. 공개 제안과 비공개 제안은 접근 권한을 분리하고, 제안자가 후속 검증에 참여할 수 있는지 확인한다.

5.5. 미충족 수요 발굴 실행 프로세스

Design Council 의 Double Diamond[20]는 문제 탐색과 정의를 구분하는 참고 모델이다. 본 장의 일곱 개 세부 절차는 크림슨앰버의 자체 실행 체계로 제안한다. 조사와 분석은 병행할 수 있으며 새로운 자료가 발견되면 범위와 수요 정의를 재검토한다. 각 절차의 산출물은 후속 검증의 입력으로 활용할 수 있도록 출처와 버전을 유지한다.



도표 5-12. 미충족 수요 발굴 표준 실행 프로세스

5.5.1. 발굴 대상 및 범위 설정

발굴 책임자는 산업과 조직, 조사할 업무 및 기술의 경계를 정하고 수요자와 조사 참여자를 식별한다. 조사 범위는 충분히 구체적이어야 하지만 특정 해결 기술에 종속되지 않아야 한다. 조사 착수 전에 데이터 접근 가능성과 수집 목적, 보관 기간, 참여 동의를 검토한다.

실행 항목	주요 실행 내용
발굴 목적	목적과 기대 결과 정의
대상 산업	조사 산업 선정
대상 조직	기업·연구기관·공공기관 선정
대상 업무 및 기술	업무·기술·제품·서비스 범위 정의
이해관계자	사용자·구매자·수혜자·전문가 식별
시스템 경계	조사 범위 및 외부 환경 설정
발굴 방법	인터뷰·관찰·문헌·데이터 분석 선정
실행 자원	인력·예산·기간·접근 권한 확보
개인정보 및 기밀	참여 동의 및 이용 범위 설정

도표 5-13. 미충족 수요 발굴 대상 및 범위 설정 항목

핵심 산출물: 미충족 수요 발굴 계획서(Unmet Needs Discovery Plan). 계획 변경 시 변경 이유와 승인자를 기록한다.

5.5.2. 환경 및 현행 시스템 조사

현재의 해결 방식이 어떤 환경에서 작동하는지 파악한다. 산업환경, 기존 제품 및 기술, 업무의 흐름, 데이터 접근 조건과 실제 성과를 조사한다. 사용 중인 대안과 사용하지 못하는 대안을 구분하고, 기존 방식이 충분히 효과적인 조건도 확인한다.

조사 영역	주요 조사 내용
산업 환경	산업 구조·시장·경쟁 변화
과학 및 기술	선행연구·기술 수준·미해결 문제
기존 업무	수행 절차·역할·도구
제품 및 서비스	기능·성능·공급 및 이용 방식
데이터 및 지식	보유·활용·공유·접근 구조
경제 환경	비용·자원 투입·수익·손실
정책 및 제도	규제·표준·정책·지원 체계
사회 환경	인구·교육·건강·환경 변화

도표 5-14. 환경 및 현행 시스템의 주요 조사 영역



도표 5-15. 환경 및 현행 시스템 조사 구조

제약은 관찰 사실 또는 가설로 기록하며 근본 원인으로 확정하지 않는다. 핵심 산출물은 환경 및 현행 시스템 조사서이다.

5.5.3. 수요자 및 이해관계자 조사

수요를 경험하는 사람과 비용을 부담하는 사람이 다를 수 있다. 조사 대상은 직책이나 구매 권한만으로 선정하지 않고 실제 업무 수행자, 서비스 수혜자 및 관련 전문가를 포함한다. 참여자의 진술이 전체 모집단을 대표하는지 여부는 후속 검증에서 다룬다.

이해관계자	조사 목적
직접 사용자	업무·서비스 이용상의 문제
최종 수혜자	개선되어야 할 실제 가치
구매자	도입 및 비용 부담 조건
의사결정자	혁신 목표 및 우선순위
현장 전문가	전문적인 제약과 관찰 정보
기술 공급자	기존 대안과 기술적 한계
연구자	미해결 과학적·기술적 문제

도표 5-16. 미충족 수요 관련 이해관계자의 유형

조사 목적	인터뷰 질문
업무 및 목적 이해	현재 수행하는 업무와 달성하려는 목표는 무엇입니까?
문제 탐색	가장 어려움을 겪는 부분은 무엇입니까?
실제 경험 파악	최근 경험한 구체적인 사례가 있습니까?
기존 해결 방식	현재 문제를 어떻게 해결하고 있습니까?
미충족 부분	기존 방법으로 해결하지 못하는 부분은 무엇입니까?
제약 파악	해결을 어렵게 만드는 조건은 무엇입니까?
기대 상태	해결된다면 어떤 상태를 기대하십니까?
잠재적 가치	해결될 경우 어떤 변화가 발생할 것으로 생각하십니까?
추가 수요	기술이나 업무 방식 때문에 시도하지 못한 일이 있습니까?

도표 5-17. 미충족 수요 발굴 표준 인터뷰 질문

인터뷰는 개방형 질문에서 시작하고 최근 실제 행동과 구체적 사례를 확인한다. 녹음이나 전사는 동의를 확보한 범위에서만 수행한다. 진술 원문과 분석자의 해석을 분리하고, 서로 상충하는 의견도 남긴다. 핵심 산출물은 수요자 및 이해관계자 조사 보고서이다.

5.5.4. 현재 상태와 기대 상태 분석

현재 상태(As-Is)와 기대 상태(Desired State)를 같은 측정 범위와 단위로 표현한다. 현재 상태는 실측값, 진술값, 추정값을 구분한다. 기대 상태는 수요자의 목적과 허용 조건을 반영한 목표 가설이며 구현 가능한 기술 성능으로 확정하지 않는다.



도표 5-18. 현재 상태와 기대 상태의 미충족 격차 분석 구조

증가할수록 좋은 지표의 격차는 G = T − B, 감소할수록 좋은 지표는 G = B − T 로 표현한다. B 는 기준선, T 는 기대 수준이다. 정량화가 어려운 수요는 정성적 차이와 관찰 가능한 판단 기준을 기술한다.

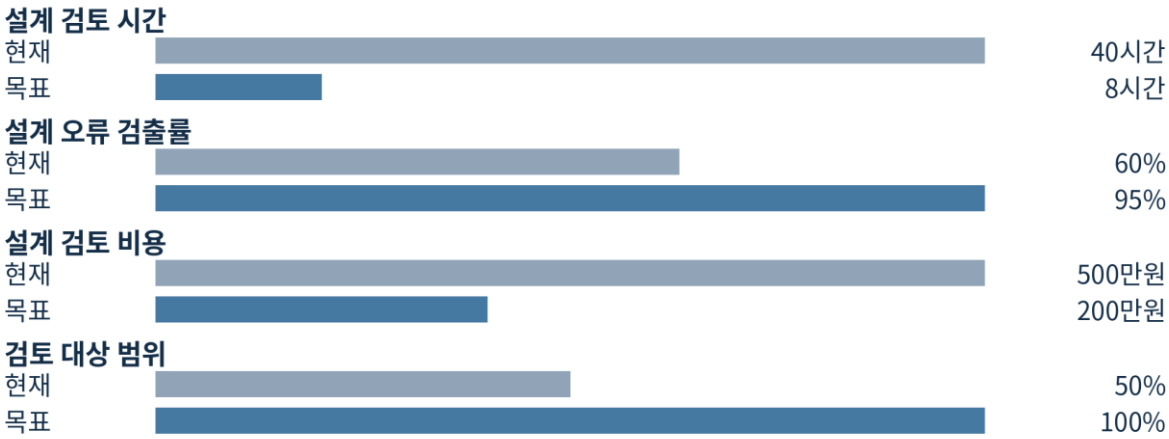


도표 5-19. 건축설계 품질검토의 미충족 격차 분석 예시

예시에서 검토 시간 격차는 32 시간, 검출률 격차는 35%p, 비용 격차는 300 만원, 범위 격차는 50%p 이다. 수치는 실제 성과가 아닌 설명용 가정이며 막대는 각 지표의 최댓값을 기준으로 표현한다. 핵심 산출물은 미충족 격차 분석서이다.

5.5.5. 잠재적 미충족 수요 탐색

명시적 요구만으로는 수요자가 익숙해져 인식하지 못하는 제약이나 기존 기술로는 시도할 수 없었던 활동을 발견하기 어렵다. 관찰된 우회 행동과 반복적 실패, 연구 공백, 기술 변화 등을 결합하여 잠재 수요 가설을 생성한다.



도표 5-20. Human-AI 기반 잠재적 미충족 수요 탐색 구조

탐색 방법	활용 목적
행동 기반 탐색	우회 작업 및 반복 문제에서 필요 발견
제약 기반 탐색	시간·비용·전문성 부족으로 포기한 활동 탐색
연구 공백 분석	해결되지 않은 과학적·기술적 문제 탐색
기술 발전 분석	새롭게 충족 가능해진 기존 수요 탐색
미래 환경 분석	산업·인구·사회 변화에 따른 가설 생성
산업 간 비교	타 산업의 유사 문제 및 해결 경험 활용

도표 5-21. 잠재적 미충족 수요의 주요 탐색 방법

선도 사용자 연구[25]는 변화하는 환경에서 먼저 강한 필요를 경험하는 사용자를 조사하는 접근의 근거가 된다. 이러한 사용자의 의견은 미래 수요에 대한 가설이며 전체 시장의 대표성을 보장하지 않는다. AI 가 도출한 가설은 증거와 함께 저장하고 실제 수요자의 필요인지 확인할 질문을 작성한다. 핵심 산출물은 잠재 수요 후보 목록이다.

5.5.6. 수요 후보 구조화 및 분류

조사 과정에서 수집한 후보는 표현이 다르거나 서로 중첩될 수 있다. 수요자, 목적, 현재 상태, 기대 상태를 기준으로 정규화하고 유사 수요의 통합 여부를 판단한다. 복합 수요는 독립적으로 검증할 수 있는 단위로 분해하며 상위·하위·연관 관계를 보존한다.



도표 5-22. 미충족 수요 후보의 구조화 및 분류 절차

중복 통합은 원래 후보의 식별자와 증거를 삭제하지 않고 대표 수요와 연결한다. 동일한 표현이라도 적용 환경이나 기대 성과가 다르면 별도 후보로 유지한다. 핵심 산출물은 미충족 수요 후보 카탈로그이다.

5.5.7. 미충족 수요 정의 및 등록

수요 정의서는 해결 방안을 사전에 확정하지 않고 목적과 미충족 격차를 중심으로 작성한다. 관찰된 기존 방식의 한계를 서술하되 검증되지 않은 인과관계는 가설로 표시한다.

항목	작성 양식
수요자 및 환경	[수요자]는 [업무 또는 산업 환경]에서 [달성 목적]을 추구한다.
현재 상태 및 격차	현재 [기존 해결 방식의 관찰된 한계]와 관련하여 [현재 상태와 기대 상태의 격차]를 경험한다.
필요 및 가치	따라서 [충족되어야 할 구체적인 필요]가 있으며, 해결 시 [기대 경제적·사회적 가치]를 창출할 가능성이 있다.

도표 5-23. 미충족 수요의 표준 정의 형식

정의 항목	주요 내용
Need ID	고유 식별자
수요 명칭	필요를 간결하게 표현
수요자	실제 수요 보유 개인 또는 조직
적용 환경	산업·업무·기술·서비스 환경
달성 목적	수요자의 궁극적 목표
현재 상태	기존 해결 방안과 현재 성과
기대 상태	요구하는 기대 수준
미충족 격차	현재와 기대의 차이
주요 문제	관찰된 문제 및 손실
기존 해결 방안	현재 활용하는 기술·제품·서비스·업무
잠재적 가치	기대 경제적·사회적 가치
기초 증거	인터뷰·문헌·데이터·관찰 기록
불확실성	미확인 주장 및 가설
후속 검증 요구사항	실재성·중요성·격차 등의 검증 대상

도표 5-24. 미충족 수요 정의서의 표준 구성

정의서를 검토한 책임자는 증거 참조, 불확실성, 검증 질문 및 담당자를 확인한 후 등록한다. 등록은 검증 완료가 아니라 후보의 관리 시작을 의미한다.

5.6. 미충족 수요 발굴 방법 및 분석 기법

조사 방법은 수요자의 경험을 이해하는 정성적 접근과 실제 성과를 측정하는 정량적 접근을 결합한다. AI 는 양쪽 접근의 자료 탐색과 분석을 지원하는 수단이다. 조사자는 분석 목적에 적합한 기법을 선택하고 결과의 한계를 기록한다.

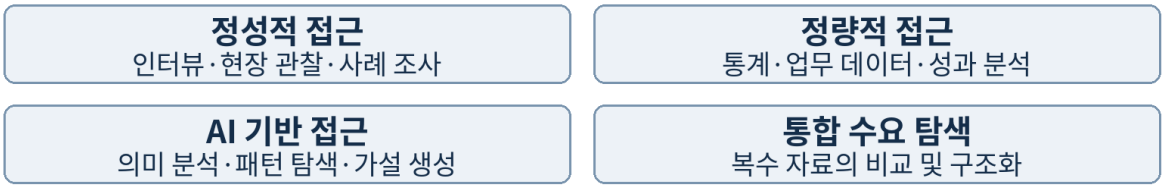


도표 5-25. 미충족 수요 발굴의 3 대 방법론적 접근

발굴 기법	주요 적용 목적
Needs Assessment	현재 상태와 기대 상태의 차이 탐색
Jobs to Be Done	수요자가 실제 달성하려는 목적 파악
In-depth Interview	구체적 경험과 어려움 탐색
Contextual Inquiry	실제 업무 환경에서 행동과 제약 관찰
Journey Mapping	업무·서비스 이용 과정의 문제 발견
Process Mapping	업무 흐름·정보 및 시스템 단절 탐색
Process Mining	실행 로그에서 반복·지연·병목 탐색
Literature Review	과학적·기술적 미해결 영역 탐색
Technology Gap Analysis	기존 기술의 미충족 영역 식별
Patent Landscape Analysis	기술 동향 및 연구 기회 탐색
PESTEL Analysis	외부 환경 변화에 따른 수요 가설 발굴
Semantic Analysis	문서·인터뷰의 의미적 패턴 탐색

도표 5-26. 미충족 수요 발굴의 주요 조사 및 분석 기법

발굴 상황	권장 기법
수요자의 실제 경험	심층 인터뷰·현장 관찰
업무상의 반복적 제약	Process Mapping·Process Mining
표현하지 못한 필요	Jobs to Be Done·Contextual Inquiry
과학적·기술적 문제	문헌 조사·기술 공백 분석
미래 산업 및 사회적 필요	PESTEL·시나리오 분석
대규모 비정형 정보	AI 기반 의미 분석·주제 분류

도표 5-27. 미충족 수요 발굴 상황별 권장 분석 기법

정성적 조사에서는 사례의 맥락과 차이를 보존하고, 정량적 조사에서는 측정 단위·기간·누락 자료를 확인한다. 프로세스 마이닝은 이벤트 로그를 이용한 업무 흐름 분석의 참고 기법이다[24]. 실행 로그의 이벤트 수가 실제 업무의 발생 빈도와 일치하는지도 검토한다. 문헌이나 특허의 부재는 곧바로 기술의 부재를 뜻하지 않으므로 검색 범위와 검색식을 함께 기록한다.



도표 5-28. AI 기반 비정형 정보 분석 및 수요 발굴 과정

AI 가 생성한 요약과 분류는 원문과 대조한다. 의미적 유사성이 높아도 동일한 수요라고 단정하지 않는다. 본 단계에서는 탐색적 분석에 집중하며 표본의 대표성 및 시장 규모의 본격적인 검증은 제 6 장에서 수행한다.

5.7. 미충족 수요 예비 평가 모델

예비 평가는 발굴한 후보의 검증 우선순위를 정하기 위한 의사결정 보조 수단이다. 점수는 수요의 실재성이나 기술적 성공 확률을 의미하지 않는다. 평가자는 항목마다 근거와 불확실성을 기록하고 서로 다른 평가자의 의견이 있는 경우 판단 근거를 보존한다.

평가 영역	주요 평가 내용	가중치
수요 명확성	수요자·문제·기대 상태의 구체성	15%
문제 중요성	심각성·시급성·영향도	25%
미충족 정도	기존 해결 방안의 충족 수준과 격차	20%
잠재적 가치	경제적·사회적 가치 가능성	20%
기초 증거 수준	관찰·문헌·인터뷰·데이터 확보	10%
후속 검증 가능성	수요자 접근 및 추가 증거 확보	10%
합계		100%

도표 5-29. 미충족 수요 예비 평가 기준 및 가중치

예비 평가 점수 $S = \Sigma(w_i \times s_i / 5)$. w_i 는 100 점 기준 가중치이며 s_i 는 1~5 점이다. 1 점은 매우 낮음, 3 점은 중간, 5 점은 매우 높음을 뜻한다. 평가할 증거가 없는 항목은 미평가로 두고 전체 점수 산정을 유보한다. 평가 기준은 과제별로 사전에 구체화한다.

평가 항목	가중치	점수	환산 점수	근거·보완 사항
수요 명확성	15%	4	12	수요자 및 업무 범위 가설
문제 중요성	25%	5	25	영향도 확인 필요
미충족 정도	20%	4	16	기준선 추가 조사
잠재적 가치	20%	4	16	편익 가설 검토
기초 증거 수준	10%	3	6	원자료 확보 필요
후속 검증 가능성	10%	3	6	협력 기관 확인
합계	100%		81	우선 검증 후보(가상)

도표 5-30. 미충족 수요 예비 평가표 예시

위 평가표는 설명용 가상 수치이며 실제 조사 성과가 아니다. 평가 대상 Need ID: _____ / 평가자: _____ / 평가일: _____ / 별도 전문가 심의 필요 여부: _____. Word 표에서 점수 및 근거를 직접 수정하여 활용할 수 있다.

평가 결과	판정	후속 조치
80 점 이상	우선 검증 후보	검증 우선 착수
65 점 이상~80 점 미만	일반 검증 후보	자원과 일정에 따라 추진
50 점 이상~65 점 미만	추가 조사 대상	증거 및 수요 정의 보완
50 점 미만	보류 및 재검토	환경 변화 및 추가 수요 탐색
미평가 항목 존재	판단 유보	정보 및 증거 추가 확보

도표 5-31. 미충족 수요 예비 평가 및 후속 조치 기준

생명·건강·안전 등 중대한 수요는 점수와 별도로 전문가 심의를 실시한다. 낮은 시장성 또는 제한된 증거만으로 시급한 수요를 배제하지 않는다. 가중치와 판정 범위는 크림슨앰버의 초기 방법론 제안이며 실증된 산업 표준이 아니다.

5.8. 미충족 수요 카탈로그 및 데이터 관리

미충족 수요 카탈로그(Unmet Needs Catalog)는 발굴한 수요를 고유 식별자, 표준 정의, 분류, 기초 증거, 평가 결과 및 검증 상태와 함께 관리하는 데이터 체계이다. 보고서의 문장을 검색하는 방식에서 벗어나 개별 수요를 후속 원인·설계·실증·가치 데이터와 연결할 수 있도록 한다.



도표 5-32. 미충족 수요 카탈로그의 기본 관리 구조

데이터 항목	영문 필드	주요 내용
수요 ID	Need ID	변경되지 않는 고유 식별자
수요 명칭	Need Name	수요 명칭
수요 정의	Need Statement	표준 형식의 정의
수요자	Demand Owner	수요를 보유한 개인·조직
수혜자	Beneficiaries	문제 해결로 가치를 얻는 대상
산업 분류	Industry	적용 대상 산업
수요 유형	Need Type	5 대 유형
혁신 영역	Innovation Domain	업무·기술·제품·서비스·사업 모델
현재 상태	Current State	현재 업무·기술·성과
기대 상태	Desired State	목표 및 성과 수준
미충족 격차	Unmet Gap	현재와 기대의 차이
발굴 채널	Discovery Channel	수요 확보 경로
잠재적 가치	Potential Value	경제적·사회적 가치 가설
기초 증거	Evidence IDs	관련 자료 참조
예비 평가	Preliminary Assessment	예비 평가 결과
검증 요구사항	Validation Requirements	후속 검증 대상
검증 상태	Validation Status	현재 상태
관련 수요	Related Need IDs	유사·상위·하위 관계
관리 책임자	Need Owner	기록 및 갱신 책임
버전	Version	변경 및 갱신 이력

도표 5-33. 미충족 수요 카탈로그의 표준 데이터 구조

수요자와 기록 관리 책임자는 구분한다. 하나의 증거가 복수 수요에 연결될 수 있으므로 다대다 관계를 지원하며 증거 자체를 복제하기보다 참조 식별자를 활용한다. 정의가 변경될 때에는 이전 버전과 변경 사유를 보존한다.



도표 5-34. 미충족 수요 발굴 및 등록 상태 관리

예외 상태는 On Hold(보류), Merged(통합), Rejected(제외)로 관리한다. 통합된 후보는 대표 Need ID 를 참조하며 원래 증거를 보존한다. 등록과 검증 착수 승인은 별개의 상태이다.

관리 항목	주요 내용
Evidence ID	증거 고유 식별자
Need ID	관련 미충족 수요
Evidence Type	인터뷰·문헌·관찰·업무 데이터
Source	출처 및 원본 참조
Collection Date	수집 일자
Collection Method	수집 및 조사 방법
Evidence Content	수요 발굴 주요 근거
Evidence Direction	가설 지지·반박·중립
Reliability	출처 및 품질 예비 평가
Access Control	동의·기밀·접근 권한

도표 5-35. 미충족 수요 발굴의 기초 증거 관리 구조

수요 ID	수요 명칭	산업	혁신 영역	상태
NEED-0001	설계 오류 조기 검출	건설	업무·기술	검증 대기
NEED-0002	췌장암 조기 진단	보건의료	기술·제품	추가 조사
NEED-0003	기능성 단백질 개발 효율	보건의료·바이오	기술·업무	검증 대기
NEED-0004	초기 경력 성장 기회	교육	서비스·업무	추가 조사
NEED-0005	설비 이상 징후 조기 발견	제조	기술·업무	검증 대기

도표 5-36. 미충족 수요 카탈로그 등록 예시

위 등록 상태는 가상 사례이다. 공개 가능한 카탈로그와 원본 증거 저장소의 접근 권한을 분리하고 민감한 자료를 공개용 요약에 포함하지 않는다.

5.9. Human-AI Work Redesign 기반 실행 체계

수요 발굴의 기존 업무는 사람이 자료 수집, 인터뷰, 분석, 문서 작성 및 등록을 직접 수행하는 방식이다. 제 4 장의 업무 재설계 원칙을 적용하면 AI Agent 가 반복적 탐색과 자료 구조화를 지원하고 사람은 조사 범위 설정, 현장 관계 형성, 전문적 판단과 최종 승인에 집중할 수 있다.



도표 5-37. Human-AI Work Redesign 기반 미충족 수요 발굴 업무

실행 업무	사람의 역할	AI Agent 의 역할
범위 설정	산업·목표·범위 승인	발굴 계획 초안
환경 및 시스템 조사	현장 맥락 판단	문헌·기술·시장 탐색
수요자 조사	인터뷰·관찰·관계 형성	질문·전사·응답 분석
격차 분석	기대 수준의 의미 판단	자료 구조화·정량 분석
잠재 수요 탐색	통찰·가설 검토	패턴 탐색·가설 생성
후보 분류	경계 및 분류 승인	중복 탐색·태깅
예비 평가	중요성·가치·우선순위 결정	근거 정리·점수 산정
정의 및 등록	최종 정의·등록 승인	정의서 생성·증거 연결
후속 단계 연계	검증 착수 결정	검증 요구사항 정리

도표 5-38. 미충족 수요 발굴의 사람과 AI Agent 역할 분담



도표 5-39. 미충족 수요 발굴 Human-Agent Workflow 의 실행 구조

Workflow Specification 에는 입력 데이터, 수행 주체, 검토 조건, 보완 및 재실행 경로, 등록 권한을 명시한다. AI Agent 는 검토 결과가 보완인 경우에만 재탐색하고 승인된 경우에만 등록한다. AI 가 제안한 수요를 독립적으로 검증 완료 처리하지 않는다.

5.10. Craftem Unmet Needs Discovery Agent

Craftem Unmet Needs Discovery Agent 는 개인과 조직 및 산업현장의 미충족 수요를 발굴하기 위해 관련 정보 탐색, 수요자 조사 지원, 현행 시스템 분석, 미충족 격차 분석, 잠재 수요 가설 생성, 수요 구조화 및 카탈로그 등록 업무를 수행하거나 지원하는 Craftem AI Agent 이다. 다음 구성은 제품 개발을 위한 기획이며 구현 완료 기능을 의미하지 않는다.



도표 5-40. Craftem Unmet Needs Discovery Agent 기능 구조

리소스 유형	주요 구성
Model Resource	추론·문헌 분석·텍스트 분석·멀티모달 모델
Data Resource	산업정보·논문·특허·인터뷰·업무 및 운영 데이터
Tool Resource	검색·문헌 검색·분석·전사·설문·시각화 도구
Skill Resource	수요자 조사·환경 분석·격차 분석·잠재 수요 탐색·수요 정의
Workflow Resource	수요 발굴 표준 Human-Agent Workflow

도표 5-41. 미충족 수요 발굴 Agent 의 Craftem Resource 구성

Agent Template	주요 기능
Discovery Planning	발굴 목표·범위·조사 계획 수립
Environment & System Analysis	산업환경 및 현행 시스템 조사
Stakeholder Discovery	이해관계자 조사 지원
Needs Gap Analysis	현재와 기대 상태의 격차 분석
Latent Needs Discovery	잠재 수요 및 가설 탐색
Needs Classification	구조화·분류·중복 식별
Preliminary Needs Assessment	예비 평가 및 우선순위 분석
Needs Specification	미충족 수요 정의서 작성
Integrated Needs Discovery	전체 발굴 업무의 통합 실행

도표 5-42. Craftem 미충족 수요 발굴 Agent Template 구성

위험 요인	통제 방안
존재하지 않는 수요 생성	수요 후보와 AI 가설 구분
허위 문헌 및 시장정보	원문·원본 자료·출처 확인
특정 기술 편향	기술 중립적 정의 적용
조사 표본 편향	조사 범위 및 누락된 이해관계자 기록
인터뷰 내용 왜곡	원문 보존 및 사람의 요약 검토
부적절한 수요 통합	수요자·환경·기대 상태 비교 후 승인
개인정보 및 기밀 유출	접근 권한·외부 전송·이용 범위 관리
수요 과대평가	기초 증거와 추정 가치 구분

도표 5-43. 미충족 수요 발굴 AI Agent 의 실행 통제 체계

Agent Template 은 독립 실행이 가능하도록 기획하되 공통 Need ID 와 Evidence ID 를 이용해 결과를 연결한다. 모델과 검색 도구의 버전, 실행 시점, 출처 및 사람의 승인 이력을 남긴다. 자동으로 확보할 수 없는 자료는 필요한 담당자에게 조사 업무로 이관한다.

5.11. SyenaHub 기반 공동 수요 발굴

복합적인 산업 수요는 현장 지식, 과학적 이해, 기술적 제약 및 경제·사회적 조건을 함께 고려해야 한다. SyenaHub Unmet Needs Discovery Program 은 수요기업, 대학, 연구기관 및 기술기업이 서로의 전문성을 결합하여 수요를 탐색하고 후속 공동 검증 후보를 정의하는 협력 프로그램으로 제안한다.



도표 5-44. SyenaHub 기반 공동 미충족 수요 발굴 체계

참여 주체	주요 역할
개인 및 수요기업	실제 문제·필요·현장 경험 제시
산업 전문가	산업별 수요 탐색 및 검토
대학 및 연구기관	과학적·기술적 연구 공백 탐색
임상의 및 전문 연구자	의료현장 등 전문 영역의 수요 발굴
수리과학자·데이터 과학자	데이터 및 수리적 관점의 문제 탐색
AI·기술기업	기술 동향 및 활용 가능성 탐색
교육·컨설팅 파트너	수요자 조사 및 워크숍
사업개발 전문가	잠재 시장 및 가치 기회 탐색
크림슨앰버	방법론·실행 플랫폼·프로젝트 관리 지원

도표 5-45. SyenaHub 공동 수요 발굴 참여 주체 및 역할

프로그램	운영 방식
상시 수요 제안	개인·기업·연구기관의 후보 접수
산업현장 공동 조사	수요기업과 전문가의 현장 조사
AI 혁신 수요 발굴 워크숍	문제 정의 및 수요 구조화
산학연 연구 수요 발굴	과학적·기술적 미해결 문제 공동 탐색
산업별 미충족 수요 조사	업무·기술·서비스 수요 탐색
미래 혁신 수요 탐색	기술·시장·사회 변화에 따른 가설 발굴
공동 수요 검토	정의·증거·검증 필요성 심의

도표 5-46. SyenaHub 공동 미충족 수요 발굴 프로그램 구성

공동 조사 착수 전 참여자의 정보 접근 범위, 기밀 유지 및 결과 공유 조건을 합의한다. 공개·제한 공유·비공개 수요를 구분하고 수요 제안이 연구성과나 지식재산권의 자동 이전을 의미하지 않도록 한다. 공동 검토 결과에는 합의 사항과 이견을 함께 기록한다.

5.12. 산업별 적용 예시

본 절은 SyenaHub 의 7 대 산업을 기준으로 방법론의 적용 가능성을 설명한다. 사례는 실제 검증 완료 또는 상용 운영 사례가 아닌 발굴 시나리오이다. 산업별 규제, 접근 권한, 증거 수집 조건에 따라 조사 방법을 조정한다.

산업	발굴 대상	발굴 채널	수요 후보
건설	설계·시공·품질·안전	설계사무소·BIM·현장	설계 오류 조기 검출
보건의료	진단·치료·연구개발	임상의·환자·연구자료	췌장암 조기 진단
금융	분석·심사·위험관리	전문가·업무 데이터	비정형 금융정보 분석
제조	생산·설비·품질	생산현장·설비 로그	설비 이상 조기 발견
유통	예측·재고·공급망	판매·재고·고객 데이터	재고 손실 감소
콘텐츠	창작·제작·사업화	창작자·제작 기록	제작 역량 및 효율 향상
교육	학습·취업·경력	대학·기업·학습자	초기 경력 성장 기회

도표 5-47. 7 대 산업별 미충족 수요 발굴 적용 모델

건축설계 분야 심층 적용 예시

건축설계 품질검토의 발굴 대상은 설계 과정에서 오류를 조기에 발견하고 검토 업무의 품질과 효율을 높일 필요이다. 설계사무소와 전문가의 업무를 관찰하고 검토 기준, IFC 데이터 및 기존 도구의 활용 조건을 확인한다. 검토 시간과 오류 발생률은 프로젝트 규모 및 난이도와 함께 기록한다.



도표 5-48. 건축설계 품질검토 미충족 수요 발굴 시나리오

정의 항목	작성 예시
수요 ID	NEED-AEC-0001
수요 명칭	정확하고 효율적인 설계 오류 조기 검출
수요자	건축설계사무소 및 설계 전문가
적용 환경	BIM 기반 건축설계 품질검토
현재 상태 가설	제한된 검토 시간과 전문 인력의 수작업 검토
기대 상태	설계 오류의 조기 발견 및 검토 효율 향상
미충족 격차	검토 시간·정확성·검토 범위의 부족
잠재적 경제 가치	재작업 비용 감소 및 설계 생산성 향상
잠재적 사회 가치	설계 품질 및 건축 안전 향상
후속 검증 항목	실제 오류 발생·검토 비용·중요성·기존 방식의 한계

도표 5-49. 건축설계 품질검토 미충족 수요 정의서 예시

후속 검증에서는 실제 설계 프로젝트의 오류 유형과 발생 시점, 기존 검토 방식의 성과를 비교한다. 본 단계에서는 AI 기반 검토 시스템을 최종 대안으로 확정하지 않는다.

보건의료 분야 심층 적용 예시

역중개의학 관점에서는 임상의가 관찰한 의료현장의 필요를 연구 문제 후보로 연결한다. 췌장암 조기 진단의 경우 목표 환자군, 검사 이용 환경, 기존 진단 방식 및 환자 부담을 먼저 구분한다. 임상적 필요와 특정 분자 검출 기술의 연구 가능성은 서로 다른 검증 대상이다.



도표 5-50. 역중개의학 관점의 보건의료 미충족 수요 발굴 구조

구분	주요 탐색 내용
의료적 미충족 수요	정확하고 신뢰성 높은 조기 진단
과학적 문제 후보	초기 질병의 분자적 특성에 관한 지식 공백
기술적 문제 후보	적합한 진단 표적과 검출 기술의 제약
후속 연구 방향 후보	발암 인자 및 발생 기전 연구
후속 연구 방향 후보	조기 진단 분자 표적 발굴 및 검증
후속 기술개발 방향 후보	표적 결합 단백질 및 진단 기술 연구개발

도표 5-51. 보건의료 미충족 수요와 후속 연구개발 후보의 연계

발암 기전과 진단 기술의 제약을 구분한다. 발생 기전의 완전한 규명이 모든 진단 표적 발굴의 필수 선행조건은 아니다. 특정 표적 및 결합 단백질 설계 방법은 이 단계에서 선정하지 않는다. 환자 정보 수집과 연구 활동은 해당 연구의 승인 및 윤리적 요구사항을 충족하는 범위에서 수행한다.

교육 분야 심층 적용 예시

AI 시대 초기 경력 성장 경로와 관련한 수요는 학습자의 실무 경험, 기업의 인재 확보, 대학의 교육과 산업 연계, 멘토의 전문지식 전수라는 복수 관점에서 탐색한다. 교육 참여자의 기대와 실제 취업 및 성장 경험을 구분하고 기업이 요구하는 역량과 교육 기회의 차이를 조사한다.



도표 5-52. 초기 경력 성장 관련 미충족 수요의 공동 발굴 구조

SyenaHub Cura 의 Career, Venture, Mentoring 은 후속 해결 방안의 후보로 연계할 수 있다. 프로그램 참여가 필요의 실재성을 자동으로 입증하지는 않으며 비참여자와 기존 교육 대안도 조사한다.

5.13. 표준 실행 일정 및 조직 구성

초기 탐색 프로젝트는 4 주 단위로 계획할 수 있다. 현장 접근, 자료 확보와 조사 참여 동의가 전제이며 과제의 위험도와 복잡성에 따라 기간과 규모를 조정한다. 아래 일정은 완료 보장이나 산업 평균이 아닌 기획 기준이다.

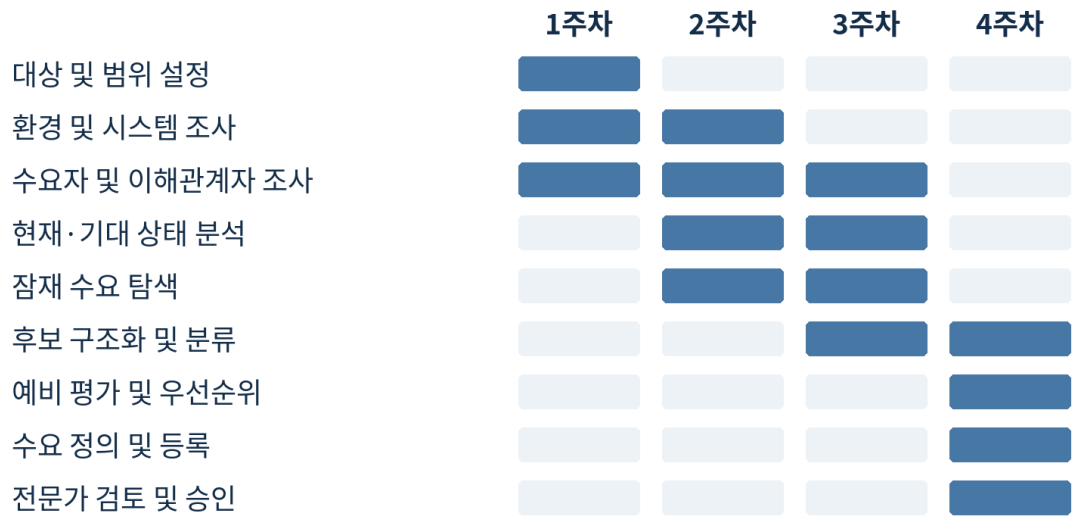


도표 5-53. 미충족 수요 발굴의 표준 4 주 실행 일정

실행 활동	권고 규모
대상 산업	1 개
대상 조직 또는 기관	2~5 개
수요자 심층 인터뷰	10~20 명
산업·기술 전문가 인터뷰	3~5 명
현장 조사	2~5 회
공동 발굴 워크숍	1~2 회
초기 미충족 수요 후보	10~30 건
우선 검증 대상 후보	3~5 건

도표 5-54. 미충족 수요 발굴의 초기 실행 권고 규모

표본 규모는 탐색을 위한 권고이며 통계적 대표성을 보장하지 않는다. 후보 수 목표를 맞추기 위해 근거가 부족한 수요를 인위적으로 늘리지 않는다.



도표 5-55. 미충족 수요 발굴 프로젝트의 실행 조직 구성

역할	주요 책임
프로젝트 책임자	발굴 목표 및 운영 총괄
산업 전문가	산업 맥락과 전문 문제 탐색
수요 조사 담당자	인터뷰·현장 조사·수요자 협의
데이터 분석 담당자	기초 데이터 및 격차 분석
AI Agent 운영 담당자	AI 기반 조사·결과 검토
혁신 아키텍트	수요 구조화·정의·혁신 영역 분석
사업개발 전문가	잠재 가치 및 시장 가설 검토
독립 검토자	수요 정의 및 기초 증거의 객관성 검토

도표 5-56. 미충족 수요 발굴 실행 조직의 역할 및 책임

소규모 프로젝트에서는 한 사람이 복수 역할을 맡을 수 있다. 다만 이해관계가 있는 발굴 담당자와 최종 검토자의 역할은 가능한 범위에서 분리한다.

5.14. 표준 산출물 및 문서 체계

표준 산출물은 프로젝트의 규모에 따라 독립 문서 또는 통합 보고서로 관리한다. 각 산출물의 작성 책임자, 검토자, 버전 및 원자료 참조를 지정한다. 핵심 산출물인 수요 정의서와 카탈로그는 후속 검증 업무에서 재사용할 수 있는 구조로 보존한다.

산출물	영문 명칭	주요 내용
미충족 수요 발굴 계획서	Discovery Plan	목표·범위·방법·자원
환경 및 현행 시스템 조사서	Environment & As-Is Analysis	산업·기술·업무·환경
이해관계자 조사 보고서	Stakeholder Investigation Report	인터뷰·현장 조사
미충족 격차 분석서	Needs Gap Analysis Report	현재·기대 상태 및 격차
잠재 수요 후보 목록	Latent Needs Candidate List	잠재 수요 가설
미충족 수요 예비 평가표	Preliminary Assessment Scorecard	점수·우선순위
미충족 수요 정의서	Unmet Needs Specification	수요별 표준 정의
기초 증거 저장소	Discovery Evidence Repository	원본·출처·검토 기록
미충족 수요 카탈로그	Unmet Needs Catalog	후보 통합 관리
미충족 수요 발굴 보고서	Unmet Needs Discovery Report	종합 결과 및 권고

도표 5-57. 미충족 수요 발굴 단계의 표준 산출물

보고서 목차	주요 내용
1. Executive Summary	발굴 결과 및 후속 검증 권고
2. 발굴 목적 및 범위	대상 산업·조직·업무·기술
3. 발굴 방법 및 조사 계획	채널·방법·참여자
4. 환경 및 현행 시스템 조사	산업·기술 환경 및 기존 방식
5. 수요자 및 이해관계자 조사	경험·문제·기대 성과
6. 미충족 격차 분석	현재와 기대 상태의 차이
7. 잠재적 미충족 수요	수요 가설 및 근거
8. 수요 후보 분류 및 정의	유형 및 혁신 영역
9. 예비 평가 및 우선순위	검증 후보 및 선정 근거
10. 한계 및 불확실성	미확인 사항·추가 조사 대상
11. 후속 검증 요구사항	검증 수요 및 핵심 가설
부록	카탈로그·기초 증거

도표 5-58. 미충족 수요 발굴 보고서의 표준 목차



도표 5-59. 미충족 수요 발굴 산출물의 데이터 추적 구조

개별 문서는 수요 식별자를 공통으로 사용하고 증거의 중복 저장을 피한다. 이관 시 원자료의 접근 가능 여부와 이용 조건을 확인하고 후속 단계에서 검증할 질문을 명확히 기록한다.

5.15. 단계 완료 기준 및 후속 단계 진입 조건

발굴 단계의 완료는 일정 종료나 후보 수 달성을 뜻하지 않는다. 수요 후보가 구체적으로 정의되고 기초 증거와 불확실성 및 검증 요구사항이 확보되어야 한다. 다음 체크리스트는 담당자가 직접 상태와 근거를 기록할 수 있는 실무 양식이다.

번호	완료 기준	상태	근거·비고
1	발굴 목적·대상·범위 확정	☐	
2	대상 산업 및 현행 시스템 기초 조사 수행	☐	
3	주요 수요자 및 이해관계자 식별	☐	
4	실제 경험과 문제의 조사 자료 확보	☐	
5	현재 상태와 기대 상태의 격차 정의	☐	
6	명시적 수요와 잠재 수요 구분	☐	
7	수요 후보·AI 가설·확인 사실 구분	☐	
8	후보 분류 및 중복 검토 완료	☐	
9	후보별 기초 증거 및 출처 연결	☐	
10	미충족 수요 정의서 작성	☐	
11	예비 평가 및 검증 우선순위 설정	☐	
12	후속 검증 요구사항 및 불확실성 기록	☐	
13	개인정보·연구정보·기업 기밀 관리 검토	☐	
14	카탈로그 등록 및 책임자 검토 완료	☐	

도표 5-60. 미충족 수요 발굴 완료 기준

검토자: _____ / 검토일: _____ / 미완료 항목 보완 기한: _____. 체크리스트 충족은 후속 검증 착수 심의의 입력이며 수요 자체의 검증 완료를 의미하지 않는다.

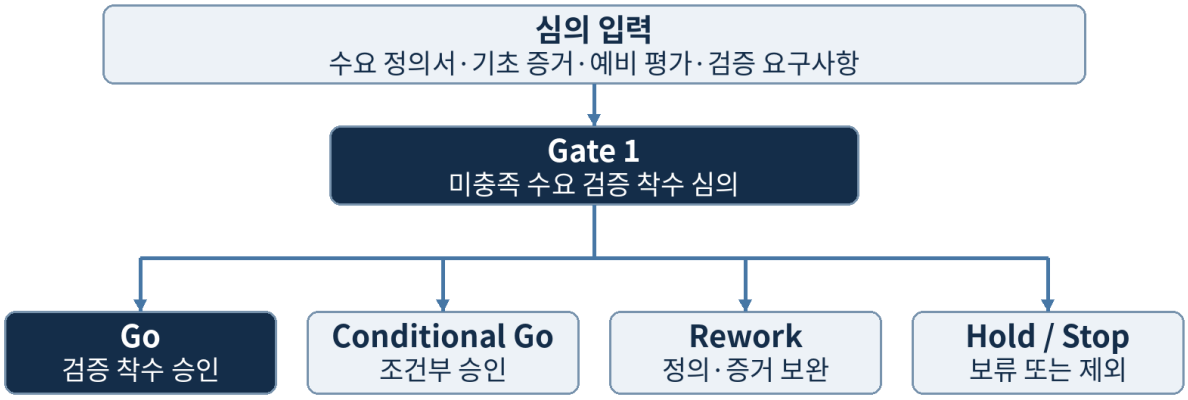


도표 5-61. 미충족 수요 발굴 단계의 의사결정 관문

판정	주요 조건	후속 조치
Go	정의 명확·검증에 필요한 기초 증거 확보	제 6 장 검증 착수
Conditional Go	유망 후보이나 비핵심 정보 보완 필요	보완 조건을 명시해 착수
Rework	수요자·문제·격차·증거 불명확	추가 조사 및 재정의
Hold	자원 또는 정보 접근 조건 부족	보류 및 지속 관찰
Stop	발굴 범위 부적합 또는 중복 통합 적절	제외 또는 관련 수요 이관

도표 5-62. 미충족 수요 검증 단계 진입 판정 기준

조건부 승인에는 보완 항목, 책임자, 기한 및 재검토 기준을 명시한다. 안전·윤리·법적 필수 조건은 임의로 유예하지 않는다. 심의 결과와 반대 의견을 기록하고 승인된 후보만 검증 착수 상태로 변경한다.



도표 5-63. 미충족 수요 발굴의 입력·실행·출력 및 후속 단계 연계 구조

미충족 수요 발굴의 본질은 인간과 조직 및 산업현장이 기존 방식으로 충족하지 못하는 필요를 발견하고, 인간의 전문적 통찰과 AI 의 탐색 및 분석 역량을 결합하여 구체적이고 검증 가능한 혁신 과제 후보로 발전시키는 데 있다. 제 6 장에서는 이러한 후보의 실재성, 중요성, 해결 의지 및 가치 창출 가능성을 객관적인 증거로 검증하는 실행 방법을 설명한다.

제 6 장. 미충족 수요 검증

Unmet Needs Validation

수요 주도형 AI 혁신의 제 2 단계는 발굴된 후보를 실제 증거에 비추어 검토하는 과정입니다. 제 5 장의 발굴 결과는 출발점이며, 검증의 결론을 미리 정하는 근거가 아닙니다. 본 장은 조사 설계부터 Gate 2 까지의 실행 기준을 제시합니다. 모든 사례 및 예시 수치는 별도 명시가 없는 한 설명용 가상값이며, 평가 척도와 일정은 크림슨앰버의 초기 방법론 제안입니다.

6.1. 미충족 수요 검증의 정의 및 목적

미충족 수요 검증(Unmet Needs Validation)이란 발굴된 미충족 수요 후보의 실재성, 중요성, 반복성, 미충족 정도, 확장성, 해결 의지 및 가치 창출 가능성을 정성적·정량적 조사와 객관적인 증거를 통해 검증하고, 후속 혁신 과제로 추진할 타당성과 우선순위를 판단하는 과정입니다. 검증은 해결 방안의 효과나 사업 성공을 확정하는 절차가 아닙니다.

검증 목적	주요 내용
실재성 확인	실제 문제와 구체적 수요자의 존재 확인
중요성 확인	심각성·시급성·영향도 검증
미충족 정도 확인	기존 대안으로 충족하지 못하는 수준 검증
지속성 확인	반복적·지속적 또는 구조적 수요인지 확인
확장성 확인	다른 개인·조직·산업에서의 공통성 검토
해결 의지 확인	시간·인력·예산 투입 의지 확인
가치 창출 가능성	잠재적 경제적·사회적 편익 검토
혁신 추진 판단	근본 원인 분석 착수 타당성 결정

도표 6-1. 미충족 수요 검증의 주요 목적

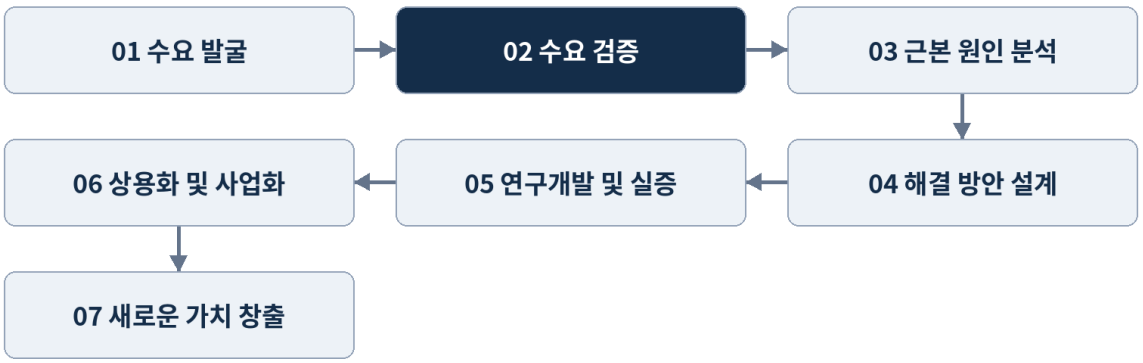


도표 6-2. 수요 주도형 AI 혁신에서 미충족 수요 검증의 위치

발굴은 무엇을 검증할지 정하고, 검증은 수요의 타당성을 판단합니다. 근본 원인 분석은 검증된 수요가 지속되는 이유를 규명하며, 해결 방안 설계와 실증은 이후 단계에서 수행합니다. 이 경계를 유지하면 특정 기술에 대한 선호가 조사 결과를 좌우하는 위험을 줄일 수 있습니다.

비교 항목	미충족 수요 발굴	미충족 수요 검증
핵심 질문	무엇이 충족되지 못하는가?	실제로 해결할 가치가 있는가?
목적	후보 탐색 및 정의	수요 타당성 확인
활동	탐색·관찰·가설 생성	조사·측정·비교·가설 검증
증거	탐색적 기초 증거	검증 가능한 객관적 증거
평가	예비 평가	종합 검증 및 평가
산출물	수요 후보	검증된 미충족 수요
의사결정	Gate 1: 검증 착수	Gate 2: 근본 원인 분석 착수

도표 6-3. 미충족 수요 발굴과 미충족 수요 검증의 비교

6.2. 기본 실행 원칙

검증자는 최초 가설에 대한 찬성 자료만 모으지 않고 반박 자료와 대안 설명을 조사합니다. 조사 목적, 대상, 지표 및 판정 기준을 사전에 정의하고 변경 내역을 남깁니다. 조사 설계와 자료 처리의 품질을 함께 관리하는 것이 중요합니다[17].

원칙	적용 기준
수요자 중심	실제 수요자와 수혜자의 경험 및 필요를 기준으로 검증
증거 중심	현장 데이터·학술적 근거 활용
기술 중립성	특정 AI 제품 도입을 전제로 하지 않음
가설 중심	검증 가능한 구체적 가설 수립
반증 가능성	지지·반박 증거를 함께 조사
다각적 검증	복수의 조사 방법과 출처 활용
정량·정성 통합	실측 결과와 수요자의 경험 함께 검토
행동 증거 우선	관심 표현과 실제 자원 투입 구분
가치 중심	해결 필요성과 잠재 편익 평가
윤리 및 책임	참여 동의·기밀 보호·독립성 확보

도표 6-4. 미충족 수요 검증의 10 대 실행 원칙

검증 편향은 표본 구성, 질문 표현, 자료 수집 및 해석 전 과정에서 발생할 수 있습니다. 조사자가 공급자의 이해관계를 가지고 있다면 이를 공개하고 독립 검토자를 배정합니다. 수요가 없는 사례도 기록하여 적용 범위를 좁히거나 가설을 수정할 수 있도록 합니다.

편향	대응 방안
확증 편향	반대 사례와 반박 증거의 별도 탐색
표본 선택 편향	다양한 집단 및 미참여 집단의 누락 기록
응답 편향	유도 질문 배제·실제 경험 확인
기술 편향	비 AI 방식 및 기존 대안 비교
생존자 편향	실패·포기·미도입 사례 포함
이해관계 편향	발굴자·검증자·승인자의 역할 구분

도표 6-5. 미충족 수요 검증의 주요 편향 및 통제 방안

6.3. 미충족 수요의 7 대 검증 영역

각 영역은 독립적으로 판단합니다. 문제 존재가 확인되었다고 해서 중요성이나 구매 수요가 자동으로 입증되지는 않습니다. 시장성은 확장성·해결 의지·잠재 가치에서 검토하며 공공 및 사회혁신은 수혜자 필요와 재원 지속성을 중심으로 평가합니다.



도표 6-6. 미충족 수요의 7 대 검증 영역

6.3.1. 실재성(Existence)

실제 문제와 구체적인 수요자가 존재하는지를 확인합니다. 인터뷰 진술은 원본 기록과 대조하며, 확인 범위를 특정 조직 또는 모집단으로 명시합니다.

검증 항목	핵심 검증 질문
문제 존재	실제 문제가 발생하는가?
수요자 존재	문제를 경험하는 구체적인 대상이 있는가?
현장 증거	사례·업무 기록·문헌이 확보되었는가?
독립적 확인	다른 출처에서도 확인되는가?
수요 정의	수요자의 목적과 일치하는가?

도표 6-7. 실재성 검증의 주요 항목

6.3.2. 중요성(Importance)

심각성, 시급성 및 영향 범위를 구분합니다. 작은 비용이라도 반복 누적될 수 있으며, 생명과 안전 관련 피해는 금액만으로 평가하지 않습니다.

검증 항목	핵심 검증 질문
심각성	어떤 손실 또는 피해가 발생하는가?
시급성	해결이 얼마나 시급한가?
영향 범위	영향받는 사람과 조직은 누구인가?
전략적 중요성	조직 목표와 관련되는가?
사회적 중요성	건강·안전·교육과 관련되는가?

도표 6-8. 중요성 검증의 주요 항목

6.3.3. 반복성(Recurrence)

발생 빈도와 지속 기간을 함께 측정합니다. 드물지만 피해가 큰 사건은 빈도가 낮다는 이유만으로 제외하지 않으며 위험도를 별도로 검토합니다.

검증 항목	핵심 검증 질문
발생 빈도	얼마나 자주 발생하는가?
지속 기간	얼마 동안 지속되었는가?
반복 조건	어떤 업무나 환경에서 반복되는가?
구조적 지속성	시스템 제약으로 지속될 가능성이 있는가?
미래 지속성	환경 변화 이후에도 수요가 존재하는가?

도표 6-9. 반복성 검증의 주요 항목

6.3.4. 미충족 정도(Unmet Gap)

현재 방식의 실제 성과와 수요자의 기대 상태를 같은 단위와 조건에서 비교합니다. 기존 대안의 존재 여부 및 이용 가능성도 함께 확인합니다.

검증 항목	핵심 검증 질문
현재 성과	현재 달성 수준은 무엇인가?
기대 성과	필요한 목표 수준은 무엇인가?
성과 격차	현재와 목표의 차이는 얼마인가?
기존 대안	충분히 해결하는 대안이 있는가?
잔여 제약	대안을 사용해도 남는 문제는 무엇인가?

도표 6-10. 미충족 정도 검증의 주요 항목

6.3.5. 확장성(Scalability)

유사한 수요를 가진 집단의 규모와 공통성을 조사합니다. 특정 기관에 한정된 수요라도 가치가 크면 독립 과제로 검토할 수 있습니다.

검증 항목	핵심 검증 질문
수요자 범위	유사 수요를 가진 대상은 얼마나 되는가?
공통성	다른 조직에서도 문제가 발생하는가?
산업 확장성	동종·인접 산업에도 존재하는가?
잠재시장	구매력·이용 가능성이 있는 집단은 어느 정도인가?
사회적 확장성	시장 거래 외 확대 가능한 편익이 있는가?

도표 6-11. 확장성 검증의 주요 항목

6.3.6. 해결 의지(Commitment)

관심 표현과 실제 행동을 구분합니다. 예산 승인, 자료 제공, 인력 참여 등 확인 가능한 행동을 기록하되 특정 제품의 구매 약정을 필수 조건으로 강제하지 않습니다.

검증 항목	핵심 검증 질문
해결 우선순위	다른 과제보다 우선하는가?
기존 해결 노력	이미 자원을 투입했는가?
협력 의지	조사·연구 협력에 참여할 수 있는가?
자원 투입 의지	시간·인력·예산을 투입할 수 있는가?
구매 및 도입 의지	해결 방안 확보 시 도입 가능성이 있는가?

도표 6-12. 해결 의지 검증의 주요 항목

6.3.7. 가치 창출 가능성(Value Potential)

현재의 손실과 수혜자 필요를 기반으로 잠재적 편익을 검토합니다. 개발 비용이나 기술 효과가 미확정이므로 실제 ROI 로 해석하지 않습니다.

검증 항목	핵심 검증 질문
경제적 손실	현재 비용과 손실은 어느 정도인가?
경제적 편익	비용·생산성 개선 가능성이 있는가?
신규 가치	새로운 제품·서비스·사업 기회가 있는가?
사회적 편익	건강·안전·교육·접근성이 개선될 가능성이 있는가?
가치의 중요성	후속 혁신을 추진할 수준인가?

도표 6-13. 가치 창출 가능성 검증의 주요 항목



도표 6-14. 미충족 수요의 7 대 검증 영역 통합 구조

6.4. 미충족 수요 검증 실행 프로세스

일곱 세부 절차는 공통 실행 순서를 제공하되 조사 상황에 따라 병렬 수행할 수 있습니다. 정성적 조사에서 발견한 예외를 정량 조사로 확인하거나 기존 대안 비교 결과에 따라 가설을 갱신합니다. 변경된 가설은 새 버전으로 관리합니다.

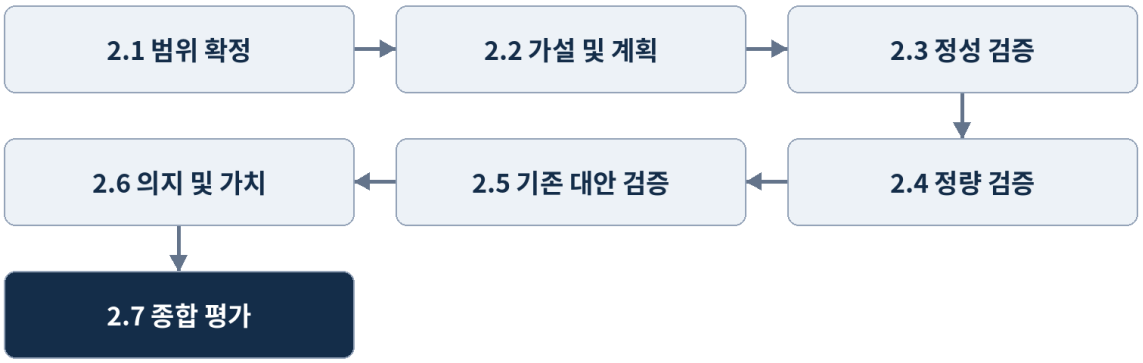


도표 6-15. 미충족 수요 검증 표준 실행 프로세스

6.4.1. 검증 대상 및 범위 확정

Gate 1 에서 승인된 수요 정의와 기초 증거를 검토합니다. 검증 단위를 개인, 기관, 프로젝트 등으로 명확히 하고 적용 산업 및 지역을 제한합니다. 예비 평가 점수는 후속 검증의 우선순위 자료이지 검증 증거가 아닙니다.

실행 항목	주요 내용
수요 후보	Need ID 및 승인된 정의 확인
발굴 결과	기초 증거와 불확실성 검토
검증 목적	검증의 필요성 정의
검증 대상	사용자·수혜자·구매자·의사결정자 구분
검증 범위	산업·지역·조직·업무·환경 설정
우선순위	발굴 단계 예비 평가와 중요성 검토
필요 자원	인력·기간·예산·자료 접근 확보
제약 조건	윤리·보안·조사 환경 검토

도표 6-16. 미충족 수요 검증 대상 및 범위 확정 항목

산출물: 미충족 수요 검증 대상 목록. 수요 정의에 문제가 있는 경우 제 5 장으로 되돌려 수정합니다.

6.4.2. 검증 가설 및 계획 수립

수요 정의서를 검증 가능한 명제로 전환합니다. 각 가설은 적용 집단, 측정 지표, 비교 기준, 필요 증거와 판정 조건을 포함합니다. 가설 지지, 기각, 판단 유보를 구분하고 사후 기준 변경을 기록합니다.

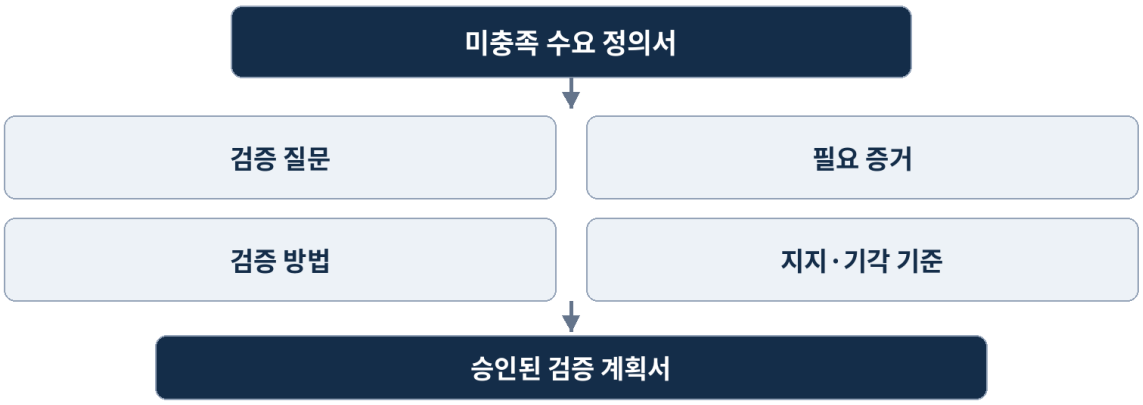


도표 6-17. 미충족 수요 검증 가설 및 검증 계획 수립 구조

ID	영역	검증 가설	검증 방법
H-01	실재성	설계 오류의 조기 발견이 어려운 사례가 존재	현장 기록·인터뷰
H-02	중요성	설계 오류가 재작업과 비용에 영향을 줌	비용·오류 기록
H-03	반복성	품질검토 문제가 반복 발생	프로젝트 이력
H-04	미충족 정도	기존 방식으로 목표 수준 달성이 어려움	성과·대안 비교
H-05	확장성	다른 설계사무소에도 유사 수요 존재	복수 기관 조사
H-06	해결 의지	수요기업이 검증 자원을 제공할 의지가 있음	행동·예산 증거
H-07	잠재 가치	문제 해결 시 경제적 편익 가능성 존재	비용·편익 분석

도표 6-18. 7 대 검증 영역별 미충족 수요 검증 가설 예시

계획 항목	주요 내용
검증 대상	수요 ID·정의·범위
검증 가설	가설별 목적 및 질문
조사 대상	모집단·표본·전문가
검증 방법	정성·정량·행동 기반 검증
필요 데이터	기초 증거 및 추가 확보 자료
측정 지표	항목별 단위·분모·측정 시점
판정 기준	지지·기각·유보 조건
분석 방법	통계·비교·정성 분석
조사 윤리	동의·정보 보호·이해관계
일정 및 자원	인력·예산·일정
검증 책임자	실행 및 판정 책임

도표 6-19. 미충족 수요 검증 계획서의 표준 구성

산출물: 미충족 수요 검증 계획서. 예컨대 재작업 비용의 중요성을 판단할 금액 또는 비율 기준은 조사 전 수요기업과 합의해야 합니다. 조사 도중 변경 시 변경 사유와 영향 범위를 명시합니다.

6.4.3. 정성적 수요 검증

정성적 조사는 수요의 의미와 발생 맥락을 이해하는 데 활용합니다. 질문은 경험을 중심으로 구성하고, 최근 사례의 상황·행동·결과를 기록합니다. 인터뷰 참여 동의 및 기밀 보호를 확보하고 녹취 또는 메모를 원본과 연결합니다.

검증 방법	검증 목적
심층 인터뷰	실제 경험 및 해결 노력 확인
현장 관찰	진술과 실제 행동 일치 여부 확인
맥락적 조사	업무 및 서비스 환경의 제약 파악
전문가 인터뷰	전문적 관점의 타당성 검토
포커스 그룹	공통점 및 차이 파악
사례 분석	문제 발생·실패·우회 작업 확인
반대 사례 분석	문제가 없거나 충족된 사례 확인

도표 6-20. 미충족 수요의 주요 정성적 검증 방법

영역	인터뷰 질문
실재성	최근 문제를 경험한 구체적 사례는 무엇입니까?
중요성	그 문제로 발생한 손실이나 어려움은 무엇입니까?
반복성	얼마나 자주 발생합니까?
미충족 정도	현재 방법으로 해결하지 못하는 부분은 무엇입니까?
확장성	다른 담당자나 기관에도 유사 문제가 있습니까?
해결 의지	이미 투입한 시간과 비용은 어느 정도입니까?
잠재 가치	해결되면 어떤 변화가 발생합니까?
반증 탐색	기존 방법으로 충분히 해결된 사례가 있습니까?
자원 및 협력	검증 참여에 제공할 수 있는 자원은 무엇입니까?

도표 6-21. 미충족 수요 검증 표준 인터뷰 질문

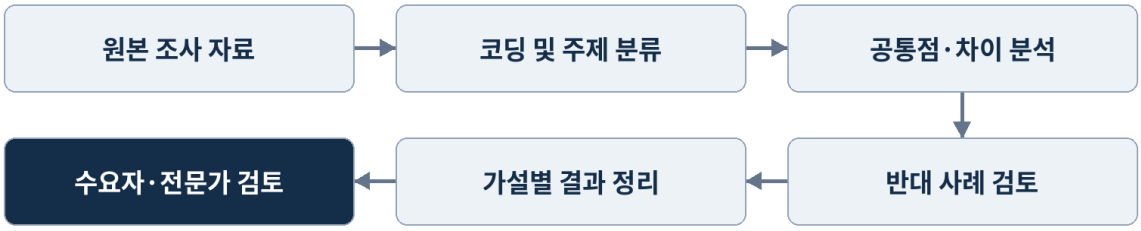


도표 6-22. 정성적 수요 검증 데이터의 분석 구조

주제 분석은 정성 자료의 의미 패턴을 체계적으로 해석하는 데 유용합니다[19]. 코딩 결과와 해석 근거를 원문에 연결하고 반대 사례를 검토합니다. 언급 빈도는 조사 참여자 내 관찰 결과이며 모집단의 수요 비율이 아닙니다. 산출물: 정성적 수요 검증 보고서.

6.4.4. 정량적 수요 검증

정량적 검증은 수요 경험의 빈도, 미충족 격차, 손실의 규모와 분포 등을 측정합니다. 측정 단위와 기간, 분모 및 결측값 처리 규칙을 명시합니다. 동일 기관의 복수 응답은 기관 단위 추정에서 중복되지 않도록 처리합니다.

영역	측정 지표
실재성	문제 경험 수요자 수 및 비율
중요성	손실액·영향도·시급성
반복성	발생 횟수·빈도·지속 기간
미충족 정도	현재 성과·기대 성과·격차
확장성	수요 보유 기관·수요자 규모
해결 의지	기존 지출·실제 참여·자원 투입
잠재 가치	손실 규모 및 잠재 편익

도표 6-23. 미충족 수요의 주요 정량적 검증 지표

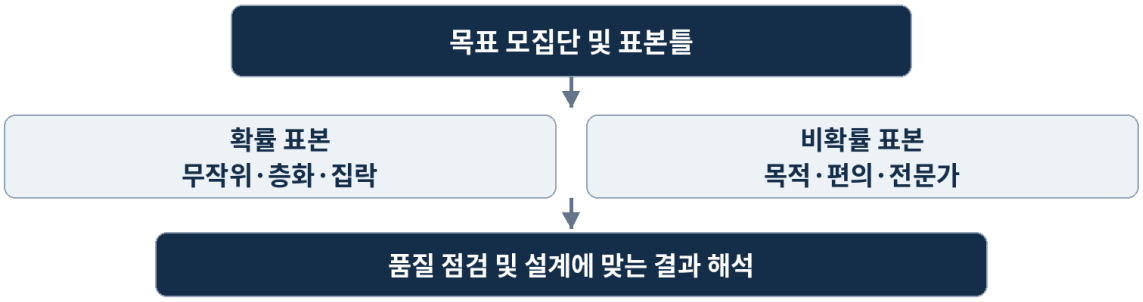


도표 6-24. 정량적 수요 검증의 모집단 및 표본 설계 구조

수요 경험 비율 NER = n_need / n_valid × 100(%). n_need 는 정의된 수요를 경험한 유효 응답자 수, n_valid 는 해당 문항의 유효 응답자 수입니다. 분모가 0 이면 산정하지 않습니다. 확률 표본과 비확률 표본을 구분하며, 후자에 단순무작위 표본오차를 그대로 적용하지 않습니다[17].

단순무작위 비율 추정의 초기 표본 크기: $n_0 = Z^2p(1-p)/e^2$. 유한모집단 보정: $n = n_0/[1+(n_0-1)/N]$. 필요한 유효 표본은 올림하고, 예상 요청 인원은 유효 표본을 응답률로 나누어 올림합니다. Z 는 신뢰수준의 표준정규분포 값, p 는 예상 비율, e 는 허용 오차, N 은 모집단 크기입니다.

입력 및 산정 항목	계산 예시	실제 작성값
모집단 N	1,000 명	
신뢰수준 및 Z	95%, 1.959964	
예상 비율 p	0.50	
허용 오차 e	0.05 (±5%p)	
초기 n_0	384.15	
유한모집단 보정 후	277.74 → 278 명	
유효 응답률 가정	70%	
조사 요청 규모	278/0.70 → 398 명	

도표 6-25. 정량적 수요 검증 표본 크기 산정 예시

위 표는 설명용 산정 양식입니다. 집락 설계 효과, 비응답 편향, 측정 오류는 반영하지 않았으며 요청 규모가 모집단을 초과하면 조사 설계를 조정합니다. 실제 설문은 표본틀의 누락, 응답률, 응답자 구성, 가중치 및 문항별 결측을 점검합니다.

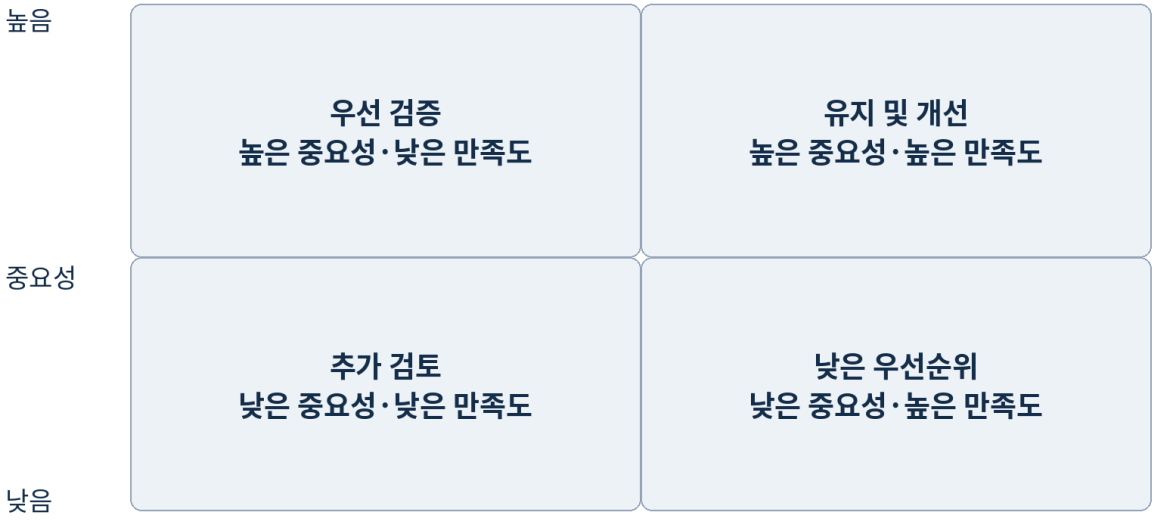


도표 6-26. 중요성 및 기존 해결 방안 만족도 분석 모델

중요도-성과 분석의 개념[23]을 수요 검증에 맞추어 만족도 축으로 변형합니다. 두 축의 척도와 분할 기준을 사전에 정하고, 높은 중요성과 낮은 만족도는 추가 검증의 근거로만 활용합니다. 산출물: 정량적 수요 검증 보고서.

6.4.5. 기존 해결 방안 검증

현재 사용 중인 방법, 이용 가능한 대체 제품 및 수요자의 자체 해결 방식을 비교합니다. 실제 사용 환경에서 동일한 품질 기준과 측정 조건으로 비교하며, 공급사의 주장과 독립적으로 검증된 성능을 구분합니다.

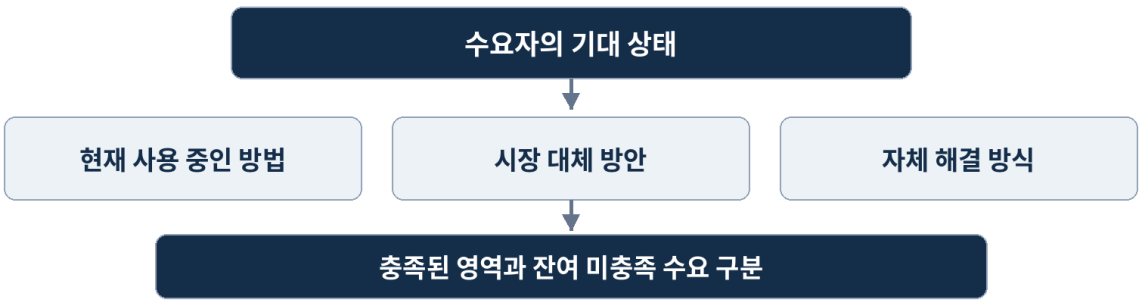


도표 6-27. 기존 해결 방안의 수요 충족 수준 검증 구조

영역	검증 내용
기능	필요 기능을 제공하는가?
성능	정확도·처리량·속도 목표를 충족하는가?
품질	신뢰성·안전성·일관성이 확보되는가?
경제성	수요자가 비용을 감당할 수 있는가?
접근성	실제 이용 가능한가?
운영 적합성	기존 업무 및 시스템과 통합 가능한가?
지속 가능성	유지관리·전문 인력·공급 체계가 확보되는가?

도표 6-28. 기존 해결 방안의 주요 비교 평가 기준

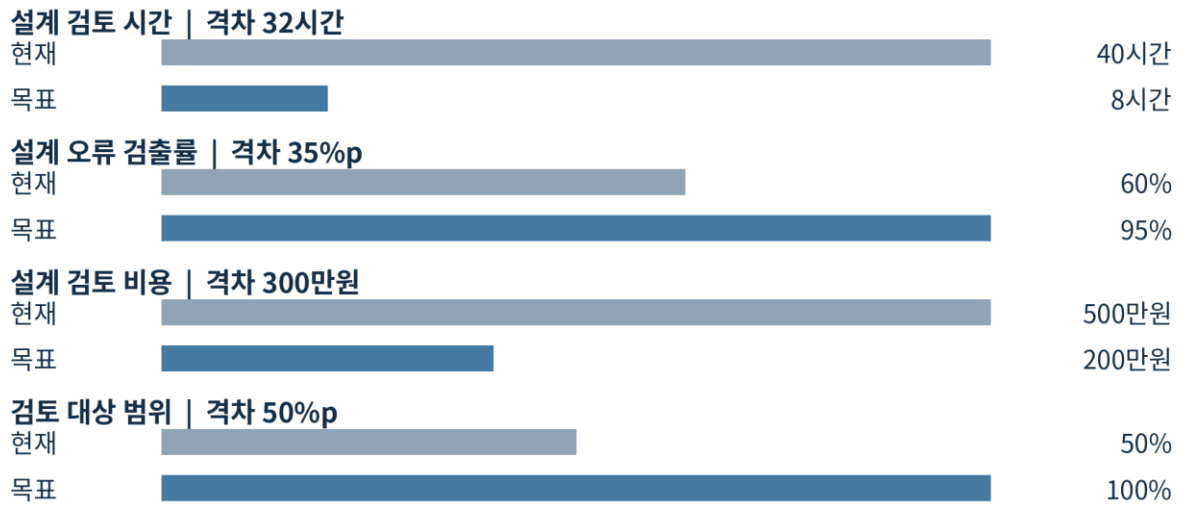


도표 6-29. 기존 해결 방안의 미충족 격차 정량적 검증 예시

도표의 수치는 가상값입니다. 감소가 바람직한 지표는 현재값−목표값, 증가가 바람직한 지표는 목표값−현재값으로 격차를 표시합니다. 퍼센트 지표의 절대 차이는 %p 로 기록합니다. 기존 대안으로 충분히 해결 가능하면 신규 연구개발보다 도입 또는 접근성 개선을 검토합니다. 산출물: 기존 해결 방안 검증 보고서.

6.4.6. 해결 의지 및 가치 검증

수요자의 행동 및 자원 투입 의지를 확인하고, 해결되지 않은 문제의 잠재적 경제적·사회적 가치를 분석합니다. 수요 자체의 중요성과 특정 제품의 지불 의사는 구분합니다.

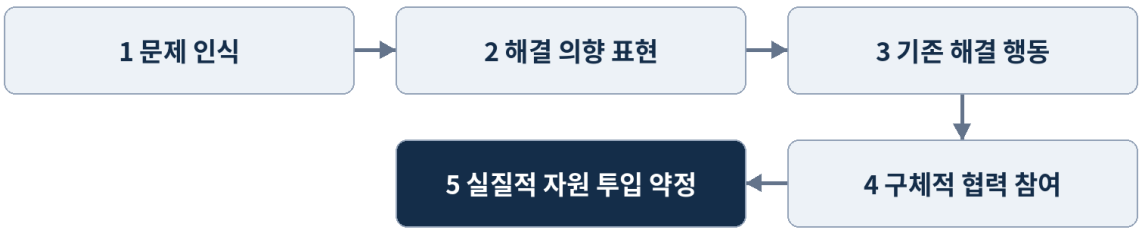


도표 6-30. 미충족 수요 해결 의지의 행동 증거 계층

행동 증거 계층은 약정의 구체성을 표현하는 자체 척도입니다. 구매 확률이 아니며, 저소득 수혜자나 공공 과제의 필요를 낮게 평가하는 근거로 삼지 않습니다.

방법	확인 내용
과거 행동 조사	이미 수행한 해결 활동
기존 지출 분석	현재의 해결 비용
우선순위 조사	다른 조직 과제 대비 중요성
자원 제공 확인	데이터·시설·인력 제공 여부
예산 및 의사결정	예산 배정 가능성과 승인 구조
참여 의향서	공동 검증·연구 참여 의향
조건부 약정	성과 조건 충족 시 협력·구매 약정

도표 6-31. 미충족 수요 해결 의지의 주요 검증 방법



도표 6-32. 미충족 수요의 잠재적 유효 수요 구조

집단 면적은 실제 비율을 의미하지 않습니다. 잠재 유효 수요자 수 D = N × p_n × p_c|n 으로 추정합니다. N 은 대상 집단 규모, p_n 은 수요 보유 비율, p_c|n 은 수요 보유 집단 내 해결 의지 비율입니다. 표본의 대표성과 조건부 비율의 분모를 확인해야 합니다.

항목	가상 입력 및 결과	실제 작성값
대상 기업 N	1,000 개사	
수요 보유 비율	60%	
보유 기업 중 해결 의지	40%	
수요 보유 기업	600 개사	
잠재 유효 수요	240 개사	
보유 기업당 연간 손실	3,000 만원	
추정 연간 총손실	180 억원	

도표 6-33. 잠재적 유효 수요 및 경제적 손실 규모 추정 모델

총손실은 수요 보유 기업 전체의 손실 추정이며 실제 시장 매출 또는 절감액이 아닙니다. 동일 손실의 중복 집계를 방지하고 기업 규모별 차이를 고려합니다. 구체적 가격 및 공급 가능 시장은 제 10 장에서 평가합니다.

가치 유형	검증 내용
비용 절감	재작업·외주·운영 비용
시간 절감	추가 업무 시간
생산성 향상	현재와 목표 처리량 격차
품질 개선	오류·불량·장애 손실
신규 사업	미충족 고객 가치 및 사업 기회
위험 감소	사고·실패·기대 손실

도표 6-34. 잠재적 경제적 가치의 주요 검증 영역

영역	검증 내용
건강 및 생명	의료적 필요 및 질병 부담
안전	사고 위험과 피해 규모
교육 및 경력	역량 개발 및 성장 기회 부족
환경	자원 낭비·환경 부담
접근성 및 형평성	서비스 이용 제약 및 집단 간 격차
삶의 질	개인과 공동체의 불편과 부담

도표 6-35. 잠재적 사회적 가치의 주요 검증 영역

아직 해결 방안이 설계되지 않았으므로 효과, 개발비, 도입비, 운영비를 확정하지 않습니다. 시간 절감 가능성을 실제 인건비 절감으로 계산하지 않고 사회적 편익은 적절한 비재무 지표로도 관리합니다. 산출물: 해결 의지 및 잠재 가치 검증 보고서.

6.4.7. 종합 평가 및 최종 판정

각 검증 가설별로 지지·반박·중립 증거를 통합하고, 적용 범위와 잔여 불확실성을 기록합니다. 검증된 수요의 상태와 후속 추진 승인 여부를 별도 항목으로 관리합니다.

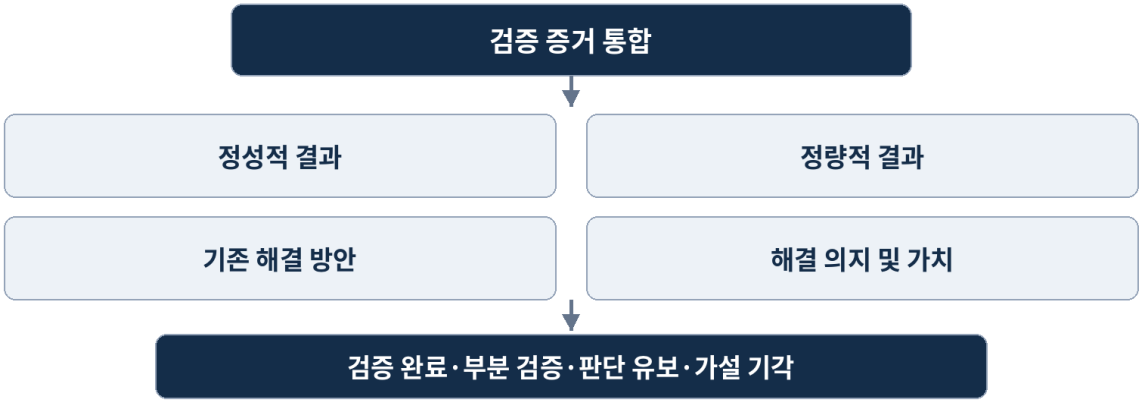


도표 6-36. 미충족 수요 종합 평가 및 최종 판정 구조

산출물: 미충족 수요 검증 종합 보고서. 수요가 검증되었더라도 자원 부족 또는 전략적 부적합으로 보류할 수 있습니다.

6.5. 미충족 수요 검증 방법 및 분석 기법

검증 목적과 자료의 성격에 따라 방법을 선정합니다. 정성적 검증은 맥락을, 정량적 검증은 규모와 분포를, 대안 검증은 잔여 격차를, 행동 검증은 실행 의지를 확인합니다. 서로 다른 방법의 결과가 일치하지 않는 경우 추가 조사로 차이를 설명합니다.

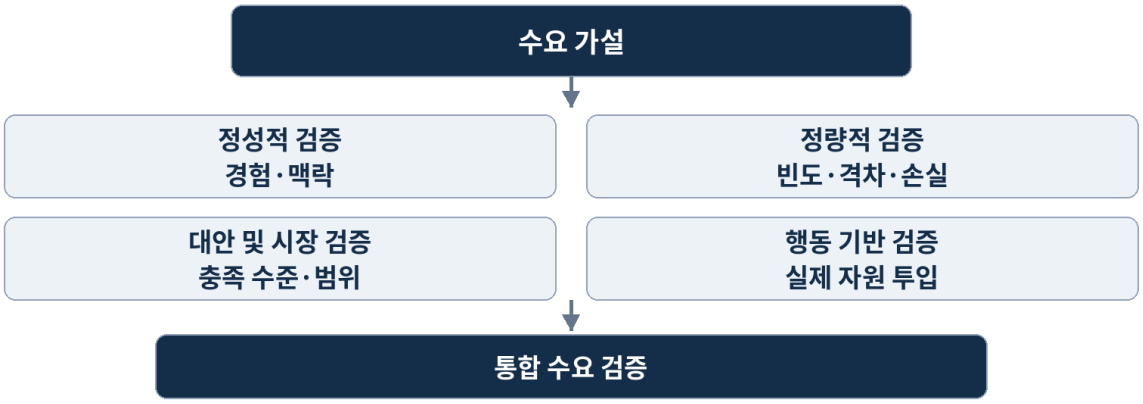


도표 6-37. 미충족 수요의 4 대 검증 접근

기법	주요 적용 목적
Needs Assessment	실재성 및 미충족 격차
In-depth Interview	실제 경험 및 해결 필요성
Focus Group Interview	공통점 및 차이 분석
Survey Research	수요 분포·경험 비율
Thematic Analysis	비정형 자료의 주제 분석
Descriptive Statistics	평균·분산·빈도·분포
Statistical Inference	적절한 설계에서 모집단 특성 추정
Importance–Satisfaction Analysis	중요성 및 기존 해결 수준 비교
Benchmarking	기존 대안의 성능 비교
Process Mining	업무 로그의 반복 문제 검증
Market Segmentation	수요자 특성별 집단 분류
Bottom-up Market Sizing	수요자 수 기반 잠재 규모 추정
Willingness to Pay Research	지불 의향 탐색
Behavioral Evidence Analysis	실제 행동 및 자원 투입 확인
Triangulation	복수 방법·출처 교차 검증

도표 6-38. 미충족 수요 검증의 주요 조사 및 분석 기법

영역	검증 방법	우선 확보 증거
실재성	인터뷰·관찰·문헌	실제 문제 사례
중요성	설문·손실 분석·전문가 평가	손실 및 영향 기록
반복성	시계열·빈도·사례 비교	장기간 운영 기록
미충족 정도	격차 분석·벤치마킹	기존 성과·목표
확장성	복수 기관·표본 조사	공통 수요와 집단 정보
해결 의지	행동·자원 투입 확인	지출·참여·예산
잠재 가치	비용·사회적 영향 조사	현재 손실·수혜자 성과

도표 6-39. 7 대 검증 영역별 주요 조사 방법 및 증거

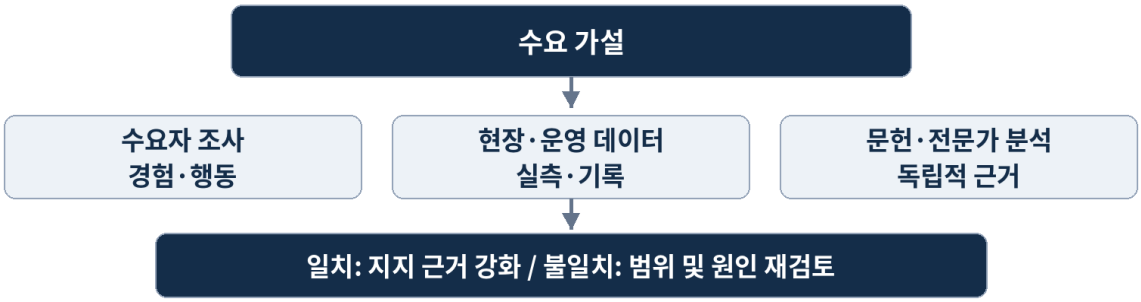


도표 6-40. 복수 정보 출처를 활용한 미충족 수요 교차 검증

동일 원자료를 인용한 여러 보고서는 독립 증거로 중복 계산하지 않습니다. 예를 들어 설계 실무자의 높은 불만과 실제 낮은 재작업 비용이 동시에 관찰되면, 업무 부담이 비용 기록에 반영되지 않았는지 또는 조사 대상이 다른지 확인합니다. 증거의 불일치는 평균으로 제거할 대상이 아니라 검증 범위를 개선하는 자료입니다.

6.6. 미충족 수요 종합 평가 모델

종합 평가의 목적은 일곱 검증 영역의 결과를 비교 가능한 형태로 정리하고, 후속 분석에 투입할 자원의 우선순위를 지원하는 것입니다. 검증 여부는 증거와 사전 기준에 따라 판단하고 점수는 별도로 관리합니다.

구분	제 5 장 예비 평가	제 6 장 종합 평가
목적	검증 대상 후보 선정	수요 타당성 및 추진 순위
근거	발굴 단계 기초 증거	정성·정량 검증 증거
영역	6 대 예비 평가 영역	7 대 검증 영역
결과	우선 검증 후보	검증된 미충족 수요
의사결정	Gate 1 검증 착수	Gate 2 원인 분석 착수

도표 6-41. 미충족 수요 예비 평가와 종합 평가의 비교

영역	기준	가중치
실재성	실제 존재 및 객관적 증거	20%
중요성	심각성·시급성·영향도	20%
반복성	발생 빈도 및 지속성	10%
미충족 정도	기존 해결 방식의 한계·격차	15%
확장성	공통 수요 및 시장·사회적 범위	10%
해결 의지	실제 행동 및 자원 투입	10%
가치 창출 가능성	경제적·사회적 잠재 가치	15%
합계		100%

도표 6-42. 미충족 수요의 7 대 종합 평가 기준 및 가중치

점수	수준	판단 기준
5	매우 높음	사전 정의한 상위 기준 충분히 충족
4	높음	대부분의 기준 충족
3	보통	기본 기준 충족
2	낮음	일부 기준만 충족
1	매우 낮음	확보된 증거로 기준 미충족 확인
미평가	판단 유보	판단할 증거가 충분하지 않음

도표 6-43. 미충족 수요 종합 평가의 점수 부여 기준

평가 영역별 1~5 점의 구체적 판정 기준은 조사 계획에서 확정합니다. 근거가 부족한 영역을 1 점 또는 0 점으로 임의 환산하지 않습니다. 평가자는 점수와 Evidence ID 를 연결하여 검토자가 판단을 재현할 수 있도록 합니다.

영역	일반 산업혁신형	경제적 가치 중심형	사회적 가치 중심형
실재성	20%	20%	20%
중요성	20%	15%	25%
반복성	10%	10%	5%
미충족 정도	15%	15%	20%
확장성	10%	15%	5%
해결 의지	10%	10%	10%
가치 창출 가능성	15%	15%	15%
합계	100%	100%	100%

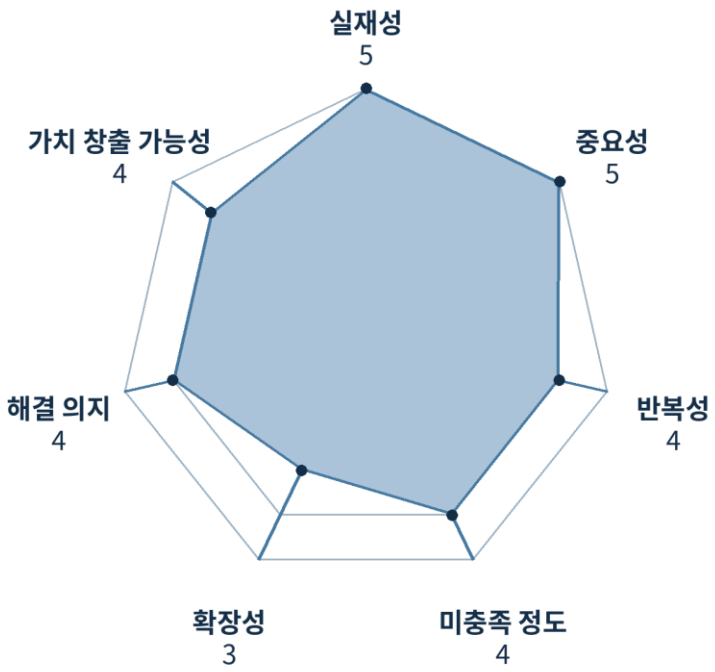
도표 6-44. 혁신 과제 유형별 종합 평가 가중치

종합 평가 점수 $NVS = \Sigma(w_i \times s_i/5)$, $i=1\sim7$. w_i 는 퍼센트 수치로 표시된 가중치, s_i 는 1~5 점의 평가 점수입니다. 미평가 영역이 있으면 총점 판정을 유보합니다. 평가 목적에 따라 가중치를 사전 조정할 수 있으며, 생명·안전 관련 과제는 별도 전문가 심의 경로를 둡니다.

영역	가중치	가상 점수	환산 점수	실제 점수·증거 ID
실재성	20%	5	20	
중요성	20%	5	20	
반복성	10%	4	8	
미충족 정도	15%	4	12	
확장성	10%	3	6	
해결 의지	10%	4	8	
가치 창출 가능성	15%	4	12	
합계	100%		86	

도표 6-45. 미충족 수요 종합 평가표 및 산정 예시

필수 검증 조건: 실재성과 미충족 정도에 대한 객관적 증거 확보, 중요성 및 해결 필요성 검토, 조사 윤리·보안·법적 조건 충족, 수요자 및 책임자 검토 완료. 실재성·중요성·미충족 정도가 각각 3 점 미만이면 핵심 검증을 보완합니다. 위 점수는 가상값이며 필수 조건의 실제 충족을 의미하지 않습니다.



설명용 가상 평가: 일반 산업혁신형 86점

도표 6-46. 7 대 검증 영역의 종합 평가 결과 시각화

종합 점수	판정	후속 조치
85 점 이상	우선 추진 후보	근본 원인 분석 우선 검토
75~85 점 미만	추진 후보	후속 과제 선정 검토
65~75 점 미만	조건부 추진 검토	취약 영역 보완
50~65 점 미만	추가 검증 필요	가설·증거 보완
50 점 미만	보류 또는 재검토	수요 가설 재검토
미평가 항목 존재	판단 유보	추가 증거 확보

도표 6-47. 미충족 수요 종합 평가 판정 기준

점수 구간은 자체 제안이며 통계적 성공 확률이 아닙니다. 핵심 증거 및 필수 조건이 부족한 경우 총점이 높더라도 Go 를 승인하지 않습니다. 가중치 변경에 따라 순위가 달라질 수 있으므로 복수 과제 비교 시 동일한 기준을 적용하고 민감도를 검토합니다.

6.7. 검증 증거 및 데이터 관리

검증 결과가 추후 원인 분석 및 해결 방안 설계에 활용될 수 있도록 원본 출처, 분석 과정, 판정 기준 및 승인 이력을 연결합니다. 기초 증거는 제 5 장의 Evidence ID 를 유지하고 새 증거는 별도 ID 를 부여합니다.

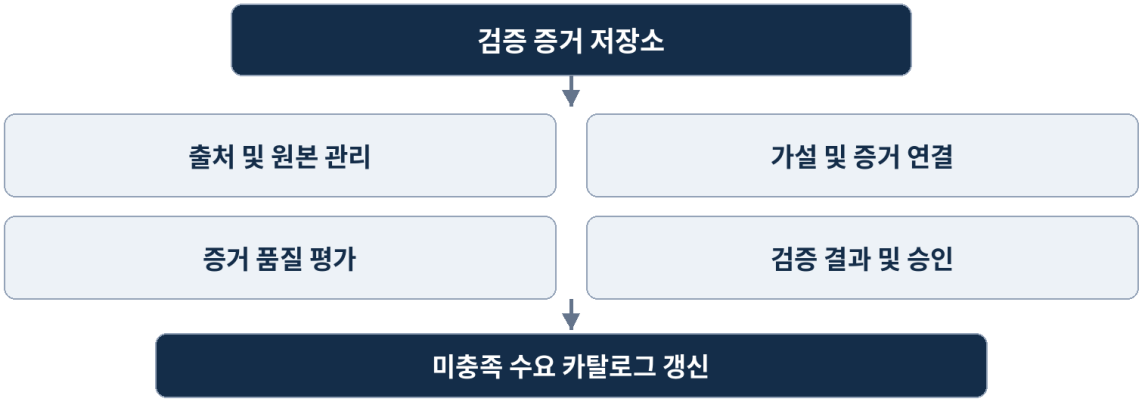


도표 6-48. 미충족 수요 검증 증거 관리 구조

평가 영역	검토 내용
직접성	해당 가설을 직접 뒷받침하는가?
출처 신뢰성	원본 및 출처를 확인할 수 있는가?
독립성	동일 원자료에 의존하지 않는가?
대표성	대상 수요자 및 환경을 반영하는가?
측정 타당성	측정 방법이 목적에 적합한가?
최신성	현재 상태를 반영하는가?
일관성	다른 조사와 합리적으로 일치하는가?
추적성	수집·분석·검토·승인 이력이 확인되는가?

도표 6-49. 미충족 수요 검증 증거의 품질 평가 기준

수준	의미	적용 기준
Level 1	탐색적 증거	초기 관찰·단일 의견·미검증 가설
Level 2	제한적 지지	출처 확인, 제한적 적용 범위
Level 3	직접 검증	대상 관련 실제 조사 및 데이터
Level 4	교차 검증	독립된 복수 증거의 일관된 결과
Level 5	강한 검증	적절한 설계·충분한 자료·독립 검토

도표 6-50. 미충족 수요 검증 증거의 신뢰 수준

이 척도는 자체 증거 관리 기준이며 임상 근거 등급을 대체하지 않습니다. 출처와 직접성이 높더라도 특정 조직의 결과를 다른 산업에 일반화할 수 없으며, 품질 수준은 적용 범위와 함께 기록합니다.

항목	영문 필드	주요 내용
검증 ID	Validation ID	검증 활동 식별자
수요 ID	Need ID	관련 미충족 수요
검증 가설 ID	Hypothesis ID	검증할 가설
검증 영역	Validation Domain	7 대 검증 영역
검증 기준	Validation Criteria	사전 판정 기준
검증 대상	Validation Population	대상 및 적용 범위
검증 방법	Validation Method	조사·분석 방법
증거 ID	Evidence IDs	객관적 증거 참조
증거 방향	Evidence Direction	지지·반박·중립
증거 품질	Evidence Quality	타당성 및 신뢰 수준
측정 결과	Measurement Result	정량·정성 결과
평가 점수	Assessment Score	영역별 점수
불확실성	Uncertainty	잔여 한계
가설 상태	Hypothesis Status	지지·기각·유보
검증 상태	Validation Status	수요 검증 상태
검증 책임자	Validator	실행 및 검토 담당
승인 책임자	Approver	최종 판정 책임
버전	Version	방법 및 결과 변경 이력

도표 6-51. 미충족 수요 검증의 표준 데이터 구조

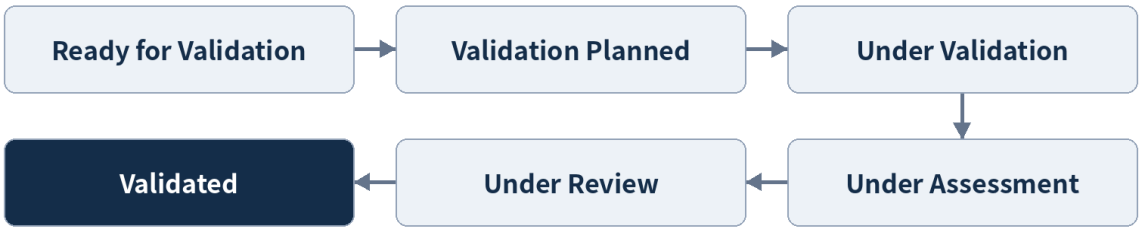


도표 6-52. 미충족 수요 검증 상태 관리 체계

정규 상태 외에 Partially Validated(부분 검증), Inconclusive(판단 유보), Rework Required(재검증 필요), On Hold(보류), Rejected(기각)를 관리합니다. 재검증 결과는 이전 상태를 덮어쓰지 않고 변경 사유와 시점을 기록합니다.

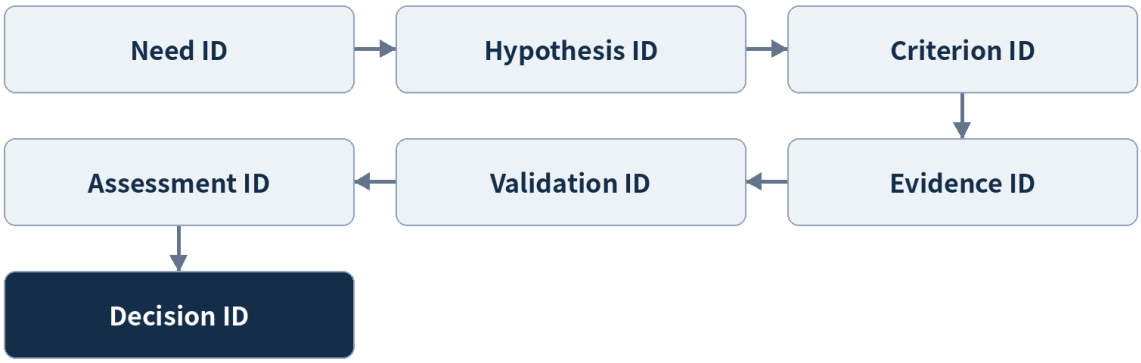


도표 6-53. 미충족 수요 검증 데이터의 전 과정 추적 구조

가설과 증거는 다대다 관계로 연결합니다. 원본 자료의 접근 권한을 제한하고 분석용 자료에는 필요한 최소 정보만 포함합니다. 평가에 사용한 데이터 버전과 계산 방법을 보존하여 재현성을 확보합니다.

6.8. Human-AI Work Redesign 기반 실행 체계

제 4 장의 업무 재설계 방법을 적용하여 조사·분석·평가를 세부 업무로 분해합니다. AI Agent 는 자료 탐색, 전사, 분석 및 보고서 생성 등을 지원하며 사람은 조사 설계·전문적 판단·승인에 책임을 집니다.



도표 6-54. Human-AI Work Redesign 기반 미충족 수요 검증 업무

기존 수작업 중심의 계획·조사·자료 수집·분석·보고서 작성에서 협업형 구조로 전환합니다. 사람은 자동화된 분석 결과의 검증 가능성을 확인하고 AI 가 처리하기 어려운 맥락적 판단 및 예외를 담당합니다.

실행 업무	사람	AI Agent
범위 설정	대상·목적 확정	발굴 자료 정리
가설 수립	가설·판정 기준 승인	가설 및 계획 초안
조사 설계	표본·방법·윤리 검토	질문지 및 분석 설계 지원
정성적 검증	인터뷰·관찰·해석	전사·주제·반대 사례 분석
정량적 검증	가정·결과 판단	정제·통계·시각화
대안 검증	산업적 적합성 판단	기술·제품 탐색 및 비교
해결 의지	실제 자원 투입 확인	행동·지출 분석
잠재 가치	편익의 적절성 판단	수요 규모·손실 분석
종합 평가	증거·점수 승인	증거 통합 및 보고 지원
최종 판정	책임 있는 추진 결정	자료 및 요구사항 이관

도표 6-55. 미충족 수요 검증의 사람과 AI Agent 역할 분담

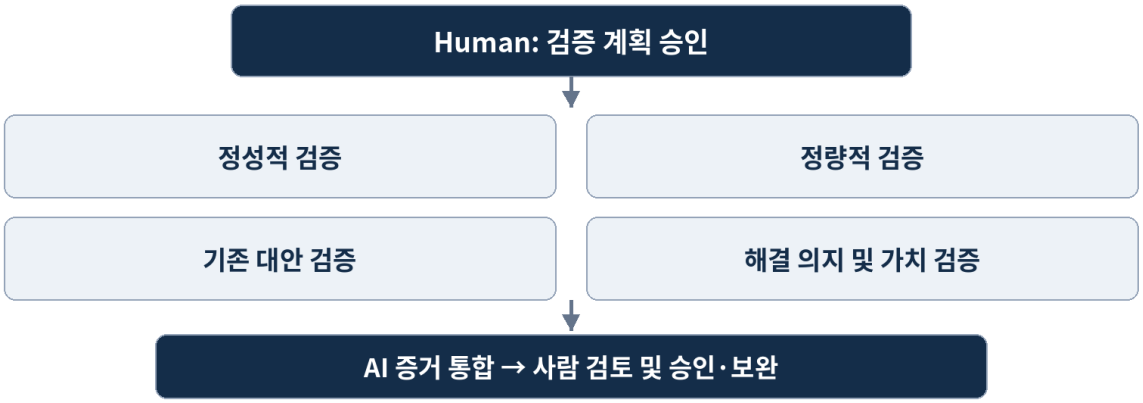


도표 6-56. 미충족 수요 검증 Human-Agent Workflow 실행 구조

승인되지 않은 가설이나 증거는 검증 완료로 등록하지 않습니다. 증거 부족 또는 분석 오류가 확인되면 검증 계획 또는 해당 조사 업무로 되돌립니다. 정보 접근 및 AI 실행은 승인된 권한 범위로 제한합니다.

통제 영역	통제 방안
검증 가설	AI 생성 가설의 사람 승인
조사 설계	표본·방법 적절성 검토
데이터 처리	원본 보존·변경 기록
통계 분석	계산식·분모·가정 확인
증거 평가	출처·독립성·대표성 검토
결과 해석	추정치와 사실 구분
최종 판정	사람의 명시적 승인

도표 6-57. Human-AI 수요 검증 업무의 감독 및 실행 통제

6.9. Craftem Unmet Needs Validation Agent

Craftem Unmet Needs Validation Agent 는 발굴된 미충족 수요 후보를 기반으로 검증 가설 및 계획 수립, 정성적·정량적 조사, 기존 해결 방안 분석, 해결 의지 및 잠재 가치 검증, 종합 평가와 증거 관리를

수행하거나 지원하는 Craftem AI Agent 입니다. 아래 기능 및 Template 은 제품 개발 기획이며 현재 구현된 기능이나 운영 성과가 아닙니다.

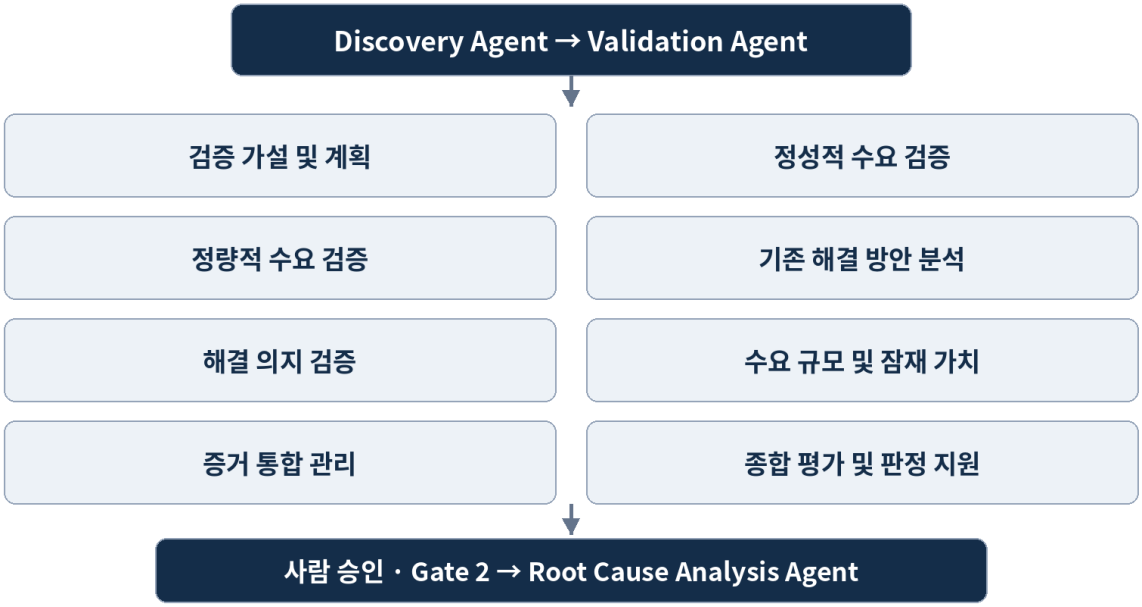


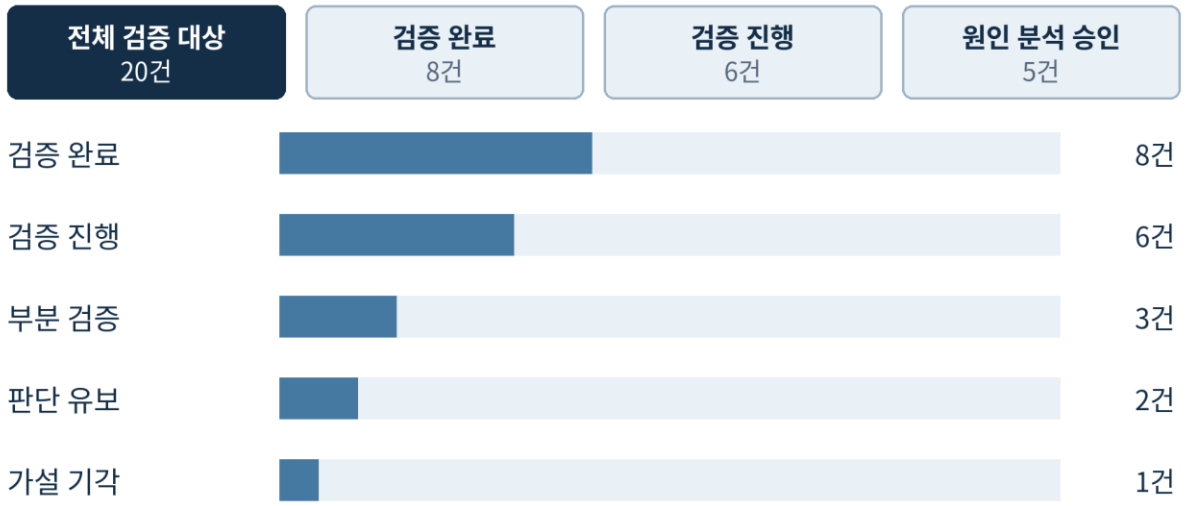
도표 6-58. Craftem Unmet Needs Validation Agent 기능 구조

리소스	주요 구성
Model Resource	추론·텍스트·통계·문헌 분석 모델
Data Resource	수요 카탈로그·인터뷰·설문·운영 및 시장 데이터
Tool Resource	설문·전사·통계·문헌 검색·시각화 도구
Skill Resource	가설 수립·정성 분석·통계 검증·시장 및 경제성 분석
Workflow Resource	수요 검증 표준 Human-Agent Workflow

도표 6-59. 미충족 수요 검증 Agent 의 Craftem Resource 구성

Agent Template	주요 기능
Validation Planning	검증 대상 및 계획 수립
Hypothesis Design	가설·지표·판정 기준 설계
Qualitative Needs Validation	정성 조사 분석
Quantitative Needs Validation	설문·통계 검증
Existing Solution Assessment	기존 대안 충족 수준 분석
Demand Scope Analysis	수요자 규모 및 공통성 분석
Demand Commitment Validation	해결 행동·자원 투입 검증
Potential Value Assessment	잠재적 경제·사회 가치 분석
Evidence Quality Assessment	증거 품질·신뢰성 평가
Needs Validation Scoring	종합 평가 및 판정 지원
Integrated Needs Validation	전체 검증 업무 통합 실행

도표 6-60. Craftem 미충족 수요 검증 Agent Template 구성



설명용 가상 데이터 · 승인 5건은 검증 완료 8건의 일부

도표 6-61. Craftem 미충족 수요 검증 관리 대시보드 시안

대시보드는 수요의 검증 상태와 Gate 승인 상태를 구분하여 표시합니다. 개별 수요의 점수와 증거 품질을 조회할 수 있도록 설계하며, 검증 완료 건수는 조사 활동의 결과이지 사업 성공 지표가 아닙니다.

위험 요인	통제 방안
허위 검증 증거	원본 출처 및 Evidence ID 연결
수요 과대평가	지지·반박 증거 함께 평가
통계 오류	표본·분모·계산·가정 검증
솔루션 편향	기술 중립적 대안 비교
시장 규모 과대 추정	모집단·구매력·중복 확인
해결 의지 오판	실제 행동과 단순 응답 구분
민감정보 유출	접근·외부 전송 통제
부적절한 최종 판정	수요자 및 책임자 승인 필수

도표 6-62. 미충족 수요 검증 AI Agent 의 실행 통제 체계

6.10. SyenaHub 기반 공동 수요 검증

SyenaHub Unmet Needs Validation Program 은 수요기업, 대학, 연구기관 및 전문가의 협력을 통해 서로 다른 관점의 검증 증거를 확보하도록 기획합니다. 참여기관의 기술 및 사업 이해관계가 검증 결론에 영향을 미치지 않도록 독립적 심의를 구성합니다.

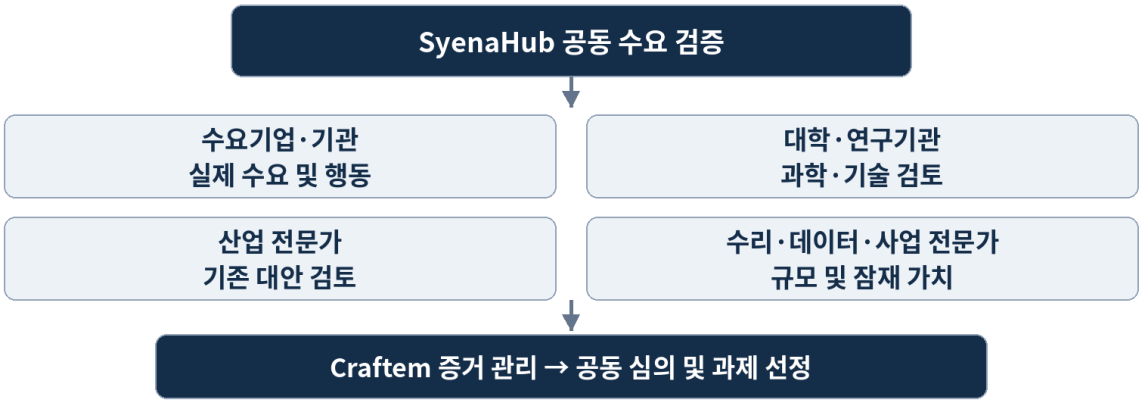


도표 6-63. SyenaHub 기반 공동 미충족 수요 검증 체계

참여 주체	역할
수요기업·기관	실재성·중요성·현장 데이터 확인
직접 사용자·수혜자	실제 경험 및 기대 성과 확인
산업 전문가	기존 대안 및 산업 제약 검토
대학·연구기관	과학·기술 근거 제공
수리·데이터 과학자	조사 설계·통계·불확실성 평가
AI·기술기업	기술 성능 및 적용 범위 검토
사업개발 전문가	수요 범위·의지·잠재 가치 검토
독립 평가 전문가	결과의 객관성 심의
크림슨앰버	방법론·플랫폼·프로젝트 관리 지원

도표 6-64. SyenaHub 공동 수요 검증 참여 주체 및 역할

프로그램	운영 방식
산업현장 공동 검증	복수 수요기업의 실제 문제 확인
수요자 검증 워크숍	수요 정의·기대 성과 검토
다학제 전문가 검증	전문적 중요성 평가
공동 데이터 분석	운영·연구·시장 자료 교차 검증
수요 규모 공동 조사	동종·인접 산업의 수요 범위 조사
잠재 가치 공동 평가	경제적·사회적 가치 가능성 검토
혁신 과제 선정 심의	후속 분석 여부 결정

도표 6-65. SyenaHub 공동 미충족 수요 검증 프로그램 구성

관리 영역	운영 원칙
검증 독립성	공급자 이해관계만으로 판단하지 않음
자료 이용 권한	기관별 접근 범위 정의
정보 공개	공개·제한 공유·비공개 구분
이해관계 관리	참여기관·평가자의 이해관계 확인
공동 검증 결과	활용 범위와 책임 사전 합의
후속 과제 선정	검증 참여와 연구·사업화 권리 구분

도표 6-66. SyenaHub 공동 수요 검증의 거버넌스

공동 검증 자료는 사전 합의된 범위에서만 공유합니다. 참여기관이 제공한 데이터 및 기존 기술에 대한 권리는 별도 계약에 따르며 검증 참여만으로 연구성과나 사업화 권리가 이전되지 않습니다.

6.11. 산업별 적용 예시

다음 사례는 제 5 장에서 발굴한 후보를 이어서 검증하는 방법론 설명용 시나리오입니다. 실제 현장 조사, 임상 검증 또는 사업화 성과로 해석하지 않습니다.

산업	수요 후보	핵심 검증 대상	증거
건설	설계 오류 조기 검출	오류·시간·재작업 비용	품질검토 기록
보건의료	췌장암 조기 진단	의료적 필요·진단 한계	임상자료·문헌
금융	비정형 정보 분석 개선	정확성·시간·위험	분석 기록
제조	설비 이상 조기 발견	고장·중단·예측 한계	설비 로그
유통	재고 손실 감소	예측 오류·과잉·품절	판매·재고 자료
콘텐츠	창작·제작 역량 향상	비용·기간·품질	제작 기록
교육	초기 경력 성장 기회	실무 경험·역량 격차	기업·대학 조사

도표 6-67. 7 대 산업별 미충족 수요 검증 적용 모델

건축설계 분야 심층 적용 예시

NEED-AEC-0001 은 정확하고 효율적인 설계 오류 조기 검출에 대한 후보 수요입니다. 검토 시간의 측정 범위와 오류 유형 및 정답 기준을 통일하고 프로젝트 규모·복잡도에 따른 차이를 고려합니다. 복수 설계사무소의 기록을 확보하여 유사 수요의 공통성과 예외를 검토합니다.



도표 6-68. 건축설계 품질검토 미충족 수요 검증 시나리오

영역	가상 검증 결과	점수	환산
실재성	설계 오류 및 검토 제약 확인	5	20
중요성	재작업·품질관리 손실 확인	5	20
반복성	복수 프로젝트 반복 발생	4	8
미충족 정도	기존 방식의 성과 격차	4	12
확장성	일부 다른 사무소에서도 확인	3	6
해결 의지	데이터 및 검증 참여 의지	4	8
가치 창출 가능성	시간·비용·품질 잠재 편익	4	12
합계	우선 추진 후보		86 점

도표 6-69. 건축설계 품질검토 미충족 수요 종합 평가 예시

항목	가상 작성 예시
수요 ID	NEED-AEC-0001
수요 명칭	정확하고 효율적인 설계 오류 조기 검출
수요자	BIM 기반 설계사무소 및 전문가
검증 대상	설계 품질검토 업무 및 오류 관리
핵심 결과	검토 시간·정확성·범위 격차
중요성	설계 품질 및 재작업 비용과 관련
잠재 가치	검토 효율·품질 향상 및 재작업 감소
종합 평가	86 점(가상)
검증 상태 예시	Validated(필수 조건 충족 가정)
후속 분석	검토 기준·데이터·업무·지식·기술 제약

도표 6-70. 건축설계 분야의 검증된 미충족 수요 정의서 예시

86 점은 가상의 평가 결과입니다. 실제 조사에서 실재성이나 미충족 정도를 충분히 입증하지 못한다면 점수와 무관하게 보완해야 합니다.

보건의료 분야 심층 적용 예시

췌장암 조기 진단의 미충족 수요를 역중개의학 관점에서 검토합니다. 대상 환자군과 의도된 검사 목적을 먼저 정의하고, 기존 진단 경로·질병 부담·검사 접근성과 관련 근거를 수집합니다. 의료정보 이용과 연구 윤리 조건을 확인하며 필요성과 기술의 임상적 유효성을 혼동하지 않습니다.

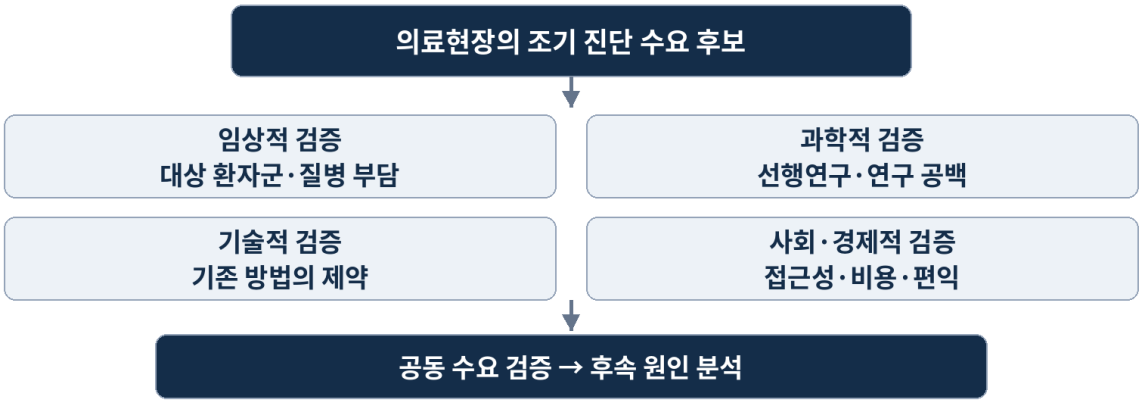


도표 6-71. 역중개의학 관점의 보건의료 미충족 수요 검증 구조

영역	검증 내용
실재성	의료적 필요 및 환자군 확인
중요성	질병 부담·진단 지연·건강 영향
반복성	의료현장의 지속적인 필요
미충족 정도	기존 진단 기술 및 검사 방식의 한계
확장성	환자군·의료기관·보건의료 체계의 범위
해결 의지	임상의·연구기관·의료기관 협력
잠재 가치	건강 성과 및 의료 경제성 개선 가능성
보호 조건	연구 윤리·정보 보호·불필요한 검사 및 위해

도표 6-72. 췌장암 조기 진단 미충족 수요의 주요 검증 항목

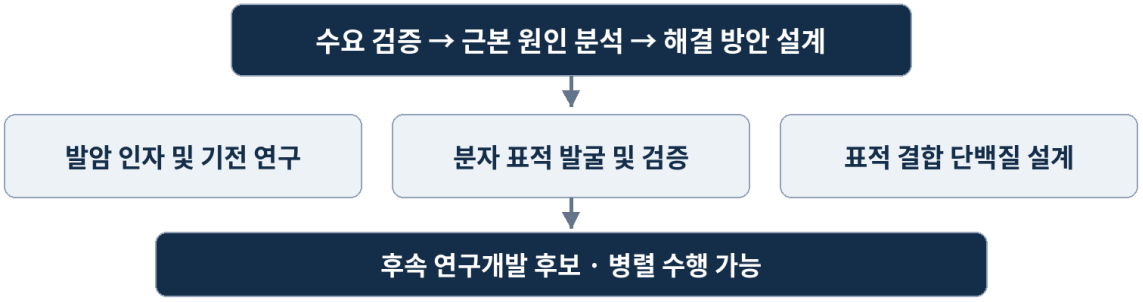


도표 6-73. 의료적 미충족 수요 검증과 후속 통합 연구개발의 관계

위 세 연구는 후보 방향이며 반드시 순차적으로 수행해야 하는 것은 아닙니다. 조기 진단 필요의 검증은 특정 표적이나 결합 단백질의 성능, 안전성 또는 임상적 유용성을 입증하지 않습니다.

교육 분야 심층 적용 예시

초기 경력 성장 기회에 대한 검증은 대학생 및 취업준비생의 실무 경험, 기업의 직무 요구 및 기존 교육·인턴십·멘토링의 충족 수준을 비교합니다. 특정 프로그램의 도입을 전제로 조사하지 않고 참여자와 기업, 멘토 및 후원기관의 실제 행동을 확인합니다.

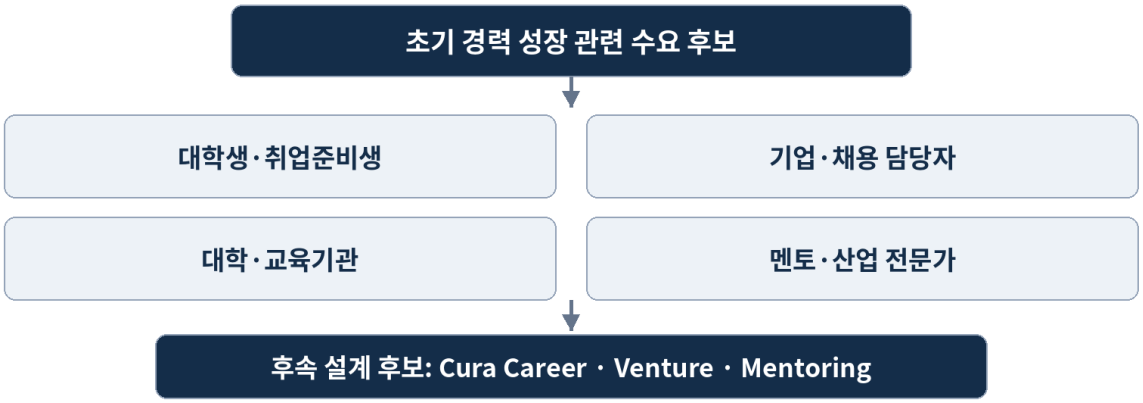


도표 6-74. 초기 경력 성장 관련 미충족 수요의 공동 검증 구조

영역	검증 내용
실재성	실제 성장 기회 부족
중요성	취업 준비·장기 경력 형성 영향
반복성	졸업·취업·직무 전환 과정에서 지속
미충족 정도	교육·인턴십·멘토링 충족 수준
확장성	대학·직무·산업별 공통 수요
해결 의지	참여자·기업·멘토·후원기관 참여 의지
잠재 가치	역량·경력 성장·기업 인재 확보

도표 6-75. 초기 경력 성장 미충족 수요의 주요 검증 항목

SyenaHub Cura 의 세 프로그램은 후속 설계와 연계할 수 있는 후보 체계이며, 실제 수요의 검증이나 프로그램 효과가 완료되었다는 뜻은 아닙니다.

6.12. 표준 실행 일정 및 조직 구성

초기 산업혁신 과제는 6 주를 기준으로 검증 계획을 수립합니다. 과제의 특성과 조사 접근성, 표본 설계, 안전·윤리 조건에 따라 일정과 자원을 조정합니다.

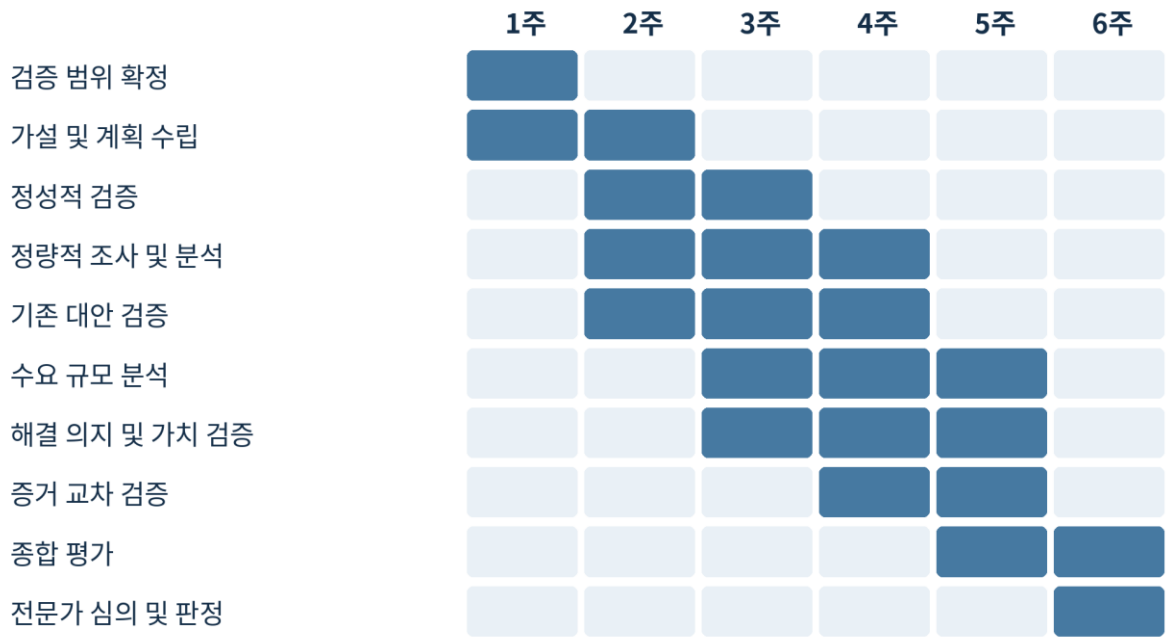


도표 6-76. 미충족 수요 검증의 표준 6 주 실행 일정

활동	초기 권고 규모
대상 산업	1 개 핵심 산업
검증 대상	3~5 건
수요자 심층 인터뷰	15~30 명
산업·기술 전문가 인터뷰	3~7 명
현장 및 기관 조사	3~10 개 기관
정량적 조사	가설 및 표본 설계에 따라 결정
기존 해결 방안 비교	3~5 개 또는 주요 대안 전체
공동 검증 워크숍	1~2 회
독립 검토 전문가	2~3 명

도표 6-77. 미충족 수요 검증의 초기 실행 권고 규모

권고 규모는 소규모 프로젝트의 초기 자원 계획을 위한 제안입니다. 표본 대표성이나 검증의 충분성을 보장하지 않으며 연구 윤리 검토 및 자료 확보에 필요한 추가 기간을 반영합니다.



도표 6-78. 미충족 수요 검증 프로젝트의 실행 조직

역할	주요 책임
프로젝트 책임자	전체 검증 관리
수요 검증 담당자	정성 조사·현장 증거 확보
수리·데이터 과학자	표본·통계·불확실성 평가
산업 전문가	수요 중요성 및 맥락 검토
기술 전문가	기존 대안의 성능 및 적용 범위 검토
사업개발 전문가	수요 범위·의지·잠재 가치 평가
AI Agent 운영 담당자	AI 분석 및 실행 관리
혁신 아키텍트	수요 정의 및 후속 단계 연계
독립 평가위원	증거 및 평가 객관성 검토
승인 책임자	Gate 2 최종 의사결정

도표 6-79. 미충족 수요 검증 실행 조직의 역할 및 책임

6.13. 표준 산출물 및 문서 체계

검증 자료와 결과는 표준 문서 및 구조화 데이터로 관리합니다. 소규모 과제에서는 종합 보고서로 통합할 수 있으나 각 가설과 증거, 판정 기준 및 최종 승인 기록의 추적성은 유지해야 합니다.

산출물	영문 명칭	주요 내용
검증 대상 목록	Validation Target List	대상 수요 및 범위
검증 계획서	Needs Validation Plan	가설·방법·기준·자원
검증 가설 명세서	Validation Hypothesis Specification	지지·기각 기준
정성 검증 보고서	Qualitative Validation Report	인터뷰·관찰·전문가 조사
정량 검증 보고서	Quantitative Validation Report	설문·실측·통계
기존 대안 검증 보고서	Existing Solution Validation Report	대안·미충족 격차
수요 규모 분석서	Demand Scope Analysis	집단·잠재 수요
해결 의지 보고서	Demand Commitment Report	행동·협력·자원
잠재 가치 보고서	Potential Value Report	경제·사회 가치
검증 증거 저장소	Validation Evidence Repository	원본·출처·품질
종합 평가표	Needs Validation Scorecard	7 대 영역 평가
검증된 수요 정의서	Validated Needs Specification	승인된 수요 정의
종합 보고서	Unmet Needs Validation Report	결과 및 추진 권고

도표 6-80. 미충족 수요 검증 단계의 표준 산출물

항목	작성란
수요 ID 및 명칭	
수요자 및 수혜자	
적용 산업 및 환경	
검증된 수요 정의	
현재 상태 및 기대 상태	
검증된 미충족 격차	
검증 가설 및 결과	
핵심 객관적 증거	
해결 의지 및 잠재 가치	
종합 평가 및 검증 상태	
잔여 불확실성 및 적용 한계	
후속 근본 원인 분석 요구사항	
검증 책임자 및 승인 정보	

도표 6-81. 검증된 미충족 수요 정의서 표준 양식

보고서 목차	주요 내용
1. Executive Summary	검증 결과 및 추진 권고
2. 검증 목적 및 범위	대상 수요·산업·조직
3. 수요 발굴 결과	최초 정의·기초 증거
4. 검증 가설 및 계획	방법·판정 기준
5. 정성적 검증 결과	수요자·전문가·현장 조사
6. 정량적 검증 결과	설문·실측·통계
7. 기존 해결 방안 검증	기존 대안 및 격차
8. 수요 규모 및 확장성	집단·잠재 수요 범위
9. 해결 의지 검증	행동·자원 투입 증거
10. 잠재 가치 검증	경제·사회 가치 가능성
11. 증거 품질 및 불확실성	지지·반박 증거·한계
12. 종합 평가 및 우선순위	7 대 영역 평가
13. 검증된 미충족 수요	승인된 정의 및 범위
14. 최종 판정 및 후속 조치	원인 분석 착수 여부
부록	원본 자료·검증 증거·평가 기록

도표 6-82. 미충족 수요 검증 종합 보고서 표준 목차

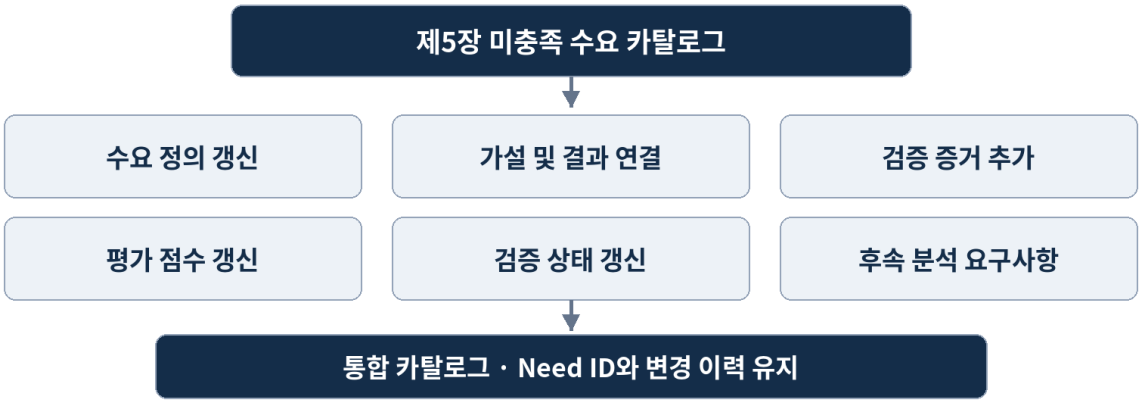


도표 6-83. 미충족 수요 카탈로그의 검증 결과 갱신 구조

동일 수요의 정의 변경은 기존 Need ID 를 유지하고 버전으로 기록합니다. 수요 자체가 분리되거나 통합될 경우 관련 ID 를 명시하며 기존 기록을 보존합니다.

6.14. 단계 완료 기준 및 후속 단계 진입 조건

검증 단계의 완료는 조사 업무의 완료와 수요의 타당성 및 후속 추진 승인 여부를 구분하는 데서 시작합니다. 체크리스트는 절차의 완료 여부를 확인하며, 긍정적 검증 결과를 강제하지 않습니다.

번호	확인 항목	상태·근거
1	검증 대상 및 범위 확정	미확인
2	제 5 장 수요 정의서와 기초 증거 검토	미확인
3	7 대 영역별 검증 가설 정의	미확인
4	검증 방법·지표·성공 및 기각 기준 확정	미확인
5	수요자 및 이해관계자 조사 수행	미확인
6	정성 결과 및 원본 증거 확보	미확인
7	정량 검증 또는 적용 범위·한계 설명	미확인
8	실재성 검증 결과 기록	미확인
9	중요성 및 해결 필요성 검증 결과 기록	미확인
10	반복성 및 지속성 검토	미확인
11	기존 대안 및 미충족 정도 검증	미확인
12	확장성 및 적용 범위 평가	미확인
13	해결 의지 및 행동 증거 검토	미확인
14	잠재 경제·사회 가치 평가	미확인
15	반박 증거 및 불확실성 검토	미확인
16	증거 품질 및 추적성 확보	미확인
17	7 대 영역 평가 및 우선순위 선정	미확인
18	수요 정의서·카탈로그 갱신	미확인
19	개인정보·기밀·윤리·안전 조건 검토	미확인
20	수요자·전문가 검토 및 Gate 2 판정	미확인

도표 6-84. 미충족 수요 검증 완료 기준

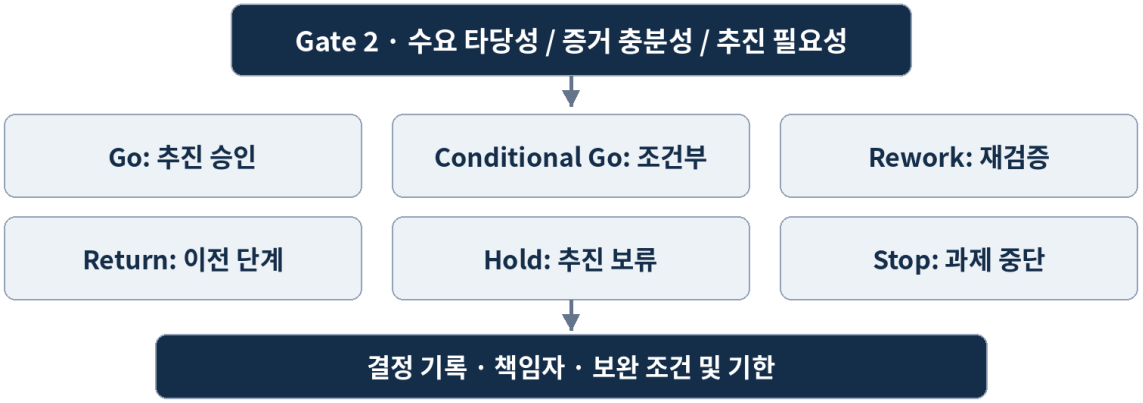


도표 6-85. 미충족 수요 검증 단계의 의사결정 관문

판정	주요 조건	후속 조치
Go	핵심 수요 및 분석 타당성 확보	제 7 장 착수
Conditional Go	핵심 수요 검증, 비핵심 보완 필요	보완 항목·기한·책임자 명시
Rework	주요 증거 부족 또는 상충	추가 조사·재검증
Return	수요 정의·대상 오류	제 5 장 재진입
Hold	검증된 수요이나 자원·협력 부족	보류 및 재검토
Stop	가설 기각 또는 기존 대안으로 충분히 해결	과제 제외·결과 보존

도표 6-86. 근본 원인 분석 단계 진입 판정 기준



도표 6-87. 미충족 수요 검증의 입력·실행·출력 및 후속 단계 연계 구조

Gate 2 에서 Go 또는 허용된 범위의 Conditional Go 를 승인한 경우에만 제 3 단계에 진입합니다. 후속 분석에 전달하는 자료는 검증된 수요 정의, 적용 범위, 기존 대안과 성과 격차, 증거 및 잔여 불확실성을 포함합니다. 검증의 본질은 수요의 존재를 확인하는 데 그치지 않고 해결할 필요성과 가치를 객관적으로 입증하는 것입니다. 제 7 장에서는 이러한 수요가 발생하고 지속되는 근본 원인과 구조적 제약을 분석합니다.

참고문헌은 조사 및 분석 방법의 이론적 참고 근거입니다. 본 장의 7 대 검증 영역, 평가 가중치, 판정 점수, 증거 신뢰 수준, 행동 계층, 일정 및 Craftem Agent 는 자체 방법론적 제안으로 실제 산업별 적용을 통한 보완이 필요합니다.

제 7 장. 근본 원인 분석

Root Cause Analysis

수요 주도형 AI 혁신의 제 3 단계는 검증된 미충족 수요가 발생하거나 지속되는 이유를 규명하는 과정입니다. 수요의 존재와 중요성이 확인되더라도 곧바로 특정 AI 기술을 선택해서는 안 됩니다. 실제 문제를 발생시키는 원인과 기존 해결 방식이 충분한 성과를 내지 못하는 제약을 구분하고, 그 관계를 증거로 검토한 뒤 혁신 대상을 정의해야 합니다. 본 장은 제 6 장의 검증 결과를 제 8 장의 해결 방안 설계 요구사항으로 전환하는 방법을 제시합니다.

7.1. 근본 원인 분석의 정의 및 목적

근본 원인 분석(Root Cause Analysis)이란 검증된 미충족 수요가 발생하거나 지속되는 인과적 요인과 기존 해결 방안의 구조적 제약을 과학적·체계적으로 분석하고 검증하여, 혁신을 통해 해결해야 할 핵심 원인과 혁신 대상을 규명하는 과정입니다. 기존 품질관리의 RCA 는 문제의 재발을 예방하기 위한 원인 탐색을 강조합니다[18]. 본 방법론은 이를 과학적 지식 공백, 기술적 제약 및 사회·경제적 조건까지 확장합니다.

분석 목적	주요 내용
문제 구조 파악	미충족 수요와 관찰된 문제의 관계 규명
직접 원인 식별	문제를 직접 발생시키는 요인 탐색
기여 원인 식별	문제 악화 및 지속 요인 탐색
근본 원인 규명	핵심 인과적 요인 검증
구조적 제약 규명	기존 해결 방식의 한계 분석
인과관계 검증	원인 가설과 실제 문제의 관계 확인
혁신 대상 선정	해결하거나 완화할 원인 및 제약 선정
혁신 목표 정의	후속 설계의 목표 및 요구사항 설정

도표 7-1. 근본 원인 분석의 주요 목적



도표 7-2. 수요 주도형 AI 혁신에서 근본 원인 분석의 위치

근본 원인은 분석 경계와 목적에 따라 달라질 수 있습니다. 따라서 원인의 존재뿐 아니라 그 원인을 혁신 대상으로 선정할 타당성까지 별도로 판단합니다. 후속 단계에서 새로운 증거가 발견되면 분석 결과를 갱신합니다.

구분	수요 검증	근본 원인 분석	해결 방안 설계
핵심 질문	해결할 가치가 있는가?	왜 해결되지 않는가?	어떻게 해결할 것인가?
대상	미충족 수요	원인 및 제약	혁신적 해결 방안
활동	수요 타당성 검증	인과관계 분석·검증	대안 생성·설계
산출물	검증된 수요	핵심 원인·혁신 대상	승인된 혁신 모델
관문	Gate 2	Gate 3	Gate 4

도표 7-3. 미충족 수요 검증·근본 원인 분석·해결 방안 설계의 구분

7.2. 기본 실행 원칙

분석자는 특정 기술이 부족하다는 결론을 미리 설정하지 않습니다. 원인 후보를 제시할 때에는 관찰된 사실, 가정, 추론 및 확인되지 않은 사항을 분리하고, 기존 설명을 반박할 수 있는 자료도 수집합니다. 분석의 깊이는 피해의 중대성, 증거 접근 가능성 및 후속 연구의 필요성에 따라 조정합니다.

원칙	실행 기준
수요 중심	검증된 수요 및 미충족 격차에서 출발
인과관계 중심	상관관계와 인과관계를 구분
과학적 접근	관찰·가설·검증·반증 수행
증거 중심	원본 데이터 및 검증 가능한 자료 활용
시스템적 접근	전체 시스템과 상호작용 검토
다차원적 접근	과학·기술·조직·경제·제도 등 검토
다학제적 협력	전문영역별 분석 및 교차 검토
기술 중립성	특정 AI 기술을 원인이나 대안으로 사전 확정하지 않음
해결 가능성 고려	인과적 중요성과 개입 가능성 분리
불확실성 관리	사실·가설·미확인 사항 및 한계 기록

도표 7-4. 근본 원인 분석의 10 대 실행 원칙

오류	통제 방안
현상을 원인으로 판단	문제와 원인의 계층 구분
상관관계를 인과관계로 해석	시간적 선후·교란·대안 가설 검토
단일 원인으로 설명	복수 원인 및 상호작용 탐색
기술 부족으로 단정	비기술적 제약 및 기존 대안 검토
확증 편향	반박 증거와 예외 사례 조사
전문가 의견 과신	실측 자료와 독립적 검토 확보
AI 가설을 사실로 인정	출처 및 검증 결과 확인
개인에게 책임 전가	업무·조직·제도 환경 분석

도표 7-5. 근본 원인 분석의 주요 오류 및 통제 방안



도표 7-6. 관찰된 사실에서 핵심 근본 원인 규명까지의 증거 발전 구조

증거가 부족하거나 반박되는 경우에는 가설 수정 또는 추가 검증으로 되돌아갑니다. 선정은 과학적 확실성을 무조건 보장하지 않습니다.

7.3. 문제와 원인의 계층적 구조

미충족 수요는 현재 상태와 기대 상태 사이의 격차이며, 표면적 문제는 그 격차가 드러나는 현상입니다. 직접 원인은 해당 현상을 일으키는 요인이고 기여 원인은 현상을 악화하거나 지속시킵니다. 근본 원인은 분석 범위에서 중요한 인과적 설명을 제공하는 요인입니다. 구조적 제약은 문제를 해결하기 위한 지식, 기술, 자원 또는 제도적 조건이 충분하지 않은 상태를 뜻합니다.

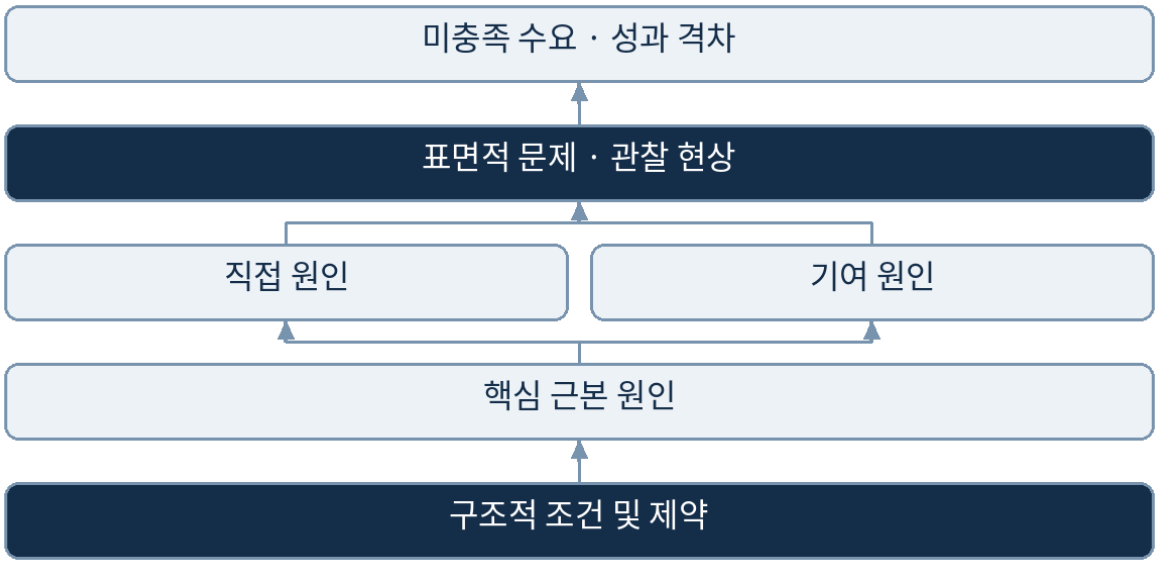


도표 7-7. 미충족 수요와 문제 및 원인의 계층적 구조

실제 인과구조는 계층형뿐 아니라 복수 경로와 상호작용을 포함할 수 있습니다. 구조적 제약은 반드시 발생 원인의 상위 원인이 되는 것은 아닙니다.

구분	영문	핵심 질문
미충족 수요	Unmet Needs	무엇이 충족되지 않는가?
표면적 문제	Symptoms	무엇이 관찰되는가?
직접 원인	Direct Causes	무엇이 직접 문제를 발생시키는가?
기여 원인	Contributing Causes	무엇이 문제를 악화·지속시키는가?
근본 원인	Root Causes	어떤 핵심 인과적 요인이 있는가?
구조적 제약	Structural Constraints	무엇이 해결을 제한하는가?

도표 7-8. 문제와 원인의 유형별 분석 관점

문제의 발생을 예방하는 혁신과 이미 발생한 문제의 영향을 줄이는 혁신은 목표가 다릅니다. 예컨대 설계 오류 발생 자체를 줄이는 방안과 오류를 조기에 발견하는 방안은 서로 보완적이지만 동일한 문제를 해결하는 것은 아닙니다.

비교 항목	문제 발생 원인	문제 해결 제약
핵심 질문	왜 발생하는가?	왜 기존 방식으로 해결하지 못하는가?
분석 대상	발생의 인과적 요인	지식·기술·자원의 제약
건축설계	오류 발생 및 검토 누락 요인	검토 기술·인력·데이터 제약
보건의료	질병 발생 및 진행 기전	조기 검출의 기술적 한계
교육	성장 기회 부족의 발생 요인	교육·채용·멘토링 제약
혁신 방향	발생 예방 및 영향 감소	해결 제약 극복

도표 7-9. 문제 발생 원인과 문제 해결 제약의 비교



도표 7-10. 문제 발생 원인과 해결 제약의 통합 분석 구조

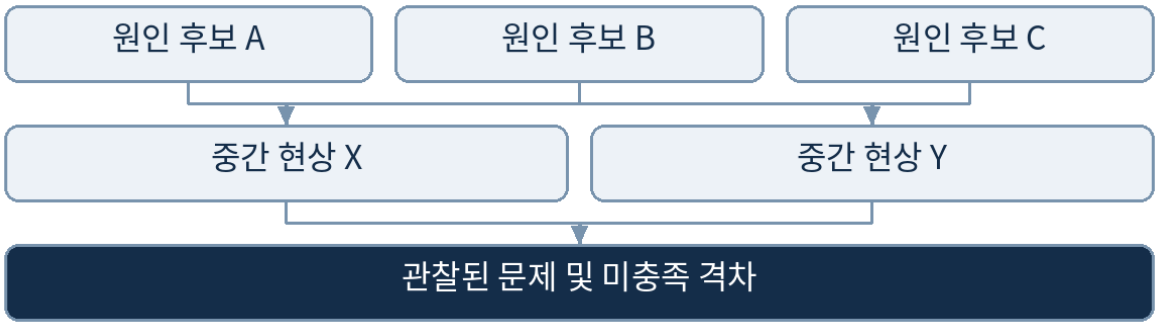


도표 7-11. 복수 원인과 중간 현상에 의한 복합적 문제 발생 구조

개념적 경로이며 각 연결은 별도로 검증해야 합니다.

7.4. 근본 원인의 8 대 분석 영역

8 대 분석 영역은 원인 탐색의 누락을 방지하기 위한 크림슨앰버의 자체 분류 체계입니다. 분석자는 각 영역의 적용 여부를 검토하고, 해당하지 않는 영역은 제외 근거를 기록합니다. 한 원인이 여러 영역에 걸쳐 있다면 중복 계산하지 않고 관계를 명시합니다.

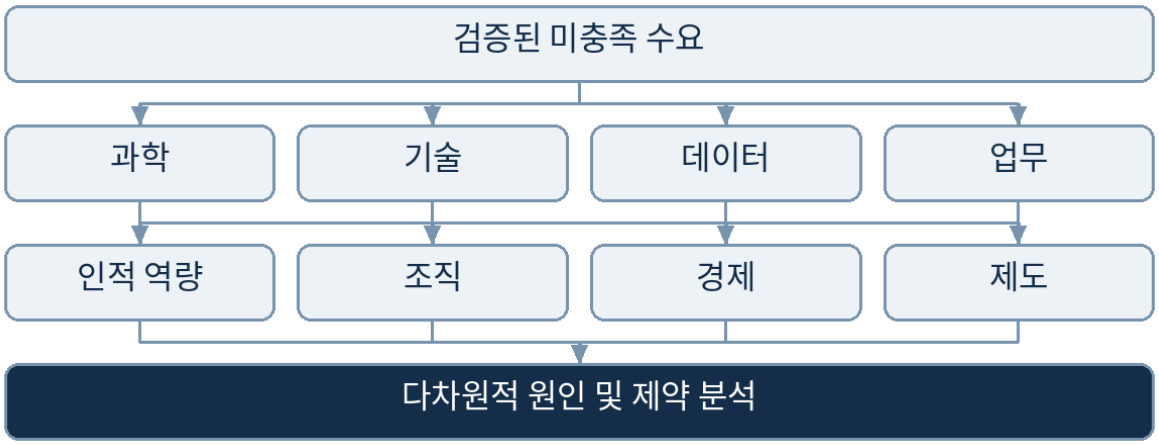


도표 7-12. 근본 원인의 8 대 분석 영역

7.4.1. 과학적 원인 및 제약

Scientific Causes & Constraints

관찰된 현상을 설명할 수 있는 기전과 관측 가능한 지표를 구분합니다. 문헌의 연구 대상, 실험 조건 및 재현 여부를 확인하고, 알려진 원리와 미확인 지식 공백을 별도로 기록합니다. 질병 발생 기전이나 소재의 기능적 특성처럼 장기간의 연구가 필요한 문제는 탐색적 연구 대상으로 관리합니다.

분석 항목	핵심 질문
발생 메커니즘	어떤 과학적 원리로 문제가 발생하는가?
지식 공백	규명되지 않은 현상과 원리는 무엇인가?
이론적 한계	기존 이론으로 충분히 설명할 수 있는가?
관측 가능성	필요한 현상 및 변수를 측정할 수 있는가?
연구 가설	추가 검증이 필요한 과학적 가설은 무엇인가?

도표 7-13. 과학적 원인 및 제약의 주요 분석 항목

7.4.2. 기술적 원인 및 제약

Technological Causes & Constraints

기존 기술의 명목 성능과 현장 성능을 구분합니다. 요구 성능을 달성하지 못하는 조건을 확인하고 알고리즘, 하드웨어, 소프트웨어, 통합 인터페이스의 한계를 분석합니다. 기술적 한계를 확인하더라도 특정 신규 기술이 적절한 해결책이라고 단정하지 않습니다.

분석 항목	핵심 질문
기술 성능	요구 성능을 달성하지 못하는 이유는 무엇인가?
기술 공백	필요한 핵심 기술이 존재하는가?
구현 한계	알고리즘·하드웨어·소프트웨어의 제약은 무엇인가?
기술 통합	기존 기술 및 시스템과 연계할 수 있는가?
불확실성	추가 연구개발이 필요한 영역은 무엇인가?

도표 7-14. 기술적 원인 및 제약의 주요 분석 항목

7.4.3. 데이터 관련 원인 및 제약

Data-related Causes & Constraints

데이터의 양뿐 아니라 품질, 대표성, 생성 조건, 의미적 일관성 및 접근 권한을 검토합니다. 데이터 누락이 실제 문제를 일으키는지 또는 분석을 제한하는지 구분하고, 원본 자료와 변환 이력을 확보합니다. 데이터가 많더라도 필요한 관측 대상이 누락되어 있으면 인과 효과를 식별하기 어려울 수 있습니다.

분석 항목	핵심 질문
충분성	필요한 데이터가 충분한가?
품질	정확성·완전성·일관성이 확보되는가?
대표성	대상 현상과 집단을 적절히 반영하는가?
구조	컴퓨터가 처리 가능한 형태인가?
접근	필요 정보의 이용 권한이 확보되는가?

도표 7-15. 데이터 관련 원인 및 제약의 주요 분석 항목

7.4.4. 업무 관련 원인 및 제약

Work-related Causes & Constraints

업무 목적에서 산출물까지 수행 순서, 역할, 의사결정 및 정보 전달 구조를 재구성합니다. 반복 작업과 병목을 발견하면 발생 조건과 영향을 기록하고 실제 기록으로 확인합니다. 업무 수행자의 노력 부족으로 설명하기 전에 실행 환경과 검토 기준의 구조적 문제를 검토합니다.

분석 항목	핵심 질문
업무 구조	업무 자체가 비효율적으로 구성되었는가?
업무 병목	특정 단계에서 지연·손실이 발생하는가?
업무 단절	사람·도구·시스템 간 단절이 존재하는가?
표준화	업무 수행 방법과 품질 기준이 명확한가?
의사결정	판단 및 승인 구조가 적절한가?

도표 7-16. 업무 관련 원인 및 제약의 주요 분석 항목

7.4.5. 인적 역량 관련 원인 및 제약

Human Capability Causes & Constraints

필요 역량과 실제 역량의 격차를 업무 조건과 함께 분석합니다. 전문가 부족, 지식 전수의 어려움, 학습 기회의 부족을 개인의 책임으로 환원하지 않습니다. 교육, 업무 지원 도구, 조직적 지식 관리 등 환경적 요인을 함께 검토합니다.

분석 항목	핵심 질문
전문지식	필요한 전문지식이 충분한가?
전문인력	필요한 인력을 확보·활용할 수 있는가?
업무 역량	요구 업무와 수행 역량 사이에 격차가 있는가?
지식 전수	경험과 지식이 다른 구성원에게 전달되는가?
학습 환경	지속적인 역량 개발 환경이 존재하는가?

도표 7-17. 인적 역량 관련 원인 및 제약의 주요 분석 항목

7.4.6. 조직적 원인 및 제약

Organizational Causes & Constraints

부서별 목표와 전체 조직의 목표가 일치하는지, 책임과 권한이 명확한지, 필요한 협력이 실제로 가능한지 분석합니다. 개인의 성과가 조직적 실행 능력과 사업 성과로 연결되지 않는 구조도 분석 대상입니다.

분석 항목	핵심 질문
조직 구조	현재 조직 구조가 문제 해결을 지원하는가?
역할·책임	문제 해결의 책임 주체가 명확한가?
협업	부서 및 전문분야 간 협력이 원활한가?
자원 배분	인력·예산·기술이 적절히 배분되는가?
성과 관리	개인·조직·사업 성과가 연결되는가?

도표 7-18. 조직적 원인 및 제약의 주요 분석 항목

7.4.7. 경제적 원인 및 제약

Economic Causes & Constraints

기존 방식의 비용과 문제로 발생하는 손실, 자원 접근성 및 이해관계자의 경제적 유인을 분석합니다. 수요자에게 가치가 있더라도 공급 비용이 높거나 편익을 얻는 주체와 비용 부담 주체가 다르면 해결이 지연될 수 있습니다. 이 단계의 경제성은 원인과 제약의 분석이며 신규 솔루션의 ROI 확정이 아닙니다.

분석 항목	핵심 질문
비용 구조	기존 해결 비용이 과도한가?
자원 부족	연구개발·문제 해결 자원이 부족한가?
경제성	기존 해결 방식이 지속 가능한가?
경제적 유인	해결을 추진할 동기가 존재하는가?
가치 전달	가치가 수요자와 공급자에게 전달되는가?

도표 7-19. 경제적 원인 및 제약의 주요 분석 항목

7.4.8. 제도적 원인 및 제약

Institutional Causes & Constraints

적용되는 법률, 규제, 표준 및 정책의 목적과 조건을 검토합니다. 안전이나 권리 보호에 필요한 조건을 제거할 장애물로만 보아서는 안 됩니다. 적법한 혁신이 가능하도록 준수 요구사항과 변경 가능한 제도적 절차를 구분합니다.

분석 항목	핵심 질문
법률·규제	문제 해결과 기술 활용에 필요한 법적 조건은 무엇인가?
산업 표준	기존 표준이 혁신 적용을 지원하는가?
인허가	연구개발·상용화에 필요한 승인 조건은 무엇인가?
정책·지원	문제 해결을 지원하는 제도가 충분한가?
이해관계	제도적 책임 및 이해관계가 영향을 주는가?

도표 7-20. 제도적 원인 및 제약의 주요 분석 항목

분석 영역	분석 전문가	핵심 산출물
과학	과학자·연구자	과학적 가설 및 연구 공백
기술	엔지니어·기술 전문가	기술 공백 및 제약
데이터	데이터·수리과학자	데이터 제약 및 분석 결과
업무	업무 전문가·혁신 아키텍트	현행 업무의 구조적 문제
인적 역량	산업·교육 전문가	지식 및 역량 격차
조직	경영·조직혁신 전문가	조직·협업 구조 한계
경제	경제·재무·사업 전문가	경제 제약 및 유인
제도	법률·정책·규제 전문가	제도적 제약 및 적용 조건

도표 7-21. 근본 원인 분석 영역별 전문가 및 핵심 산출물

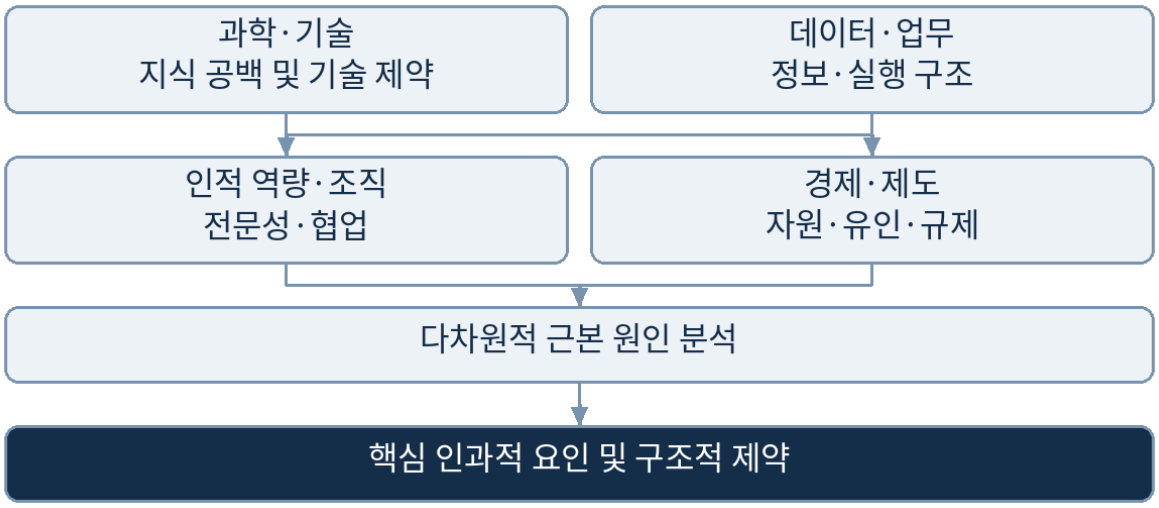


도표 7-22. 8 대 분석 영역의 통합 근본 원인 분석 구조

분석 결과는 영역별 보고서로 분리한 뒤 통합 검토합니다. 서로 다른 전문가가 동일 현상을 다른 용어로 설명할 때에는 관측 대상, 시간 범위 및 인과 가정을 대조하여 하나의 공통 분석 모델에 연결합니다.

7.5. 근본 원인 분석 실행 프로세스

근본 원인 분석은 일곱 개의 실행 절차로 구성합니다. 원인 후보 발굴, 인과관계 구조화 및 검증은 반복적인 탐색과 검증을 통해 수행합니다. 모든 절차에는 입력, 책임자, 검증 방법 및 산출물을 정의하여 진행 상태를 추적합니다.



도표 7-23. 근본 원인 분석 표준 실행 프로세스

7.5.1. 분석 대상 및 범위 확정

제 6 장에서 검증한 Need ID, 수요 정의서, 가설별 검증 결과, 기준선 및 잔여 불확실성을 검토합니다. 분석 목적은 발생 원인, 해결 제약 또는 두 가지 모두로 명시하고, 시스템 경계와 관찰 기간을 정합니다. 범위 변경이 필요한 경우 검증 책임자와 협의하여 변경 근거를 기록합니다.

실행 항목	주요 내용
분석 대상 수요	Need ID 와 검증된 수요 정의
검증 결과	가설·증거·불확실성 검토
분석 목적	발생 원인 및 해결 제약의 분석 목적 설정
시스템 경계	대상 시스템 및 외부 환경의 경계
분석 영역	8 대 영역 중 적용 대상 선정
핵심 질문	규명할 원인 및 인과관계 정의
분석 방법	조사·수리 모델·통계·실험의 적합성 검토
필요 자원	전문가·데이터·시설·AI 리소스 확보
완료 기준	증거 요구 수준 및 판정 조건

도표 7-24. 근본 원인 분석 대상 및 범위 설정 항목

핵심 산출물: 근본 원인 분석 계획서(Root Cause Analysis Plan).

7.5.2. 현행 시스템 및 발생 환경 분석

현행 시스템을 이해하기 위해 기존 업무 기록, 기술 구조 및 실제 발생 사례를 수집합니다. 문제가 발생하기 전과 이후의 조건을 구분하고, 문제 발생 사례뿐 아니라 발생하지 않은 사례도 분석합니다. 현재 성과의 기준선이 이전 장의 검증 범위와 일치하는지 확인합니다.

분석 영역	주요 내용
시스템 구조	구성 요소·상호작용·외부 환경
문제 발생 과정	문제 전후 사건 및 조건
업무·운영 구조	역할·업무 흐름·도구·의사결정
과학적 메커니즘	알려진 원리 및 지식의 한계
기술 구조	현재 기술·제품의 기능과 성능
데이터 구조	생성·처리·전달·이용 환경
기존 해결 방안	해결 방식과 적용 조건
잔여 미충족 격차	기존 방식으로 충족하지 못한 성과

도표 7-25. 현행 시스템 및 문제 발생 환경 분석 항목

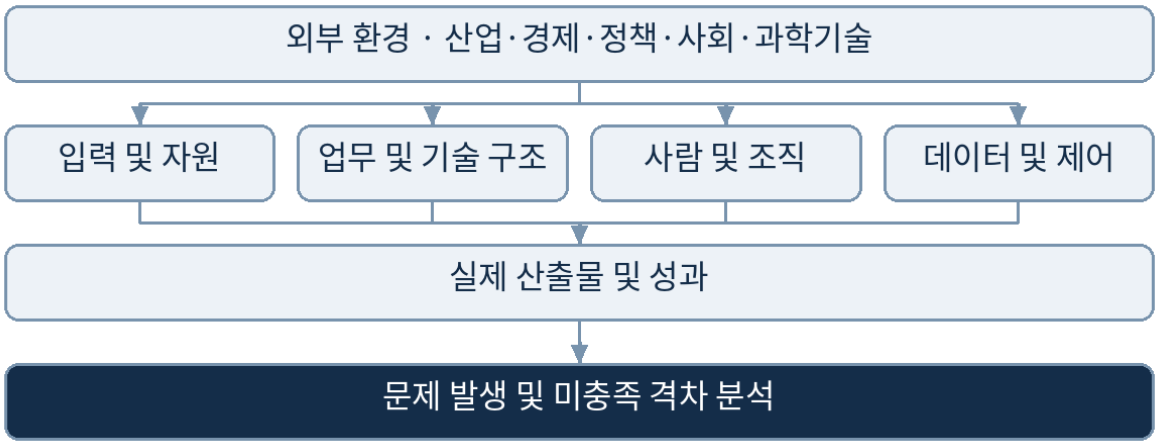


도표 7-26. 현행 시스템의 구조 및 발생 환경 분석 모델

발견된 병목은 원인 후보로 등록하고 그 자체를 인과관계의 확정 근거로 사용하지 않습니다. 핵심 산출물: 현행 시스템 및 문제 구조 분석서(As-Is System & Problem Structure Analysis Report).

7.5.3. 원인 후보 발굴

각 분석 영역의 전문가가 원인 후보를 제안하고 AI Agent 가 문헌 및 현장 자료의 탐색과 구조화를 지원합니다. 후보마다 관측 사실, 제안 근거, 문제와의 잠정적 관계, 추가 검증 요구사항을 기록합니다. 서로 다른 후보가 같은 원인을 지칭하는지 검토하고, 복합 요인의 상호작용도 별도로 관리합니다.



도표 7-27. Human-AI 기반 근본 원인 후보 발굴 구조

후보 유형	주요 의미
관찰 기반	현장 또는 데이터에서 발견한 관련 요인
문헌 기반	기존 학술연구 및 기술자료의 요인
전문가 제안	전문지식과 경험에 기반한 제안
데이터 추론	통계적 패턴에서 발견한 요인
AI 생성	AI Agent 가 생성한 검증 대상 가설
복합 원인	복수 요인의 결합 및 상호작용 가설

도표 7-28. 근본 원인 후보의 유형 및 발굴 근거

핵심 산출물: 근본 원인 후보 카탈로그(Root Cause Candidate Catalog).

7.5.4. 인과관계 구조화

원인 후보를 정규화한 후 문제와의 관계를 인과 그래프 또는 시스템 모델로 표현합니다. 시간적 선후관계, 직접 경로 및 매개 경로, 교란 가능성, 상호작용을 명시합니다. 인과 그래프의 모든 간선에는 가설 또는 검증 상태를 연결하며, 피드백은 시간 인덱스를 도입하거나 별도의 동적 모델로 표현합니다.



도표 7-29. 원인 후보의 인과관계 구조화 절차

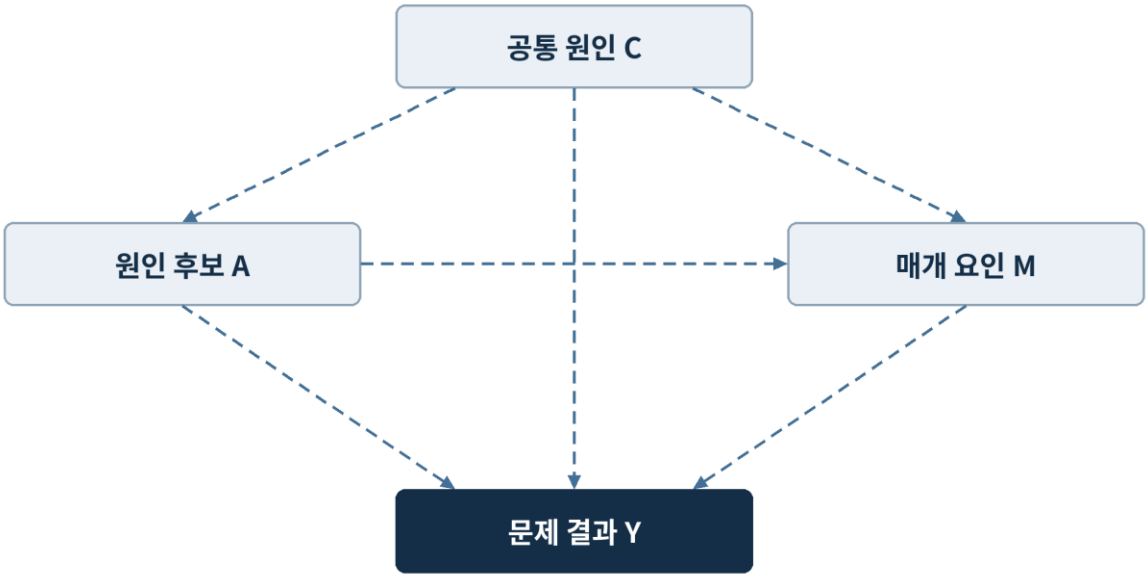


도표 7-30. 인과관계 모델링을 위한 방향성 비순환 그래프 예시

공통 원인 C 가 A 와 Y 에 영향을 주는 경우 교란이 발생할 수 있습니다. M 은 A 의 효과를 전달하는 매개 후보입니다. 총효과를 추정할 때 매개 변수의 무조건적 조정은 적절하지 않을 수 있습니다.

명세 항목	주요 내용
Hypothesis ID	원인 가설 고유 식별자
Need ID	관련 미충족 수요
Cause ID	분석 대상 원인 후보
Outcome Variable	설명하려는 문제 또는 성과
Causal Mechanism	가정한 인과적 메커니즘
Causal Direction	원인과 결과의 방향
Mediators	매개 변수 후보
Confounders	교란 가능성이 있는 요인
Alternative Hypotheses	대안적 인과 설명
Required Evidence	검증에 필요한 자료
Validation Method	가설 검증 방법
Decision Criteria	지지·기각·판단 유보 조건

도표 7-31. 원인 가설 명세서의 표준 구성

핵심 산출물: 인과관계 모델 및 원인 가설 명세서(Causal Relationship Model & Causal Hypothesis Specification).

7.5.5. 원인 가설 검증

사전에 설정한 검증 방법과 판정 기준에 따라 가설을 평가합니다. 관찰 및 문헌 증거, 수리 모델, 통계 분석 또는 필요한 경우 승인된 실험을 활용합니다. 결과를 지지·기각·판단 유보로 분류하고, 결론의 적용 범위 및 반대 증거를 기록합니다. 자료 부족으로 판단할 수 없는 가설은 별도의 연구 과제로 남깁니다.

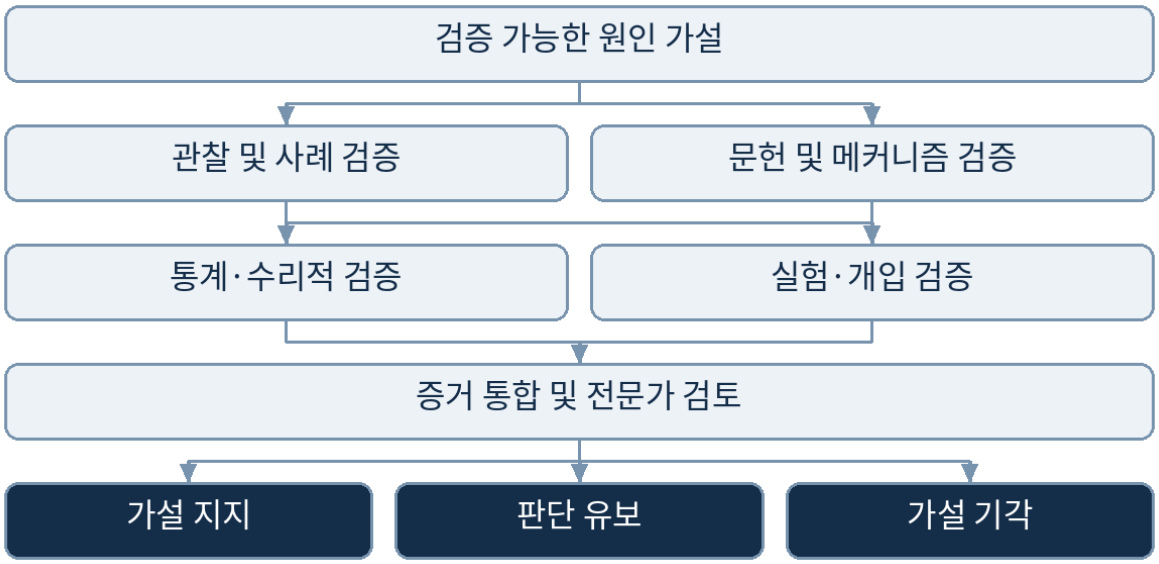


도표 7-32. 원인 가설의 과학적 검증 구조

검증 기준	주요 내용
시간적 선후관계	원인이 결과에 선행하는가?
인과적 개연성	설명 가능한 메커니즘이 존재하는가?
경험적 근거	실제 사례와 데이터가 가설을 지지하는가?
대안 설명	다른 원인·교란요인으로 설명 가능한가?
개입 효과	원인의 변화가 예상한 결과 변화와 연결되는가?
재현성	다른 자료·조건에서도 결과가 확인되는가?
적용 범위	인과적 관계가 성립하는 조건과 한계는 무엇인가?

도표 7-33. 원인 가설의 주요 검증 기준

핵심 산출물: 원인 가설 검증 보고서(Causal Hypothesis Validation Report).

7.5.6. 핵심 근본 원인 및 우선순위 선정

인과적 근거를 확보한 원인과 확인된 구조적 제약을 대상으로 영향도와 개입 가능성을 평가합니다.

영향도가 높지만 현재 개입이 어렵다면 장기 연구 대상으로 분류할 수 있습니다. 증거가 부족한 가설을 기대 가치만으로 핵심 원인으로 확정해서는 안 됩니다.



도표 7-34. 원인의 영향도 및 개입 가능성에 따른 혁신 우선순위

개념적 우선순위 모델이며 인과적 근거 검토 이후 적용합니다.

선정 기준	주요 내용
인과적 타당성	원인과 문제 사이의 인과적 근거
영향도	미충족 수요의 발생 및 지속에 미치는 영향
구조적 중요성	다른 문제 및 원인과의 연결 관계
개입 가능성	원인 제거·완화 또는 제약 극복 가능성
가치 창출 가능성	예상 경제적·사회적 편익
위험 및 불확실성	추가 분석·연구·검증 필요성

도표 7-35. 핵심 근본 원인 및 구조적 제약 선정 기준

핵심 산출물: 핵심 근본 원인 정의서(Key Root Cause Specification).

7.5.7. 혁신 대상 및 목표 정의

핵심 원인과 구조적 제약을 후속 설계에서 해결할 수 있는 대상으로 구체화합니다. 목표는 수요 검증에서 확보한 기준선과 연결하고, 측정 조건·품질·안전·비용 등 필수 제약을 함께 정의합니다. 구체적인 AI 모델이나 구현 방법은 이 단계에서 확정하지 않습니다.



도표 7-36. 핵심 근본 원인에서 혁신 대상 및 목표로의 전환 구조

정의 항목	작성 지침	작성란
Innovation Target ID	혁신 대상 고유 식별자	
Need ID	관련 검증 수요	
Cause IDs	핵심 근본 원인 참조	
Constraint IDs	구조적 제약 참조	
혁신 대상	해결하거나 극복할 대상	
현재 상태	검증된 기준선 및 문제 수준	
혁신 목표	달성할 기대 상태	
성과 기준	정량·정성적 검증 기준	
혁신 범위	적용 환경 및 시스템 경계	
필수 제약조건	안전·품질·경제·법적 조건	
잔여 불확실성	미확인 원인 및 연구 과제	
후속 설계 요구사항	제 8 장 설계 요구사항	

도표 7-37. 혁신 대상 및 목표 정의서 표준 양식

핵심 산출물: 혁신 대상 및 목표 정의서(Innovation Target & Objective Specification).

7.6. 근본 원인 분석 방법 및 인과관계 모델링 기법

근본 원인 분석은 문제의 성격에 따라 서로 다른 방법을 결합하는 활동입니다. 정성적 기법은 원인 후보를 발굴하고 정량적 기법은 발생 빈도와 관계를 파악하며, 과학적·수리적 분석은 가정과 메커니즘을 검토합니다. 시스템 분석은 구성 요소 사이의 상호작용과 시간적 변화를 파악합니다. 분석 도구가 만들어 낸 결과는 그 자체로 인과관계를 입증하지 않습니다.

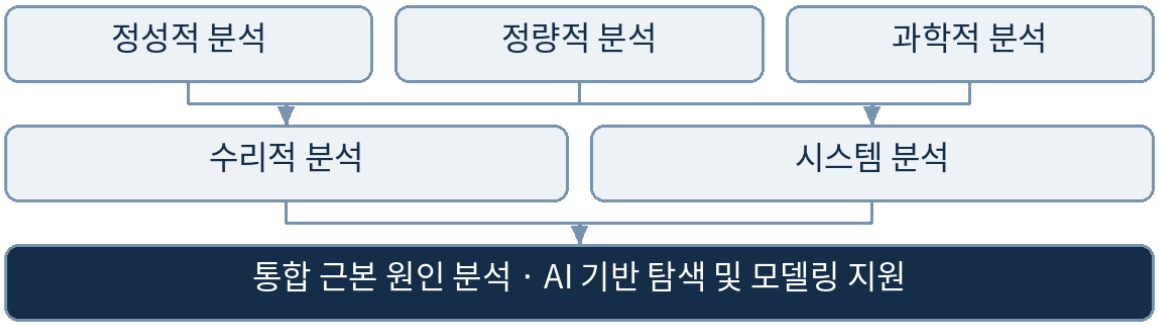


도표 7-38. 근본 원인 분석의 5 대 방법론적 접근

분석 기법	주요 활용 목적
5 Whys Analysis	반복 질문을 통한 원인 후보 탐색
Fishbone Diagram	다양한 관점의 원인 후보 분류
Cause Tree Analysis	문제 및 원인의 계층적 구조화
Fault Tree Analysis	실패 사건의 발생 조건을 논리적으로 분석
Pareto Analysis	발생 빈도 또는 손실의 집중 영역 식별
Process Mining	업무 로그에서 반복 문제 및 병목 탐색
Failure Mode and Effects Analysis	잠재적 실패 유형 및 영향 평가
Comparative Analysis	문제 발생·미발생 집단의 차이 분석
Literature & Research Gap Analysis	과학적 지식 및 기술 공백 탐색
Causal DAG	인과 가정 및 변수 관계 구조화
Structural Causal Model	인과 구조 및 개입 효과 모델링
Bayesian Network	확률적 의존관계 및 불확실성 분석
System Dynamics	피드백 및 시간적 변화 분석
Mechanistic Modeling	발생 메커니즘의 수리적 표현
Sensitivity Analysis	변수 및 가정 변화에 따른 결과 민감도 분석

도표 7-39. 근본 원인 분석의 주요 방법 및 활용 목적

5 Whys 와 Fishbone 은 원인 탐색을 지원하는 대표적 품질관리 기법입니다[18]. 질문을 정확히 다섯 번 반복하는 것이 분석의 목적은 아닙니다. 각 답변의 근거를 확인하고, 다른 설명이 가능한 경우 분기하여 탐색합니다. 다음 사례는 실제 현장 결과가 아닌 가상의 가설입니다.



도표 7-40. 5 Whys 를 활용한 건축설계 품질검토 원인 탐색 예시

각 답변은 가설이며 실제 근본 원인으로 확정하려면 별도 검증이 필요합니다.

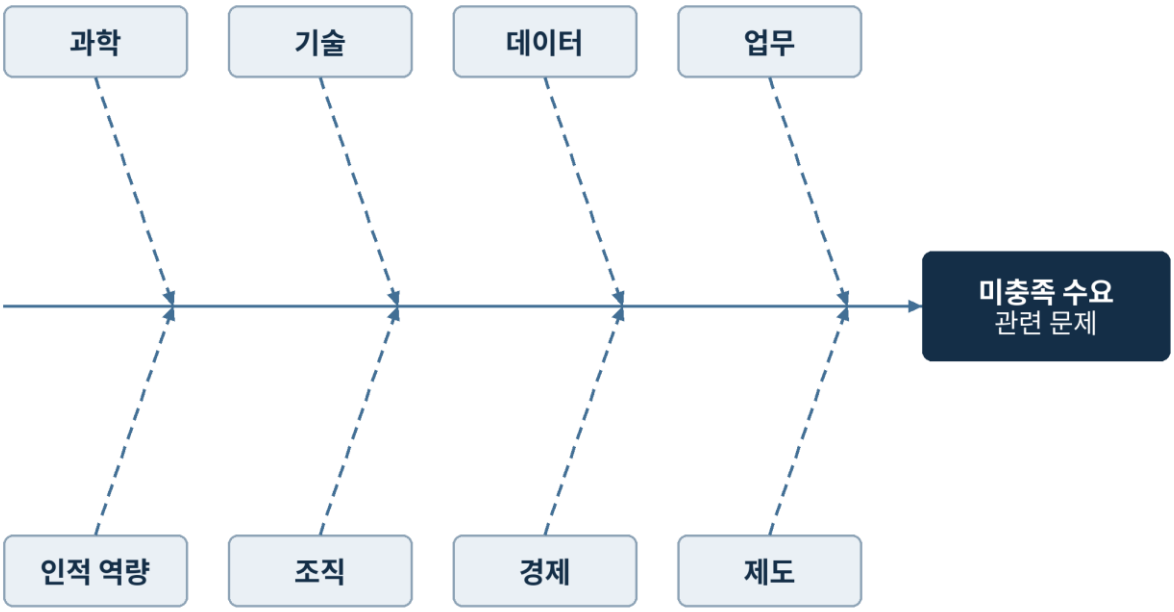


도표 7-41. 8 대 분석 영역 기반 Fishbone Diagram

기존 Fishbone 기법에 본 방법론의 8 대 영역을 적용하였습니다. 점선은 탐색 대상 가설을 의미합니다.

Pareto 분석은 빈도 또는 손실의 집중 영역을 확인하여 조사 자원을 효율적으로 배분하도록 지원합니다. 분류 기준과 관찰 기간을 통일하고, 발생 건수와 경제적 손실은 별도의 지표로 관리합니다. 빈도 비율은 근본 원인의 인과적 기여율과 다릅니다.

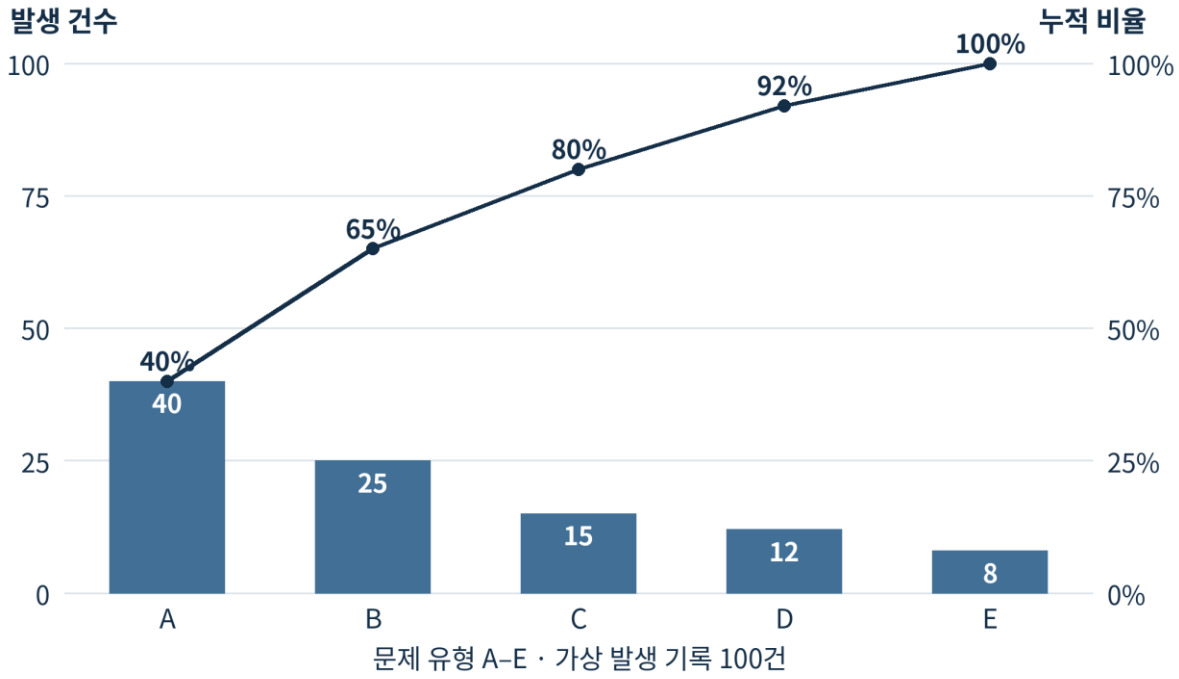


도표 7-42. Pareto Analysis 를 활용한 문제 유형별 우선 분석 예시

A: 검토 누락, B: 정보 불일치, C: 기준 적용 오류, D: 도구 연계 오류, E: 기타. 상위 3 개 유형의 합은 80 건(80%)입니다. 실제 인과적 기여율이 아닙니다.

비교 항목	Cause Tree Analysis	Fault Tree Analysis
분석 목적	문제·원인의 계층적 구조화	실패 사건 발생 조건 분석
기본 구조	문제에서 하위 원인으로 분해	AND·OR 논리 구조
활용	업무·조직·기술 원인 탐색	시스템 신뢰성 및 안전 분석
정량화	필요시 영향도 및 증거 연결	적절한 자료로 실패 확률 추정
유의 사항	인과적 근거 확인	사건 의존성 및 확률 가정 검토

도표 7-43. Cause Tree 와 Fault Tree Analysis 의 비교

관찰된 두 변수의 관계에는 직접 인과, 공통 원인, 매개 경로, 역인과 등 다양한 설명이 가능합니다. 인과 추론에서는 질문과 가정을 명시하고 연구 설계에 적합한 방법을 선택해야 합니다[21]. 특히 결과 이후 측정된 변수나 공통 결과인 충돌 변수(collider)를 무조건 통제하면 편향이 발생할 수 있습니다.

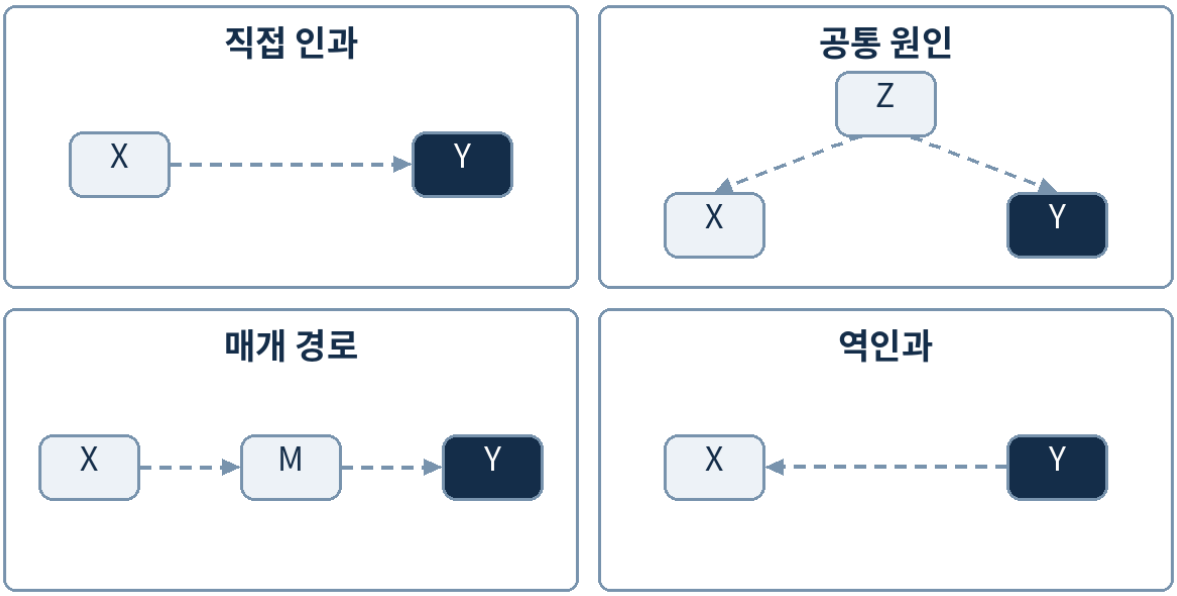


도표 7-44. 관찰된 변수 관계에 대한 서로 다른 인과적 설명

점선 화살표는 인과 가정을 표현합니다. Z 는 공통 원인 후보, M 은 매개 변수 후보입니다.

모델링 방법	주요 활용
회귀 및 통계 모델	변수 관계 및 효과 추정
구조적 인과 모델(SCM)	인과 가정에 따른 개입 효과 추정
베이지안 모델	사전 지식과 관측 증거를 통한 불확실성 갱신
미분방정식 모델	과학적·물리적 현상의 시간적 변화 표현
네트워크 모델	복합 요소 및 관계 구조 분석
시뮬레이션 모델	가정된 시스템에서 변수 변화의 영향 탐색
최적화 모델	제약조건에 따른 개입 대안 탐색

도표 7-45. 근본 원인 분석을 위한 수리적 모델링 방법

구조적 인과 모델에서는 결과 Y 를 원인 후보 X, 관측된 관련 변수 Z 및 관측되지 않은 요인 U 의 함수로 나타낼 수 있습니다. 이는 구조적 가정을 표현한 것이며 회귀식의 적합도가 곧 인과적 타당성을 의미하지는 않습니다.

평균 인과 효과는 동일한 대상 집단에서 서로 다른 개입 조건에 따른 잠재결과의 기대값 차이로 정의할 수 있습니다. Y^{x_1}과 Y^{x_0}은 각각 X 를 x_1과 x_0으로 설정하였을 때의 잠재결과를 뜻합니다. 관찰 자료에서 이를 추정하려면 일관성, 교환가능성, 양의 확률 조건(positivity) 등 해당 연구 설계에 필요한 식별 가정을 검토해야 합니다[21].

분석 상황	권장 기법
반복적 업무 문제	5 Whys · Fishbone · Process Mining
기술 및 시스템 실패	Cause Tree · Fault Tree · FMEA
과학적 메커니즘의 불확실성	문헌 분석 · 수리 모델 · 가설 및 실험 검증
다수 변수의 인과관계	DAG · SCM · 적절한 통계적 인과 추론
복합 조직 및 산업 구조	시스템 사고 · System Dynamics
영향도 및 불확실성	민감도 · 시나리오 분석
비정형 정보 탐색	AI 기반 문헌 및 의미 분석

도표 7-46. 분석 상황별 근본 원인 분석 기법 선정 기준

7.7. 원인 가설의 검증 방법

원인 가설의 검증은 인과 질문을 명확히 설정하고 적합한 증거를 수집하여 잠정적인 설명을 평가하는 과정입니다. 검증 계획에는 원인, 결과, 비교 조건, 데이터 및 판정 기준을 포함합니다. 검증 결과를 본 후 기준을 변경할 경우 변경 근거와 승인 이력을 기록합니다.

설계 항목	주요 내용
검증 목적	확인할 인과관계 또는 메커니즘
검증 대상	원인 · 결과 · 관련 변수 · 적용 환경
검증 가설	원인 변화와 결과 관계에 대한 주장
대안 가설	관찰 결과에 대한 다른 설명
필요 데이터	실측 · 문헌 · 실험 자료
검증 방법	관찰 · 비교 · 실험 · 모델링
교란요인 통제	인과 추정에 영향을 주는 요인 검토
판정 기준	지지 · 기각 · 판단 유보 조건
연구 윤리	참여자 · 데이터 보호 및 안전 · 연구 승인
검증 범위	결과 적용 조건 및 한계

도표 7-47. 원인 가설 검증 설계의 표준 구성

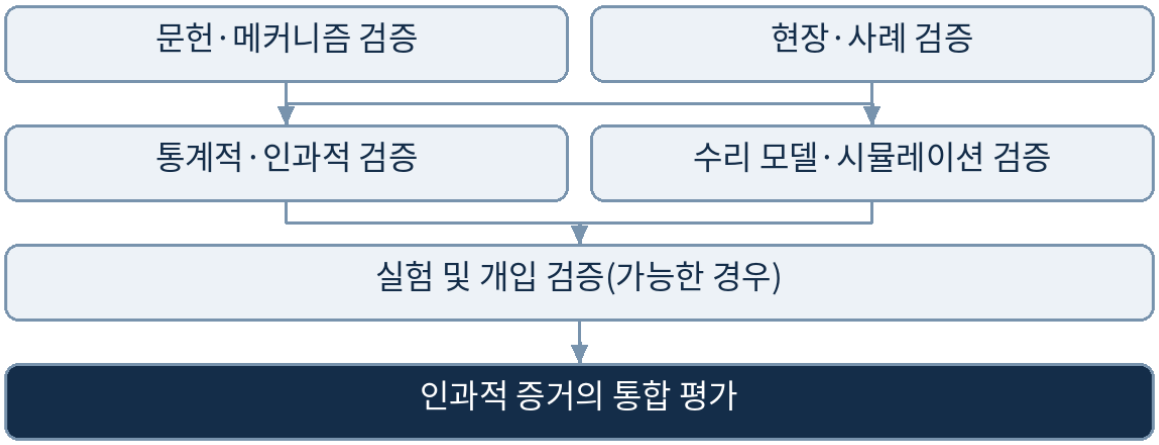


도표 7-48. 원인 가설의 5 대 검증 접근

검증 방법은 과제의 목적과 연구 설계에 맞게 선택하며 모두 수행해야 하는 순차 절차는 아닙니다.

Bradford Hill 의 인과 판단 관점은 관찰된 연관성을 평가하는 데 참고할 수 있으나 모든 조건을 만족해야 하는 기계적인 체크리스트가 아닙니다[22]. 시간적 선후관계는 중요하지만 그것만으로 충분하지 않습니다. 특히 통계적 유의성, 높은 모델 정확도 또는 전문가 합의는 그 자체로 인과관계의 확증이 아닙니다.

검증 방법	활용 및 적용 조건
시간적 선후관계 분석	원인 발생이 결과에 선행하는지 확인
비교 사례 분석	문제 발생·미발생 사례 차이 분석
통제 실험	가능한 환경에서 원인 개입 효과 비교
무작위 배정 실험	적절한 실험 조건에서 개입 효과 추정
준실험 설계	특정 식별 가정 아래 효과 추정
차이의 차이 분석	평행추세 등 가정 아래 효과 추정
교란요인 조정	적합한 인과 모형에서 공통 원인 등 통제
메커니즘 검증	과학적·기술적 과정의 직접적 근거 확보
민감도 분석	모형과 가정 변화에 따른 안정성 평가
독립적 재현 검증	다른 데이터 및 환경에서 분석 재검토

도표 7-49. 원인 가설의 주요 인과적 검증 방법

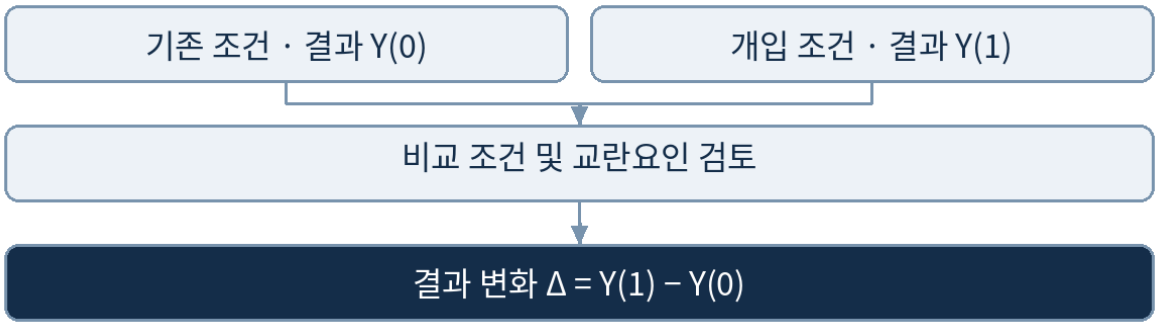


도표 7-50. 원인 후보에 대한 개입 및 결과 변화 검증 구조

결과 차이는 적절한 연구 설계와 식별 가정 아래에서만 개입 효과로 해석할 수 있습니다.

가설이 기각되면 기존 연구 결과를 삭제하지 않고 대안 설명을 재검토합니다. 검증력이 부족한 연구에서 유의한 효과가 없었다는 결과는 곧 원인이 존재하지 않는다는 증거가 아닙니다. 판단 유보와 기각을 구분하고, 충분한 검증력이 있는 설계에서 사전에 합의한 조건을 적용합니다.

판정	영문	의미
강한 지지	Strongly Supported	적합한 설계와 충분한 근거
제한적 지지	Supported with Limitations	일부 조건에서 지지, 범위 제한
판단 유보	Inconclusive	증거 부족 또는 상충
가설 기각	Rejected	정의된 검증 조건에서 가설이 반박됨

도표 7-51. 원인 가설 검증 결과의 판정 기준

가설 ID	원인 후보	검증 방법	지지·반박 증거	판정	불확실성
CH-001			Evidence ID:		
CH-002			Evidence ID:		
CH-003			Evidence ID:		

도표 7-52. 원인 가설 검증 기록표 표준 양식

수리과학자는 현상의 과학적 설명과 정량적 모델 사이의 연결을 담당합니다. 문제를 변수 및 관계로 정식화하고, 경계조건과 가정을 명시하며, 모델이 관찰을 설명할 수 있는 범위와 식별 가능한 효과를 검토합니다. 데이터 과학자와 협력하여 분석 결과가 입력 자료 및 모델 가정에 얼마나 민감한지 평가합니다.

역할	주요 수행 업무
수리적 정식화	현상을 분석 가능한 변수 및 관계로 표현
인과 모델 설계	인과 가정·변수·구조·개입 조건 정의
메커니즘 모델링	과학적 현상의 동적·수리적 모델 구축
통계 검증	데이터 및 연구 설계의 적합성 검토
불확실성 분석	추정 오차·모형 위험·미확인 변수 평가
시뮬레이션	원인 변화에 따른 시스템 반응 탐색
연구 방향 지원	검증에 필요한 추가 연구 우선순위 설정

도표 7-53. 근본 원인 분석에서 수리과학자의 역할

7.8. 인과적 타당성 및 혁신 우선순위 평가 모델

본 방법론은 원인의 인과적 타당성(Causal Validity Score, CVS)과 혁신 우선순위(Innovation Priority Score, IPS)를 분리하여 평가합니다. 전자는 원인 가설의 증거 수준을 검토하고 후자는 개입 대상 선정과 자원 배분을 지원합니다. 확인된 구조적 제약은 발생 원인과 구분하여 제약의 실재성 및 적용 범위에 맞는 증거를 평가합니다. 과학적으로 중요한 원인이 현재 실행 가능한 혁신 대상이라는 보장은 없습니다.

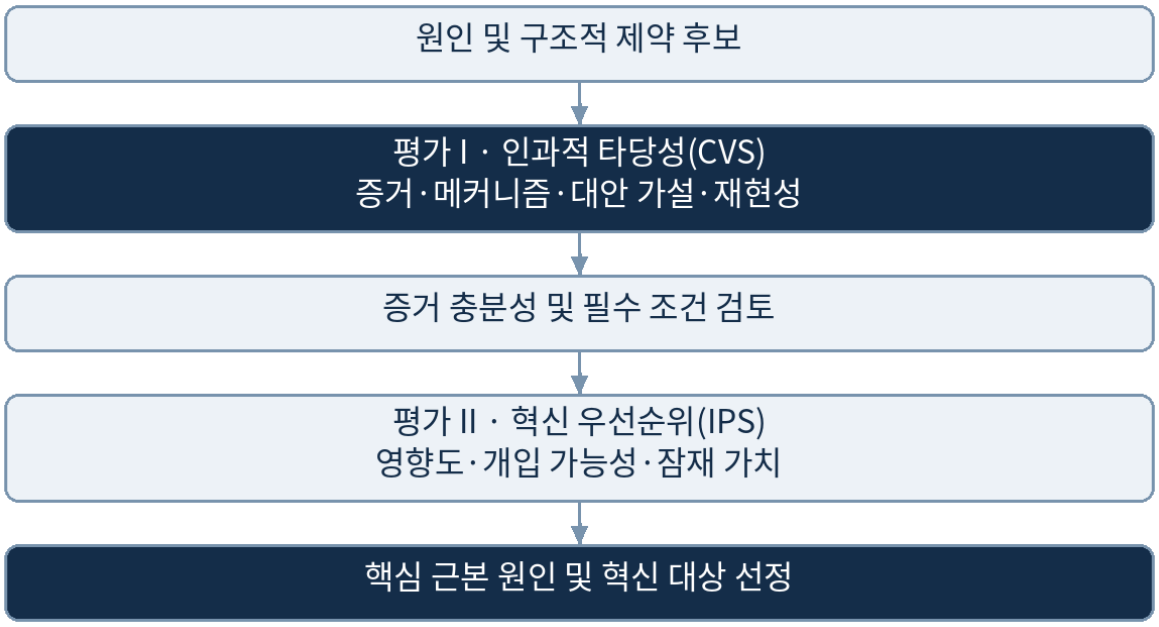


도표 7-54. 인과적 타당성 및 혁신 우선순위의 이중 평가 체계

인과적 근거가 부족한 경우 탐색적 연구 대상으로 분리합니다.

평가 영역	평가 내용	가중치
직접적 증거	실제 현상 및 원인에 대한 객관적 증거	25%
메커니즘 타당성	과학적·업무적 인과 설명의 개연성	20%
시간적 타당성	원인과 결과의 선후관계	10%
대안 가설 검토	교란요인 및 다른 인과 설명 검토	20%
독립적 검증	독립 자료 및 재현성 확보	15%
개입 및 추가 검증 근거	개입 효과 또는 이에 준하는 인과적 근거	10%
합계		100%

도표 7-55. 근본 원인의 인과적 타당성 평가 기준 및 가중치

평가 영역	평가 내용	가중치
수요에 대한 영향도	미충족 수요 해결에 미치는 예상 영향	30%
구조적 중요성	다른 원인과 문제 해결에 대한 파급 효과	15%
개입 가능성	원인 제거·완화·제약 극복 가능성	20%
잠재적 가치	경제적·사회적 가치 창출 가능성	20%
자원 투입 타당성	필요 자원 및 예상 부담의 적절성	10%
전략적 적합성	혁신 과제의 목적 및 추진 방향과의 적합성	5%
합계		100%

도표 7-56. 혁신 대상 선정의 우선순위 평가 기준 및 가중치

가중치의 합계를 100 으로 설정하고 각 평가 영역의 점수를 1~5 점으로 부여합니다. 각 점수의 구체적 판정 기준은 분석 계획에서 사전에 확정합니다. 근거가 부족한 항목은 미평가로 관리하며 임의의 0 점이나 낮은 점수로 대체하지 않습니다.

w_i, v_j 는 퍼센트 수치로 표시한 가중치이며 s_i, r_j 는 1~5 점 평가값입니다. 모든 항목을 평가한 경우 점수 범위는 20~100 점입니다. 평가는 인과관계의 참일 확률이나 사업 성공 확률을 의미하지 않습니다.

평가 수준	점수 부여 기준
5 점	사전 정의한 상위 기준을 충분히 충족
4 점	대부분의 평가 기준 충족
3 점	기본 평가 기준 충족
2 점	일부 평가 기준 충족
1 점	평가 기준 미충족이 증거로 확인됨
미평가	판단에 필요한 증거 부족

도표 7-57. 이중 평가 모델의 점수 부여 기준

설명용 가상 평가 사례에서 CVS 는 83 점, IPS 는 88 점입니다. 직접적 증거·메커니즘·대안 가설 검토의 핵심 기준을 충족하고 필수 검증 조건이 모두 승인된 경우에 한하여 우선 혁신 대상 후보로 심의할 수 있습니다.

구분	평가 항목	가중치	점수	환산	증거·비고
CVS	직접적 증거	25%	5	25	
CVS	메커니즘 타당성	20%	4	16	
CVS	시간적 타당성	10%	4	8	
CVS	대안 가설 검토	20%	4	16	
CVS	독립적 검증	15%	4	12	
CVS	개입 및 추가 검증 근거	10%	3	6	
CVS	합계	100%		83	
IPS	수요에 대한 영향도	30%	5	30	
IPS	구조적 중요성	15%	4	12	
IPS	개입 가능성	20%	4	16	
IPS	잠재적 가치	20%	5	20	
IPS	자원 투입 타당성	10%	3	6	
IPS	전략적 적합성	5%	4	4	
IPS	합계	100%		88	

도표 7-58. 근본 원인의 인과적 타당성 및 혁신 우선순위 평가표

필수 검증 조건: ① 핵심 인과관계 및 구조적 제약에 대한 충분한 증거, ② 대안 가설·교란요인·잔여 불확실성 검토, ③ 안전·윤리 및 전문가 검토. 조건별 승인 여부와 근거를 평가표의 비고 또는 별도 심의 기록에 남깁니다.

CVS	판정	후속 조치
85 점 이상	강한 인과적 근거 후보	핵심 원인 선정 심의
75~85 점 미만	인과적 타당성 확보 후보	적용 범위 및 한계 확인
60~75 점 미만	제한적 근거	추가 검증 또는 탐색적 연구
60 점 미만	근거 불충분 또는 낮은 타당성	가설 재검토
미평가 항목 존재	판단 유보	추가 증거 확보

도표 7-59. 인과적 타당성 평가 및 후속 조치 기준

IPS	판정	후속 조치
85 점 이상	우선 혁신 대상 후보	해결 방안 설계 우선 검토
70~85 점 미만	일반 혁신 대상 후보	자원 및 추진 조건 검토
55~70 점 미만	조건부 혁신 대상	추가 연구 및 조건 보완
55 점 미만	후순위 혁신 대상	보류 및 지속 관찰
미평가 항목 존재	판단 유보	추가 근거 확보

도표 7-60. 혁신 우선순위 평가 및 후속 조치 기준



도표 7-61. 인과적 타당성과 혁신 우선순위의 통합 의사결정 모델

높은 잠재 가치가 부족한 인과적 증거를 대신하지 않습니다.

CVS 75 점 미만 또는 직접적 증거·메커니즘 타당성·대안 가설 검토 중 어느 하나가 3 점 미만이면 일반적인 설계 착수를 승인하지 않습니다. 다만 연구 가치가 큰 가설은 제한된 예산과 검증 목표를 갖춘 탐색적 연구로 심의할 수 있습니다. 위 가중치 및 판정 기준은 크림슨앰버의 초기 방법론적 제안으로, 현장 실증을 통해 보완해야 합니다.

7.9. 근본 원인 및 검증 증거 관리

근본 원인 카탈로그(Root Cause Catalog)는 검증된 미충족 수요와 관련된 원인 후보, 구조적 제약, 인과 모델, 검증 결과, 평가 및 혁신 대상 선정 정보를 관리하는 데이터 체계입니다. 제 5 장의 Need ID 와 제 6 장의 Validation ID 를 유지하며 원인과 증거를 다대다 관계로 연결합니다. 새로운 자료가 확보되면 기존 기록을 삭제하지 않고 버전과 변경 사유를 관리합니다.



도표 7-62. 근본 원인 카탈로그의 통합 관리 구조

데이터 항목	영문 필드	주요 내용
원인 ID	Cause ID	원인 고유 식별자
수요 ID	Need IDs	관련 미충족 수요
원인 명칭	Cause Name	원인 후보 명칭
원인 정의	Cause Statement	문제와의 관계 정의
원인 유형	Cause Type	직접·기여·근본 원인 후보
분석 영역	Analysis Domain	8 대 분석 영역
구조적 제약 ID	Constraint IDs	관련 해결 제약
원인 가설 ID	Hypothesis IDs	관련 인과 가설
결과 변수	Outcome Variables	관련 문제 및 성과
인과 모델 ID	Causal Model ID	관련 인과 모델
증거 ID	Evidence IDs	지지·반박 증거
검증 방법	Validation Method	가설 검증 방법
검증 결과	Validation Result	검증 및 분석 결과
타당성 점수	Causal Validity Score	인과적 타당성 평가
우선순위 점수	Innovation Priority Score	혁신 우선순위 평가
불확실성	Uncertainty	잔여 가설·한계
원인 상태	Cause Status	발굴·검증·판정 상태
혁신 대상 ID	Innovation Target IDs	후속 해결 대상
관리 책임자	Cause Owner	기록 및 검증 책임자
버전	Version	변경 이력

도표 7-63. 근본 원인 카탈로그의 표준 데이터 구조

데이터 개체	주요 관리 내용
Causal Model	분석 대상·버전·가정·적용 범위
Causal Node	원인·결과·매개·외부 변수
Causal Edge	인과 방향·관계 유형·검증 상태
Causal Hypothesis	검증 가능한 인과적 주장
Evidence	원본 자료·방법·품질·증거 방향
Causal Assessment	인과적 타당성 평가 및 판정
Innovation Assessment	개입 가능성 및 우선순위
Innovation Target	선정된 해결 대상 및 목표

도표 7-64. 인과관계 모델의 주요 데이터 개체

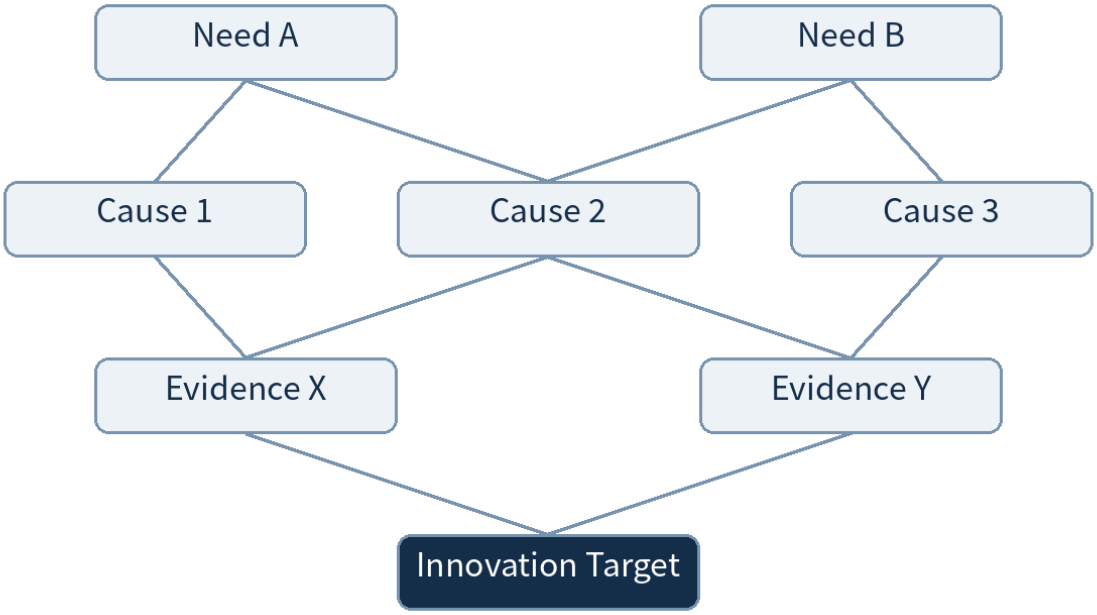


도표 7-65. 미충족 수요·원인·증거·혁신 대상의 데이터 연결 구조

선은 개체 간 참조 관계이며 인과 방향을 의미하지 않습니다. 실제 데이터 모델에서는 다대다 연결 및 원인·혁신 대상 간 직접 참조도 지원합니다.

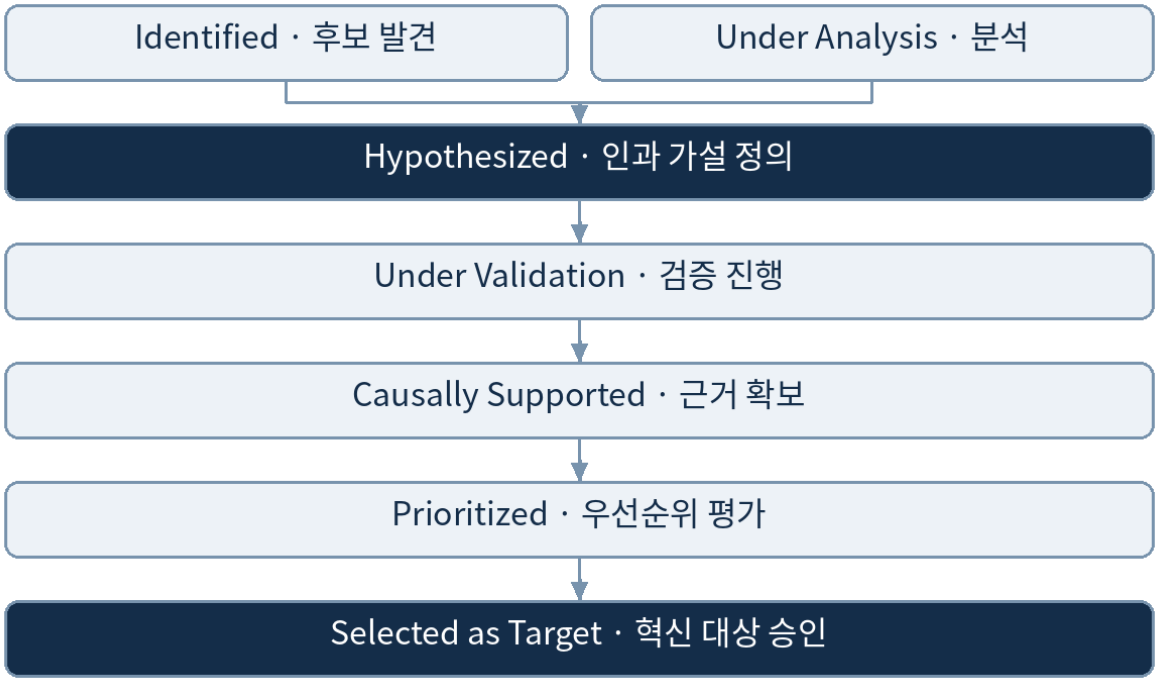


도표 7-66. 근본 원인 분석 및 검증 상태 관리

별도 상태: Partially Supported(제한적 지지), Inconclusive(판단 유보), Exploratory Research(탐색적 연구), Rejected(기각), On Hold(보류). 상태 변경 시 근거 및 승인 이력을 남깁니다.

증거 저장소에는 원본 자료와 분석에 사용한 데이터 버전, 코드 및 모델의 가정을 기록합니다. 동일 자료를 재인용한 보고서는 독립 증거로 중복 인정하지 않습니다. 증거의 직접성, 연구 설계, 재현성 및 적용 범위를 구분하여 평가합니다.

평가 항목	주요 검토 내용
직접성	원인 가설과 직접 관련되는가?
측정 타당성	원인과 결과가 적절하게 측정되었는가?
연구 설계	인과 검증 목적에 적합한가?
교란 통제	대안 설명과 교란요인이 검토되었는가?
독립성	다른 증거와 독립적인 자료인가?
재현성	다른 자료·환경에서 재검토할 수 있는가?
적용 범위	증거가 지지하는 조건이 명확한가?
추적성	자료·코드·모델·검토 이력을 확인할 수 있는가?

도표 7-67. 인과적 검증 증거의 품질 평가 기준

원인 ID	원인 후보	분석 영역	상태 예시
CAUSE-001	설계 검토 기준의 구조화 부족	데이터·업무	검증 진행
CAUSE-002	초기 질병 정보의 검출 한계	과학·기술	추가 연구
CAUSE-003	전문지식의 개인 의존	인적 역량·조직	제한적 지지
CAUSE-004	초기 경력 개발 기회 부족	조직·경제·제도	원인 가설
CAUSE-005	기존 검토 방식의 비용 제약	경제·업무	검증 진행

도표 7-68. 근본 원인 카탈로그 등록 예시

위 원인과 상태는 설명용 가상 데이터입니다. 실제 고객 또는 연구기관의 분석 결과를 나타내지 않습니다.

7.10. Human-AI Work Redesign 기반 실행 체계

근본 원인 분석 업무 자체에 Human-AI Work Redesign 을 적용합니다. 사람은 분석 목적, 인과 가정, 연구 설계, 전문적 해석 및 최종 승인에 책임을 지며 AI Agent 는 지식 탐색, 가설 생성, 자료 구조화 및 분석 지원에 활용합니다. 업무별 입력·출력·권한·예외 처리·검증 기준을 명세하고, 실제 실행 결과를 추적합니다.



도표 7-69. Human-AI Work Redesign 기반 근본 원인 분석 업무

업무	사람의 역할	AI Agent 의 역할
범위 설정	분석 목적과 경계 결정	검증 자료 및 요구사항 정리
현행 시스템	실제 현장·맥락 이해	업무·시스템·데이터 분석
원인 후보	전문적 통찰과 가설 제시	문헌 탐색·패턴 분석
과학적 분석	과학적 메커니즘 판단	연구자료·지식 공백 탐색
인과 모델링	가정·모형·변수 검토	관계 구조화·모델링 지원
수리 분석	수리 모델과 가정 설계	계산·통계·시뮬레이션 지원
가설 검증	연구 설계·판정 기준 승인	비교 분석·반박 증거 탐색
종합 평가	타당성 및 중요성 승인	증거 통합·점수 산정
혁신 대상	해결 대상·목표 결정	정의서·요구사항 작성
데이터 관리	지식·증거·권한 검토	카탈로그 및 추적 정보 관리

도표 7-70. 근본 원인 분석의 사람과 AI Agent 역할 분담

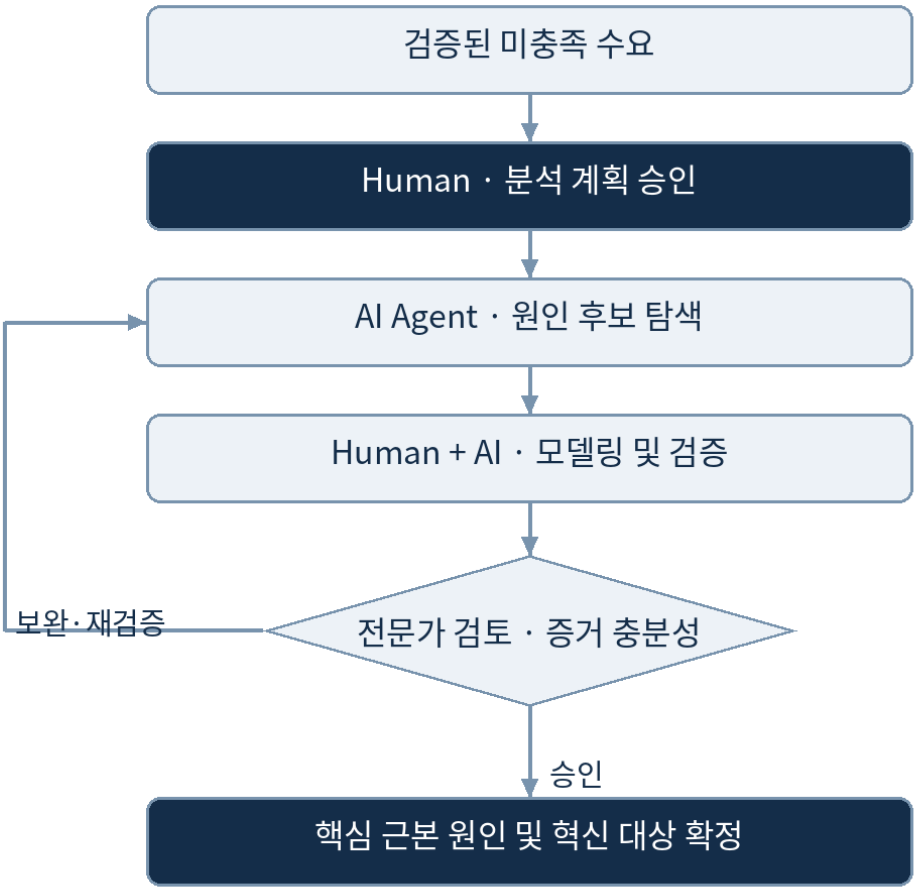


도표 7-71. 근본 원인 분석 Human-Agent Workflow 실행 구조

AI Agent 가 제출한 가설과 수리 모델을 전문가가 검토하며, 증거가 충분하지 않으면 후보 탐색 및 검증 업무로 돌아갑니다. 위험한 개입이나 연구 수행은 필요한 승인과 자격을 확보한 사람이 통제합니다. 모델의 자체 설명이나 확신도를 독립 검증 대신 사용하지 않습니다.

통제 영역	주요 통제 방안
과학적 가설	AI 생성 가설과 검증된 지식 구분
인과 모델	변수·방향·교란요인·가정 검토
수리 모델	수학적 타당성·경계조건·수치 안정성 검토
통계 분석	설계·코드·결과 재현성 확인
문헌 활용	원문 및 출처 확인
전문가 판단	전문영역별 검토·이해관계 공개
최종 원인 확정	검증 증거 및 승인 책임자 확인
혁신 대상 선정	인간의 책임 있는 최종 결정

도표 7-72. Human-AI 근본 원인 분석 업무의 감독 및 실행 통제

7.11. Craftem Root Cause Analysis Agent

Craftem Root Cause Analysis Agent 는 검증된 미충족 수요를 기반으로 현행 시스템 분석, 원인 후보 탐색, 과학적·기술적 제약 분석, 인과관계 모델링, 원인 가설 검증, 핵심 근본 원인 평가 및 혁신 대상 정의 업무를 수행하거나 지원하는 Craftem AI Agent 입니다. 본 절은 제 12 장의 상세 제품 설명과 연계되는 제품 기획이며 현재 제공되는 기능을 확정적으로 기술한 것은 아닙니다.

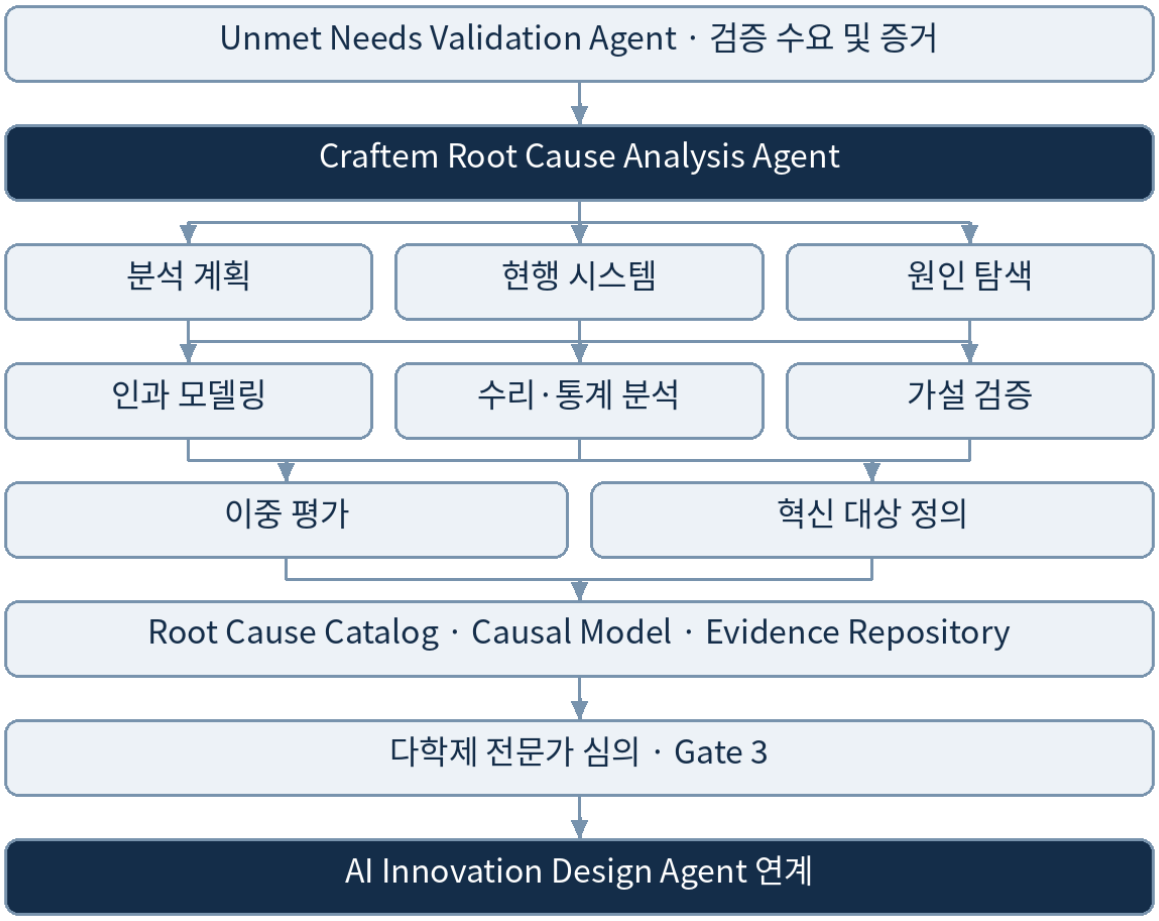


도표 7-73. Craftem Root Cause Analysis Agent 기능 구조

Agent 는 원인 후보나 모델을 생성할 때 근거를 연결하고, 승인 없이 원인 상태를 검증 완료로 변경하지 않도록 설계합니다. 검증 도구의 출력과 AI 의 요약을 구분하고, 분석 재현에 필요한 모델·데이터·코드의 버전을 기록합니다.

리소스 유형	주요 구성
Model Resource	추론·과학 특화·통계·수리·멀티모달 모델
Data Resource	검증된 수요·논문·특허·실험·현장 및 운영 데이터
Tool Resource	문헌 검색·통계·수치해석·시뮬레이션·그래프 분석 도구
Skill Resource	근본 원인 분석·인과 모델링·가설 검증·시스템 분석 스킬
Workflow Resource	근본 원인 분석 표준 Human-Agent Workflow

도표 7-74. 근본 원인 분석 Agent 의 Craftem Resource 구성

Agent Template	주요 기능
Root Cause Analysis Planning	분석 대상·목적·범위·계획 수립
As-Is System Analysis	현행 시스템 및 문제 발생 환경 분석
Scientific Cause Analysis	과학적 메커니즘·연구 공백 탐색
Technology Constraint Analysis	기존 기술의 한계 및 기술 제약
Data Constraint Analysis	데이터 품질·구조·접근 제약
Work & Organization Analysis	업무·인적 역량·조직 원인 분석
Economic & Institutional Analysis	경제·제도적 제약 분석
Cause Candidate Discovery	원인 후보 및 가설 발굴
Causal Relationship Modeling	인과 모델 및 가설 구조화
Mathematical & Statistical Analysis	수리 모델·통계·시뮬레이션 지원
Causal Hypothesis Validation	가설 검증 및 증거 통합
Causal Validity Assessment	인과적 타당성 평가
Innovation Target Prioritization	혁신 대상 우선순위 평가
Innovation Target Specification	혁신 대상 및 목표 정의
Integrated Root Cause Analysis	전체 근본 원인 분석 업무 통합 실행

도표 7-75. Craftem 근본 원인 분석 Agent Template 구성

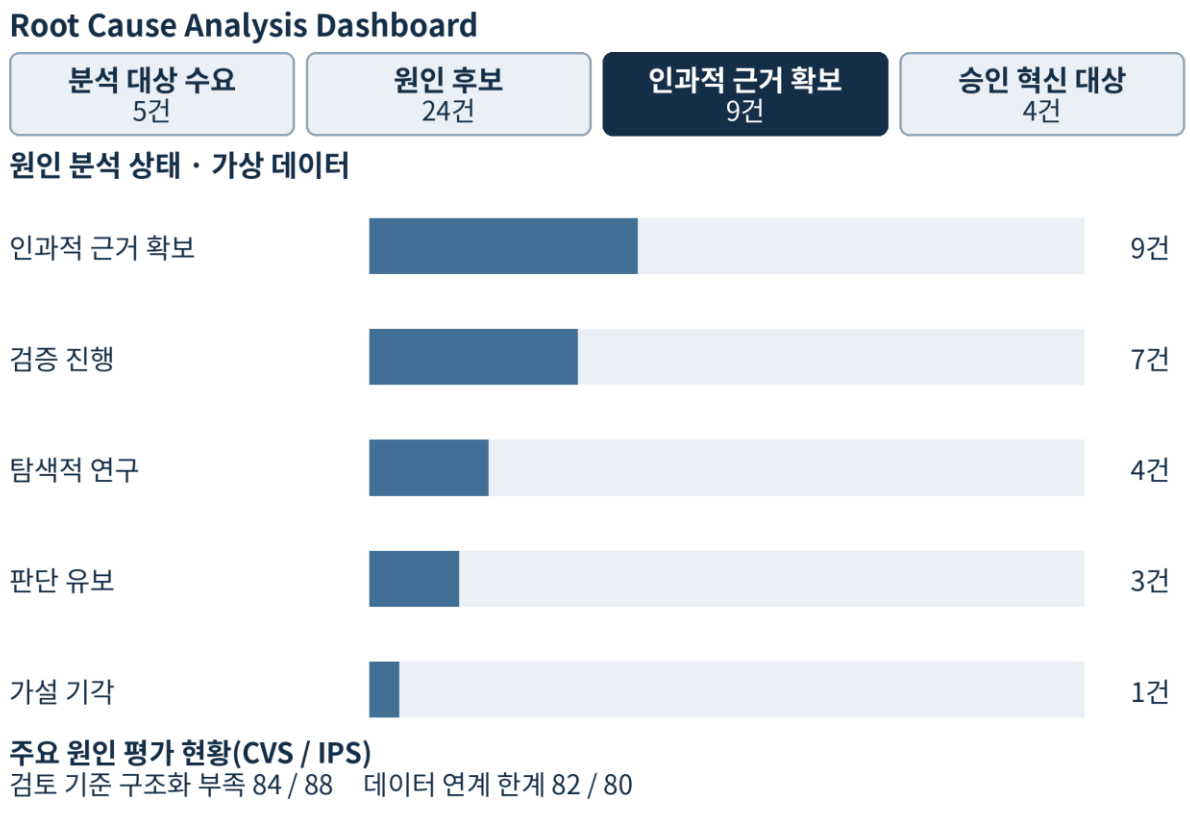


도표 7-76. Craftem 근본 원인 분석 관리 대시보드 시안

가상 데이터에 기반한 개념 시안이며 실제 구현 기능이나 운영 성과가 아닙니다. 승인된 혁신 대상은 별도 관리 지표로 원인 상태의 합계에 추가하지 않습니다.

실행 과정에는 출처 검증, 수리·통계적 타당성 검토, 데이터 접근 권한 관리, 인간의 최종 승인 등 위험 관리 절차가 포함되어야 합니다. NIST AI RMF 는 이러한 위험 관리 체계의 참고 자료로 활용할 수 있습니다[46].

위험 요인	주요 통제 방안
허위 원인 생성	원인 후보 및 가설 상태 관리
과학적 사실 왜곡	원문 및 원본 데이터 검증
인과적 오해	인과 모형 및 분석 가정의 전문가 검토
수리·통계 오류	코드·수식·모델 검증
반대 증거 누락	반증 탐색·대안 가설 검토
기술 편향	기술 중립적 원인·제약 분석
불확실성 은폐	미확인 사항 및 증거 한계 기록
정보 유출	데이터 이용 권한 및 보안 통제
무단 확정	사람의 명시적 승인 필수

도표 7-77. 근본 원인 분석 AI Agent 의 실행 통제 체계

7.12. SyenaHub 기반 근본 원인 공동 분석

복합적인 산업현장의 미충족 수요는 특정 분야의 지식만으로 충분히 설명하기 어려울 수 있습니다. SyenaHub AI 혁신 생태계를 활용하는 공동 분석은 수요기업, 산업 전문가, 과학자, 수리과학자 및 기술기업을 연결하여 영역별 가설을 검토하는 협력 체계로 기획합니다. 전문성 및 분석 독립성을 확보하고 결과에 대한 이견도 증거와 함께 기록합니다.

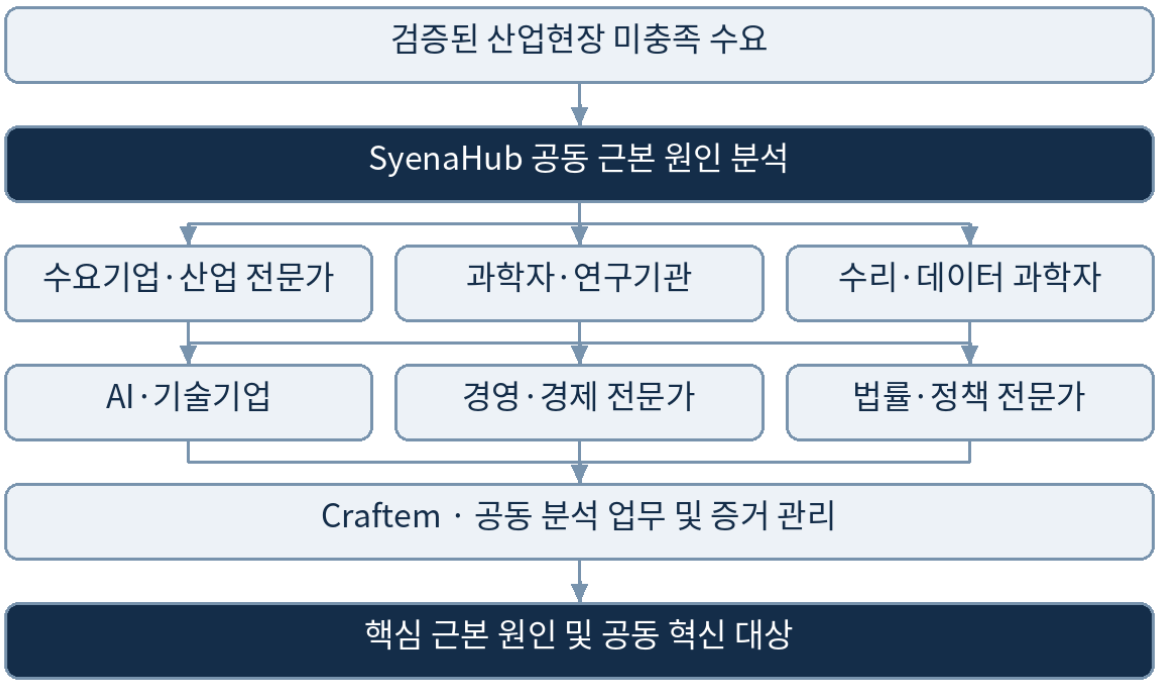


도표 7-78. SyenaHub 기반 다학제적 근본 원인 공동 분석 체계

참여 주체	주요 역할
수요기업 및 기관	현장 정보·문제 발생 자료 제공
산업 전문가	산업 구조 및 기존 해결 방식 분석
과학자	과학적 원리·기전·연구 공백 분석
수리과학자	정식화·수리 모델·인과관계 분석
데이터 과학자	품질·통계 분석·불확실성 평가
기술 전문가	기술적 원인 및 구현 제약 분석
AI 엔지니어	AI 분석 도구 및 실행 체계 구현
경영·경제 전문가	조직·비용·경제 제약 분석
법률·정책 전문가	제도적 제약과 연구 조건 검토
독립 평가 전문가	가설 및 증거 객관성 검토
크림슨앰버	방법론·Craftem·공동 프로젝트 조율

도표 7-79. SyenaHub 근본 원인 공동 분석 참여 주체 및 역할

SyenaHub Root Cause Analysis Program 은 공동 현장 조사, 다학제 워크숍, 공동 수리 모델링 및 검증 심의를 운영하는 프로그램 제안입니다. 협력기관별 전문성과 접근 가능한 자료를 고려하여 역할을 배정하며, 연구 결과의 공동 검토 및 후속 과제 선정 절차를 사전에 합의합니다.

프로그램	운영 방식
산업현장 원인 분석 워크숍	수요기업과 문제 구조 공동 분석
다학제 원인 탐색	과학·기술·조직·경제 등 관점 결합
과학적 가설 및 연구 공백 분석	선행연구·미확인 메커니즘 탐색
공동 수리 모델링	인과관계 및 과학적 메커니즘 모델링
공동 데이터 분석	적법한 자료 활용 및 검증
원인 가설 검증 심의	지지·반박 증거의 독립적 검토
혁신 대상 선정	후속 공동 연구개발 및 설계 대상 선정

도표 7-80. SyenaHub 공동 근본 원인 분석 프로그램 구성

관리 항목	운영 원칙
연구 독립성	특정 공급자의 이해관계가 결론을 좌우하지 않도록 관리
전문성 검증	분석 분야에 적합한 전문가 참여
데이터 및 연구정보	동의·접근 권한·기밀·개인정보 보호
원인 검증 책임	전문분야별 분석 및 검증 책임 명확화
연구성과 권리	기존 지식재산권과 신규 연구성과 구분
결과 공개	연구 윤리 및 계약에 따른 공개 범위 설정
후속 협력	공동 분석과 후속 연구개발 참여 조건 구분

도표 7-81. SyenaHub 공동 근본 원인 분석의 거버넌스

7.13. 산업별 적용 예시

본 절은 제 5~6 장의 사례를 이어서 근본 원인 분석 방법의 적용을 설명합니다. 산업별 원인 후보, 평가 점수, 성과 기준은 실제 조사·검증을 완료한 결과가 아닌 가상 시나리오 또는 분석 대상입니다. 실제 적용 시 각 산업의 자료와 전문적 판단을 통해 검증해야 합니다.

산업	미충족 수요	원인 분석 대상	혁신 대상 후보
건설	설계 오류 조기 검출	검토 기준·데이터·업무	설계 품질검토 체계
보건의료	췌장암 조기 진단	과학 지식·검출·진단	초기 질병 특성 및 진단 제약
금융	비정형 정보 분석	정보 구조·역량·업무	분석 및 의사결정 체계
제조	설비 이상 조기 발견	센서·데이터·고장 기전	상태 분석 및 예측 기술
유통	재고 손실 감소	수요 불확실성·정보 단절	수요 예측 및 재고관리
콘텐츠	창작·제작 역량 향상	자원·업무·전문역량	Human-AI 창작 체계
교육	초기 경력 성장 기회	고용·교육·경험 격차	경력 성장 지원 체계

도표 7-82. 7 대 산업별 근본 원인 분석 적용 모델

건축설계 분야 심층 적용 예시

분석 대상은 정확하고 효율적인 설계 오류 조기 검출(NEED-AEC-0001)입니다. 제 5 장에서 수요 후보를 발굴하고 제 6 장에서 가상 검증 결과를 제시하였습니다. 이 단계에서는 오류 자체의 발생 원인과 검토 과정에서 오류를 발견하지 못하는 원인을 구분하고, 검토 기준·데이터·기술·업무의 구조적 제약을 탐색합니다.

분석 영역	원인 및 제약 후보
과학	복합 공간·기하 관계의 표현 및 분석 문제
기술	기존 검토 도구의 기능 및 적용 범위 제약
데이터	설계 기준과 BIM 데이터의 구조적 불일치
업무	검토 절차 단절 및 반복적 수작업
인적 역량	전문 검토 역량 편차 및 숙련자 의존
조직	검토 지식과 품질관리 기준의 공유 부족
경제	전문 인력 및 검토 도구 비용 제약
제도	설계 기준 및 요구사항의 복잡성과 변경

도표 7-83. 건축설계 품질검토의 8 대 영역별 원인 후보

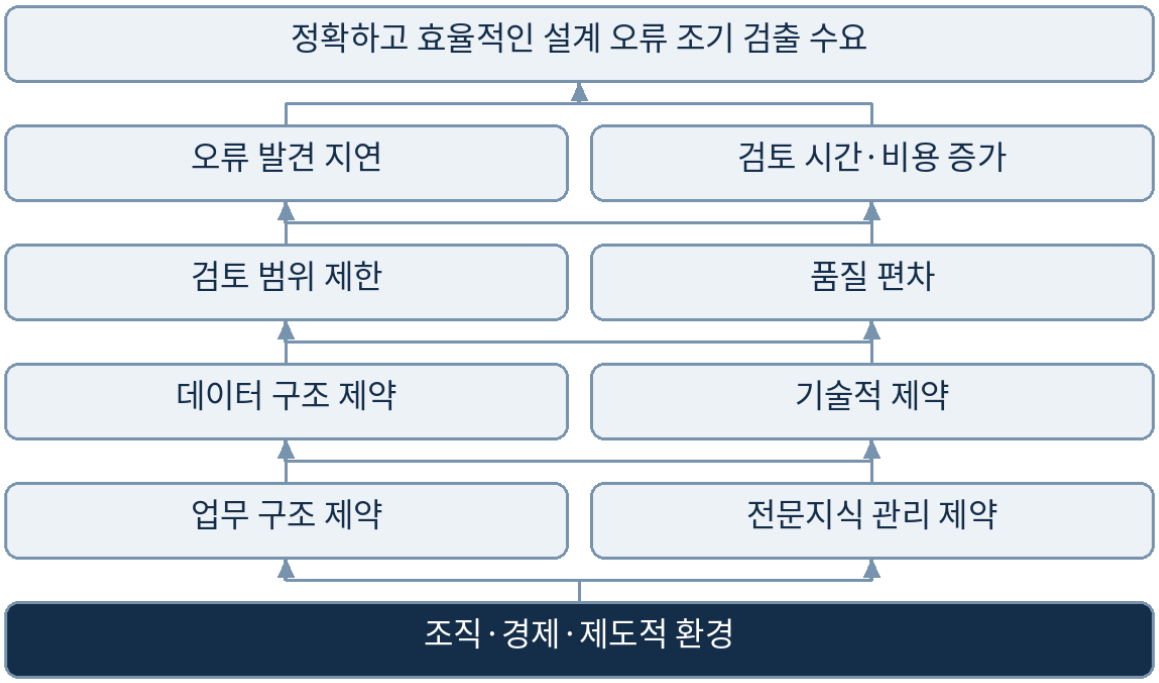


도표 7-84. 건축설계 품질검토의 근본 원인 및 구조적 제약 모델

위 관계는 검증 이전의 원인 가설입니다. 상향 경로는 잠정적 설명을 나타냅니다.

실제 분석에서는 프로젝트 난이도, 검토 범위, 도구 버전, 담당자의 경험, 설계 단계 등을 기록합니다. 검토 누락과 데이터 불일치의 관계를 검증할 때 동일한 업무 범위 및 품질 기준을 적용하고 교란요인을 검토합니다.

원인 가설	검증 방법	필요 증거
검토 기준 구조화 부족이 검토 누락에 기여	기준 및 실제 검토 이력 비교	기준 문서·오류 기록
데이터 불일치가 검토 시간 증가에 기여	동일 범위에서 데이터 품질·시간 분석	IFC 데이터·작업 로그
전문지식 개인 의존이 품질 편차에 기여	담당자별 성과 및 교란요인 비교	검토 결과·경력·난이도
업무 단절이 재작업 증가에 기여	업무 흐름 분석 및 제한적 개입 비교	업무·재작업 이력

도표 7-85. 건축설계 품질검토 원인 가설 검증 설계 예시

원인 후보	CVS	IPS	후속 판정
검토 기준의 구조화 부족	84	88	우선 혁신 대상 후보
데이터 연계 구조의 한계	82	80	일반 혁신 대상 후보
전문지식의 개인 의존	78	75	일반 혁신 대상 후보
복합 기하 분석 기술의 한계	68	90	추가 검증 및 탐색적 연구

도표 7-86. 건축설계 품질검토 근본 원인의 이중 평가 예시

이중 평가의 가상 결과에서 CVS 68 점, IPS 90 점인 후보는 높은 잠재 가치에도 불구하고 원인 확정 및 일반 설계 착수 대상이 아닙니다. 별도 연구를 통해 인과적 근거를 보완하는 과제로 분류합니다. 나머지 후보도 필수 검증 조건과 전문가 승인 여부를 별도로 확인해야 합니다.

정의 항목	작성 예시
혁신 대상 ID	TARGET-AEC-0001
관련 수요	NEED-AEC-0001
혁신 대상	설계 검토 기준·데이터·업무 실행 체계
핵심 원인 후보	검토 지식 구조화 및 데이터 연계 부족
혁신 목표	검토 시간 단축·검출 정확성 및 범위 향상
목표 검토 시간	프로젝트당 8 시간 이내
목표 오류 검출률	정의된 검증 데이터에서 95% 이상
목표 검토 범위	사전 확정한 검토 항목의 100%
필수 제약조건	검토 품질·설계정보 보호·전문가 최종 승인
후속 설계 요구사항	지식·데이터·기술·Human-AI 업무의 통합 설계

도표 7-87. 건축설계 분야의 혁신 대상 및 목표 정의서 예시

가상 기준선은 제 5~6 장과 동일하게 검토 시간 40 시간, 오류 검출률 60%, 검토 범위 50%입니다. 목표는 수요 관점에서 정의한 가상의 기대 수준이며 기술적 달성 가능성은 제 8~9 장에서 검증합니다.

보건의료 분야 심층 적용 예시

분석 대상은 췌장암의 정확하고 신뢰성 높은 조기 진단입니다. 역중개의학 관점에서는 임상적 미충족 수요를 출발점으로 관련 과학적 문제, 진단 기술의 제약 및 의료현장 적용 조건을 분석합니다. 질병의 발생 원인과 조기 진단이 어려운 이유는 서로 다르며, 모든 질병 기전을 완전히 규명하는 것이 진단 연구의 필수 선행조건은 아닙니다.

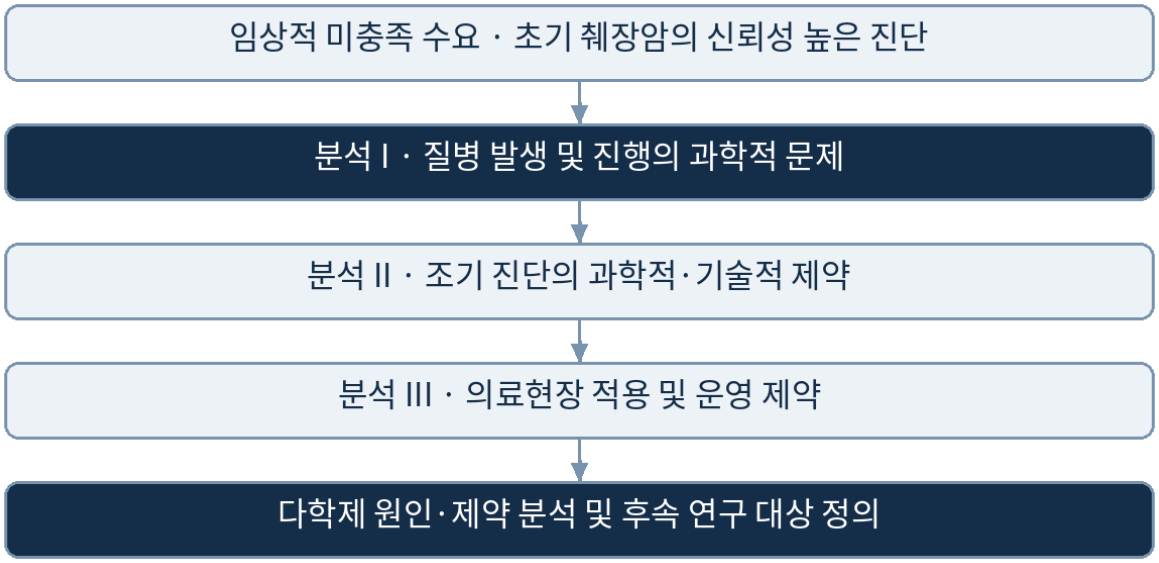


도표 7-88. 역중개의학 관점의 보건의료 근본 원인 분석 구조

분석 대상	핵심 질문	후속 혁신 방향 후보
발암 인자	어떤 요인이 발생·진행에 관여하는가?	질병 발생 및 진행 기전 연구
초기 질병 특성	초기 단계의 생물학적 변화는 무엇인가?	초기 질병 분자적 특성 연구
분자 표적	조기 진단에 유용한 분자는 무엇인가?	분자 표적 발굴 및 검증
표적 검출 기술	선택적·정확한 검출의 제약은 무엇인가?	표적 결합 단백질 및 검출 기술 개발 연구
임상적 적용	대상 환자군에서 유효·안전한가?	임상 연구 및 진단 체계 설계

도표 7-89. 췌장암 관련 과학적 문제와 조기 진단 기술 제약의 구분

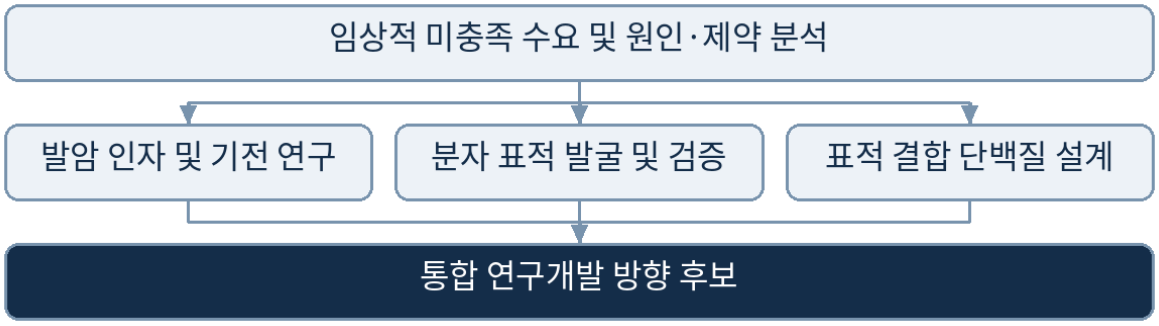


도표 7-90. 근본 원인 분석과 췌장암 조기 진단 통합 연구개발의 연계

세 영역의 의존관계와 실행 순서는 후속 설계에서 과학적 근거에 따라 결정합니다. 특정 표적이나 단백질의 효능을 주장하지 않습니다.

임상의는 대상 환자군과 의학적 필요를 구체화하고 과학자와 기술 전문가가 지식 공백 및 기술 제약을 검토합니다. 수리과학자는 과학적 현상을 모델로 표현하고 검증 설계를 지원합니다. 진단 표적은 질병의 직접적인 발생 원인이 아니어도 진단 목적으로 연구될 수 있으나 실제 진단 성능과 임상적 유용성은 별도의 연구를 통해 확인해야 합니다.

참여 전문가	역할
임상의	임상 문제·환자군·요구사항 정의
기초의과학자	질병 발생·진행 기전 분석
분자생물학자	분자적 특성 및 지식 공백 검토
수리과학자	생물학적 현상의 수리 모델·인과 가설 설계
생물정보학자	생물학적 데이터 및 표적 관련 정보 분석
진단 기술 전문가	기존 검출 기술의 성능 및 제약 검토
AI 연구자	지식 탐색 및 가설 분석 지원
임상통계 전문가	검증 설계 및 불확실성 평가

도표 7-91. 보건의료 근본 원인 공동 분석에서 다학제 연구진의 역할

본 사례는 연구 기획의 상위 수준을 설명합니다. 대상 환자군에서의 검사 이익, 위양성·위음성, 불필요한 검사, 개인정보 보호 및 연구 윤리는 별도로 고려해야 합니다. 의료적 필요가 있다고 해서 특정 검사 방법의 임상적 타당성이 입증되는 것은 아닙니다.

교육 분야 심층 적용 예시

분석 대상은 AI 시대 초기 경력 성장 기회 확보입니다. AI 도입만이 초기 경력 성장 기회의 제약을 일으킨다고 전제하지 않고 교육과 실제 업무의 차이, 채용 및 육성 비용, 산업별 업무 변화, 멘토링 접근성을 함께 검토합니다.

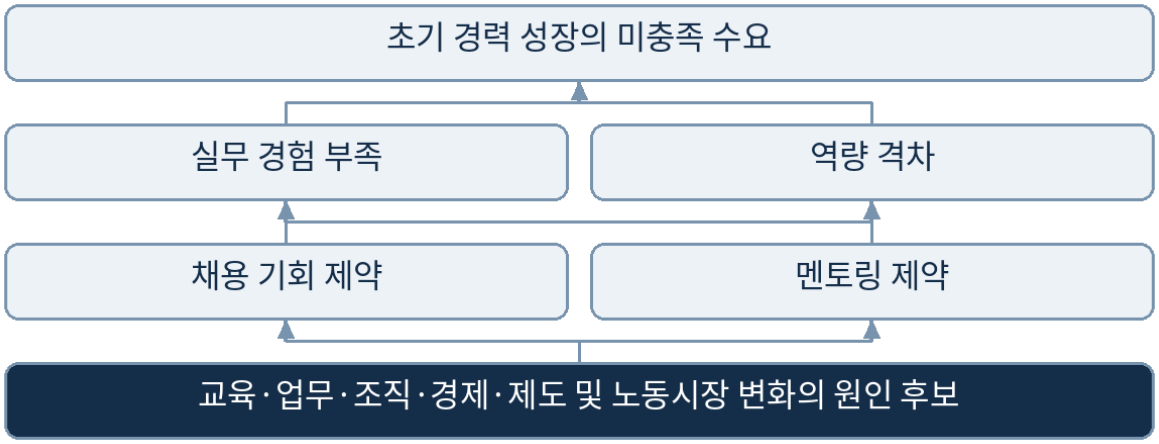


도표 7-92. 초기 경력 성장 기회 부족의 근본 원인 후보 구조

잠정적 원인 구조이며 실제 인과관계는 별도 검증합니다.

원인 가설	주요 검증 방법
교육과 산업 업무의 역량 격차가 경력 진입을 제한	교육과정·직무 요구·채용 결과 분석
초기 경력 인재 육성 비용 부담이 성장 기회를 제한	채용 담당자 조사·교육 및 운영 비용 분석
실무 프로젝트 참여 부족이 역량 형성을 제한	참여·미참여 집단 비교 및 선택 편향 검토
멘토링 접근 제약이 경력 개발을 어렵게 함	지원 경험 및 관련 성과 조사
AI 도입으로 일부 초기 경력 업무가 변화	산업·직무별 업무 및 채용 변화 분석

도표 7-93. 초기 경력 성장 미충족 수요의 원인 가설 검증 예시

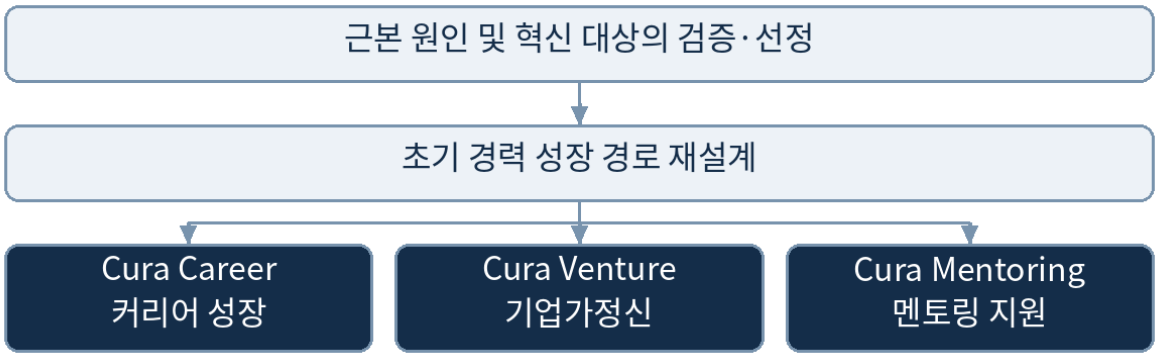


도표 7-94. 초기 경력 성장 근본 원인 분석과 SyenaHub Cura 의 연계

후속 해결 방안 설계 후보로 제시하며 실제 적합성은 별도로 검증합니다.

기업이 제공할 실무 프로젝트와 멘토링의 효과를 가정하지 않고, 접근성과 참여 조건, 교육 성과, 실제 고용 성과 및 교란요인을 분석합니다. 프로그램의 참여율이나 만족도가 장기적인 경력 성장 효과를 자동으로 보장하지 않습니다.

7.14. 표준 실행 일정 및 조직 구성

일반 산업혁신 과제를 기준으로 8 주 초기 분석 일정을 제안합니다. 과학적 연구 및 복합 시스템 분석은 자료 수집과 연구 승인, 검증 방법 및 전문성 확보에 필요한 기간에 따라 별도의 일정을 수립합니다. 8 주 일정은 모든 원인 가설의 검증 완료를 보장하는 기간이 아닙니다.

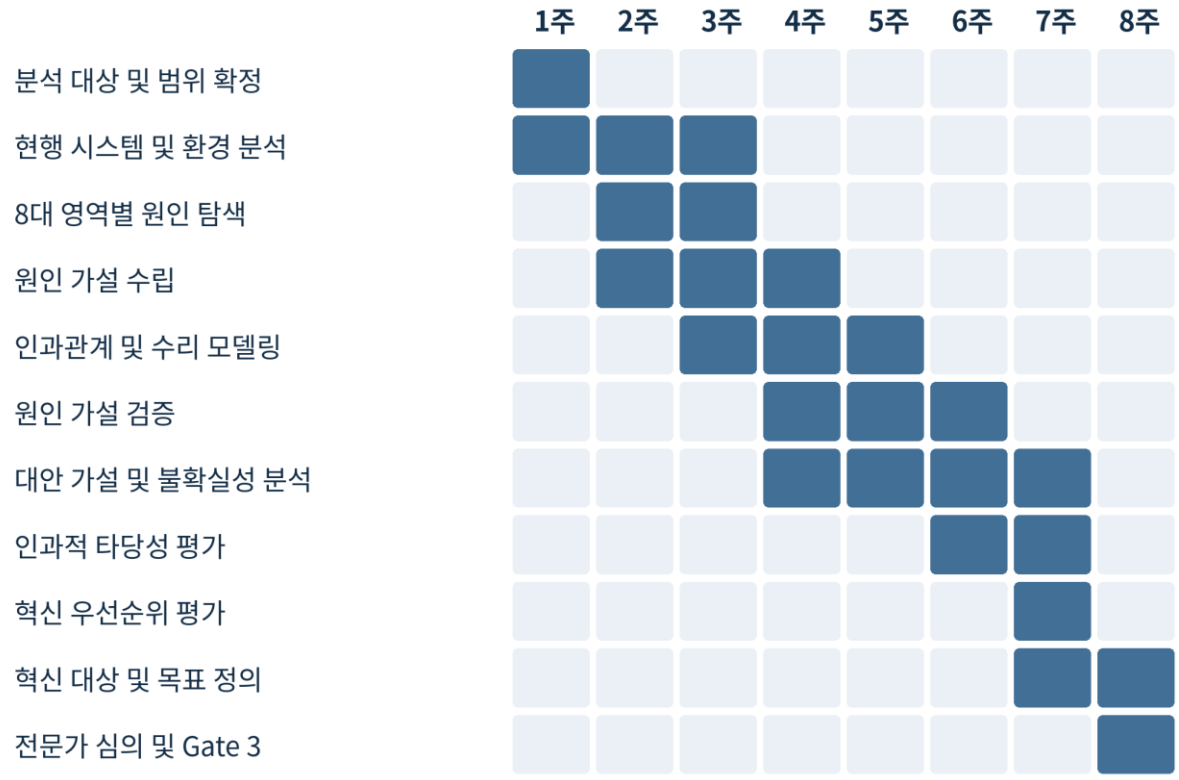


도표 7-95. 근본 원인 분석의 표준 8 주 실행 일정

일정은 초기 운영 계획의 예시이며 조사 및 검증 여건에 따라 조정합니다.

과제 유형	초기 권장 기간
단일 업무 및 프로세스 분석	2~4 주
복합 조직 업무 분석	4~8 주
산업 특화 기술 제약 분석	6~12 주
복합 시스템 및 수리 모델 분석	8~16 주 이상
과학적 연구 및 원천기술 과제	연구 범위에 따라 별도 설정

도표 7-96. 혁신 과제 유형별 근본 원인 분석 기간

실행 활동	초기 권고 규모
대상 미충족 수요	1~3 건
분석 대상 기관	1~5 개
초기 원인 후보	수요별 5~20 건
핵심 검증 가설	수요별 3~10 건
참여 전문분야	2~5 개 분야
전문가 인터뷰	5~10 명
다학제 분석 워크숍	1~3 회
독립 검토 전문가	2~3 명
우선 혁신 대상	수요별 1~3 개 내외

도표 7-97. 근본 원인 분석 프로젝트의 초기 실행 권고 규모

위 권고 규모는 소규모 탐색 프로젝트의 자원 계획을 위한 제안입니다. 분석의 충분성이나 통계적 대표성은 후보 수, 인터뷰 인원 또는 워크숍 횟수로 확정되지 않습니다. 실제 연구 설계와 증거의 품질을 기준으로 평가합니다.

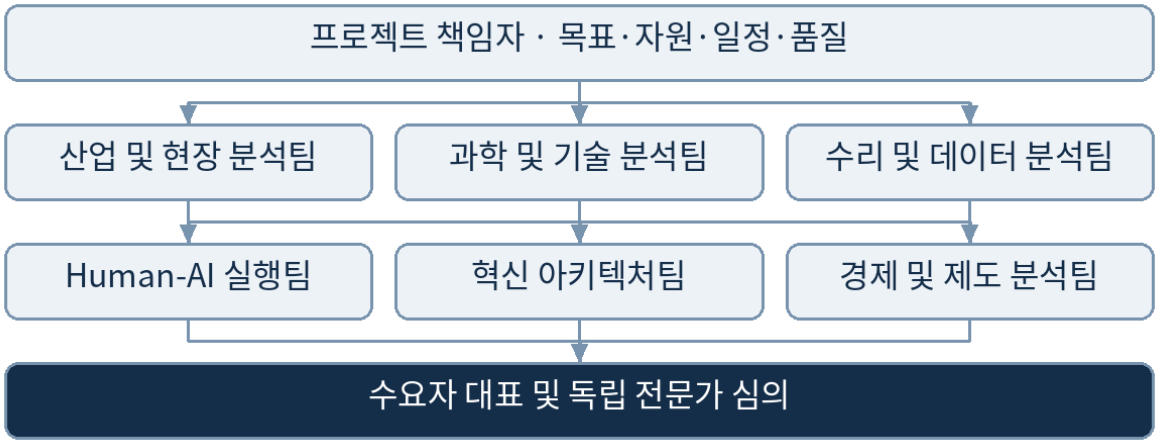


도표 7-98. 근본 원인 분석 프로젝트의 다학제적 실행 조직

역할	주요 책임
프로젝트 책임자	프로젝트 전체 관리
산업 전문가	산업 맥락 및 발생 환경 분석
과학자	과학 원리 및 연구 가설 분석
기술 전문가	기술적 한계 및 구현 제약 분석
수리과학자	수리 정식화 및 인과 모델 설계
데이터 과학자	통계 검증·불확실성 평가
업무혁신 전문가	업무·조직 구조 원인 분석
경제·사업 전문가	잠재 가치 및 경제 제약 분석
AI Agent 운영 담당자	AI 기반 탐색·모델링·검증 지원
혁신 아키텍트	핵심 근본 원인 및 혁신 대상 정의
독립 검토자	분석·검증의 객관성 심의
승인 책임자	Gate 3 최종 의사결정

도표 7-99. 근본 원인 분석 실행 조직의 역할 및 책임

소규모 과제에서는 복수 역할을 한 사람이 담당할 수 있습니다. 다만 검증의 독립성이 중요한 과제는 이해관계를 기록하고 독립 검토자를 배정합니다. 필요한 전문성을 내부에서 확보하기 어려운 경우 SyenaHub 를 통한 협력으로 보완할 수 있습니다.

7.15. 표준 산출물 및 문서 체계

분석 과정의 산출물은 후속 단계에서 재사용할 수 있도록 고유 식별자와 버전을 부여합니다. 소규모 과제에서는 통합 보고서로 관리할 수 있으며, 복합 연구에서는 인과 모델, 분석 코드 및 검증 증거를 독립적으로 관리합니다. 문서 작성 자체보다 근거의 추적성과 판단의 재현 가능성을 확보하는 것이 중요합니다.

산출물	영문 명칭	주요 내용
근본 원인 분석 계획서	Root Cause Analysis Plan	목적·범위·방법·자원
현행 시스템 분석서	As-Is System Analysis	시스템 및 발생 환경
문제 구조 분석서	Problem Structure Analysis	문제·원인·제약 관계
근본 원인 후보 카탈로그	Root Cause Candidate Catalog	후보 및 탐색 근거
구조적 제약 분석서	Structural Constraint Analysis	기존 해결 방안의 한계
인과관계 모델	Causal Relationship Model	경로 및 변수 관계
수리 모델 명세서	Mathematical Model Specification	수식·가정·범위
원인 가설 명세서	Causal Hypothesis Specification	검증 대상 가설
원인 가설 검증 보고서	Causal Hypothesis Validation Report	방법·증거·결과
인과적 타당성 평가표	Causal Validity Scorecard	원인 가설 타당성
혁신 우선순위 평가표	Innovation Priority Scorecard	해결 우선순위
근본 원인 카탈로그	Root Cause Catalog	원인·검증·상태
핵심 근본 원인 정의서	Key Root Cause Specification	승인된 핵심 원인
혁신 대상 및 목표 정의서	Innovation Target & Objective Specification	대상·목표·제약
근본 원인 분석 종합 보고서	Root Cause Analysis Report	결과 및 후속 권고

도표 7-100. 근본 원인 분석 단계의 표준 산출물

작성 항목	작성란
Cause ID 및 원인 명칭	
관련 Need ID 및 미충족 수요	
원인 유형 및 분석 영역	
문제와의 인과적 관계	
과학적·기술적 설명	
인과관계 모델 참조	
핵심 지지 및 반박 증거	
검증 방법 및 결과	
인과적 타당성 평가	
혁신 우선순위 평가	
적용 범위 및 잔여 불확실성	
관련 혁신 대상	
검토자 및 승인 책임자	

도표 7-101. 핵심 근본 원인 정의서 표준 양식

보고서 목차	주요 내용
1. Executive Summary	핵심 원인 및 혁신 대상 요약
2. 분석 목적 및 범위	수요 및 시스템 경계
3. 선행 수요 검증 결과	검증된 수요 및 격차
4. 분석 방법 및 계획	분석 영역·기법·검증 조건
5. 현행 시스템 및 발생 환경	업무·기술·발생 조건
6. 8 대 영역별 원인 분석	후보 및 구조적 제약
7. 인과관계 모델링	원인 관계 및 수리 모델
8. 원인 가설 검증	방법·지지·반박 증거
9. 인과적 타당성 평가	원인 및 잔여 불확실성
10. 혁신 우선순위 평가	영향·개입 가능성·잠재 가치
11. 핵심 근본 원인	정의 및 적용 범위
12. 혁신 대상 및 목표	후속 설계 요구사항
13. 추가 연구 및 위험 관리	미해결 문제
14. 최종 판정 및 후속 조치	Gate 3 및 설계 착수
부록	카탈로그·모델·코드·검증 자료

도표 7-102. 근본 원인 분석 종합 보고서 표준 목차



도표 7-103. 수요 검증·근본 원인 분석·해결 방안 설계의 데이터 추적 구조

실제 데이터 개체 간 다대다 참조를 지원하며, 도식은 단계별 추적 경로를 개괄합니다.

7.16. 단계 완료 기준 및 후속 단계 진입 조건

제 3 단계의 완료는 분석 업무의 완료 여부와 일반적인 해결 방안 설계의 착수 승인 여부를 분리하여 판단합니다. 검증되지 않은 가설도 분석 결과로 기록할 수 있지만 검증된 핵심 원인과 혼용하지 않습니다. 완료 항목 중 해당하지 않는 사항은 근거를 기록하고 승인받습니다.

번호	완료 확인 항목	상태	비고
1	검증된 미충족 수요와 선행 검증 증거 확보		
2	분석 목적·대상·범위·시스템 경계 확정		
3	문제 발생 환경과 현행 시스템 분석		
4	발생 원인과 해결 제약 구분		
5	8 대 분석 영역의 적용 여부 및 범위 검토		
6	원인 후보 및 구조적 제약 식별		
7	직접·기여·근본 원인 후보 구분		
8	원인 간 인과관계 및 상호작용 구조화		
9	검증 가능한 원인 가설과 대안 가설 정의		
10	가설 검증 방법 및 판정 기준 설정		
11	지지 및 반박 증거 검토		
12	교란요인과 인과 추정 가정 검토		
13	수리·통계·과학적 모델 적합성 검토		
14	검증된 원인과 추가 연구 가설 구분		
15	인과적 타당성 평가 완료		
16	혁신 우선순위 평가 완료		
17	카탈로그 및 증거 추적성 확보		
18	핵심 원인·혁신 대상·목표 정의		
19	안전·윤리·법적 요구사항 및 잔여 위험 검토		
20	전문가 최종 검토 및 Gate 3 판정		

도표 7-104. 근본 원인 분석 단계 완료 기준

Gate 3 에서는 핵심 근본 원인 정의서, 검증 증거, 혁신 우선순위 및 혁신 목표를 검토합니다. 최종 판정은 수요자와 분야별 전문가의 심의를 거쳐 승인 책임자가 수행합니다. 미확인 과학적 가설을 검증할 필요가 있는 경우에는 일반적인 해결 방안 설계와 구별된 탐색적 연구를 승인할 수 있습니다.



도표 7-105. 근본 원인 분석 단계의 의사결정 관문

판정	주요 조건	후속 조치
Go	핵심 원인·제약의 타당성 및 목표 명확	제 8 장 해결 방안 설계 착수
Conditional Go	핵심 원인은 검증, 비핵심 보완 필요	조건·책임자·기한 설정
Exploratory Research	수요 검증, 핵심 과학적 원인 미확인	가설 검증 중심 연구 설계
Rework	핵심 인과관계 증거 부족·상충	제 7 장 재분석 및 검증
Return	수요 정의 또는 검증의 중대한 오류	제 5~6 장 재진입
Hold	중요 원인 확인, 자원·협력 부족	보류 및 재검토
Stop	추진 타당성 부족 또는 허용 불가 위험	결과 보존 및 종료

도표 7-106. AI 기반 해결 방안 설계 단계 진입 판정 기준

탐색적 연구 승인에는 연구 질문, 자원 한도, 연구 윤리 및 안전 요건, 검증 방법과 재심의 조건을 명시합니다. 이는 근본 원인 검증 완료나 상용화의 승인과 다릅니다. 조건부 승인 역시 핵심 인과적 근거가 부족한 상황을 우회하기 위한 수단으로 사용해서는 안 됩니다.

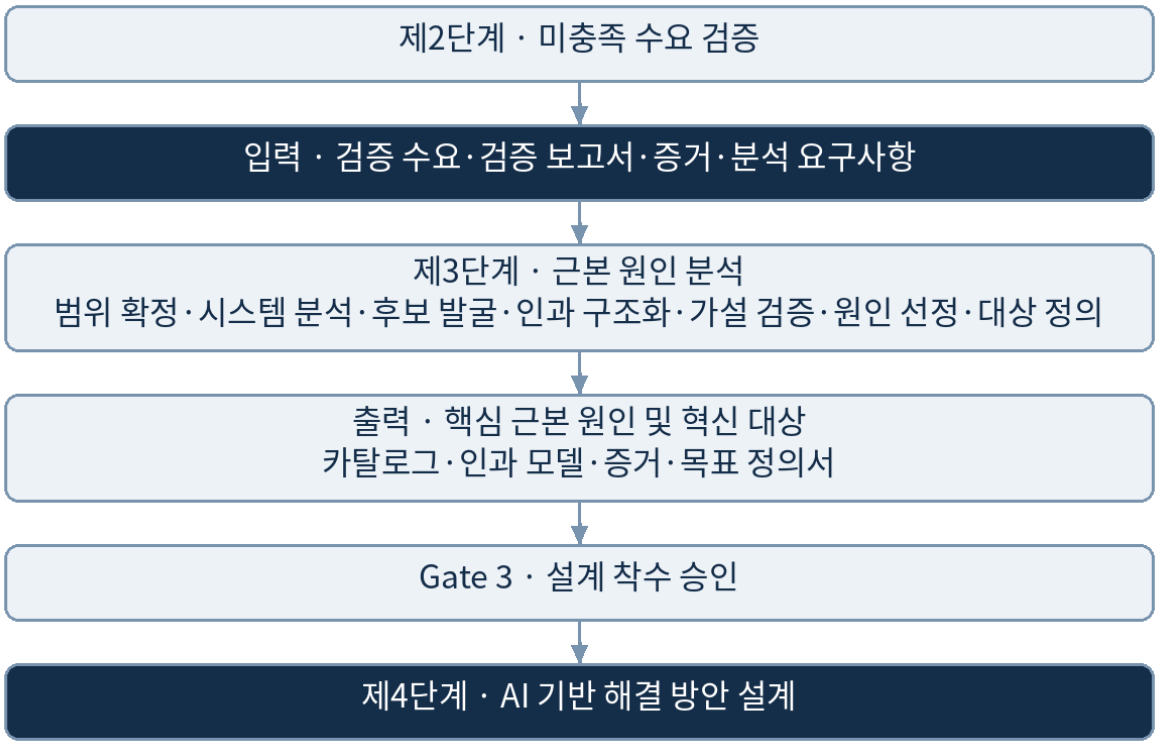


도표 7-107. 근본 원인 분석의 입력·실행·출력 및 후속 단계 연계 구조

승인되지 않은 과제는 판정에 따라 재분석·재검증·탐색적 연구·보류·중단 경로를 적용합니다.

근본 원인 분석의 본질은 검증된 미충족 수요를 발생시키고 지속시키는 인과적 요인과 기존 해결 방안의 구조적 제약을 규명하여 혁신 대상을 정의하는 것입니다. 인간의 전문적 통찰과 AI 의 탐색·분석 역량, 과학적 연구 및 수리과학적 모델링을 결합하여 복합 문제의 이해를 확장합니다. 제 8 장에서는 본 장의 분석 결과를 기반으로 창의적 해결 방안을 탐색·설계하고 후속 연구개발의 요구사항을 정의합니다.

본 장의 8 대 분석 영역, 7 개 실행 절차, CVS·IPS 의 가중치 및 판정 기준, 원인 카탈로그, Agent 구성과 실행 일정은 크림슨앰버의 방법론적 설계 제안입니다. 인용한 외부 연구와 표준은 관련 개념의 참고 근거이며 자체 평가 모델을 검증하거나 공인한 자료가 아닙니다.

제 8 장. AI 기반 해결 방안 설계

AI-based Solution Design

수요 주도형 AI 혁신의 제 4 단계는 검증된 미충족 수요와 근본 원인 분석 결과를 실현 가능한 해결 방안으로 전환하는 과정이다. 앞선 세 단계에서 무엇이 충족되지 않는지, 그 수요를 해결할 가치가 있는지, 기존 방식이 왜 충분하지 않은지를 규명하였다. 이제는 인간의 창의적 역량과 AI 의 탐색·추론·생성·분석 역량을 결합하여 기존의 한계를 극복할 새로운 구조를 설계한다.

본 장은 AI 를 활용하여 해결 방안을 설계하는 경우와 AI 자체를 해결 방안의 구성 요소로 활용하는 경우를 모두 포괄한다. 설계 결과는 기술 구현의 선언이 아니라 후속 연구개발 및 실증의 대상이다. 따라서 설계의 근거, 가정, 검증 조건과 책임 주체를 명시해야 한다.

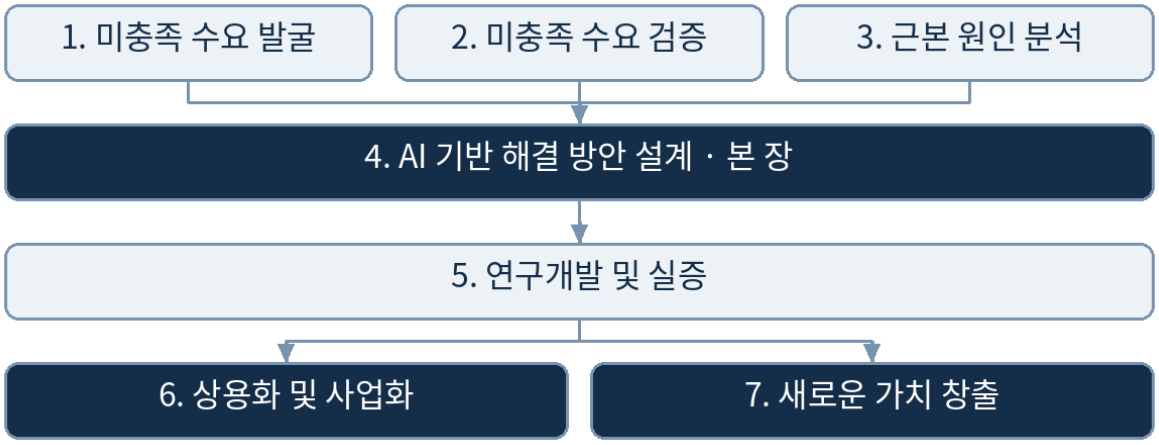


도표 8-1. 수요 주도형 AI 혁신에서 AI 기반 해결 방안 설계의 위치

8.1. AI 기반 해결 방안 설계의 정의 및 목적

AI 기반 해결 방안 설계(AI-based Solution Design)란 검증된 미충족 수요와 핵심 근본 원인 및 구조적 제약을 기반으로 인간의 창의적 역량과 AI 의 탐색·추론·생성·분석 역량을 결합하여 혁신적인 해결 방안을 도출하고, 이를 실현하기 위한 과학적·기술적·업무적·경제적 혁신 모델과 연구개발 요구사항을 정의하는 과정이다.

설계의 목적은 단순한 자동화 또는 기존 기술의 대체가 아니다. 문제를 발생시키는 인과적 요인을 제거하거나 완화하고, 문제 해결을 제한해 온 기술적·조직적·경제적 조건을 극복함으로써 수요자가 기대하는 상태에 도달할 수 있는 구조를 마련하는 데 있다. 기존 방식의 개선이 가장 합리적이라면 이를 선택할 수 있으며, 새로운 원천기술이 필요한 경우에는 연구 가설과 검증 경로를 설계한다.

제 7 장은 혁신 대상을 정의하고, 제 8 장은 그 대상에 개입할 해결 원리와 구현 구조를 정의하며, 제 9 장은 설계된 구조의 구현 및 효과를 검증한다. 이 세 단계의 경계는 절대적인 순서가 아니라 의사결정의 책임

범위를 구분하는 기준이다. 설계 중 원인 분석의 오류가 발견되면 이전 단계로 돌아가고, 연구개발에서 새로운 지식이 확보되면 설계 명세를 갱신한다.

설계의 완성도는 아이디어의 참신성만으로 판단할 수 없다. 수요와 원인에 대한 추적성, 해결 원리의 타당성, 구성 요소 간 정합성, 검증 가능한 성과 목표 및 잔여 불확실성의 명료성이 함께 확보되어야 한다. 설계 승인 자체는 목표 성능이나 경제적 가치의 실현을 의미하지 않는다.

8.2. 기본 실행 원칙

1) 수요 중심 설계

수요자의 기대 상태와 검증된 격차를 설계의 기준으로 설정한다. 특정 AI 제품의 활용을 정당화하기 위해 문제를 재정의하지 않는다. 요구사항이 충돌할 경우 직접 사용자, 수혜자, 구매자 및 운영 책임자의 관점을 구분하여 조정한다.

2) 근본 원인 중심 설계

각 대안이 어떤 원인에 개입하고 어떤 구조적 제약을 완화하는지 설명한다. 증상 완화도 유효한 대안이 될 수 있으나 원인의 제거와 동일하게 평가하지 않는다. 제 7 장에서 확보한 근거와 적용 범위를 설계에 연결한다.

3) 인간 중심 설계

인간의 역량과 창의성을 확장하고 판단과 책임을 유지하도록 설계한다. 효율 개선이 작업자의 과도한 부담이나 수혜자의 접근성 저하를 초래하지 않는지 검토한다.

4) 창의적 해결 방안 탐색

기존 기능과 업무 절차를 당연한 전제로 받아들이지 않는다. 문제를 다른 관점에서 표현하고 새로운 기술 조합 및 비기술적 대안을 탐색한다. 창의성은 후보 생성의 폭을 넓히는 수단이며 최종 채택의 충분조건이 아니다.

5) 기술 중립적 대안 비교

AI 기반 대안과 기존 소프트웨어, 규칙 기반 기술, 조직적 개선 및 현행 유지 대안을 동일한 요구사항으로 비교한다. AI 의 추가 복잡성과 비용을 정당화할 근거가 없다면 다른 대안을 선택한다.

6) 다학제적 지식 통합

과학자, 수리과학자, 산업 전문가, 기술 전문가 및 사업 전문가가 각자의 가정과 판단을 공유한다. 상이한 분야의 지식을 연결할 때 적용 조건과 용어 차이를 확인한다.

7) 시스템 중심 설계

개별 모델의 정확도뿐 아니라 전체 시스템의 데이터 흐름, 의사결정, 인터페이스, 운영 및 실패 대응을 고려한다. 일부 구성 요소의 개선이 전체 성과를 악화시키는 국소 최적화를 방지한다.

8) 가치 중심 설계

수요 충족으로 발생할 경제적·사회적 편익과 새로운 부담을 함께 검토한다. 기대 편익은 가설과 범위로 표현하며 실제 ROI 와 구분한다.

9) 단계적 검증

핵심 가정과 위험에 따라 검증 순서를 설정한다. 비용이 큰 구현에 앞서 저비용 검토와 제한된 개념 검증을 실시할 수 있도록 요구사항을 정의한다.

10) 책임 있는 설계

안전, 연구 윤리, 개인정보, 기업 기밀, 법적 조건 및 인간 감독을 설계에 내재화한다. 검증되지 않은 시스템의 실제 운영을 승인하지 않으며 책임 주체와 중단 조건을 명시한다.

8.3. AI 기반 해결 방안 설계의 개념 및 활용 구조

8.3.1. AI 를 활용한 해결 방안 설계

AI 는 혁신의 결과물에 포함되지 않더라도 혁신을 가능하게 하는 연구 및 설계 수단이 될 수 있다. 연구자는 AI 를 통해 문헌과 특허에서 관련 지식을 탐색하고 과학적 가설을 비교하며, 설계자는 다양한 구조 후보를 생성하고, 수리과학자는 모델의 계산과 최적화를 지원받을 수 있다. 최종 결과물은 소재, 의료기기, 물리적 구조 또는 비 AI 기반 서비스일 수 있다.

이 경우 설계 과정에서 사용하는 AI 의 성능과 최종 결과물의 성능을 분리하여 평가한다. 후보를 생성하는 모델의 출력이 그 후보의 실제 기능이나 안전성을 입증하는 것은 아니다. 생성된 설계가 물리적·생물학적 제약을 충족하는지 독립적인 계산, 시험 또는 연구를 통해 확인할 수 있어야 한다.

8.3.2. AI 를 기반으로 하는 해결 방안 설계

AI 모델 또는 AI Agent 가 최종 해결 방안의 기능을 수행하는 경우에는 AI 시스템의 운영 조건을 함께 설계한다. 입력 데이터의 특성, 허용 가능한 오류, 모델 선택, 도구 호출, 인간 검토, 장애 대응 및 변경 관리가 주요 설계 대상이 된다. 모델의 벤치마크 성능이 실제 환경의 업무 성과로 이어지는지 별도의 검증이 필요하다.

예를 들어 설계 품질검토에서 AI 가 문서를 해석하고 오류 후보를 탐색할 수 있으나 기하학적 충돌 검출이나 명확한 규칙 판정은 결정론적 도구가 더 적합할 수 있다. 사람은 전문적 판단과 최종 승인을 담당한다. 해결 방안은 이러한 기능의 조합으로 정의되며 AI 모델 하나로 환원되지 않는다.

8.3.3. AI 활용 설계와 AI 기반 해결 방안의 통합

두 접근은 상호 배타적이지 않다. AI 를 사용하여 새로운 기술의 구조를 설계하고, 그 기술의 운영 과정에도 AI 기반 분석 기능을 포함할 수 있다. 중요한 것은 AI 의 역할이 설계 지원인지, 운영 구성 요소인지, 또는 두 가지 모두인지 명시하는 것이다. 각 역할에 적합한 검증 기준과 책임 체계를 별도로 정의한다.

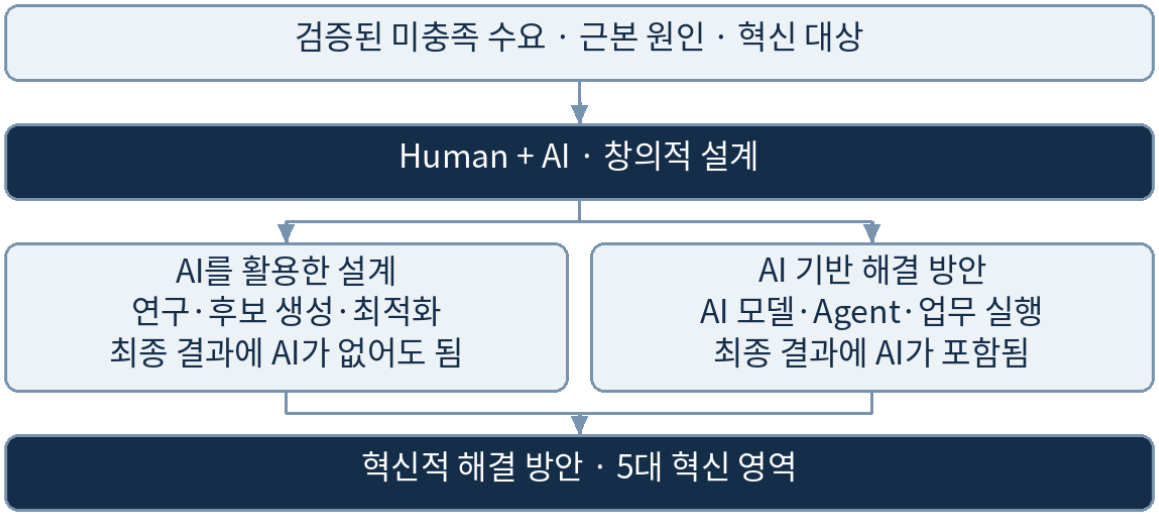


도표 8-2. AI 를 활용한 설계와 AI 를 기반으로 하는 해결 방안 설계의 관계

8.4. AI 혁신의 5 대 영역별 해결 방안 설계

8.4.1. 업무혁신 해결 방안 설계

업무혁신의 설계 대상은 개별 작업의 자동화가 아니라 업무의 목적, 수행 구조, 역할, 정보 흐름 및 의사결정 체계이다. Human-AI Work Redesign 을 적용하여 인간이 담당하는 판단·책임·창의와 AI Agent 가 담당하는 분석·탐색·생성·실행을 조합한다. 업무 산출물의 품질 기준과 승인 책임을 정의하고 예외 상황의 처리 경로를 설계한다.

기존 업무의 시간 절감만을 목표로 삼으면 개인 성과가 조직 성과로 전환되지 않을 수 있다. 따라서 확보된 시간과 전문역량을 어떤 업무에 재투입하는지, 지식과 검토 결과를 조직 내에서 재사용하는지, 이를 사업 성과로 연결할 수 있는지를 함께 설계한다. 핵심 산출물은 Human-Agent Workflow Specification 이다.

8.4.2. 기술혁신 해결 방안 설계

기술혁신은 기존 과학적 지식과 기술의 한계를 극복하기 위한 새로운 원리, 알고리즘, 소재, 구조 및 시스템을 설계한다. 기존 기술을 조합하거나 성능을 개선하는 경우와 아직 확인되지 않은 원리를 연구하는

원천기술 과제를 구분한다. 기술적 불확실성이 큰 경우 단일 구현 방법을 확정하기보다 연구 가설과 복수의 검증 경로를 유지한다.

기술 개념은 필요한 입력, 출력, 기능, 작동 조건, 주요 제약과 성능 목표를 포함한다. 수리적 모델 및 시뮬레이션이 유용한 경우 모델의 가정과 적용 범위를 기록한다. 실제 기술 성능의 입증은 제 9 장의 연구개발 및 실증에서 수행한다.

8.4.3. 제품혁신 해결 방안 설계

제품혁신은 수요자의 기능적·성능적·경제적 필요에 대응하는 새로운 제품 구조를 설계하는 활동이다. 사용자 요구사항을 기능 및 품질 요구사항으로 전환하고 제품의 시스템 경계, 구성 요소, 인터페이스, 안전성, 유지관리 및 수명주기 조건을 정의한다. AI 로 개발된 물리적 제품과 AI 를 탑재한 제품은 각각 다른 검증 경로를 갖는다.

제품 개념이 매력적으로 보이더라도 생산 가능성과 원가, 실제 사용 환경 및 법적 조건이 충족되는지 확인할 필요가 있다. 이러한 조건은 초기부터 설계 제약으로 관리하되 상용화 여부는 후속 단계에서 판단한다.

8.4.4. 서비스혁신 해결 방안 설계

서비스혁신은 수혜자가 가치를 경험하는 전체 과정과 서비스 제공자의 실행 구조를 재설계한다. 기존 서비스의 접근성, 대기시간, 품질 편차, 개인화 및 전문가 의존성을 분석한 결과를 설계 요구사항으로 전환한다. AI Agent 가 일부 서비스를 지원하는 경우에도 사람에게 이관해야 할 조건과 서비스 품질의 책임 주체를 명시한다.

서비스의 결과뿐 아니라 이용 과정에서 발생하는 불편, 취약한 이용자의 접근 제약 및 실패 상황을 고려한다. 운영 조직과 정보 흐름 및 서비스 제공 조건을 구체화하여 후속 실증에서 실제 이용 경험을 평가할 수 있도록 한다.

8.4.5. 비즈니스 모델 혁신 해결 방안 설계

비즈니스 모델 혁신은 가치 창출, 가치 전달 및 가치 확보 방식의 구조적 한계를 해결하는 데 초점을 둔다. AI 를 활용하여 전문서비스 공급 비용을 줄이거나 새로운 수혜자 집단에 접근하고, 기존에 제공하기 어려웠던 서비스를 설계할 수 있다. 그러나 공급 비용의 감소가 자동으로 매출 증가 또는 지속 가능한 수익으로 연결되는 것은 아니다.

설계 단계에서는 수요자, 가치제안, 전달 경로, 자원 및 비용 구조, 수익 또는 재원 확보의 가설을 정의한다. 구체적인 가격, 구매 행동, 시장 진입, 운영 원가 및 수익성은 제 10 장에서 검증한다. 공공·사회혁신에서는 지불 주체와 수혜자가 다를 수 있으므로 지속 가능한 재원 구조를 별도로 고려한다.

혁신 영역	핵심 설계 대상	주요 산출물
업무혁신	사람과 AI 의 업무 수행 구조	Human-Agent Workflow Specification
기술혁신	과학적 원리·알고리즘·기술 구조	기술 개념 및 요구사항 명세서
제품혁신	제품 기능·성능·시스템 구조	제품 개념 및 요구사항 명세서
서비스혁신	서비스 경험·전달·운영 구조	서비스 모델 명세서
비즈니스 모델 혁신	가치 창출·전달·확보 구조	비즈니스 모델 설계서

도표 8-3. AI 혁신의 5 대 영역별 해결 방안 설계 대상 및 산출물

복합혁신은 별도의 여섯 번째 영역이 아니라 복수 영역을 결합하는 방식이다. 예를 들어 신기술의 개발과 제품화, 서비스 제공 및 업무 재설계가 동시에 필요한 경우 각 영역의 의존관계와 통합 성과를 명시한다. 한 영역의 산출물이 다른 영역의 전제조건이 되는 경우에는 검증 순서를 설계한다.

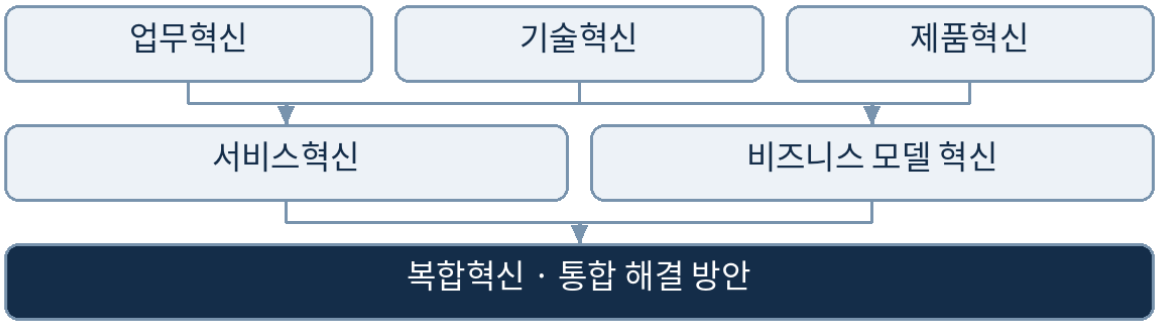


도표 8-4. 5 대 혁신 영역의 결합을 통한 복합혁신 모델

8.5. AI 기반 해결 방안 설계 실행 프로세스

설계는 요구사항 확정에서 연구개발 요구사항 정의까지 일곱 개 실행 절차로 구성한다. 각 절차는 산출물과 판단 기준을 갖지만 실제 프로젝트에서는 원리 탐색, 대안 생성, 모델 설계 및 타당성 평가가 반복된다.

반복의 목적은 설계 변경의 이유를 분명히 하고 더 나은 증거에 따라 대안을 개선하는 것이다.



도표 8-5. AI 기반 해결 방안 설계 표준 실행 프로세스

8.5.1. 설계 대상 및 요구사항 확정

검증된 수요 정의서, 핵심 근본 원인 정의서와 혁신 대상 및 목표 정의서를 검토하여 설계의 기준선을 확정한다. 요구사항에는 수요자, 사용 환경, 기대 성과, 기능, 품질 및 제약조건을 포함한다. 요구사항별 고유 식별자를 부여하고 근거가 되는 Need ID 와 Cause ID 또는 Constraint ID 를 연결한다.

요구사항은 해결 원리를 사전에 고정하지 않는 방식으로 작성한다. 예를 들어 AI Agent 를 개발한다는 문장은 구현 방법이고, 동일한 검토 범위에서 검토 시간을 단축한다는 문장은 성과 요구사항이다. 요구사항의 측정 방법과 단위를 명시하고 필수 조건과 최적화 가능한 목표를 구분한다. 현재 기준선이 추정치인 경우 그 불확실성을 기록한다.

요구사항 간 상충이 발견되면 우선순위와 허용 범위를 수요자와 합의한다. 성능 개선이 안전이나 품질의 저하를 허용한다는 의미가 되지 않도록 필수 통과 조건을 독립적으로 설정한다. 산출물은 해결 방안 설계 요구사항 명세서이다.

8.5.2. 해결 원리 및 가능성 탐색

각 원인 및 제약을 대상으로 어떤 개입이 문제를 제거하거나 완화할 수 있는지 탐색한다. 기존 기술, 기존 업무 방식의 개선, 다른 산업의 유사 원리, 신규 기술과 과학적 가설을 함께 조사한다. 이 과정에서 AI Agent 는 문헌 및 기술자료를 분류하고 유사 문제 구조를 탐색하며 관련 가설을 제안할 수 있다.

탐색 결과에는 원리의 설명, 출처, 적용 조건, 확인된 성능, 미확인 가정 및 필요한 연구를 기록한다. 서로 다른 환경에서 얻은 성능을 현재 과제에 직접 적용하지 않는다. 기술의 존재와 실제 접근 가능성, 이용 권리 및 통합 가능성도 구분한다. 산출물은 해결 원리 및 기술 가능성 탐색 보고서이다.

8.5.3. 창의적 해결 방안 생성

발산적 사고를 통해 다양한 해결 원리와 조합을 탐색한 다음 수렴적 사고를 통해 요구사항에 부합하는 후보를 정리한다. 처음부터 하나의 AI 모델이나 제품을 정답으로 설정하면 탐색 범위가 좁아진다. 기존 방식을 개선하는 대안, 구조를 재설계하는 대안, 새로운 기술을 개발하는 대안과 비기술적 대안을 함께 유지한다.

인간과 AI 의 협업에서 AI 는 다수 후보의 생성과 비교를 지원하고 인간은 목적에 대한 적합성, 참신성, 실제 적용 조건과 위험을 검토한다. 중복 후보를 통합할 때에는 각 후보의 핵심 차이와 가정을 보존한다. 후보의 선정과 제외 이유를 기록하여 새로운 증거가 확보될 경우 재검토할 수 있도록 한다.

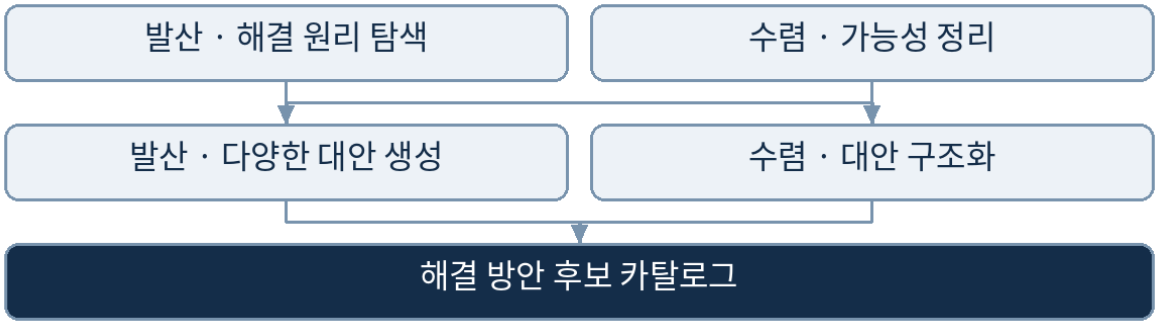


도표 8-6. Human-AI 협업 기반 창의적 해결 방안 생성 구조

산출물은 해결 방안 후보 카탈로그이다. 후보별로 해결 대상, 해결 원리, 핵심 구성 요소, 예상 효과, 주요 제약 및 검증이 필요한 가정을 기록한다.

8.5.4. 해결 방안 구조화 및 혁신 모델 설계

선정 전 후보를 비교 가능한 개념 모델로 발전시킨다. 해결 원리가 어떤 인과 경로를 변화시키는지 설명하고 기능과 구성 요소를 정의하며, 데이터 및 정보의 흐름과 인간의 판단 지점을 설계한다. 제품과 서비스의 경우 사용 환경, 업무혁신의 경우 실행 절차, 과학적 연구의 경우 연구 가설과 검증 경로를 구체화한다.

복합적인 시스템은 독립적으로 개발·시험할 수 있는 모듈로 분해하되 전체 시스템 성과를 평가할 수 있는 통합 구조를 유지한다. 인터페이스의 입력과 출력, 오류 조건, 책임 주체 및 변경 시 영향을 정의한다.
수리과학자는 설계 문제의 변수와 제약을 정식화하고 모델의 적용 범위를 검토한다. 산출물은 해결 방안 개념 모델 및 AI 혁신 모델 초안이다.

8.5.5. 실현 가능성 및 잠재 가치 평가

과학적 개연성, 기술적 구현 가능성, 데이터 및 자원 접근성, 운영 적합성과 잠재적 가치를 검토한다. 기존 기술로 구현 가능한 요소와 추가 연구개발이 필요한 요소를 구분하고, 핵심 가정마다 관련 증거와

불확실성을 기록한다. 기술적 구현의 가능성과 시장에서의 수용 가능성을 동일한 판단으로 취급하지 않는다.

평가에는 적절한 경우 기준 대안과의 비교, 비용 범위, 잠재 편익 및 위험 분석을 포함한다. 아직 성능이나 운영비가 입증되지 않았으므로 추정값에 대한 가정을 명시하고 민감도 분석을 수행한다. 안전·윤리·법적 필수 조건은 점수의 높고 낮음과 독립적으로 검토한다. 산출물은 해결 방안 타당성 평가 보고서이다.

8.5.6. 최적 해결 방안 선정 및 상세화

대안 선정은 높은 점수를 가진 후보를 기계적으로 선택하는 과정이 아니다. 평가 기준과 증거의 충분성, 핵심 위험, 자원 제약, 전략적 중요성과 향후 변경 가능성을 종합적으로 검토한다. 복수 후보의 장점을 결합할 경우 통합에 따른 추가 비용과 의존관계를 다시 평가한다.

과학적 불확실성이 높으면 경쟁 가설과 복수 연구개발 경로를 유지할 수 있다. 단계적 자원 투입과 중단 조건을 설정하여 불확실성을 줄이는 데 우선적으로 투자한다. 선정된 후보의 버전, 배제 대안의 사유 및 승인 조건을 기록한다. 산출물은 AI 혁신 모델 명세서이다.

8.5.7. 연구개발 및 실증 요구사항 정의

혁신 모델을 실행 가능한 연구개발 요구사항으로 전환한다. 필요한 연구 가설, 개발 기능, 데이터, 기술 리소스, 연구시설, 전문인력과 실증 환경을 식별한다. 연구개발 활동별로 목표와 성공 및 중단 기준, 선행 조건, 평가 방법 및 책임 주체를 설정한다.

실증은 개별 기술 성능과 실제 수요 충족 효과를 구분하여 설계한다. 기준선과 비교 조건을 명확히 하고 목표 성과의 측정 방법을 정의한다. 검증에 필요한 데이터가 개발 과정에서 오염되거나 중복 활용되지 않도록 관리 조건을 포함한다. 산출물은 연구개발 및 실증 요구사항 명세서이며 구체적 실행은 제 9 장과 연계한다.

8.6. 창의적 해결 방안 설계 방법 및 분석 기법

설계 기법은 문제의 특성과 필요한 증거에 따라 선택한다. 사용자 경험을 이해하는 방법과 물리적 구조를 최적화하는 방법은 목적과 검증 기준이 다르다. 다음 방법들은 상호 보완적으로 적용할 수 있으며 AI 는 각 방법의 탐색 및 계산 업무를 지원한다.

1) 디자인 사고(Design Thinking)

수요자의 경험과 맥락을 이해하고 문제를 재정의하며 아이디어를 생성하는 인간 중심 접근이다. 앞 단계의 수요 검증 결과를 토대로 사용자의 경험을 구체적인 설계 요구사항으로 전환한다. 개념의 적합성을 초기 사용자 검토로 확인하되 실제 효과와 혼동하지 않는다.

2) 발명적 문제 해결 이론(TRIZ)

기술적·물리적 모순을 분석하여 기존의 상충관계를 완화할 원리를 탐색한다. 예를 들어 정확성을 높이면 검토 시간이 증가하는 문제에서 검토 범위를 단순히 줄이는 대신 검토 활동의 분리 또는 재구성을 고려할 수 있다. 제안된 원리는 실제 제약조건에 비추어 검토한다.

3) 유추적 사고 및 산업 간 지식 전이

다른 분야에서 해결된 유사 문제의 구조와 작동 원리를 탐색한다. AI 의 의미 검색은 표면적으로 다른 분야의 공통점을 발견하는 데 유용하지만 적용 환경의 차이로 인해 유추가 성립하지 않을 수 있다. 전문가가 전이의 전제와 한계를 확인한다.

4) 형태학적 분석(Morphological Analysis)

해결 방안을 기능별 구성 요소로 분해하고 각 요소에 가능한 대안을 나열하여 조합을 탐색한다. 예를 들어 데이터 획득, 규칙 검증, 의미 분석, 결과 승인 방식의 선택지를 조합할 수 있다. 서로 호환되지 않는 조합을 제거하고 남은 후보를 평가한다.

5) 시스템 공학(Systems Engineering)

요구사항에서 기능과 구성 요소, 인터페이스 및 시스템 구조로 설계를 발전시키는 접근이다. 복합 시스템에서 구성 요소별 요구사항과 전체 성능의 관계를 관리하며 검증과 확인의 기준을 설계한다. NASA 의 시스템 공학 지침은 이러한 추적성과 수명주기 관점의 참고 틀이 된다[26].

6) 생성 설계(Generative Design)

목표 및 제약조건에 따라 다양한 후보 구조를 계산적으로 생성하고 평가한다. 물리적 구조, 제품, 소재 및 과학적 후보 설계에서 활용할 수 있다. 생성 모델이 제시하는 후보는 실제 성능이 검증된 결과가 아니며 독립적 계산 및 시험이 필요하다.

7) 수리적 모델링 및 최적화

현실 문제를 변수, 목적함수, 제약조건으로 표현하고 가능한 설계 공간을 탐색한다. 다목적 문제에서는 한 목표를 개선할 때 다른 목표가 악화될 수 있으므로 Pareto 최적해 집합을 검토하고 이해관계자가 절충안을 선택한다. 모델에 포함되지 않은 위험과 현실 조건을 별도로 검토한다.

8) 과학적 가설 기반 설계

기존 지식으로 충분히 설명되지 않는 현상을 연구 가설로 정의하고 대안 가설 및 반증 조건을 설정한다. 연구 경로는 가설의 지지 여부에 따라 변경할 수 있도록 구성한다. 원천기술 연구에서는 실패한 가설에서 얻은 지식도 중요한 결과로 관리한다.

9) AI 기반 지식 탐색 및 창의적 추론

문헌과 기술자료를 탐색하고 지식을 연결하여 해결 원리 후보를 생성한다. 출처의 정확성, 사실과 추론의 구분, 중복 정보 및 반대 증거의 누락 여부를 검토한다. AI 가 생성한 설명은 독립적인 과학적 근거가 아니다.

단일 목적의 수리적 최적화 문제는 다음과 같이 표현할 수 있다.

x 는 설계 변수, Ω 는 변수의 정의역, f(x)는 목적함수, g_i 와 h_j 는 각각 부등식 및 등식 제약조건이다. 예를 들어 처리 시간을 최소화하면서 오류 검출 성능과 비용 상한을 충족하도록 설계할 수 있다. 모델의 해가 실제 환경에서도 유효한지는 모델의 적합성과 입력자료 및 검증 결과에 따라 판단한다.

설계 방법	주요 활용 목적
Design Thinking	인간 중심 업무·제품·서비스 설계
TRIZ	기술적 모순 극복
유추적 사고	다른 분야 해결 원리 활용
Morphological Analysis	구성 요소 조합
Systems Engineering	시스템 구조 설계
Generative Design	후보 구조 생성
Mathematical Optimization	제약조건 기반 최적 설계
과학적 가설 기반 설계	연구 방향 설계
AI 기반 창의적 추론	지식 통합 및 가능성 탐색

도표 8-7. 주요 해결 방안 설계 방법 및 활용 목적

8.7. AI 혁신 모델의 구조 및 설계 방법

AI 혁신 모델(AI Innovation Model)이란 검증된 미충족 수요와 근본 원인을 해결하기 위해 선정한 해결 원리, 기능, 기술, 사람과 AI 의 업무 수행 구조, 시스템 구성 요소 및 가치 창출 구조를 통합적으로 정의한 혁신 설계 모델이다. 이는 AI 모델 자체가 아니라 혁신을 실현하기 위한 전체 설계 구조를 의미한다.

1) 수요 및 가치 설계

수요자와 수혜자, 검증된 수요, 현재 및 기대 성과를 정의한다. 해결 방안이 창출할 가치는 가설과 검증 지표로 연결한다.

2) 해결 원리 설계

원인 및 제약에 대한 개입 메커니즘을 설명하고 적용 조건과 가정을 명시한다. 기존 대안과의 차이를 확인한다.

3) 과학 및 기술 설계

필요한 과학적 지식과 기술 구조, 기능 및 성능을 정의한다. 검증된 기술과 신규 개발 요소를 구분한다.

4) 데이터 및 지식 설계

데이터의 출처, 품질, 구조, 이용 권한, 전문지식 및 지식 갱신 방법을 정의한다.

5) Human-AI 업무 설계

사람과 AI Agent 의 역할 및 실행·검토·승인 구조를 정의한다. AI 가 운영에 포함되지 않는 결과물이라면 연구 및 설계 과정에 해당하는 역할을 설명한다.

6) 시스템 설계

구성 요소, 인터페이스, 데이터 흐름, 오류 처리와 시스템 경계를 명시한다.

7) 운영 및 경제성 설계

운영 주체, 필요한 자원, 유지관리 조건과 예상 비용 및 가치 전달 구조를 정의한다.

8) 검증 및 책임 설계

성과 지표, 안전성, 윤리, 보안, 검증 환경과 승인 책임을 정의한다.

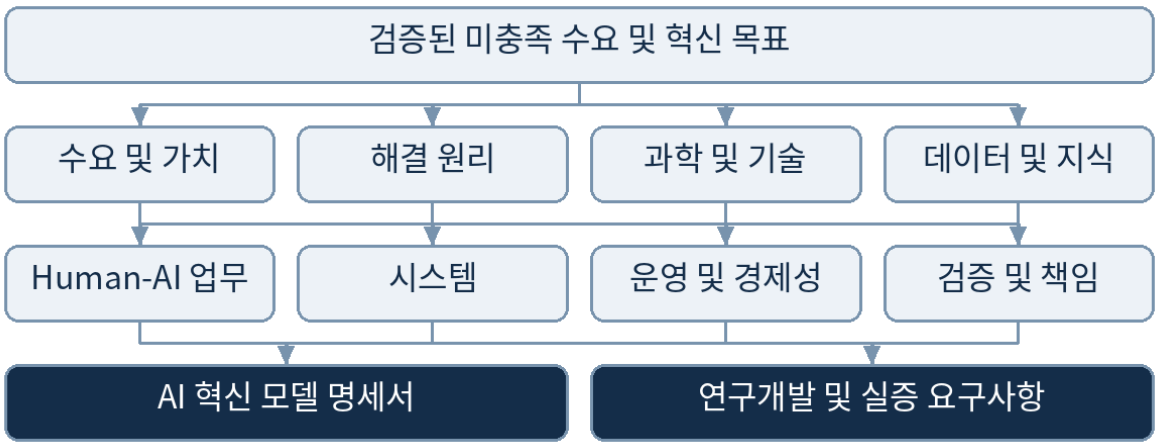


도표 8-8. AI 혁신 모델의 8 대 설계 관점과 산출물

개념 설계는 해결 원리, 주요 기능 및 전체 구조를 정의하고 상세 설계는 연구개발에 필요한 구성 요소와 인터페이스, 요구사항 및 검증 기준을 구체화한다. 본 단계의 상세화 수준은 후속 연구개발의 착수에 필요한 정도로 제한한다. 구현 과정에서 새로운 지식이나 제약이 발견되면 설계를 변경할 수 있어야 한다.

모듈화는 독립적인 개발과 검증을 가능하게 하지만 구성 요소의 분리가 전체 성과의 독립성을 보장하지는 않는다. 구성 요소 간 데이터와 기능의 의존관계 및 통합 시험을 고려한다. 설계 요소별로 관련 수요·원인·요구사항의 식별자를 연결하면 변경의 영향을 추적할 수 있다.

8.8. 해결 방안 타당성 평가 및 최적 대안 선정

제 7 장의 CVS 와 IPS 는 원인의 인과적 근거와 혁신 대상의 우선순위를 평가한다. 제 8 장의 해결 방안 타당성 점수(Solution Feasibility Score, SFS)는 해당 대상을 해결하기 위한 구체적인 대안을 비교하기 위한 제안 모델이다. 원인에 대한 증거가 충분하더라도 해결 방안이 실현 가능하다는 의미는 아니다.

평가 영역	주요 평가 내용	가중치
수요 충족 적합성	수요 및 기대 성과와의 부합성	20%
근본 원인 해결 적합성	핵심 원인 및 제약에 대한 개입	20%
과학·기술적 타당성	해결 원리와 구현 가능성	20%
인간·운영 적합성	인간 중심성과 운영 통합	10%
경제·사회적 잠재 가치	비용·편익 및 사회적 가치	15%
자원 및 추진 타당성	시간·인력·예산·인프라	10%
확장 및 지속 가능성	재사용·유지관리·확산	5%
합계		100%

도표 8-9. 해결 방안 타당성의 7 대 평가 영역 및 가중치

w_i 는 합계 100 인 가중치의 퍼센트 수치이며 s_i 는 사전에 설정한 기준에 따른 1~5 점의 평가값이다. 5 점은 상위 기준의 충분한 충족, 3 점은 기본 기준의 충족, 1 점은 근거에 의해 기준 미충족이 확인된 경우를 뜻한다. 2 점과 4 점은 인접 기준의 중간 수준으로 정의한다. 판단 근거가 부족하면 미평가로 기록하고 종합 점수를 확정하지 않는다.

가중치는 일반 산업혁신을 가정한 초기 제안으로, 과제의 목적에 따라 사전 조정할 수 있다. 평가 결과를 보고 유리한 가중치로 변경하는 행위는 피해야 한다. 필수 안전·윤리·법적 조건 및 핵심 기술 가정은 점수와 별도로 심의한다. 인허가가 아직 필요한 연구 과제는 허용된 연구 범위에 한하여 조건부로 승인하며 실제 사용을 승인하지 않는다.

평가 영역	가중치	A	B	C
수요 충족 적합성	20%	3	5	4
근본 원인 해결 적합성	20%	3	5	4
과학·기술적 타당성	20%	5	4	3
인간·운영 적합성	10%	4	4	3
경제·사회적 잠재 가치	15%	3	5	4
자원 및 추진 타당성	10%	5	3	2
확장 및 지속 가능성	5%	3	4	4
SFS	100%	74	89	70

도표 8-10. 해결 방안 후보의 비교 평가 및 선정 예시

위 표는 가상 건축설계 품질검토 사례이다. A 는 기존 검토 도구 개선, B 는 Human-AI 품질검토 재설계, C 는 신규 검토 기술 중심 개발이다. 각각의 점수는 74 점, 89 점, 70 점이며, B 가 가장 높다. 점수는 실제 연구 결과나 기술 성공 확률을 의미하지 않는다. 필수 조건과 증거가 충분한 경우에만 B 를 우선 연구개발 후보로 선정한다.

평가의 민감도를 확인하기 위해 자원 부담이나 기술적 실현 가능성의 점수를 변경하여 순위가 달라지는지 검토한다. 가중치 변경 시에는 합계를 다시 100 으로 정규화한다. 예를 들어 B 의 과학·기술적 타당성이 4 점에서 2 점으로 낮아지면 종합 점수는 8 점 감소한다. 순위 변화가 작더라도 핵심 가정의 불확실성이 크면 별도의 검증이 필요하다.

대안 선정은 단일 대안, 통합 대안, 복수의 연구개발 경로 유지, 탐색적 연구 또는 재설계와 보류 등으로 구분한다. 선정된 대안의 근거와 제외 대안의 사유를 기록하고 향후 검증 실패 시 재검토할 조건을 정의한다. 높은 기대 가치로 부족한 과학적 근거를 대체하지 않는다.

8.9. 연구개발 및 실증 요구사항 정의

혁신 모델의 실현을 위해 필요한 활동을 과학적 연구, 핵심 기술개발, 제품·서비스·업무 구현, 시스템 통합 및 실증으로 구조화한다. 기존에 확보된 기술과 신규 개발 요소를 구분하고, 각 활동의 선행 조건과 산출물 및 검증 기준을 정의한다. 연구개발 요구사항은 기술적인 구현 목표만이 아니라 실제 미충족 수요를 충족할 수 있는지 판단하기 위한 성과 요구사항을 포함한다.

과학적 불확실성이 높은 과제에서는 검증 가능한 가설, 대안 가설, 적용 범위와 판정 조건을 명세한다. 기술적 불확실성이 높은 과제에서는 기능 및 목표 성능과 비교 조건을 명세한다. 기술성숙도(TRL)는 기술의 성숙 상태를 구분하는 참고 척도로 활용할 수 있으나 업무·서비스·사업 모델의 운영 적합성이나 수요 충족을 대신 평가하지 않는다.

실증 설계에는 기준선, 목표 수준, 측정 방법, 검증 데이터의 선정 기준, 비교 대상, 성공·중단 조건을 포함한다. 검토 시간이 감소하더라도 검토 범위 또는 품질이 축소되었다면 동일한 성과로 해석할 수 없다. 성능·안전·비용·인간의 업무 부담을 함께 검토할 수 있도록 평가 지표를 구성한다.

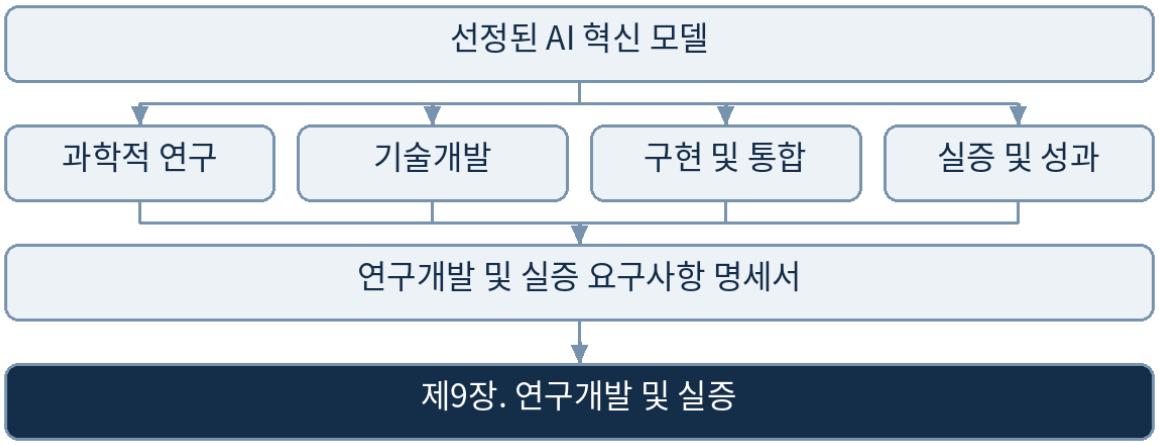


도표 8-11. AI 혁신 모델의 연구개발 및 실증 요구사항 전환 구조

주요 위험에는 과학적 지식 공백, 데이터 접근 제약, 기술 통합 실패, 연구 윤리, 규제, 인력 및 비용 등이 포함된다. 각 위험별로 검증 순서와 대응 책임자를 정의한다. 불확실성이 큰 활동을 무리하게 병렬화하지 않되 독립적인 연구는 병행할 수 있도록 의존관계를 명확하게 설정한다.

8.10. Human-AI Work Redesign 기반 실행 체계

해결 방안 설계 업무 자체를 Human-AI Work Redesign 의 대상으로 설정한다. 기존 전문가 중심 설계는 개인이 확보할 수 있는 지식과 경험, 기술 정보 및 연구 자원에 의해 탐색 범위가 제한될 수 있다. AI Agent 는 지식 탐색과 후보 생성 및 비교를 지원하여 인간의 창의적 설계 공간을 확장할 수 있다.

사람은 수요자의 가치와 목적, 과학적·기술적 판단, 창의적 통찰과 최종 책임을 담당한다. AI Agent 는 관련 자료 탐색, 대안 생성, 모델링, 시뮬레이션 실행 및 평가 자료 정리를 지원한다. 두 역할은 고정적으로 분리되지 않으며 공동 검토와 반복적인 피드백을 통해 설계 결과를 발전시킨다.

수리과학자는 문제를 수리적으로 정식화하고 목적함수 및 제약조건과 모델의 적합성을 정의한다. AI 엔지니어는 필요한 모델과 도구 및 실행 환경을 구성하며, 산업 및 과학 전문가는 결과를 실제 맥락에서 검토한다. 혁신 아키텍트는 수요와 설계 목표의 정합성 및 단계 간 연결을 관리한다.



도표 8-12. Human-AI 기반 창의적 해결 방안 설계 Workflow

AI 가 생성한 설계 후보는 원본 근거와 적용 가정을 확인하고 검토 책임자의 승인을 받아야 한다. 시스템은 외부 데이터 전송과 도구 사용 권한을 통제하고, 생성 결과의 출처와 설계 변경 이력을 보존한다. 책임 있는 AI 설계의 참고 틀로 NIST AI RMF 의 위험 관리 관점을 활용할 수 있다[46].

8.11. Craftem AI Innovation Design Agent

Craftem AI Innovation Design Agent 는 검증된 미충족 수요와 핵심 근본 원인 및 혁신 대상을 기반으로 해결 원리 탐색, 창의적 대안 생성, 혁신 모델 설계, 과학적·기술적 타당성 분석, 해결 방안 평가 및 연구개발 요구사항 정의 업무를 수행하거나 지원하는 Craftem AI Agent 이다. 이하 기능과 Template 은 개발 기획으로 제시하며 현재 제품에 모두 구현되었다는 의미는 아니다.

Agent 는 선행 단계의 검증 및 원인 분석 결과를 입력받아 설계 요구사항을 구조화한다. 관련 연구와 기술을 탐색하고 전문가의 가설 및 제약조건에 따라 후보를 생성하며, 적절한 분석 도구를 활용하여 비교 및 평가를 지원한다. 선정 결과와 승인 기록, 설계 명세를 후속 연구개발 Agent 에 전달한다.

Model Resource 는 일반 추론 모델, 과학 특화 모델 및 생성 설계 모델을 포함할 수 있다. Data Resource 는 수요·원인 카탈로그, 전문지식, 학술자료 및 산업 데이터를 포함한다. Tool Resource 는 검색, 수리 분석, 시뮬레이션, 최적화 및 설계 도구를 포함하고 Skill Resource 는 해결 원리 탐색, 시스템 설계, 평가 및 요구사항 작성 업무를 지원한다. Workflow Resource 는 이러한 리소스와 사람의 검토 및 승인 활동을 실행 가능한 절차로 구성한다.

전문 Agent Template 으로 Solution Design Planning, Solution Principle Discovery, Creative Solution Generation, Mathematical Modeling, Generative Design, Innovation Model Design, Solution Feasibility Assessment, R&D Requirements Specification 및 Integrated AI Innovation Design 을 제안한다. 각 Template 은 입력과 출력, 리소스 요구사항, 오류 처리, 승인 조건 및 버전을 관리한다.

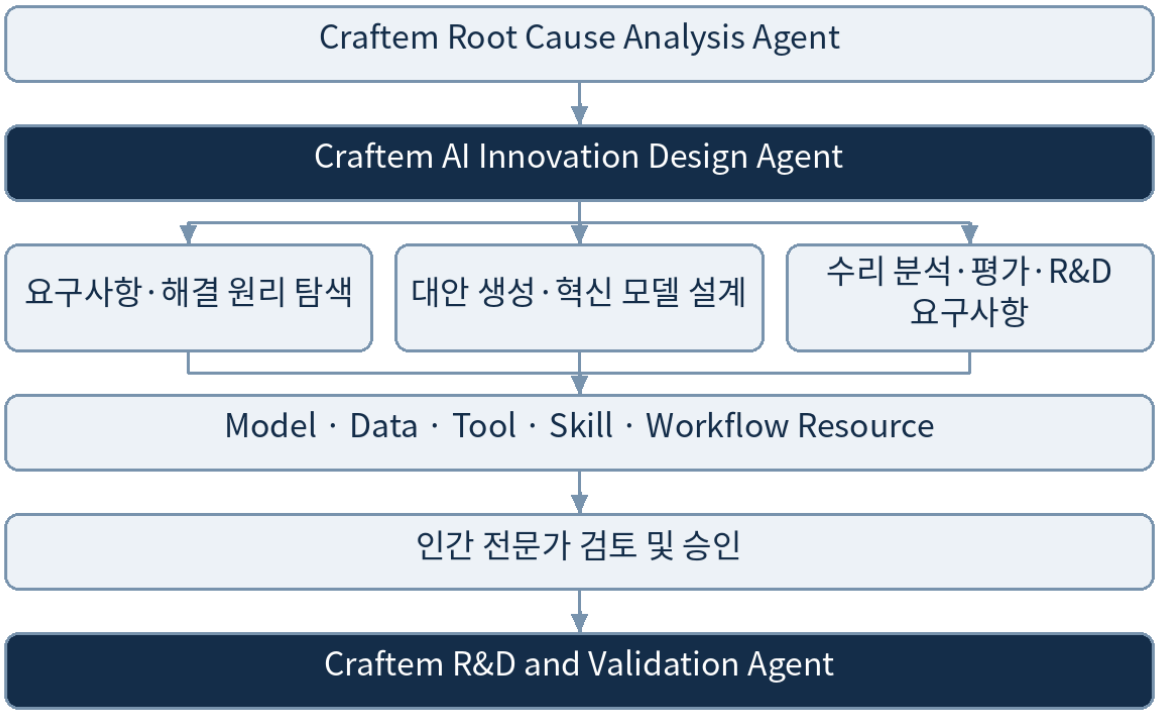


도표 8-13. Craftem AI Innovation Design Agent 실행 및 연계 구조

Agent 실행 과정에서 과학적 사실과 생성 가설의 구분, 원문 확인, 계산 검증, 외부 도구의 권한 관리 및 최종 승인 통제가 필요하다. 구체적인 제품 아키텍처와 운영 방식은 제 12 장에서 설명한다.

8.12. SyenaHub 기반 공동 해결 방안 설계

복합적인 혁신 과제는 단일 개인이나 조직이 보유한 지식과 자원으로 해결하기 어려울 수 있다. SyenaHub AI 혁신 생태계는 수요기업, 대학, 연구기관, 과학자, 수리과학자, AI 기술기업, 산업 전문가 및 사업개발 전문가가 공동으로 해결 방안을 탐색하고 설계할 수 있는 협력 기반을 제공하는 것을 지향한다.

SyenaHub AI Innovation Design Program 은 공동 설계 워크숍, 해결 원리와 기술 탐색, 수리 모델링, 혁신 모델 검토 및 공동 연구개발 과제 기획을 포함하는 프로그램으로 제안한다. 수요자는 해결 목표와 적용 환경을 제시하고, 연구자와 기술 전문가는 과학적 근거 및 기술 구조를 검토하며, 사업 전문가는 잠재 가치와 추진 제약을 검토한다.

공동 설계의 결과는 필요한 연구시설, 인력, 데이터, 기술 및 사업화 역량을 식별하고 후속 연구개발 참여 주체와 역할을 정의하는 데 활용한다. 참여기관의 기존 지식재산권과 신규 연구 결과, 데이터 이용 권한 및

공개 범위를 구분한다. 공동 설계에 참여했다는 사실만으로 연구성과 및 사업화 권리가 자동으로 발생하는 것은 아니며 별도의 합의가 필요하다.

공동 평가에서 특정 기술 공급자의 이해관계가 대안 선정에 영향을 주지 않도록 독립적 검토를 확보한다. 공동 설계의 상세한 협력 운영 체계는 제 13 장과 연계한다.

8.13. 산업별 적용 예시

다음 사례는 제 5~7 장의 가상 사례를 연속적으로 발전시킨 방법론 적용 시나리오이다. 실제 고객의 수요 검증 결과나 기술 성능 및 연구 성과를 나타내지 않는다.

1) 건축설계 분야: Human-AI 기반 설계 품질검토 혁신

건축설계사무소의 미충족 수요는 설계 오류를 정확하고 효율적으로 조기에 검출하는 것이다. 제 7 장의 가상 사례에서는 검토 기준의 구조화 부족, BIM 데이터와 검토 기준의 연계 한계, 전문지식의 개인 의존 및 검토 업무의 단절을 혁신 대상으로 설정하였다. 설계는 이러한 원인과 제약에 대응하여야 한다.

해결 방안은 검토 지식과 기준의 구조화, BIM 및 IFC 데이터의 연계, 검토 업무의 Human-Agent Workflow 재설계로 구성한다. AI Agent 는 관련 문서 및 모델 정보의 분석, 검토 항목 식별, 오류 후보의 탐색 및 검토 보고서 작성을 지원한다. 명확한 규칙 검증과 기하학적 충돌 탐지에는 적절한 결정론적 알고리즘 및 기존 엔지니어링 도구를 사용한다. 건축 전문가가 검토 결과와 설계 적합성을 최종 판단하고 예외 사항을 관리한다.

가상의 기준선은 프로젝트당 검토 시간 40 시간, 오류 검출률 60%, 검토 범위 50%이다. 목표는 각각 8 시간 이내, 사전 정의한 검증 데이터에서 95% 이상, 사전 확정한 검토 항목의 100%이다. 검토 시간 비교의 업무 범위와 오류 검출률의 분모 및 정답 기준을 명시한다. 오탐률, 검토 결과의 일관성, 사람의 검토 부담 및 설계정보 보호도 실증 요구사항에 포함한다. 기존 비용 500 만원과 목표 200 만원은 가상 목표로 유지하되 실제 비용은 도구 사용량, 검토 인력 및 운영 조건을 포함하여 후속 단계에서 검증한다.

연구개발은 검토 기준 데이터화, 모델 데이터 처리, 규칙 및 의미 분석의 통합, 전문가 검토 화면과 결과 이력 관리 등으로 분해할 수 있다. 각각의 기능을 독립적으로 검증한 후 실제 업무 환경에서 통합 성과를 확인한다. 설계 변경이나 모델 버전 변경이 검토 결과에 미치는 영향을 추적한다.

2) 보건의료 분야: 췌장암 조기 진단 통합 연구개발 모델

의료적 미충족 수요는 정의된 대상 환자군에서 초기 췌장암을 신뢰성 높게 검출할 수 있는 진단 방법에 대한 필요이다. 질병 발생 기전의 지식 공백과 진단에 유용한 분자 표적의 확보 문제 및 기존 검출 기술의 제약을

구분한다. 질병의 직접적인 발생 원인과 진단 표적은 동일하지 않을 수 있으며, 모든 발생 기전을 규명해야만 진단 연구가 가능하다고 가정하지 않는다.

해결 방안은 발암 인자 및 기전 연구, 분자 표적 발굴 및 검증, 표적 결합 단백질 설계의 세 연구 영역을 통합하는 연구개발 방향 후보로 구성한다. AI 는 문헌 탐색, 연구 가설 생성, 생물학적 데이터 분석 및 후보 평가를 지원할 수 있다. 임상의는 대상 환자군과 임상적 요구사항을 정의하고, 기초의과학자와 분자생물학자는 과학적 타당성을 검토하며, 생물정보학자와 수리과학자는 데이터 및 모델의 적합성을 검토한다. 연구개발의 의존관계는 실제 증거에 따라 설정한다.

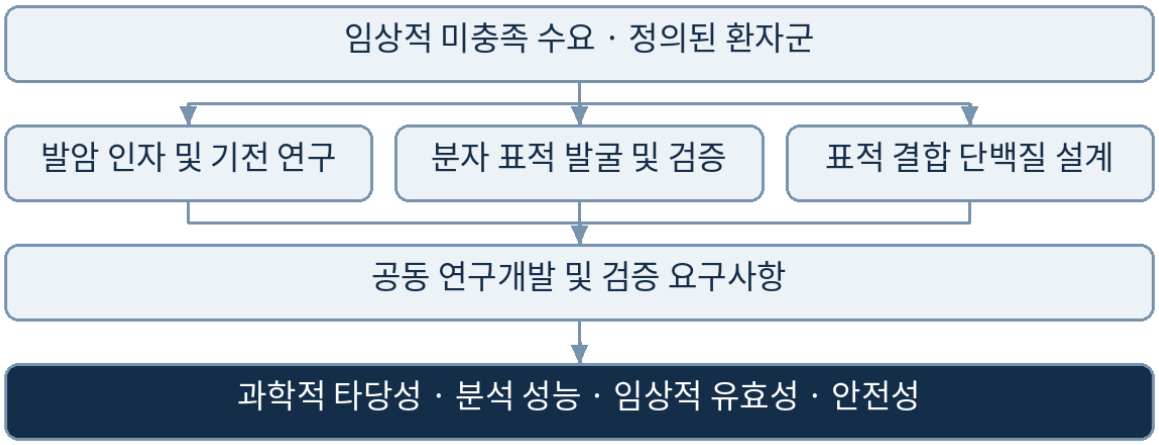


도표 8-14. 췌장암 조기 진단을 위한 통합 연구개발 설계 모델

후속 연구에서는 후보의 생물학적 타당성과 분석적 성능, 임상적 유효성 및 위해 가능성을 구분하여 검증해야 한다. 연구 윤리와 환자 정보 보호, 대상 집단의 적절성, 기존 검사와의 비교 및 필요한 규제 절차를 고려한다. 특정 분자 표적이나 단백질의 효과가 확인되었다는 의미가 아니며 실제 진단 또는 선별검사의 적용을 권고하는 사례도 아니다.

3) 교육 분야: AI 시대 초기 경력 성장 경로 재설계

대학생과 취업준비생이 실제 산업현장의 경험과 전문적 지도 및 창의적 문제 해결 기회를 확보할 수 있도록 성장 경로를 설계한다. 제 7 장의 원인 가설은 교육과 산업현장의 역량 격차, 실무 참여 기회의 부족, 멘토링 접근 제약 및 기업의 초기 인재 육성 부담이다. AI 기술 변화만을 유일한 원인으로 전제하지 않는다.

SyenaHub Cura 의 세 프로그램을 해결 방안의 후보 체계로 연결한다. Cura Career 는 실무 역량 및 경력 성장, Cura Venture 는 산업현장의 미충족 수요를 기반으로 기업가정신과 창의적 문제 해결 역량 개발, Cura Mentoring 은 전문지식과 경험을 활용한 지속적 성장 지원을 담당하도록 설계한다. 참여자는 실제 문제를 정의하고 인간과 AI 의 협업으로 해결 방안을 탐색하며 멘토의 검토를 통해 학습 결과를 개선한다.

실증에서는 참여 전후 역량 변화, 프로젝트 산출물의 품질, 멘토링의 적절성, 기업의 참여 지속성 및 장기적인 경력 관련 성과를 구분하여 평가한다. 참여자 특성과 노동시장 변화 등 외부 요인을 고려하고 취업·창업 성과를 사전에 보장하지 않는다. 참여자 정보 및 평가 기록의 이용 범위와 접근 권한을 설정한다.

4) 기타 산업의 적용 방향

금융 분야에서는 비정형 정보의 수집과 분석, 검증 및 인간의 의사결정 절차를 통합하는 해결 방안을 설계한다. AI 의 요약 결과에 의존하는 대신 출처와 수치의 검증, 전문가 승인과 책임 구조를 확보한다. 제조 분야에서는 설비 상태 데이터, 물리적 시스템의 특성 및 AI 기반 분석을 결합하여 이상 징후 탐색과 유지보수 의사결정을 지원하는 구조를 설계한다. 잘못된 경보와 탐지 실패에 대한 운영 대응을 포함한다.

유통 분야에서는 수요 예측과 재고관리, 공급망 정보 및 운영 의사결정을 연계하는 해결 방안을 설계한다. 재고 비용 감소와 품절 위험 간의 균형을 평가하도록 한다. 콘텐츠 분야에서는 인간의 창작 의도 및 책임과 AI 의 생성·제작 역량을 결합하는 업무 구조를 설계한다. 창작 결과의 품질과 권리, 출처 및 수정 가능성을 함께 검토한다.

8.14. 표준 실행 일정 및 조직 구성

일반적인 복합 산업혁신 과제의 초기 설계 기간은 6~8 주를 제안한다. 1~2 주차에는 혁신 대상 및 요구사항을 확정하고 2~4 주차에는 해결 원리 탐색과 창의적 대안 생성을 진행한다. 3~6 주차에는 혁신 모델 설계와 타당성 평가를 병행하고 6~8 주차에는 대안 선정, 연구개발 요구사항 상세화 및 전문가 심의를 진행한다. 이는 일정 계획의 예시이며 실제 연구개발 기간을 보장하지 않는다.

프로젝트 책임자 또는 혁신 아키텍트는 전체 수요와 목표, 설계 범위 및 변경을 관리한다. 산업 전문가는 현장 조건을 검토하고 과학자 및 수리과학자는 해결 원리와 수리 모델을 설계한다. 기술 전문가와 AI 엔지니어는 기술 구조 및 시스템 통합 가능성을 검토하고 사업개발 전문가는 잠재 가치와 경제적·운영적 제약을 분석한다. 독립 검토자는 설계 근거와 주요 위험을 심의한다.

소규모 프로젝트에서는 한 사람이 복수 역할을 수행할 수 있으나 고위험 판단과 최종 승인에 필요한 전문성과 검토 독립성을 확보한다. 복합 과학 연구는 전문기관의 참여와 자료 접근 및 연구 승인에 필요한 기간을 별도로 반영한다. 설계 과정에서 주요 가정이 변경될 경우 일정 및 자원 계획을 재검토한다.

8.15. 표준 산출물 및 문서 체계

설계 산출물은 후속 연구개발 단계의 입력으로 활용되며 설계 판단의 근거와 변경 이력을 보존해야 한다. 해결 방안 설계 요구사항 명세서는 목표와 제약을 정의하고, 해결 원리 및 기술 가능성 탐색 보고서는 원리 후보와 관련 근거를 기록한다. 해결 방안 후보 카탈로그는 비교 가능한 대안을 관리하며, 해결 방안 개념 모델은 대안의 구조와 작동 원리를 설명한다.

수리 모델 및 시스템 설계 명세서는 변수, 모델 가정, 구성 요소 및 인터페이스를 정의한다. 해결 방안 타당성 평가 보고서는 증거, 점수 및 주요 불확실성을 기록하고 해결 방안 선정 및 의사결정 기록은 선택과 제외의 사유를 보존한다. AI 혁신 모델 명세서는 승인된 설계의 전체 구조를 통합하며 연구개발 및 실증 요구사항 명세서는 구현과 검증 조건을 정의한다. 종합 보고서는 설계 결과와 후속 추진 권고를 요약한다.

소규모 프로젝트에서는 이러한 열 가지 산출물을 하나의 통합 보고서와 관리 데이터로 구성할 수 있다. 단, 요구사항과 검증 근거의 연결 및 승인 이력이 누락되지 않도록 한다. 대표 양식은 다음과 같다.

명세 항목	작성 지침	작성란
Innovation Model ID	혁신 모델 고유 식별자 및 버전	
Need ID	관련 검증된 미충족 수요	
Innovation Target ID	관련 혁신 대상	
혁신 모델 명칭	선정된 해결 방안	
혁신 목표	성과 및 기대 상태	
혁신 영역	5 대 영역 중 해당 영역	
해결 원리	원인·제약에 대한 개입 원리	
핵심 구성 요소	과학·기술·업무·시스템 구성	
Human-AI 실행 구조	역할·협업·승인 방식	
핵심 요구사항	기능·성능·품질·운영	
필수 제약조건	안전·윤리·보안·법적·경제 조건	
평가 결과	SFS 및 선정 근거	
연구개발 요구사항	연구·개발·실증 대상	
잠재적 가치	경제적·사회적 가치 가설	
위험 및 불확실성	추가 검증 대상 및 위험	
검토 및 승인	책임자·승인자·조건	

도표 8-15. AI 혁신 모델 명세서 표준 양식

데이터 추적성을 위해 제 5 장의 Need ID, 제 6 장의 Validation ID, 제 7 장의 Cause ID 및 Innovation Target ID 를 유지한다. 이를 제 8 장의 Solution ID, Innovation Model ID, Requirement ID 및 Design Decision ID 와 연결한다. 변경 시 기존 기록을 삭제하지 않고 새로운 버전 및 변경 사유를 남긴다. 상세한 후보 카탈로그, 요구사항 추적 매트릭스 및 연구개발 요구사항 양식은 향후 백서 부록에서 통합 제공할 수 있다.

8.16. 단계 완료 기준 및 후속 단계 진입 조건

설계 단계가 완료되려면 설계 결과가 검증된 수요와 근본 원인 및 혁신 대상에 연결되어야 한다. 복수 대안과 기존 해결 방식의 비교 및 선정 근거가 확보되고, 선정된 대안의 해결 원리와 주요 구성 요소 및 기능이

정의되어야 한다. 과학적·기술적 타당성과 잠재 가치, 주요 위험이 검토되고 검증된 사실과 미확인 가정이 구분되어야 한다.

연구개발 대상과 목표, 실증 요구사항 및 비교 조건을 정의하고 안전·윤리·보안·법적 요구사항과 후속 검증 조건을 검토한다. AI 혁신 모델 명세서 및 연구개발 요구사항 명세서의 버전을 확정하고 전문가의 검토와 책임자의 의사결정을 기록한다. 완료 기준은 검증 절차의 수행 여부를 판단하는 기준이며 모든 기술적 가정이 입증되었다는 의미는 아니다.



도표 8-16. AI 기반 해결 방안 설계 단계의 의사결정 관문

Go 는 연구개발 목표와 요구사항이 명확하고 이를 추진할 만한 근거와 조건이 확보된 경우에 적용한다. Conditional Go 는 핵심 설계의 타당성이 확보되었으나 비핵심 조건의 보완이 필요한 경우로, 보완 책임자와 기한 및 범위를 명시한다. Exploratory R&D 는 핵심 가정의 불확실성이 높지만 연구 가치가 있는 경우 제한적인 연구 목표와 자원 한도 및 중단 기준을 설정하여 승인한다.

Rework 는 설계가 수요나 원인 분석 결과를 충분히 반영하지 못하거나 평가 보완이 필요한 경우이다. Return 은 수요 정의, 검증 또는 근본 원인 분석에 중대한 오류가 발견된 경우 적용한다. Hold 는 자원과 협력 조건이 부족하거나 추가 정보가 필요한 경우이며 Stop 은 추진 타당성이 부족하거나 허용할 수 없는 위험이 확인된 경우 적용한다. 모든 판정과 근거를 기록하고 필요한 경우 재심의 조건을 설정한다.

AI 기반 해결 방안 설계의 본질은 특정 AI 기술의 도입이 아니라 인간의 창의적 역량을 AI 로 확장하여 검증된 미충족 수요에 대한 새로운 해결 방안을 창조하는 것이다. 설계된 혁신 모델과 연구개발 요구사항은 제 9 장의 연구개발 및 실증으로 이관한다. Gate 4 승인은 연구개발 착수의 타당성을 인정하는 것이며 실제 성능과 경제적·사회적 가치의 입증은 후속 단계의 책임이다.

본 장의 7 개 실행 절차, 8 대 설계 관점, SFS 가중치 및 Gate 4 구조는 크림슨앰버의 자체 방법론 제안이다. 사례와 정량적 목표는 설명용 가상값이다. 참고문헌은 관련 방법론의 배경 자료이며 자체 평가 모델의 실증적 검증을 의미하지 않는다.

제 9 장. 연구개발 및 실증

Research, Development and Validation

수요 주도형 AI 혁신의 제 5 단계는 제 8 장에서 설계한 혁신 모델을 실제 연구개발 및 구현 활동으로 전환하고, 그 결과가 검증된 미충족 수요를 충족할 수 있는지를 확인하는 과정이다. 연구개발의 성과는 논문, 기술, 소프트웨어 또는 시제품의 확보에만 있지 않다. 이러한 결과물이 최초의 문제와 기대 상태 사이의 격차를 얼마나 해소할 수 있는지 객관적 증거를 확보해야 한다.

본 장은 과학적 연구, 기술개발 및 시스템 구현, 기술적 검증과 현장 실증을 포괄한다. 신규 원천기술 개발이 필요한 과제와 기존 기술의 통합만으로 해결 가능한 과제를 구분하며, 각 과제의 위험과 불확실성에 맞는 검증 경로를 설정한다. 실증 결과는 상용화의 출발점이지 시장 판매나 실제 가치 실현을 보장하는 결과가 아니다.

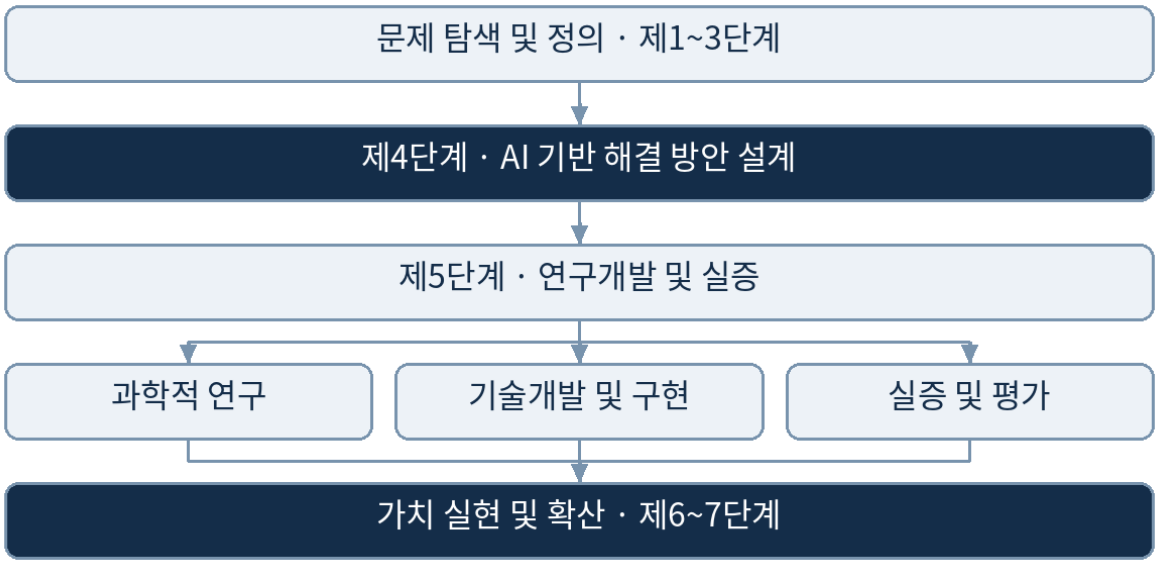


도표 9-1. 수요 주도형 AI 혁신에서 연구개발 및 실증의 위치

9.1. 연구개발 및 실증의 정의 및 목적

연구개발 및 실증(Research, Development and Validation)이란 검증된 미충족 수요와 핵심 근본 원인을 기반으로 설계된 혁신 모델을 실현하기 위해 필요한 과학적 연구, 기술개발 및 시스템 구현을 수행하고, 개발된 해결 방안의 과학적·기술적 타당성, 성능, 현장 적합성 및 미충족 수요 충족 가능성을 객관적인 증거를 통해 검증하는 과정이다.

연구개발의 목적은 설계 단계에서 제안한 해결 원리를 구현하고, 그 원리가 실제 조건에서 성립하는지를 확인하는 데 있다. 과학적 연구에서 확보한 지식이나 기술적 성능은 중요한 중간 성과이지만, 해당 성과가

수요자의 기대 상태에 기여하는지 별도로 확인해야 한다. 예를 들어 분석 알고리즘의 정확도가 개선되어도 실제 업무에 통합되지 않거나 전문가의 검토 부담이 증가한다면 수요 충족의 효과는 제한될 수 있다.

기술 주도형 연구개발은 새로운 과학적 발견이나 기술적 가능성에서 출발하여 활용처를 탐색할 수 있다. 수요 주도형 연구개발은 검증된 미충족 수요와 기존 해결 방식의 구조적 제약에서 출발한다. 두 접근은 배타적이지 않으며 연구 과정에서 새로운 발견이 이루어지면 새로운 수요 및 해결 가능성을 탐색할 수 있다. 본 방법론에서는 연구개발 자원의 투입 이유와 성과 판단 기준을 검증된 수요에 연결한다.

연구개발과 실증은 상용화 및 사업화와 구분한다. 제 9 장은 해결 방안의 구현 및 효과에 필요한 증거를 확보하고, 제 10 장은 이를 지속적으로 공급하고 운영하기 위한 제품화, 서비스화, 기술이전 및 사업 체계를 구축한다. 실증의 성공은 시장 경쟁력, 수익성 또는 규제 적합성이 모두 확보되었다는 의미가 아니다. 실증 결과의 적용 범위와 잔여 위험을 명시하여 후속 단계에 전달해야 한다.

9.2. 기본 실행 원칙

1) 수요 중심 연구개발

모든 연구개발 활동은 검증된 수요와 혁신 목표를 근거로 정의한다. 새로운 기능이나 연구 질문이 제안되면 어떤 수요 및 원인과 연결되는지 검토하고, 범위 변경의 근거를 기록한다.

2) 가설 및 증거 중심

핵심 가정을 검증 가능한 가설로 전환하고 지지 및 반박 증거를 수집한다. AI 의 예측이나 전문가의 직관만으로 성과를 확정하지 않는다. 판단 유보도 정당한 연구 결과로 관리한다.

3) 단계적 실현 및 검증

비용과 위험이 큰 개발에 앞서 핵심 불확실성을 검토한다. 개념 검증, 구성 요소 시험, 통합 시험 및 현장 실증은 서로 다른 질문에 답하며 필요한 증거를 단계적으로 확보한다.

4) 인간 중심 연구개발

인간의 전문성·창의성·판단과 책임을 유지한다. AI 는 탐색과 계산 및 실행을 지원하지만 연구 목적, 위험 수용, 결과 해석과 최종 승인은 책임 있는 사람이 담당한다.

5) 다학제적 협력

과학자, 수리과학자, 기술 전문가, 현장 전문가와 사업 전문가가 공통의 수요와 검증 기준을 공유한다. 분야별 가정과 용어를 조정하고 각 전문분야의 판단 범위를 명확히 한다.

6) 반복적 연구개발

새로운 증거에 따라 연구 가설, 설계 명세와 구현 방식을 갱신한다. 변경은 통제된 절차로 수행하고 이전 결과와 비교할 수 있도록 버전을 보존한다.

7) 재현성 및 추적성

데이터의 출처, 실험 조건, 분석 코드, 모델 버전과 실행 기록을 확보한다. 재현이 어려운 결과의 경우 재현 한계와 필요한 추가 증거를 명시한다.

8) 성과 및 가치 중심

기술적 성능과 현장 성과를 구분하고 수요 충족과 잠재 편익을 평가한다. 실증에서 관찰된 편익과 실제 사업 수익이나 장기적 사회적 가치를 혼동하지 않는다.

9) 안전 및 책임

연구윤리, 안전, 개인정보, 기업 기밀 및 법적 조건을 연구 계획에 포함한다. 위험한 실행은 권한과 승인 범위 내에서 이루어져야 하며 중단 조건을 사전에 정의한다.

10) 연구개발 자산화

성공한 연구성과뿐 아니라 실패한 실험, 기각된 가설, 분석 방법과 검증 증거를 관리한다. 재사용 권한 및 적용 범위를 명시하여 조직의 지속적인 혁신 역량으로 전환한다.

9.3. 연구개발 및 실증의 유형과 통합 실행 구조

연구개발의 유형은 혁신 모델을 실현하기 위해 어떤 지식과 기술을 확보해야 하는지를 기준으로 구분한다. 유형은 상호 배타적이지 않으며 프로젝트의 일부 활동이 서로 다른 유형에 속할 수 있다. 기존 기술의 통합 구현은 혁신 활동에 포함되지만, 신규성이나 기술적 불확실성 등이 없는 통상적 구현을 모두 공식적인 연구개발 통계상의 R&D 로 분류하는 것은 적절하지 않다.

9.3.1. 과학적 연구 중심형

기존 과학적 지식으로 충분히 설명할 수 없는 현상이나 메커니즘을 규명하기 위한 유형이다. 연구 질문과 가설, 대안 설명을 정의하고 관찰, 실험, 수리 모델링 및 연구 결과의 재현성 검토를 수행한다.

성공은 특정 가설의 지지에만 있지 않다. 가설의 기각이나 적용 범위의 확인도 불확실성을 줄이는 성과이다. 질병 발생 기전이나 기능성 소재의 특성 연구가 예가 될 수 있다.

9.3.2. 기술개발 중심형

기존 기술의 성능 또는 기능이 요구 수준에 미달하여 새로운 알고리즘, 소재, 제품 구조 또는 구성 요소를 개발해야 하는 유형이다. 해결 원리의 타당성을 확인하고 핵심 기술을 구현하여 요구 성능을 시험한다.

기술적 성과는 시험 조건과 함께 기록한다. 특정 환경에서의 성능이 모든 적용 환경에 일반화되는 것은 아니므로 통합 및 현장 검증을 별도로 수행한다.

9.3.3. 기존 기술 활용 및 통합 구현형

기존 모델, 소프트웨어, 데이터, 도구 및 전문지식을 조합하여 혁신 모델을 구현하는 유형이다. Human-AI Work Redesign 에 따른 업무혁신에서는 기술 자체의 신규성보다 새로운 업무 구조와 실행 체계의 적합성이 중요하다.

기존 구성 요소가 검증되었더라도 전체 시스템의 데이터 연결, 예외 처리, 인간 승인 및 실제 업무 효과는 별도로 검증한다. 신규 연구가 필요하지 않은 경우에는 불필요한 원천기술 개발을 수행하지 않는다.

9.3.4. 복합 연구개발형

과학적 연구, 신규 핵심 기술개발, 기존 기술 통합 및 현장 실증이 결합되는 유형이다. 각 활동은 독립적인 목표와 검증 기준을 갖되 공통 수요와 시스템 구조를 기반으로 연결한다.

모든 연구가 순차적으로 완료되어야 하는 것은 아니다. 확인된 의존관계에 따라 병렬 개발과 반복 검증을 수행하고, 핵심 선행조건이 충족되지 않은 경우 해당 활동의 확대를 제한한다.

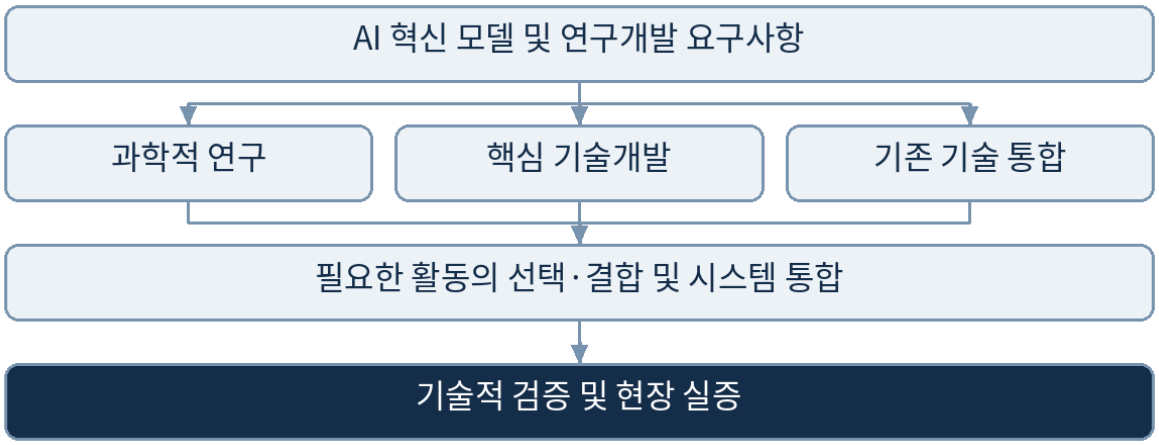


도표 9-2. 과제 유형별 연구개발 활동의 통합 실행 구조

9.4. 연구개발 성숙도 및 단계적 실현 체계

기술성숙도(Technology Readiness Level, TRL)는 기본 원리의 관찰에서 기술의 실제 운용까지 기술의 발전 수준을 평가하는 참고 개념이다. 기술성숙도는 특정 기술의 상태를 설명하는 데 유용하지만, 개별

기술의 성숙도가 높더라도 전체 혁신 모델의 시스템 통합, 실제 현장 적용 및 가치 검증이 완료되었다고 판단할 수는 없다.

본 방법론에서는 과학적 성숙도, 기술적 성숙도, 시스템 성숙도, 현장 적용 성숙도 및 가치 검증 성숙도의 다섯 관점을 제안한다. 과학적 성숙도는 핵심 연구 가설에 대한 증거 수준을, 기술적 성숙도는 기술 기능 및 성능을, 시스템 성숙도는 구성 요소의 통합 상태를 나타낸다. 현장 적용 성숙도는 실제 업무와 운영 조건의 적합성을, 가치 검증 성숙도는 수요 충족 및 잠재 가치의 증거 수준을 나타낸다.

각 성숙도는 과제의 요구사항에 맞추어 현재 상태와 목표 상태를 별도로 정의한다. 예를 들어 기성 기술을 활용한 업무혁신에서는 과학적 성숙도가 별도 평가 대상이 아닐 수 있다. 의료 원천기술 연구에서는 과학적 지식의 확보와 진단 기술의 성능 검증을 독립적으로 관리한다. 적용하지 않는 관점은 제외 사유를 기록하며 단순 평균 점수로 필수적인 미검증 영역을 상쇄하지 않는다.

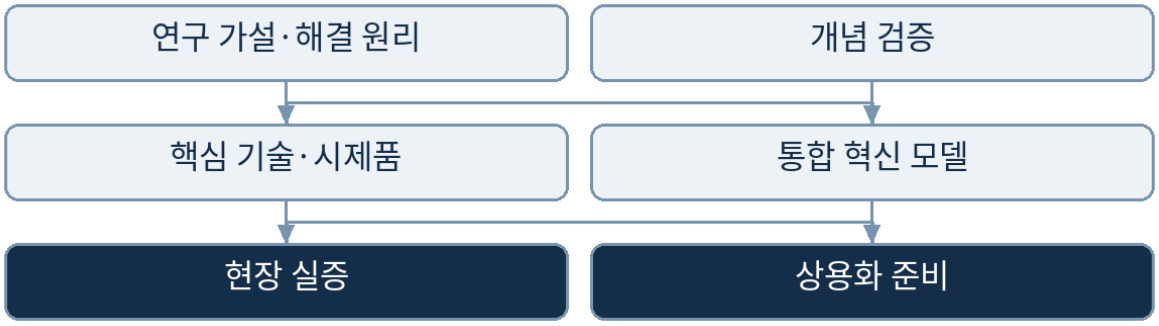


도표 9-3. AI 혁신 모델의 단계적 연구개발 및 실현 체계

본 방법론의 개념적 발전 경로이며 공식 TRL 등급과 일대일로 대응하지 않는다.

단계별 성숙도를 검토할 때는 실제 확보된 증거와 다음 단계에서 필요한 증거를 구분한다. 개념 검증의 성공을 근거로 현장 성능을 단정하지 않으며, 현장 실증의 성과를 근거로 장기 운영 및 시장 성과를 확정하지 않는다. 성숙도 평가는 자원 투입과 후속 검증의 우선순위를 결정하는 데 활용한다.

9.5. 연구개발 및 실증 실행 프로세스

연구개발 및 실증은 일곱 개의 표준 실행 절차로 구성한다. 과학적 연구, 기술개발, 시스템 구현과 검증은 필요한 경우 병행하며 새로운 증거에 따라 앞선 단계로 돌아갈 수 있다. 각 실행 절차의 완료는 산출물의 존재만으로 판단하지 않고 해당 산출물이 요구하는 증거와 책임자의 검토 여부를 확인한다.

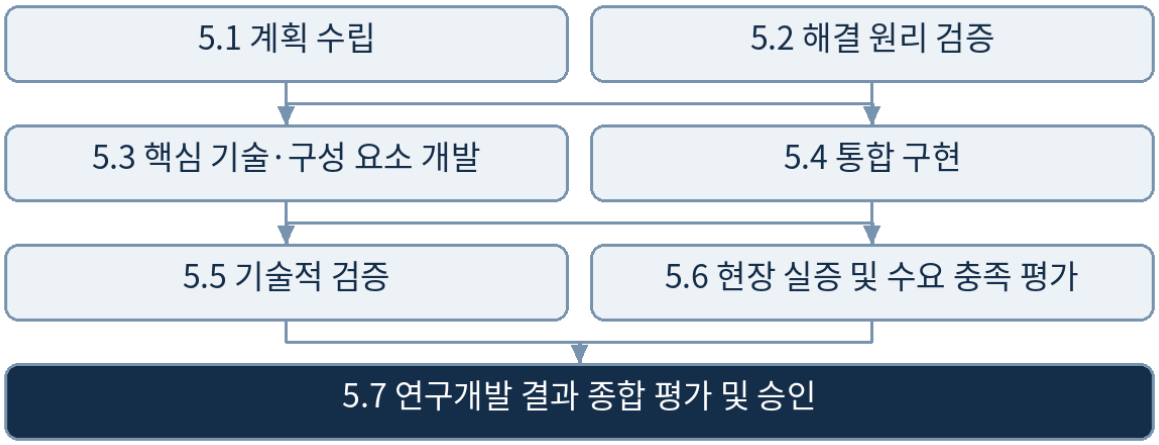


도표 9-4. 연구개발 및 실증 표준 실행 프로세스

9.5.1. 연구개발 및 실증 계획 수립

제 8 장의 AI 혁신 모델과 연구개발 요구사항을 검토하여 과제 범위와 실행 계획을 확정한다. 요구사항별로 연구 또는 구현 활동, 검증 방법, 책임자, 필요한 데이터와 자원 및 성과 기준을 연결한다. 연구 가설과 주요 위험을 식별하고 검증 순서와 단계별 의사결정 조건을 설정한다.

연구개발 활동 간 의존관계는 선행 지식, 기술, 데이터 및 실험 환경을 기준으로 분석한다. 불확실성이 높은 과제는 초기 예산과 연구 범위를 제한하여 핵심 가정을 우선 검증한다. 현장 실증이 예정된 경우 비교 대상, 기준선, 적용 환경과 안전 조건을 초기 계획에 포함한다. 계획 변경 시 변경 근거와 영향 범위를 기록한다.

핵심 산출물: 연구개발 및 실증 계획서(R&D and Validation Plan)

9.5.2. 과학적 연구 및 해결 원리 검증

혁신 모델의 핵심 해결 원리를 뒷받침하는 기존 연구와 증거를 검토한다. 미확인 가정은 연구 질문과 검증 가능한 가설로 정의하고 대안 설명을 함께 고려한다. 과학적 연구가 필요한 과제에서는 분야 전문가의 검토를 거쳐 적절한 연구 방법과 증거 기준을 결정한다.

모델링과 예측 분석은 가설의 개연성을 검토하고 추가 연구의 방향을 선정하는 데 활용한다. 관찰과 실험 결과가 예상과 다를 경우 데이터 오류, 모형 가정, 연구 대상의 차이 및 대안 가설을 검토한다. 충분한 근거가 없는 상태에서 해결 원리를 확정하지 않는다. 기존 기술 활용 과제에서는 해당 기술의 적용 조건을 확인하는 것으로 연구 범위를 조정할 수 있다.

핵심 산출물: 과학적 연구 및 해결 원리 검증 보고서

9.5.3. 핵심 기술 개발 및 구성 요소 구현

검증된 해결 원리와 요구사항에 따라 필요한 기술과 구성 요소를 개발한다. 신규 기술이 필요한 부분과 기존 기술의 활용이 가능한 부분을 구분하고, 각 구성 요소의 기능, 입력 및 출력, 인터페이스, 성능 및 오류 처리 조건을 정의한다.

구성 요소의 시험은 가능한 범위에서 통합 이전에 실시한다. 소프트웨어에서는 코드와 의존성, 모델 및 데이터 버전을 관리하고, 물리적 기술에서는 제조 및 시험 조건과 측정 방법을 기록한다. 목표에 미달한 구성 요소는 전체 시스템에 통합하기 전 원인을 분석하고 수정하거나 대체한다.

핵심 산출물: 핵심 기술 및 구성 요소 개발 결과

9.5.4. 혁신 모델 통합 구현

개별 기술 및 구성 요소를 혁신 모델 명세에 따라 결합한다. 업무혁신에서는 Human-Agent Workflow 와 기존 업무 환경을 통합하고, 제품혁신에서는 기술 모듈과 사용자 접점 및 시스템을 구현한다.
서비스혁신에서는 서비스 전달 과정, 운영 주체, 사용자 경험과 품질관리 체계를 함께 구현한다.

통합 시험에서는 구성 요소의 개별 성능뿐 아니라 상호작용과 전체 성과를 확인한다. 데이터 불일치, 인터페이스 오류, 실행 상태의 손실, 승인 누락 및 장애 전파와 같은 문제를 검토한다. 통합 결과의 버전과 실제 시험에 사용된 구성 요소를 연결하여 후속 변경의 영향을 추적할 수 있도록 한다.

핵심 산출물: 통합 혁신 모델 또는 프로토타입(Integrated Innovation Prototype)

9.5.5. 기술적 검증 및 성능 평가

구현된 혁신 모델이 명세된 기능과 성능 요구사항을 충족하는지 시험한다. 검증 데이터, 시험 환경, 측정 방법과 판정 기준을 사전에 확정한다. 요구사항별로 시험 결과, 통과 여부, 실패 사례 및 잔여 위험을 기록한다.

AI 시스템은 평균 성능 외에 오류 유형, 입력 변화, 예외 처리, 반복 실행의 일관성과 취약한 사용 조건을 확인한다. 필수 안전성과 품질 기준의 실패를 높은 평균 점수로 상쇄하지 않는다. 검증 데이터의 독립성과 평가 코드의 정확성을 확인하여 개발 과정의 정보 누출 또는 과도한 적합을 방지한다.

핵심 산출물: 기술적 검증 및 성능 평가 보고서

9.5.6. 현장 실증 및 수요 충족 평가

기술적으로 검증된 해결 방안을 실제 또는 대표적인 적용 환경에서 제한된 범위로 실증한다. 기존 방식과 새로운 방식의 비교 조건을 설정하고 기준선과 목표 및 실제 성과를 동일한 단위로 측정한다. 사용자 경험과 운영 적합성 및 예외 상황에서의 대응도 평가한다.

현장 결과는 업무 난이도, 사용자 숙련도, 데이터 품질과 외부 환경의 영향을 받을 수 있다. 비교 설계의 한계를 기록하고 관찰된 변화와 해결 방안의 인과적 효과를 구분한다. 필수 조건 미충족이나 안전 위험이 발생하면 실증을 중지하고 원인을 검토한다.

핵심 산출물: 현장 실증 및 수요 충족 평가 보고서

9.5.7. 연구개발 결과 종합 평가 및 승인

과학적 연구, 기술개발, 통합 구현, 기술 시험과 현장 실증의 증거를 종합한다. 최초 수요와 혁신 목표에 대한 충족 수준, 핵심 요구사항의 통과 여부, 잔여 불확실성과 후속 상용화의 조건을 평가한다.

성과가 목표에 미달하면 과학적 가정, 기술적 구현, 시스템 통합, 적용 환경 또는 최초 설계의 문제인지 분석한다. 필요한 경우 추가 연구개발, 구현 개선, 재실증 또는 이전 단계 재진입을 결정한다. 최종 승인은 실제 상용 판매의 허가가 아니라 다음 단계의 착수에 필요한 조건이 확보되었다는 판단이다.

핵심 산출물: 연구개발 및 실증 종합 보고서

9.6. AI 기반 과학적 연구 및 기술개발 방법

9.6.1. AI 기반 과학적 연구

AI for Science 는 연구자가 학술지식과 연구데이터를 탐색하고 과학적 가설, 예측 및 연구 후보를 생성하는 데 AI 를 활용하는 접근이다. AI 를 활용하면 서로 다른 분야의 지식을 연결하고 탐색 가능한 연구 공간을 확대할 수 있다. 그러나 AI 의 출력은 연구 가설이나 계산 결과이며 과학적 발견의 증거 자체는 아니다.

연구자는 출처, 데이터의 적합성, 모델의 가정과 예측 범위를 검토하고 관찰 및 실험을 통해 결과를 확인한다. AI 가 연구 수단으로 사용되는 경우 최종 제품이나 기술에 AI 가 포함되지 않아도 된다. 연구 지원 AI 와 최종 기술의 검증 기준을 구분한다.

9.6.2. 수리과학 기반 연구 및 기술개발

수리과학자는 과학적 현상과 기술적 문제를 변수, 관계, 목적함수 및 제약조건으로 정식화한다. 적절한 모형을 설계하고 관측 데이터와 비교하여 설명력과 예측의 불확실성을 평가한다. 시뮬레이션은 가정한 모델 안에서 가능한 결과를 탐색하는 수단이다.

수리 모델의 경계조건, 매개변수 추정 방법, 수치 안정성 및 민감도를 검토한다. 동일한 데이터로 모델을 개발하고 검증하면 성능을 과대평가할 수 있으므로 독립적인 검증 자료를 확보한다. 분야별 전문가와 협력하여 수리적 결과의 실제 의미와 적용 한계를 판단한다.

9.6.3. AI 기반 생성 설계 및 최적화

생성 설계는 제 8 장에서 정의한 목적과 제약조건에 따라 다양한 후보를 생성하고 평가하는 방법이다. 후보의 생성 및 예측, 수리적 평가, 실험 및 검증을 반복하여 탐색 범위를 줄인다. 소재, 구조, 제품 및 기술 모듈의 연구개발에 적용할 수 있다.

높은 모델 예측값은 실제 기능, 안정성, 제조 가능성 또는 안전성이 확보되었다는 의미가 아니다. 후보별 검증 요구사항과 선택 및 제외 사유를 기록한다. 복수 목표가 상충하는 경우 실제 수요와 필수 조건을 기준으로 절충안을 결정한다.

9.6.4. Human-AI 연구개발 반복 개선 체계

연구개발은 새로운 증거에 따라 연구 질문과 가설, 모델, 기술 및 구현 구조를 갱신하는 반복 활동이다. 인간은 연구 목적과 가설을 검토하고 AI 는 지식 탐색, 계산 및 후보 생성과 결과 분석을 지원한다.

반복 과정에서 검증 결과가 다음 연구의 입력이 되도록 기록한다. 실패한 실험을 제거하지 않고 실패 조건과 원인을 분석한다. 연구 범위와 위험 수준이 변경될 때에는 새로운 승인 조건을 확인하며 안전과 연구윤리 및 자원 한도 내에서 반복한다.

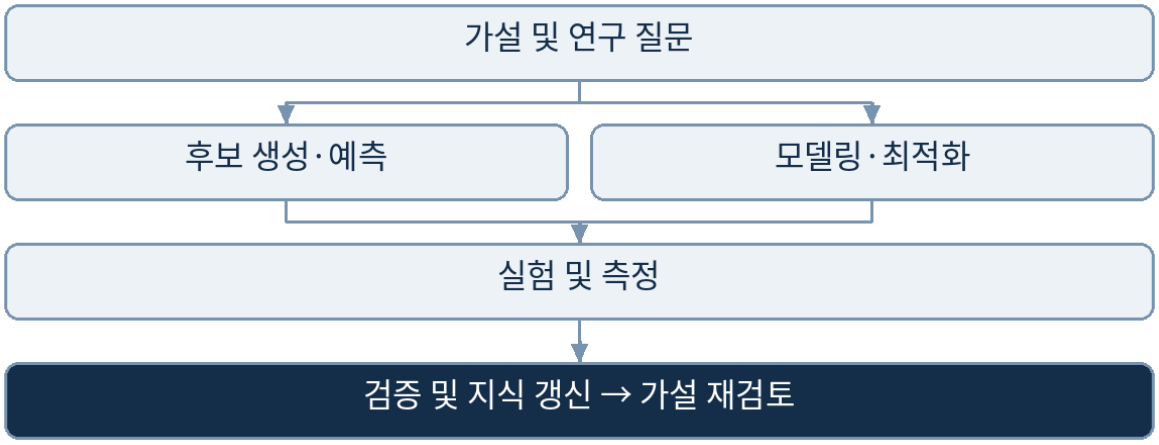


도표 9-5. Human-AI 기반 과학적 연구 및 기술개발의 반복 개선 체계

9.7. AI 혁신 모델 구현 및 시스템 통합

9.7.1. 혁신 모델의 모듈화 및 구현

혁신 모델은 독립적으로 개발하고 시험할 수 있는 단위로 분해한다. 구성 요소마다 기능, 입력·출력, 인터페이스, 성능 기준, 의존관계 및 책임자를 정의한다. 모듈화의 목적은 개발 위험을 분산하고 변경의 영향을 제한하는 데 있으며 전체 시스템의 수요 충족 목표는 유지해야 한다.

과학적 연구에서는 가설과 연구데이터 및 실험 결과를 단위별로 관리한다. 기술개발에서는 핵심 기술 모듈과 시제품을 구현하며, 업무혁신에서는 실제 실행 가능한 Human-Agent Workflow 를 구성한다. 각 모듈의 시험 결과와 통합 시 필요한 전제조건을 명시하고 변경 이력을 관리한다.

9.7.2. Human-Agent Workflow 구현

제 4 장의 Human-AI Work Redesign 방법론에 따라 설계한 업무 구조를 Workflow Specification 으로 구체화하고 실행 가능한 Workflow Resource 로 구현한다. 업무 단계별 입력과 출력, 실행 조건, 사람과 AI Agent 의 역할, 활용 모델과 도구, 상태 관리, 예외 처리 및 승인 절차를 정의한다.

Craftem AI 혁신 OS 를 활용할 경우 Model, Data, Tool, Skill 및 Workflow Resource 를 연결하고 Craftem Orchestration Runtime 을 통해 Human-Agent Workflow 의 실행과 사람 및 AI Agent 의 업무 수행과 의사결정을 조율하며 리소스 활용 및 실행 상태를 관리하는 구조를 적용할 수 있다. 이 설명은 제품 설계 방향이며 모든 기능의 구현 완료를 의미하지 않는다.

업무 실행 시 사람의 승인 없이 수행할 수 있는 범위와 승인 후에만 수행할 수 있는 범위를 구분한다. 오류가 발생하면 실행 상태를 보존하고 안전한 재시도, 인간 개입 또는 중단을 지원하도록 설계한다. 작업 중복이나 부적절한 외부 시스템 변경이 발생하지 않도록 시험한다.

9.7.3. 시스템 통합 및 운영 준비

개별 구성 요소를 기존 업무 시스템, 데이터 저장소, 소프트웨어 및 하드웨어와 통합한다. 데이터 구조와 인터페이스의 호환성, 성능 저하, 오류 전파, 권한 및 보안 조건을 확인한다. 통합 시험은 개별 모듈의 통과 여부와 별도로 전체 시스템이 의도된 목적에 맞게 작동하는지 확인한다.

연구개발 환경과 실증 환경의 차이를 검토하고 배포, 접근 권한, 실행 기록, 장애 대응 및 변경 관리 구조를 마련한다. 실증을 위한 운영 준비는 제한된 사용자와 환경에 대한 준비이며 상용 운영 준비와 동일하지 않다. AI 가 연구개발 수단으로만 활용되는 경우에는 최종 결과물의 실제 기술 구조에 맞추어 통합 범위를 조정한다.



도표 9-6. AI 혁신 모델의 구성 요소 개발 및 시스템 통합 구조

9.8. 연구개발 결과의 검증 및 실증 방법

기술적 검증(Verification)은 개발된 해결 방안이 명세된 요구사항을 충족하는지를 확인하는 활동이다. 타당성 확인(Validation)은 의도한 사용 목적과 환경에서 실제 수요를 충족하는지 확인하는 활동이며 현장 실증은 이를 위한 중요한 방법이다. 건축설계 오류 검출 알고리즘이 시험 데이터에서 목표 성능을 달성하는 것과 실제 업무에서 검토 품질 및 효율을 개선하는 것은 다른 검증 질문이다.

비교 항목	기술적 검증	현장 실증
핵심 질문	요구사항대로 구현되었는가?	실제 수요를 충족하는가?
대상	기술·기능·구성 요소·시스템	사용자·업무·제품·서비스·환경
환경	통제된 시험 환경 등	실제 또는 대표적 사용 환경
지표	정확도·처리 성능·신뢰성	수요 충족도·업무 성과·현장 적합성
활용	기술 개선 및 통합 승인	상용화 및 사업화 판단

도표 9-7. 기술적 검증과 현장 실증의 비교

개념 검증(Proof of Concept, PoC)은 제안한 원리나 핵심 기술이 제한된 조건에서 실현될 수 있는지 확인하는 활동이다. 프로토타입은 주요 기능과 시스템 구조를 구현하여 상호작용과 성능을 검증하기 위한 결과물이다. 파일럿 실증은 제한된 실제 적용 환경에서 효과와 운영 적합성을 평가하는 활동이다. 각각의 범위와 목적을 명시하여 PoC 성공을 현장 적용 또는 상용 운영의 성공으로 해석하지 않는다.

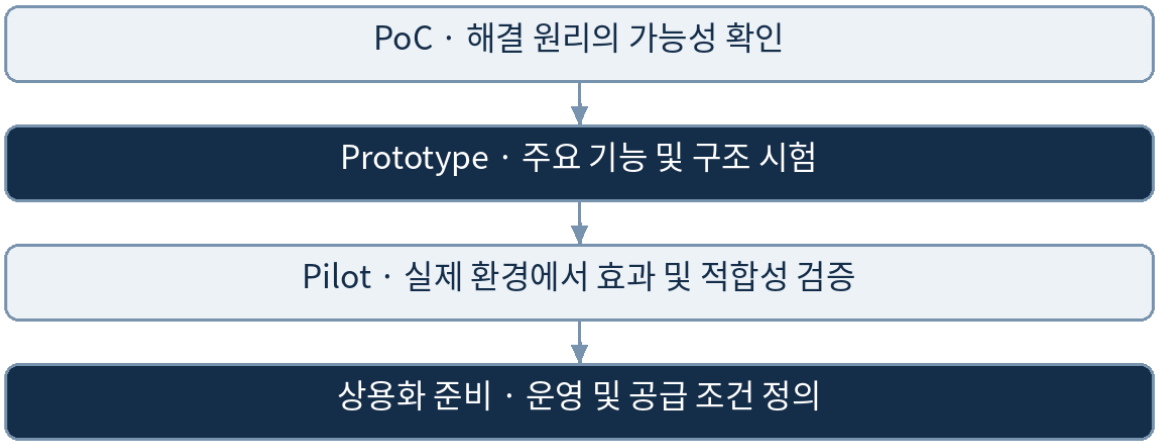


도표 9-8. 개념 검증에서 현장 실증까지의 발전 구조

실험 및 실증 설계는 평가 대상, 비교 조건, 측정 지표, 표본, 데이터 수집 방법, 기간 및 성공 기준을 사전에 정의한다. 통제 실험과 비교 실험, 반복 시험, 시뮬레이션 및 현장 관찰 등은 연구 목적에 맞게 선택한다. 인과적 효과를 주장하려면 적절한 비교 설계와 교란요인 검토가 필요하며, 관찰된 차이만으로 효과를 단정하지 않는다.

AI 기반 해결 방안의 검증은 일반 소프트웨어의 기능 시험에 더하여 모델의 정확성, 환각, 오류 유형, 입력 데이터 변화에 따른 성능, 편향, 일관성 및 보안 위험을 고려한다. 평가 데이터와 개발 데이터를 분리하고 모델 및 도구 버전을 기록한다. 전체 Agent 의 목표 달성률, 도구 호출 오류, 예외 처리, 인간 개입의 빈도 및 최종 산출물 품질을 평가한다. 사람의 감독과 승인 절차가 실제 실행 환경에서 작동하는지도 확인한다.

고위험 분야에서는 생명, 건강, 재산과 안전에 미치는 영향에 따라 엄격한 검증과 독립적인 검토가 필요하다. 의료 진단 기술의 경우 분석적 성능, 임상적 성능과 유효성 및 안전성의 검증을 구분한다. 연구 참여자의 보호와 승인 조건을 준수하고 적용 국가 및 연구 대상에 따른 구체적인 규제 요구사항은 해당 전문기관과 별도로 확인한다.

9.9. 실증 성과 및 미충족 수요 충족도 평가 모델

연구개발 성과는 과학적 지식 확보, 가설 검증, 기술개발, 프로토타입 및 기술적 성능 향상 등으로 나타난다. 실증 성과는 이러한 결과가 실제 적용 환경에서 미충족 수요를 해결하고 기대하는 성과를 달성할 수 있는지를 나타낸다. 두 성과는 서로 연결되지만 자동적으로 전환되지 않는다. 기술 검증 결과와 사용자 및 업무 성과를 분리하여 관리하고 각 단계의 인과적 연결에 필요한 증거를 확보한다.



도표 9-9. 연구개발 성과에서 미충족 수요 충족 및 가치 창출로의 전환 구조

1) 미충족 수요 충족률(Needs Fulfillment Rate)

제 2 장에서 정의한 미충족 수요 충족률(NFR)은 특정 성과 지표에서 기존 성과와 목표 성과 사이의 격차가 실제로 얼마나 해소되었는지 표현한다. B 는 기준선(Baseline), T 는 목표(Target), A 는 실제 성과(Actual)이다. 세 값은 동일한 단위와 비교 조건에서 측정해야 한다.

이 산식은 높을수록 좋은 지표와 낮을수록 좋은 지표에 모두 적용된다. 기준선과 목표가 같으면 분모가 0 이 되어 적용할 수 없다. NFR 이 100%이면 해당 지표의 목표 격차를 모두 해소한 것이며 100%를 초과하면 목표를 초과 달성한 것이다. 음수는 기준선 대비 악화를 의미한다. 전체 혁신 프로젝트의 성공률로 해석해서는 안 된다.

측정 항목	가상 측정값 및 계산
기준선 B	40 시간
목표 T	8 시간
실증 성과 A	12 시간
기존 대비 시간 감소율	(40 − 12) / 40 × 100 = 70%
미충족 수요 충족률	(12 − 40) / (8 − 40) × 100 = 87.5%
잔여 목표 격차	12 − 8 = 4 시간

도표 9-10. 미충족 수요 충족률의 실증 성과 산정 예시

위 수치는 제 5~8 장과 연계한 설명용 가상 데이터이다. 동일한 검토 범위와 품질 조건에서 검토 시간이 40 시간에서 12 시간으로 감소했다면 기존 대비 시간 감소율은 70%이고, 목표한 32 시간 격차 중

28 시간을 해소하였으므로 NFR 은 87.5%이다. 이 결과는 목표 8 시간을 완전히 달성하지 못한 상태를 나타낸다. 오류 검출률, 오탐률, 안전 및 품질 기준은 별도로 평가해야 한다.

2) 실증 종합 평가 모델(Validation Performance Score)

VPS 는 여러 실증 평가 영역을 통합하여 후속 의사결정을 지원하는 지표이다. 본 방법론은 다음 여섯 평가 영역과 초기 가중치를 제안한다. 가중치는 과제의 특성과 목적에 따라 검증 계획 단계에서 조정할 수 있으며 결과에 맞추어 사후 변경하지 않는다.

평가 영역	주요 평가 내용	가중치
미충족 수요 충족도	최초 수요와 기대 성과에 대한 실증 결과	25%
핵심 문제 해결 효과	핵심 원인 완화 및 제약 극복	15%
기술적 성능 및 품질	기능·정확성·성능·신뢰성	20%
현장 및 인간 적합성	업무·사용자·운영 환경 적합성	15%
경제·사회적 가치 근거	실증으로 확보한 편익의 증거	15%
운영 및 확장 준비도	유지관리·통합·확장 가능성	10%
합계		100%

도표 9-11. 연구개발 및 실증의 6 대 종합 평가 영역

w_i 는 퍼센트 수치로 표현한 가중치, s_i 는 1~5 점의 평가 점수이다. 각 영역의 점수는 사전에 정의한 기준과 객관적 증거에 따라 부여한다. 5 점은 상위 기준 충족, 3 점은 기본 기준 충족, 1 점은 기준 미충족이 확인된 경우로 설정하며 2 점과 4 점은 중간 수준으로 정의한다. 증거가 부족한 항목은 미평가로 기록하고 완전한 종합 점수를 산정하지 않는다.

예를 들어 여섯 영역에 각각 4, 4, 5, 4, 3, 3 점을 부여하는 가상 평가에서는 20 + 12 + 20 + 12 + 9 + 6 = 79 점이다. 이 점수는 실제 사업화 성공 확률이나 수요 충족률이 아니다. 개별 성과 지표의 NFR 과 종합 의사결정 지원 지표인 VPS 를 구분하며 필수 성능 및 안전 기준의 충족 여부를 별도로 심의한다.

필수 통과 조건에는 핵심 기술 요구사항, 안전성, 연구윤리, 개인정보 보호 및 법적 요구사항을 포함한다. 높은 종합 점수로 필수 조건의 실패를 상쇄할 수 없다. 상용화 단계에서 완료할 검증이나 인허가가 남은 경우 허용된 후속 활동의 범위를 명확히 한다. 실증 결과는 목표 충족, 부분 충족, 판단 유보 및 목표 미충족으로 구분하고 추가 연구개발 및 재설계의 근거로 활용한다.

9.10. 연구개발 데이터·지식 및 기술자산 관리

연구데이터의 출처, 수집 조건, 실험 환경, 분석 방법과 변경 이력을 관리한다. AI 모델 버전, 데이터 세트, 파라미터, 분석 코드와 도구 실행 기록을 보존하여 연구 결과를 가능한 범위에서 재현할 수 있도록 한다.

실패한 실험과 기각된 가설도 후속 연구의 중복을 방지하고 새로운 연구 방향을 설정하는 지식 자산으로 관리한다.

연구자의 전문지식과 경험은 기술 명세, 설계 규칙, 연구 방법과 검증된 절차로 구조화한다. Craftem Resource 를 활용하는 경우 검증된 모델, 데이터, 도구, 스킬 및 워크플로우에 버전과 적용 범위, 사용 조건 및 접근 권한을 부여한다. 데이터의 이용 권한과 지식재산권, 연구윤리 및 보안 조건에 따라 재사용 가능 범위를 결정한다.

공동 연구의 기존 지식재산권과 신규 연구성과, 발명, 소프트웨어 저작권 및 데이터 이용 권리를 구분한다. 발명의 근거와 연구 기록을 보존하고 공개 시점과 범위를 관리한다. 기술이전 및 라이선스 계약과 사업화 전략은 제 10 장에서 설명한다.

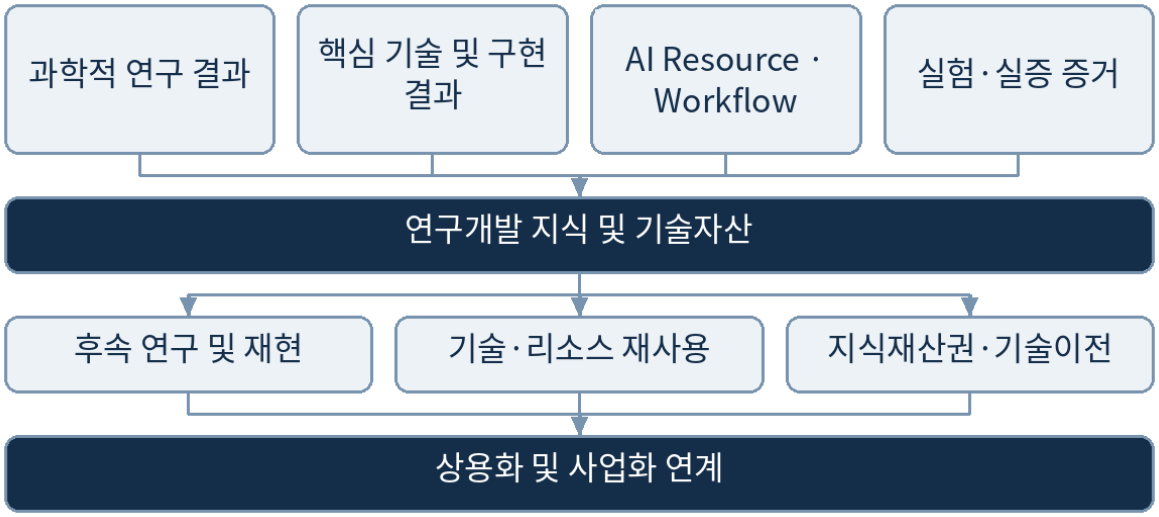


도표 9-12. 연구개발 성과의 지식 및 기술자산 관리 구조

9.11. Human-AI Work Redesign 기반 연구개발 실행 체계

기존 연구개발 과정에서 문헌 탐색, 데이터 처리, 실험 계획, 분석 코드 작성, 결과 분석 및 보고에 상당한 전문인력과 시간이 필요할 수 있다. 개인의 연구 경험이 조직의 공동 자산으로 충분히 전환되지 못하는 경우도 있다. Human-AI Work Redesign 은 단순한 연구 보조 도구 활용을 넘어 연구개발 업무의 목적과 역할, 정보 흐름 및 의사결정 구조를 재설계한다.

인간 연구자는 과학적 문제 정의, 연구 목적 및 가설 승인, 연구 설계, 전문적 판단, 결과 해석과 연구윤리에 대한 책임을 담당한다. AI Agent 는 학술문헌 탐색, 데이터 분석, 가설 후보 생성, 수리 모델링, 시뮬레이션, 분석 코드 작성 및 연구 기록 구조화를 지원한다. 연구시설이나 장비에 연결되는 경우 실행 권한과 안전조건, 인간의 승인 절차를 별도로 정의한다.



도표 9-13. Human-AI Work Redesign 기반 연구개발 및 실증 Workflow

AI 가 생성한 연구 결과는 원자료와 독립적인 검증을 통해 확인하고 사람이 검토하지 않은 결과를 과학적 사실로 등록하지 않는다. Crafter 의 학습·창작·개발·혁신·재학습으로 이어지는 AI Value Creation Loop 를 적용하여 개별 연구자의 학습과 창의적 연구 결과를 조직의 재사용 가능한 연구개발 역량으로 발전시킨다.

9.12. Craftem R&D and Validation Agent

Craftem R&D and Validation Agent 는 설계된 AI 혁신 모델과 연구개발 및 실증 요구사항을 기반으로 과학적 연구, 연구 가설 검증, 핵심 기술개발, 시스템 구현, 기술적 성능 평가, 현장 실증 및 연구개발 자산 관리 업무를 수행하거나 지원하는 Craftem AI Agent 이다. 다음 구성은 제품 개발 기획이며 현재 구현 및 운영이 검증된 기능을 의미하지 않는다.

연구개발 계획 수립, 연구 가설과 요구사항의 구조화, 문헌 및 데이터 탐색, 수리 모델링과 분석, 소프트웨어 개발 및 시스템 통합, 기술 검증과 실증 결과 분석을 지원하도록 구성한다. 실증 지표의 기준선과 목표 및 실제 측정값을 연결하고 NFR 및 VPS 의 산정과 증거 관리 및 보고서 작성을 지원한다.

Model Resource 는 일반 추론·과학 특화·예측·생성 모델을, Data Resource 는 학술자료·연구 및 실험 데이터·검증 및 운영데이터를 포함한다. Tool Resource 는 수치해석, 통계 분석, 시뮬레이션, 개발 및 시험 도구를 포함한다. Skill Resource 는 연구, 개발, 실험 설계, 데이터 분석과 성능 검증 스킬을 포함하며 Workflow Resource 는 사람과 AI Agent 의 실행 및 검토·승인 절차를 구현한다.

전문 Agent Template 으로 Research Planning, Scientific Research, Hypothesis Validation, Mathematical Modeling & Simulation, Technology Development, Human-Agent Workflow Implementation, System Integration, Technical Verification, Field Validation, R&D Performance Assessment 및 Integrated R&D and Validation 을 제안한다. 과제별로 필요한 Template 과 Resource 를 조합한다.

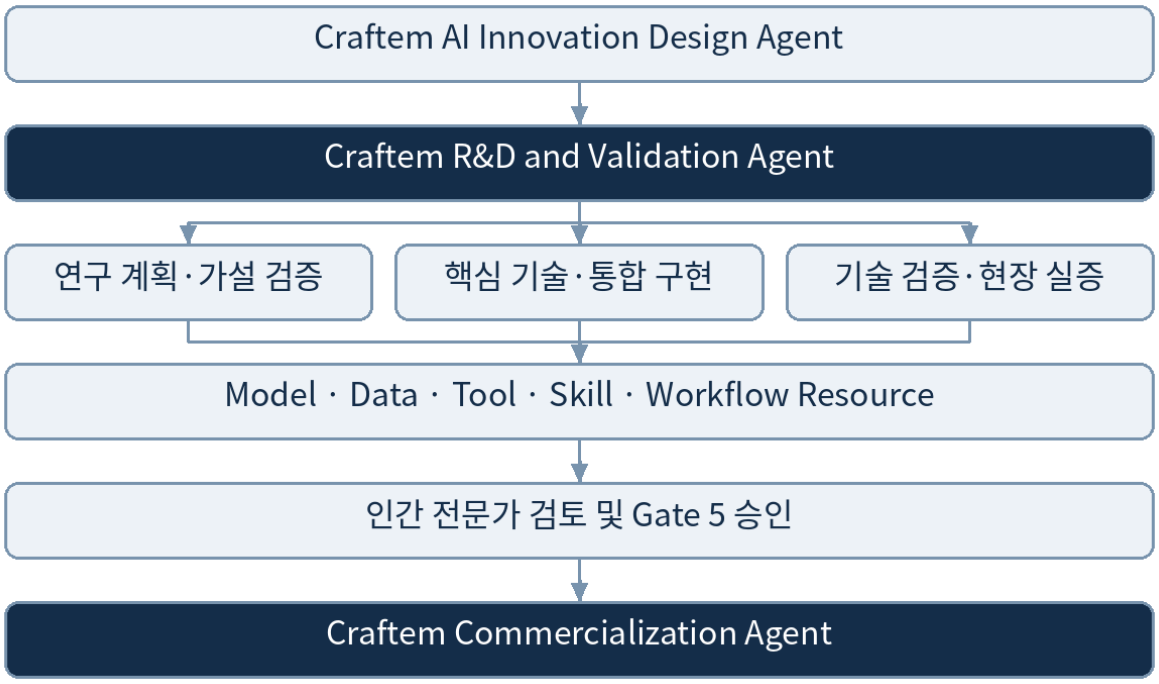


도표 9-14. Craftem R&D and Validation Agent 실행 및 연계 구조

9.13. SyenaHub 기반 공동 연구개발 및 실증

복합적인 과학기술 문제는 단일 기업이나 연구기관의 전문지식, 기술 및 연구시설만으로 해결하기 어려울 수 있다. SyenaHub AI 혁신 생태계는 검증된 산업현장의 미충족 수요를 기반으로 필요한 전문인력, 기술 및 연구시설을 연결하고 공동 연구개발과 현장 실증을 추진하는 협력 기반으로 활용한다.

수요기업은 실제 적용 환경 및 검증 자료를 제공하고 대학과 연구기관은 과학적 연구와 전문지식을 제공한다. 기술기업은 핵심 기술개발과 구현을 담당하고 수리과학자 및 데이터 과학자는 모델링과 최적화 및 검증을 지원한다. 참여기관의 역량과 합의된 과제 범위에 따라 역할을 조정한다.

SyenaHub R&D and Validation Program 은 공동 해결 방안 설계 결과를 공동 연구개발 과제로 전환하기 위한 프로그램으로 제안한다. 참여기관별 연구 목표와 범위, 의존관계, 자원 및 성과 검증 조건을 정의하고 Craftem AI 혁신 OS 를 활용하여 연구개발 업무와 증거를 관리하는 구조를 설계한다.

공동 연구개발에서는 연구비 분담, 기존 및 신규 지식재산권, 데이터 접근 권한, 공개 범위, 연구성과 활용 및 기술이전 조건을 사전에 협의한다. 이해관계를 공개하고 검증의 독립성을 유지한다. 연구성과의

소유권이나 사업화 권리는 참여 사실만으로 확정되지 않는다. 공동 사업화는 제 10 장, 생태계 운영은 제 13 장에서 다룬다.

9.14. 산업별 적용 예시

본 절은 제 5~8 장의 수요 발굴, 검증, 근본 원인 분석 및 해결 방안 설계를 연구개발과 실증으로 연결하는 설명용 시나리오이다. 실제 고객 운영 실적이나 검증 완료 사례를 의미하지 않는다.

1) 건축설계 분야 — Human-AI 기반 설계 품질검토 시스템 개발 및 실증

설계 오류의 정확하고 효율적인 조기 검출을 위한 Human-AI 품질검토 모델을 구현한다. 설계 기준과 전문 검토 지식을 구조화하고 BIM 및 IFC 데이터와 연결하여 검토 항목 식별, 오류 후보 탐색, 결과 생성 및 전문가 승인 절차를 구성한다. 기하학적 충돌 탐지와 명시적인 규칙 검증에는 적합한 엔지니어링 도구와 결정론적 알고리즘을 활용하고 AI 모델은 비정형 문서 분석과 의미적 연결 및 판단 지원에 활용한다.

기술적 검증에서는 정답 오류와 검토 범위가 정의된 시험 데이터를 활용하여 오류 검출률 및 오탐률을 평가한다. 현장 실증에서는 동일한 범위와 품질 조건에서 기존 업무와 새로운 업무의 검토 시간, 검출 성능, 전문가 부담 및 정보보호 조건을 비교한다. 도표 9-10 의 가상 결과는 기준선 40 시간, 목표 8 시간, 실증 결과 12 시간으로 시간 감소율 70%, NFR 87.5%이다. 목표 시간은 아직 충족하지 못했으며 오류 검출률 95% 이상과 사전 정의한 검토 항목 전체 검토라는 가상 목표도 별도 검증해야 한다.

2) 보건의료 분야 — 췌장암 조기 진단 통합 연구개발 및 실증

역중개의학 관점에서 의료현장의 조기 진단 필요를 과학적 연구와 진단 기술개발 과제로 전환한다. 제 8 장의 발암 인자 및 발생 기전 연구, 조기 진단 분자 표적 발굴 및 검증, 표적 결합 단백질 설계 및 검증을 통합 연구개발 방향으로 설정한다. 이는 연구 기획 시나리오이며 실제 진단 기술의 유효성을 의미하지 않는다.

첫 번째 연구 영역에서는 질병 발생 및 진행과 초기 질병의 생물학적 특성에 관한 과학적 질문을 다룬다. 임상의, 기초의과학자, 분자생물학자 및 수리과학자가 연구 가설과 과학적 근거를 검토한다. AI 는 관련 문헌 탐색 및 데이터 분석을 지원한다. 질병 발생 기전의 완전한 규명이 모든 진단 연구의 필수 선행조건은 아니다.

두 번째 연구 영역은 진단 목적에 유용할 가능성이 있는 분자 표적의 생물학적 특성, 질병 관련성 및 진단적 유용성을 구분하여 검토한다. 진단 표적이 질병의 직접적인 발생 원인일 필요는 없다. 세 번째 연구 영역은 표적을 선택적으로 검출하기 위한 결합 단백질 및 진단 기술의 연구개발 방향을 다룬다. AI 기반 설계 및 수리 모델링은 후보 탐색을 지원할 수 있으나 실제 결합 특성, 선택성, 안정성 및 진단 목적의 적합성은 별도의 연구 검증이 필요하다.

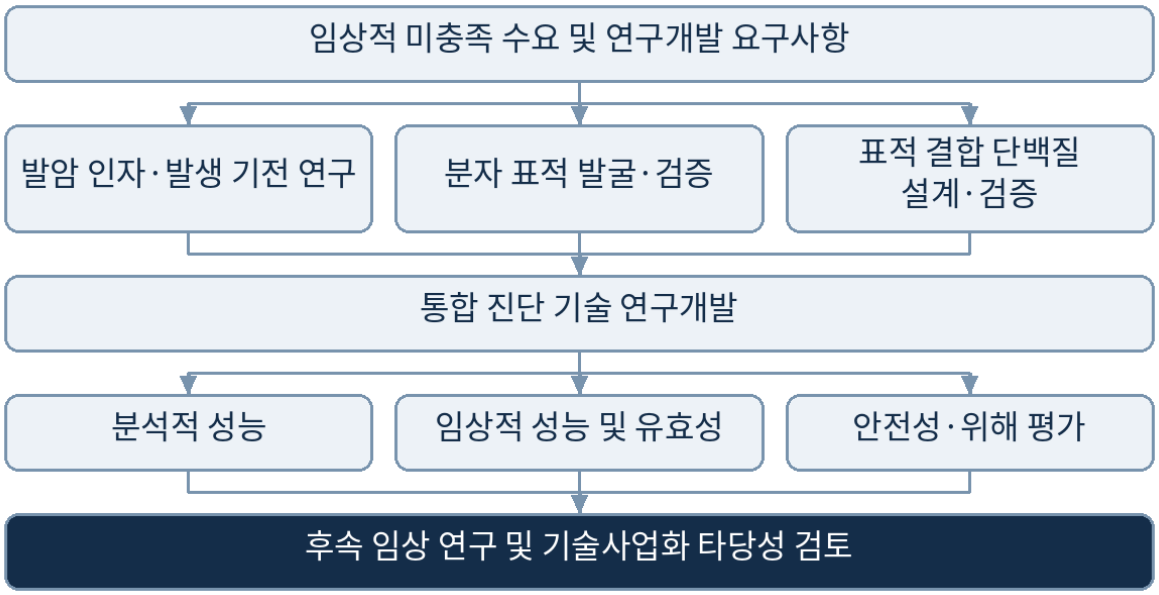


도표 9-15. 췌장암 조기 진단을 위한 통합 연구개발 및 검증 체계

연구 방향의 개념적 모델이며 실제 진단 성능, 임상적 유효성 또는 인허가를 의미하지 않는다.

통합 연구개발에서는 분석적 성능, 임상적 성능 및 유효성, 안전성과 기존 진단 방식 대비 가치의 증거를 구분한다. 대상 환자군과 사용 목적을 명확히 하고 위해 가능성과 연구윤리 조건을 검토한다. 임상의, 과학자, 수리과학자, 생물정보학자, AI 연구자 및 진단 기술 전문가의 협력 구조를 설계한다.

3) 교육 분야 — AI 시대 초기 경력 성장 지원 모델 구현 및 실증

SyenaHub Cura 의 Career, Venture 및 Mentoring 프로그램을 기반으로 실제 산업현장의 미충족 수요를 실무 프로젝트로 연결하고, 참여자가 인간과 AI 의 협업을 통해 문제를 정의하고 창의적 해결 방안을 개발할 수 있도록 학습 환경을 구성한다. 전문 멘토의 지도 및 평가, AI 기반 학습 지원과 프로젝트 수행 기록 및 성장 성과 관리를 통합한다.

참여 전후 역량 변화, 실무 프로젝트 성과, 문제 해결 역량, 멘토링 품질 및 기업 참여 지속성을 평가한다. 취업 및 창업 성과는 단기 교육성과와 구분하고 참여자의 초기 특성, 비교 집단의 차이와 외부 노동시장 변화 등을 고려한다. 실증 결과를 프로그램 개선과 후속 확산의 근거로 활용한다.

4) 기타 산업의 연구개발 및 실증 적용

금융 분야에서는 분석 정확성, 위험관리와 인간의 의사결정 품질을 검증한다. 제조 분야에서는 핵심 기술의 성능과 실제 설비 운용 조건에서의 효과를, 유통 분야에서는 예측 성능과 재고관리 및 공급망 성과를 평가한다. 콘텐츠 분야에서는 인간의 창작 역량과 AI 의 제작 지원이 결과물 품질, 제작 효율 및 권리 보호에 미치는 영향을 검토한다. 산업마다 실증 환경과 허용 위험 및 측정 기준이 다르므로 공통 방법론을 해당 분야에 맞추어 적용한다.

9.15. 표준 실행 일정 및 조직 구성

연구개발 기간은 과제의 성격과 불확실성에 따라 설정한다. 초기 계획 예시로 기존 기술 활용 및 단일 업무 구현은 1~3 개월, 복합 Human-AI 업무 구현 및 실증은 3~6 개월, 산업 특화 핵심 기술개발은 6~18 개월 이상, 복합 제품 및 시스템 개발은 12~36 개월 이상을 고려할 수 있다. 과학적 원천기술 및 보건의료 연구는 목표와 검증 범위에 따라 별도로 계획한다. 이 기간은 실측 산업 평균이나 완료 보장이 아니다.

불확실성이 큰 과제에서는 핵심 가설 검증 및 중간 성과를 기준으로 단계적 자원 투입을 결정한다. 일정에는 데이터 이용 승인, 연구시설 확보, 안전 검토와 독립 시험에 필요한 시간을 포함한다. 중간 결과에 따라 연구개발 확대, 범위 변경, 추가 검증 또는 중단을 판단한다.

연구개발 책임자는 목표, 일정, 범위 및 성과를 관리하고 혁신 아키텍트는 최초 수요와 연구개발 활동 간 정합성을 관리한다. 과학자는 가설과 실험을, 수리과학자는 정식화와 모델링 및 최적화를, 기술 전문가와 AI 엔지니어는 기술 및 시스템 구현을 담당한다. 산업 전문가는 적용 환경을 검토하고 독립 검증 전문가는 결과의 객관성을 평가한다. 소규모 프로젝트에서는 역할을 겸임할 수 있으나 검증의 독립성을 유지하며 필요한 경우 SyenaHub 파트너와 협력한다.

9.16. 표준 산출물 및 문서 체계

연구개발 및 실증 계획서(R&D and Validation Plan)는 목표, 범위, 방법, 자원 및 검증 기준을 정의한다. 과학적 연구 및 가설 검증 보고서(Scientific Research Report)는 연구 질문, 방법, 지지 및 반박 증거와 적용 범위를 기록한다. 연구데이터 및 실험 기록(Research Data and Experiment Records)은 원자료의 출처와 조건 및 분석 이력을 보존한다. 핵심 기술개발 명세서(Core Technology Specification)는 요구사항과 구현 구조를, 기술개발 및 구현 결과물(Technology Development Deliverables)은 실제 개발된 기술과 구성 요소를 관리한다.

통합 혁신 모델 및 프로토타입(Integrated Innovation Prototype)은 통합 구현의 구성과 버전을 명시한다. 기술적 검증 및 성능 평가 보고서(Technical Verification Report)는 시험 요구사항과 결과를 연결하고 현장 실증 보고서(Field Validation Report)는 적용 환경의 성과와 한계를 기록한다. 미충족 수요 충족 및 실증 성과 평가서(Needs Fulfillment Assessment)는 NFR 과 VPS 및 필수 기준을 관리한다. 연구개발 지식 및 기술자산 목록(R&D Asset Catalog)은 재사용 조건, 권리 및 검증 범위를 기록한다.

연구개발 및 실증 종합 보고서(R&D and Validation Report)는 연구 목적, 검증된 수요와 원인, 혁신 모델, 연구 방법, 과학적·기술적 결과, 시험 및 현장 실증, 수요 충족과 잔여 위험을 종합한다. 상용화 및 사업화 요구사항 명세서(Commercialization Requirements Specification)는 후속 제품화·운영·공급 및

추가 검증 조건을 정의한다. 위 열두 산출물은 과제 유형에 따라 조정하며 소규모 과제에서는 통합 보고서와 연결된 증거 저장소로 관리할 수 있다.

추적성을 위해 제 5 장의 Need ID, 제 6 장의 Validation ID, 제 7 장의 Cause ID 및 Innovation Target ID, 제 8 장의 Innovation Model ID 와 Requirement ID 를 유지한다. 제 9 장에서는 Research ID, Experiment ID, Technology ID, Implementation ID, Test ID, Evidence ID 및 Performance ID 를 연결한다. 설계 변경 이후 기존 증거의 적용 가능성을 검토하고 필요한 재검증을 수행한다. 상세 계획서 및 실험 기록표, 시험 명세서, 현장 실증 계획서와 평가표는 부록으로 연계한다.

9.17. 단계 완료 기준 및 후속 단계 진입 조건

연구개발 목표와 검증 요구사항에 대한 실행 결과가 확보되고 연구 가설과 해결 원리의 검증 수준이 명확하게 기록되어야 한다. 핵심 기술 및 시스템의 구현 상태, 요구 성능에 대한 객관적 증거, 실제 또는 대표적 환경에서의 실증 결과와 수요 충족 수준을 검토한다. 안전성, 연구윤리, 정보보호 및 법적 필수 조건을 확인하고 후속 단계의 검증 및 잔여 위험을 기록한다. 모든 과학적 불확실성의 해소가 필수적인 것은 아니지만 승인하려는 후속 활동에 필요한 증거는 충분해야 한다.



도표 9-16. 연구개발 및 실증 단계의 의사결정 관문

Go 는 핵심 요구사항과 실증 목표에 필요한 증거가 확보되어 상용화 및 사업화 착수가 타당한 경우에 적용한다. Conditional Go 는 핵심 검증 결과가 확보되었으나 보완 조건이 남은 경우로 허용 범위, 보완 조건, 책임자 및 기한을 명시한다. 필수 안전 기준에 미달한 제품의 실제 사용이나 판매를 허용하는 방식으로 적용하지 않는다.

Additional R&D 는 연구 가설 또는 핵심 기술의 추가 검증과 재실증이 필요한 경우에 적용한다. Rework 는 핵심 기술의 가능성은 확보되었으나 통합 구조나 업무 실행 방식의 개선이 필요한 경우에 적용한다. Return 은 해결 방안 설계 또는 선행 원인 및 수요 검증의 재검토가 필요한 경우이다. Hold 또는

Stop 은 자원 부족, 환경 변화, 실현 가능성 저하 또는 허용할 수 없는 위험으로 인한 보류 또는 종료를 의미한다.

Gate 5 의 승인은 실제 시장 판매 또는 규제 대상 제품의 사용을 자동으로 허가하지 않는다. 연구개발 결과와 실증 증거를 기반으로 후속 상용화 및 사업화를 추진할 조건이 확보되었다는 내부 의사결정이다. 제 10 장에서는 이를 지속 가능한 업무·제품·서비스 및 사업 체계로 발전시키는 방법을 설명한다.

본 장의 개념을 보완하는 자료는 말미의 통합 참고문헌에 수록한다. 일부 자료는 원문 전체 및 개별 주장에 대한 검증이 완료되지 않았다. 연구개발 유형, 성숙도 관점, 실행 절차, VPS 및 Gate 5 는 크림슨앰버의 방법론적 제안이다.

관련 참고자료(장별 기존 목록 기준): [6, 26, 27, 28, 46]. 직접 인용 외 배경·추가 참고자료를 포함한다.

제 10 장. 상용화 및 사업화

Commercialization and Business Development

수요 주도형 AI 혁신의 제 6 단계는 연구개발 및 실증 성과를 실제 산업현장에서 지속적으로 활용할 수 있는 업무 체계, 기술, 제품, 서비스 및 비즈니스 모델로 발전시키는 과정이다. 기술적 실현 가능성을 입증하는 것과 고객이 실제로 이용할 수 있는 해결 방안을 안정적으로 공급하는 것은 서로 다른 과제이다. 본 장은 이 간극을 해소하는 방법을 제시한다.

상용화 및 사업화는 외부 판매만을 의미하지 않는다. 조직 내부 업무혁신에서는 실제 업무에 새로운 실행 체계를 정착시키고 운영 비용과 성과를 관리하는 것이 핵심이며, 공공 및 사회혁신에서는 수혜자의 필요와 지속 가능한 재원 확보가 중요하다. 과제별 경로를 선택하고 실제 운영 증거를 제 11 장의 가치 검증과 연결한다.

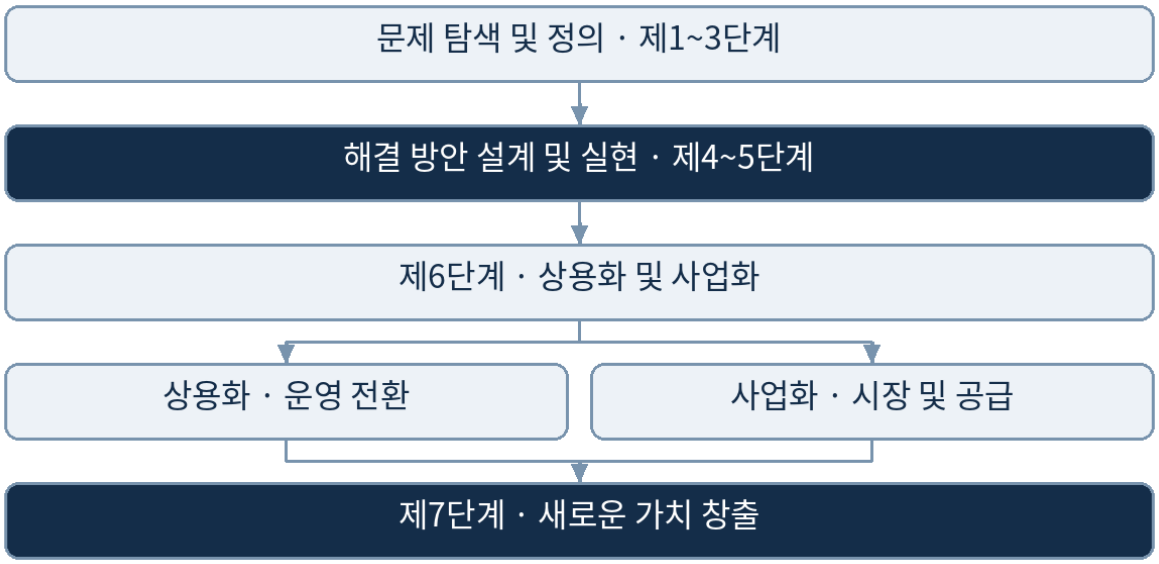


도표 10-1. 수요 주도형 AI 혁신에서 상용화 및 사업화의 위치

10.1. 상용화 및 사업화의 정의 및 목적

상용화(Commercialization)란 연구개발 및 실증을 통해 검증한 혁신 모델을 실제 산업현장에서 지속적으로 사용할 수 있도록 기술적 완성도, 제품 및 서비스 품질, 시스템 통합, 운영 안정성, 안전성 및 공급 가능성을 확보하는 과정이다. 연구용 프로토타입의 배포 자체가 상용화는 아니다. 공급 이후에도 일정한 품질을 유지하고 사용자가 독립적으로 활용할 수 있으며 장애와 변경에 대응할 수 있어야 한다.

사업화(Business Commercialization)란 연구개발 및 상용화 성과를 기반으로 고객에게 가치를 제공하는 제품과 서비스 및 비즈니스 모델을 구축하고 시장 진입, 고객 확보, 수익 창출 및 지속 가능한 사업 운영을 실현하는 과정이다. 기술이전과 라이선싱, 공동 사업화, 신규 사업조직의 설립도 포함한다. 본

백서에서는 Commercialization and Business Development 를 장의 통합 영문 명칭으로 사용하며, 상용화와 사업화의 역할을 분석적으로 구분한다.

두 활동은 상호 의존적이다. 고객의 요구와 지불 조건을 확인하지 않고 제품을 완성하면 시장 적합성이 낮아질 수 있으며, 반대로 기술적 한계와 운영 부담을 고려하지 않은 영업 약속은 공급 실패를 초래할 수 있다. 따라서 제품화, 시장 검증 및 운영 준비를 병행하고 새로운 증거에 따라 설계를 변경한다.

비교 항목	상용화	사업화
핵심 질문	지속적으로 사용할 수 있는가?	지속 가능한 사업인가?
주요 대상	기술·제품·서비스·업무	고객·시장·수익 구조
주요 활동	제품화·운영 전환·품질관리	시장 진입·고객 확보·기술이전
핵심 성과	안정적 사용 및 공급	고객 및 사업 기반
주요 평가	품질·운영·공급 준비도	시장성·경제성·사업성

도표 10-2. 상용화와 사업화의 주요 개념 및 역할 비교

제 9 장의 실증은 해결 방안의 타당성과 수요 충족 가능성을 확인한다. 본 장은 그 결과를 실제 운영으로 전환하며, 제 11 장은 운영 과정에서 실현된 개인·조직·사업 성과와 경제적·사회적 가치를 검증한다. 이 구분은 가치가 제 11 장에 이르러서야 발생한다는 의미가 아니다. 가치 측정은 초기 운영부터 시작하되 단계별 의사결정에 필요한 증거의 수준을 달리한다.

10.2. 기본 실행 원칙

수요 중심 상용화 — 최초 수요 정의와 실제 운영자의 요구를 유지한다. 고객별 요청이 발생하더라도 최초 혁신 목표와의 정합성을 검토하고, 요구사항 변경은 근거와 승인 이력을 남긴다.

실증 기반 실행 — 검증된 성능과 미검증 성능을 구분한다. 실증 환경에서 확보한 증거의 적용 범위를 확인하고 새로운 고객 환경에서 달라지는 조건을 추가 검증한다.

인간 중심 운영 — 사용자의 학습 부담과 업무 책임을 고려하여 운영 방식을 설계한다. 인간의 판단이 필요한 업무에 적절한 검토 및 승인 권한을 부여하고 AI 사용을 일방적으로 강제하지 않는다.

운영 안정성 확보 — 장애, 부하, 데이터 변경 및 외부 서비스 중단에 대비한다. 책임자와 대응 절차, 복구 기준을 설정하고 실제 대응 가능성을 시험한다.

가치제안 중심 사업화 — 제품 기능의 수보다 고객이 달성할 수 있는 성과를 우선한다. 검증되지 않은 효과는 기대 가치로 표현하고 계약 및 영업 과정에서 실증 조건을 명시한다.

경제적 지속 가능성 — 공급 비용과 고객 편익, 가격 및 재원 구조를 함께 검토한다. 초기 매출이 증가하더라도 고객별 지원 비용이 더 빠르게 증가한다면 공급 구조를 개선해야 한다.

단계적 시장 진입 — 제한된 적용 범위에서 운영과 고객 반응을 검증한 뒤 확장한다. 계약 수만이 아니라 실제 이용과 갱신 및 공급 역량을 확인한다.

개방형 협력 — 내부에 부족한 전문지식, 기술, 제조 및 고객지원 역량을 협력으로 확보한다. 참여자의 책임과 권리, 성과 기준을 명확히 하여 공급 과정의 공백을 줄인다.

책임 있는 상용화 — 안전, 연구윤리, 법적 요구사항, 정보보호 및 지식재산권을 필수 조건으로 관리한다. 높은 기대 수익이나 기술적 성능으로 이러한 조건의 미충족을 상쇄하지 않는다.

지속적 개선 — 고객의 실제 사용과 운영 데이터를 제품 및 서비스 개선에 연결한다. 실패 사례와 불만, 계약 중단도 학습 자료로 보존하고 변경 이후의 성과를 재검증한다.

이 원칙들은 개별 평가 항목을 기계적으로 충족하기 위한 목록이 아니라 서로 상충할 수 있는 사업적 판단을 조율하는 기준이다. 예를 들어 신속한 출시가 안전 검증을 훼손하거나 낮은 가격이 지속적인 품질관리를 불가능하게 만드는 경우에는 운영 범위를 조정하고 추가 검증을 수행한다.

10.3. AI 혁신의 상용화 및 사업화 유형

10.3.1. 조직 내부 운영 혁신형

검증된 해결 방안을 기존 조직의 공식 업무 및 운영 체계에 통합하는 유형이다. 업무 책임자와 사용자의 역할, 실행 규정, 정보 접근 권한 및 품질관리 기준을 변경하고 새로운 업무 수행 방식이 반복적으로 실행되도록 한다.

외부 매출을 필수 성과로 설정하지 않는다. 업무 처리 시간, 오류율, 전문인력의 활용 수준, 재작업 및 외주 비용 등 기준선과 비교할 수 있는 성과를 선정하고 절감된 자원이 실제 조직 및 사업 성과에 연결되는지 확인한다.

10.3.2. 제품 및 서비스 사업화형

검증된 혁신 모델을 외부 고객에게 지속적으로 공급할 수 있는 제품 또는 서비스로 발전시키는 유형이다. 산업 특화 AI Agent, SaaS, 구축형 소프트웨어, 기능성 소재 및 전문 서비스 등 다양한 형태를 포괄한다.

고객마다 동일한 기능을 제공할 부분과 설정 또는 별도 구축이 필요한 부분을 구분한다. 제품 가치, 공급 비용, 가격, 계약 범위 및 지원 책임을 함께 검토하고 반복 가능한 공급 여부를 검증한다.

10.3.3. 기술이전 및 라이선싱형

연구개발 주체가 직접 모든 제품화와 시장 공급을 담당하지 않고 외부 기업에 기술 또는 이용 권리를 이전하는 유형이다. 기술의 성숙도, 재현 가능성, 문서화, 권리 범위와 후속 기술지원 조건을 확인한다.

기술을 이전하는 주체와 최종 제품을 공급하는 주체가 다르므로 이전 대상, 인수 기준 및 잔여 연구개발 책임을 계약에 반영한다. 이전 계약 체결 자체는 최종 제품의 시장 진입 성공을 의미하지 않는다.

10.3.4. 공동 사업화 및 신규 사업 창출형

복수 기관의 연구개발 성과와 공급 역량을 결합하여 공동 제품 또는 서비스를 공급하거나 신규 사업을 추진하는 유형이다. 각 기관의 기여도와 기존 기술, 신규 성과, 사업화 권리 및 투자 부담을 구분한다.

공동 사업에서 고객 계약, 운영 지원 및 품질 문제에 대한 책임이 불명확하면 상용화가 지연될 수 있다. 역할과 의사결정 구조를 명시하고 단계별 성과와 권리 및 비용 배분을 협의한다.

10.3.5. 공공 및 사회혁신형

교육, 건강, 안전, 환경 및 공공서비스의 사회적 편익을 주요 목표로 하는 유형이다. 서비스 수혜자와 비용을 부담하는 기관이 다를 수 있으므로 접근성과 형평성, 지속적인 운영 재원을 함께 평가한다.

수익 극대화가 목적이 아닌 과제에서도 운영비용과 필요한 전문인력 및 재원의 지속 가능성을 검토해야 한다. 후원, 기관 지원, 공공 재원 또는 적절한 이용료 등 과제 목적에 부합하는 구조를 선택한다.

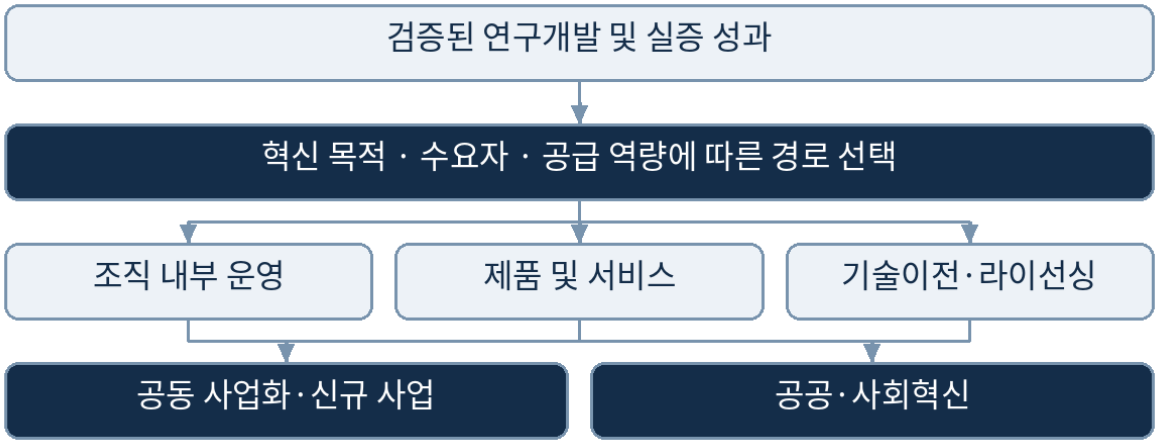


도표 10-3. AI 혁신의 5 대 상용화 및 사업화 추진 경로

복수 경로의 조합이 가능하며 기존 5 대 혁신 영역을 대체하는 분류가 아니다.

10.4. 상용화 및 사업화 준비도 평가

기술성숙도(TRL)는 기술의 발전 수준을 이해하는 데 유용하지만 기술이 실제 고객 환경에서 지속적으로 운영될 수 있는지를 단독으로 판단하지는 못한다. 제 9 장에서 확보한 성숙도 및 실증 증거를 기반으로 고객 환경과 공급 조건의 차이를 분석하고, 상용화 과정에서 해소해야 할 잔여 격차를 식별한다.

기술적 준비도는 검증된 기능과 성능, 지원 환경, 실패 조건 및 추가 기술개발의 필요성을 확인한다. 실증에서 사용한 데이터나 특수 장비에 대한 의존성이 상용 환경에서도 허용되는지 검토한다.

제품 및 서비스 준비도는 제품의 공급 범위, 사용 편의성, 설정 및 설치 방식, 문서, 품질보증과 지원 체계가 고객의 실제 사용에 적합한지를 확인한다.

운영 준비도는 배포, 모니터링, 장애 대응, 복구, 유지관리 및 운영 책임자를 확인한다. 필요한 운영 자원과 고객별 통합 부담을 평가한다.

수요 및 시장 준비도는 실제 사용 목적과 도입 환경, 구매 및 계약 조건, 경쟁 대안과 고객의 접근 가능성을 확인한다. 관심 표명과 실제 계약 또는 이용 증거를 구분한다.

경제적 준비도는 공급 단위별 비용, 고객의 부담 능력, 가격, 고정비 및 지속 가능한 재원을 평가한다. 아직 확인되지 않은 비용은 범위와 가정으로 기록한다.

법적·윤리적 준비도는 적용 대상과 지역에서 필요한 권리, 계약, 안전, 정보보호 및 승인 요건을 확인한다. 필요한 전문 검토가 완료되지 않은 활동은 제한한다.

조직 및 협력 준비도는 공급과 운영에 필요한 인력 및 파트너의 역할, 역량, 업무 연속성 및 의사결정 책임을 확인한다.

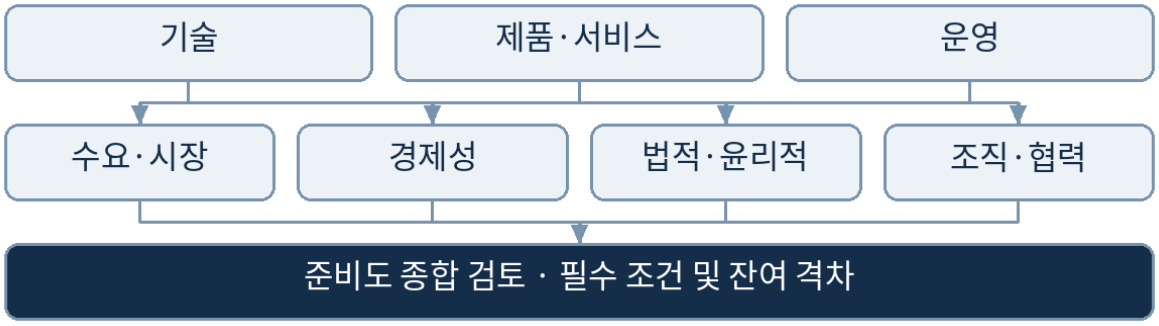


도표 10-4. 상용화 및 사업화의 7 대 준비도 평가 영역

평가 결과는 충족, 부분 충족, 미확인, 적용 제외 등으로 기록하고 각각의 근거와 보완 책임자, 기한을 지정한다. 이는 본 방법론의 자체 준비도 관점이며 공식 기술성숙도 등급과 동일하지 않다. 준비도는 진입 시점의 진단뿐 아니라 실제 상용 운영 과정에서 반복 평가한다.

10.5. 상용화 및 사업화 실행 프로세스

상용화 및 사업화는 제 9 장의 실증 결과와 Gate 5 승인 조건을 입력으로 한다. 다음 일곱 절차는 논리적 실행 순서를 나타내며 실제 프로젝트에서는 제품화, 고객 검증, 운영 준비 및 비용 분석을 병행할 수 있다. 각 절차의 산출물은 후속 업무와 승인 근거로 활용한다.

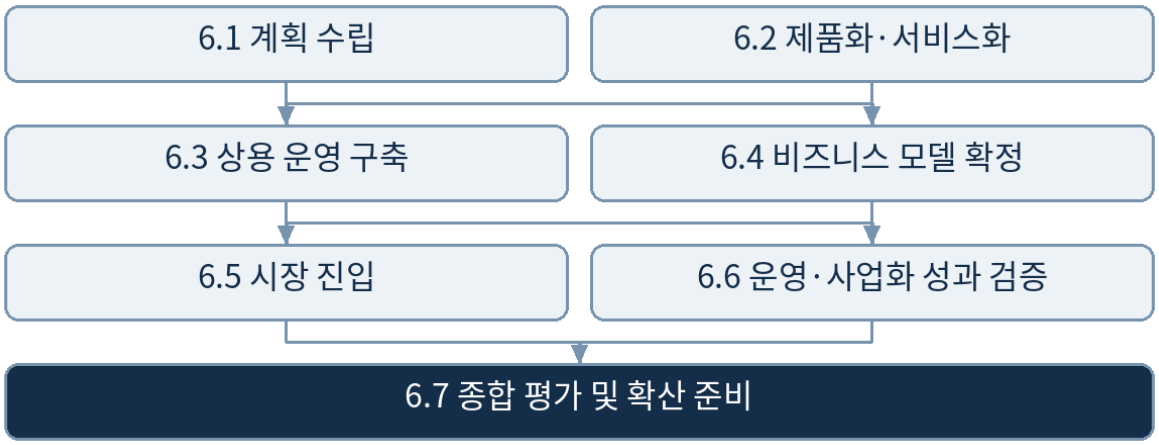


도표 10-5. 상용화 및 사업화 표준 실행 프로세스

좌우의 업무는 필요에 따라 반복·병행하며 번호는 논리적 절차를 나타낸다.

10.5.1. 상용화 및 사업화 계획 수립

연구개발 결과와 실증 보고서를 검토하고 상용화 요구사항 및 Gate 5 승인 조건을 확인한다. 목표 고객 또는 내부 적용 부서, 적용 범위, 공급 형태 및 사업화 경로를 확정한다. 핵심 성능 미달이나 미확인 안전 조건을 숨기지 않고 잔여 요구사항으로 등록한다.

상용화 준비도 평가에서 발견된 격차를 제품 개선, 통합, 인력 확보, 운영 준비, 권리 및 규제 검토 등의 과제로 전환한다. 예상 비용과 일정, 중간 의사결정 기준을 설정하고 자원 투입의 한도를 승인한다.

핵심 산출물: 상용화 및 사업화 계획서.

10.5.2. 제품화 및 서비스화

실증 결과의 핵심 기능과 기술을 안정적으로 사용할 수 있는 제품 및 서비스로 발전시킨다. 고객별 데이터 및 사용 환경의 차이를 고려하여 설정과 확장 방식을 설계하며, 특정 연구자나 개발자의 직접 지원에 의존하는 부분을 식별한다.

공급 범위, 성능 보증 범위, 지원 조건 및 사용 문서를 마련한다. AI 기반 해결 방안은 모델 및 리소스 변경, 실행 비용, 예외 처리, 데이터 보호 및 인간의 승인 절차를 실제 공급 조건에 맞추어 검증한다. 물리적 제품은 제조와 품질관리 및 필요한 승인 준비를 포함한다.

핵심 산출물: 상용 제품 및 서비스.

10.5.3. 상용 운영 체계 구축

실제 운영 환경에 제품이나 업무 체계를 배포하고 기존 시스템과 연결한다. 운영 주체 및 접근 권한을 확정하고 업무 연속성, 장애 대응, 복구, 모니터링 및 사용자 지원 절차를 마련한다.

실증 환경과 상용 환경을 구분하여 운영 데이터를 확보한다. 업무 책임자는 신규 업무 방식의 적용과 교육을 관리하고 기술 운영자는 성능 및 장애를 관리한다. 실제 사용 환경에서 운영 절차가 작동하는지 제한된 범위에서 확인한다.

핵심 산출물: 상용 운영 체계 및 운영 명세서.

10.5.4. 비즈니스 모델 및 공급 체계 확정

고객 가치제안과 공급 범위, 가격, 수익모델, 비용 구조 및 파트너 역할을 정의한다. 실제 고객의 도입 조건과 제품화 과정에서 확인한 비용을 반영하여 제 8 장의 사업모델 가설을 갱신한다.

내부 운영형 과제는 외부 매출 대신 투자와 운영비용, 업무 편익 및 사업 성과의 관계를 정의한다.
사회혁신형은 수혜자와 비용 부담 주체를 구분하고 지속 가능한 재원 조달 및 서비스 공급 조건을 확정한다.

핵심 산출물: 사업화 모델 명세서.

10.5.5. 시장 진입 및 초기 고객 확보

목표 고객의 미충족 수요와 도입 가능성을 확인하고 검증된 가치와 공급 조건을 제시한다. 사용자, 업무 책임자, 구매 담당자, 정보보호 검토자 및 최종 승인자의 요구를 구분한다. 고객의 관심과 유료 계약, 실제 사용은 서로 다른 증거로 관리한다.

초기 계약은 적용 범위, 성과 기준, 데이터 및 권리 조건, 지원 책임과 검수 조건을 명확히 한다. 내부 운영형에서는 초기 적용 부서와 사용자 참여를 확보하고 실제 업무 전환을 진행한다.

핵심 산출물: 시장 진입 및 초기 고객 확보 결과.

10.5.6. 상용 운영 및 사업화 성과 검증

운영 기간과 측정 범위를 정하고 실제 사용량, 업무 성과, 품질, 장애 및 고객 반응을 수집한다. 매출과 실제 공급 비용, 지원 부담, 계약 갱신 및 고객 이탈 관련 증거를 분석한다.

실증 결과와 실제 운영 결과를 비교하되 업무 난이도와 사용자 숙련도, 데이터 품질 및 적용 범위의 차이를 기록한다. 기대 성과가 미달한 원인을 제품, 운영, 고객 적합성 또는 사업모델의 문제로 구분하여 개선 과제로 등록한다.

핵심 산출물: 상용 운영 및 사업화 검증 보고서.

10.5.7. 사업화 종합 평가 및 확산 준비

제품 및 서비스의 완성도와 실제 운영 안정성, 고객의 도입과 지속적 이용, 경제적 지속 가능성 및 권리와 안전 조건을 종합 평가한다. 성과가 부족하면 제품 개선, 추가 연구개발, 고객 세그먼트 또는 공급 경로의 변경을 검토한다.

초기 운영에서 확인한 공통 공급 및 지원 절차를 표준화하고 제 11 장에서 사용할 기준선과 목표, 실제 운영 성과 및 비용 데이터를 정리한다. Gate 6 에서 후속 가치 측정 및 개선의 범위와 책임을 확정한다.

핵심 산출물: 상용화 및 사업화 종합 보고서.

10.6. 제품화 및 서비스화 방법론

10.6.1. 연구개발 결과의 제품화

제품화(Productization)는 검증된 기술과 구성 요소를 반복적으로 공급할 수 있는 표준화된 제품으로 전환하는 활동이다. 연구용 프로토타입은 특정 데이터, 실험 조건 및 개발자의 개입에 의존할 수 있다. 제품화에서는 이러한 의존성을 줄이고 정의된 사용 환경에서 일관된 품질과 기능을 제공할 수 있도록 한다.

제품 관리자는 핵심 기능과 고객 가치를 연결하고 공급 범위를 명세한다. 기능별 성능 및 품질 기준, 설치 및 배포 방식, 인터페이스, 고객별 설정, 버전 호환성, 사용 문서 및 기술지원 범위를 정의한다. 제품의 검수 기준은 선행 연구개발 요구사항과 연결하고 신규 기능이 기존 검증 결과에 영향을 미치는 경우 회귀 검증을 수행한다.

AI 제품에서는 모델의 변경이나 공급자 서비스의 중단이 결과 품질과 비용에 영향을 줄 수 있다. 모델 선택 및 교체 조건, 데이터 처리 범위, 사용량 제한과 예외 처리, 인간의 검토 및 승인 요구사항을 제품 명세에 포함한다. 물리적 제품의 경우 제조 공정과 품질의 일관성, 유지보수, 부품 공급 및 필요한 인증 조건을 함께 고려한다.

10.6.2. 연구개발 결과의 서비스화

서비스화(Servitization)는 기술과 전문지식 및 업무 실행 역량을 고객이 지속적으로 이용할 수 있는 서비스로 전환하는 활동이다. 동일한 AI Agent 를 소프트웨어 라이선스로 공급하는 경우와 전문가가 이를 활용하여 고객의 업무 결과를 제공하는 경우에는 서비스 제공 범위와 비용 및 책임 구조가 다르다.

서비스 설계에는 고객의 요청 접수, 업무 수행, 결과 전달, 품질 확인, 예외 처리, 피드백 및 개선이 포함된다. 고객과 공급자 사이의 역할과 제공 가능한 성과의 범위를 명확히 하고 서비스 수준, 지원 시간 및 책임 경계를 정의한다. 고객의 결과가 외부 환경이나 고객의 자체 업무에 의존하는 경우 공급자가 통제할 수 있는 부분과 그렇지 않은 부분을 구분한다.

10.6.3. 프로젝트 기반 공급에서 반복 가능한 제품 및 서비스 공급으로의 전환

초기 혁신 프로젝트는 고객의 특수한 업무와 데이터 환경에 맞추어 구현되는 경우가 많다. 여러 프로젝트에서 반복적으로 활용되는 기술, 업무 구조, 전문지식 및 AI Resource 를 추출하여 공통 제품의 기반으로 전환한다. 고객별 차이는 설정, 인터페이스 또는 확장 모듈로 분리하고 공통 핵심 기능을 고객별로 중복 개발하지 않도록 한다.

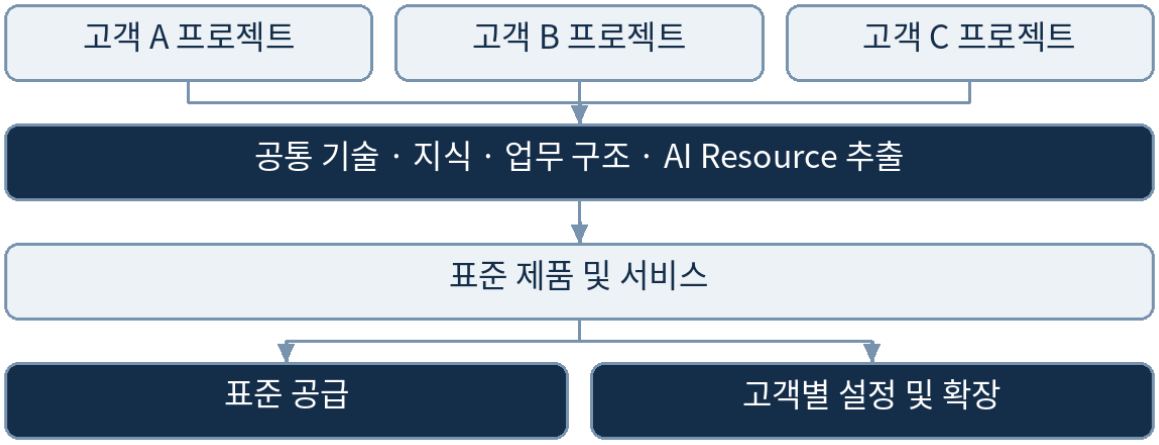


도표 10-6. 개별 혁신 프로젝트에서 반복 가능한 제품 및 서비스로의 전환

공통 기능을 추출할 때에는 원래 고객의 기밀과 데이터 권리, 계약상 이용 제한을 검토한다. 특정 고객의 검증 결과를 모든 고객에게 적용하지 않고 새 환경에서 필요한 검증을 수행한다. 재사용률, 고객별 구축 기간, 지원 시간 및 공급 원가를 측정하여 표준화가 실제 공급 경제성에 기여하는지 확인한다.

10.7. 실증 환경에서 상용 운영 환경으로의 전환

10.7.1. PoC·파일럿과 상용 운영의 차이

PoC 와 파일럿은 제한된 사용자 및 데이터와 통제된 조건에서 핵심 해결 원리와 효과를 검증한다. 상용 운영은 다양한 사용자와 실제 업무 요청, 데이터 변화, 시스템 장애 및 장기적인 유지관리 요구에 대응해야 한다. 실증에 참여했던 연구개발 인력이 직접 해결하던 예외 상황도 공식 운영 절차에 포함되어야 한다.

운영 전환에서는 실제 환경에서 발생할 수 있는 부하와 데이터 변동, 접근 권한, 외부 서비스 의존성, 복구 요구사항 및 고객별 설정 차이를 검토한다. 검증 범위를 벗어난 사용은 제한하고 운영 시작 후 측정할 성능 및 품질 지표와 중단 기준을 정의한다.

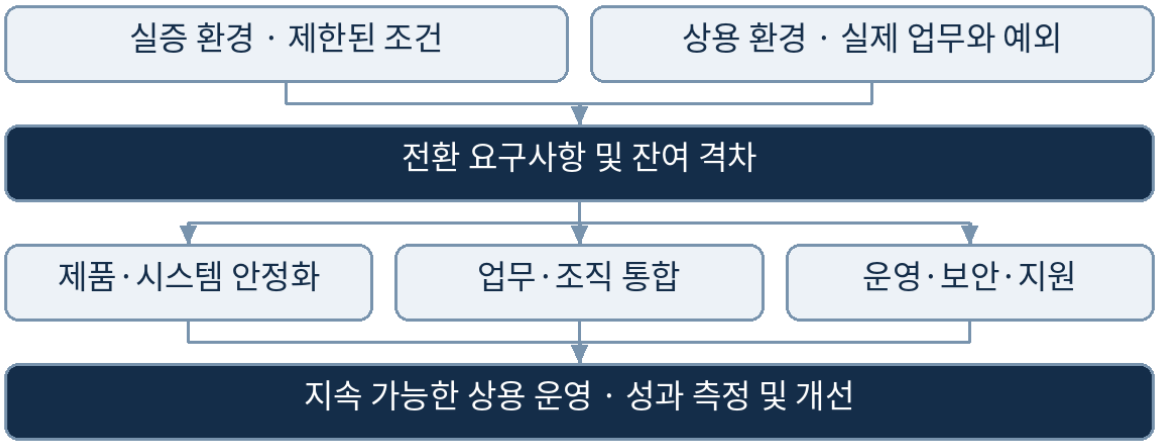


도표 10-7. 실증 환경에서 상용 운영 환경으로의 전환 구조

10.7.2. Human-AI 업무의 조직 통합

Human-AI Work Redesign 을 통해 재설계된 업무를 조직의 공식 업무 수행 방식에 통합한다. 기존 업무 규정과 역할 분담을 갱신하고 인간의 판단 및 승인 책임, AI Agent 의 실행 범위, 데이터 이용 권한과 결과의 품질 기준을 명시한다. 사용자 교육은 도구 사용 방법뿐 아니라 결과 해석, 오류 대응, 정보보호 및 책임 있는 업무 수행을 포함한다.

조직 내부의 업무 방식이 서로 다르면 공통 Workflow 의 사용 조건과 예외 처리 방식을 조정한다. 개인이 확보한 유용한 업무 방법은 검토 후 조직의 Workflow Resource 로 관리하여 공유한다. 업무 실행 기록을 활용하여 신규 업무의 정착 수준과 기존 방식으로의 회귀 원인을 분석한다.

10.7.3. AI 시스템의 상용 운영 및 지속적 개선

AI 시스템 운영은 모델과 데이터, 도구, 스킬 및 Workflow 의 변경을 통합 관리하는 활동이다. MLOps 와 LLMOps 의 개념을 참고하되 모델의 단독 성능뿐 아니라 Human-Agent Workflow 의 완료율, 오류와 재실행, 인간의 개입 및 최종 산출물 품질을 관리한다.

운영 책임자는 정상 실행 조건과 서비스 수준 목표, 장애 분류, 대응 및 복구 절차를 정한다. 모델 또는 리소스 변경은 검증 환경에서 영향 평가를 수행하고 승인 후 적용하며 문제가 발생할 경우 이전 버전이나 안전한 수동 절차로 복귀할 수 있도록 한다. 사용량과 실행 비용을 함께 모니터링하여 품질 개선과 경제성 사이의 균형을 유지한다.

10.8. 비즈니스 모델 설계 및 수익 구조 구축

10.8.1. 고객 가치제안 및 가치 전달 구조

비즈니스 모델의 출발점은 고객이 해결하려는 미충족 수요이다. 고객이 기대하는 시간 및 비용 절감, 품질 향상, 전문역량 강화 또는 새로운 사업 기회를 정의하고 해당 가치가 제품과 서비스의 어떤 기능과 운영 방식에서 발생하는지를 연결한다.

직접 사용자와 구매자, 최종 수혜자가 서로 다를 수 있다. 업무 사용자는 편의성과 품질을 중요하게 고려하고 구매자는 도입 비용, 위험과 사업 효과를 검토할 수 있다. 이러한 차이를 반영하여 가치제안, 공급 방식 및 구매 의사결정 구조를 설계한다.

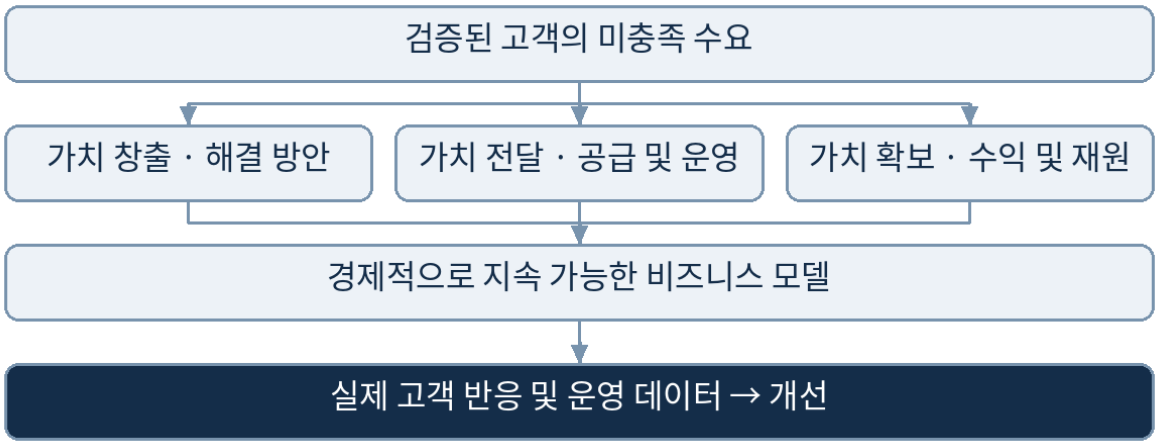


도표 10-8. AI 혁신의 가치 창출·전달·확보 기반 비즈니스 모델 구조

10.8.2. 수익모델 및 가격 정책

수익모델은 기술 또는 소프트웨어 라이선스, 구독, 사용량 기반 과금, 구축 프로젝트, 전문 서비스, 기술이전 및 로열티 등을 조합하여 구성할 수 있다. 반복적인 이용이 중심인 서비스에는 구독이 적합할 수 있으며 사용량에 따라 비용이 크게 변화하는 AI 실행에는 사용량 과금을 함께 적용할 수 있다.

가격은 고객의 기대 편익, 기존 대안과의 비교, 공급 및 운영 비용, 고객의 구매 조건을 함께 고려한다. 고객의 지불 의향은 가격 가설에 대한 초기 증거이며 실제 계약 및 이용 결과와 구분한다. 할인, 무료 제공 및 추가 지원이 실제 수익과 비용에 미치는 영향을 반영하고 계약마다 제공 범위와 과금 단위를 명시한다.

10.8.3. 공급 비용 및 단위 경제성

단위 경제성은 고객, 제품 또는 업무 실행 단위에서 매출과 비용의 관계를 분석한다. AI 기반 서비스에서는 모델 추론 비용, 데이터 처리 및 저장 비용, 외부 도구 사용료, 시스템 운영 비용 및 직접 고객지원 비용을 추적한다. 사용량에 따른 변동비와 일정 기간 발생하는 고정비를 구분하며 공급 범위에 따라 비용 분류를 일관되게 적용한다.

고객별 실행량과 지원 부담이 다를 수 있으므로 평균 비용만으로 수익성을 판단하지 않는다. 사용량 분포, 고비용 예외 사례 및 고객별 공헌이익을 분석하여 공급 조건이나 가격 정책의 개선 필요성을 검토한다. 구축비와 반복 매출은 별도로 관리하며 매출총이익과 공헌이익의 비용 범위를 구분한다.

10.8.4. 지속 가능한 공급 및 사업 운영 구조

공급량 증가가 동일한 비율의 인력과 맞춤형 개발 증가로 이어진다면 사업 확장성이 제한될 수 있다. 제품 기능의 표준화, 검증된 AI Resource 의 재사용, 운영 자동화 및 전문 파트너의 협력으로 반복 가능한 공급 체계를 구축한다. 단, 자동화에 따른 품질이나 안전 저하가 없는지 확인해야 한다.

Craftem 의 구축형 및 SaaS 를 결합한 하이브리드 공급 방식은 이러한 설계의 적용 예시가 될 수 있다. 초기 구축과 연간 라이선스 및 리소스 사용량 등의 공급·과금 요소를 분리하여 고객별 통합 요구와 반복적인 운영 비용에 대응하는 구조이다. 이는 공급 방식의 기획 예시이며 실제 가격이나 확정된 매출을 의미하지 않는다.

10.9. 시장 진입 및 고객 확보 전략

초기 목표시장은 제 6 장에서 검증한 수요 범위와 해결 의지를 바탕으로 선정한다. 미충족 수요의 중요성, 기존 대안의 한계, 고객 접근성, 도입 비용 및 공급자의 실제 역량을 함께 고려한다. 전체 산업을 대상으로 포괄적인 영업을 수행하기보다 구체적인 사용 환경과 의사결정 구조를 가진 고객 세그먼트에서 반복 가능한 도입 방식을 검증한다.

제품·시장 적합성(Product-Market Fit)은 목표 고객이 제품이나 서비스를 통해 중요한 수요를 충족하고 실제 이용과 구매를 지속하는지 판단하는 개념이다. 유료 도입, 이용의 지속성, 계약 갱신, 추가 구매 및 고객의 구체적인 성과를 증거로 활용한다. 단일 고객의 구매나 일시적인 만족도가 전체 시장의 적합성을 보장하지는 않는다.

기업 고객의 도입 과정에서는 업무 사용자, 업무 책임자, 기술 및 보안 검토자, 구매 담당자와 최종 의사결정자가 서로 다른 조건을 제시할 수 있다. 전문 콘텐츠, 교육과 워크숍, 수요 진단, 기술 검토 및 초기 도입 프로젝트를 연결하여 고객이 문제와 해결 방안의 가치를 판단하도록 지원한다. 크림슨앰버의 교육·워크숍에서 혁신 프로젝트 기획과 Craftem 구축으로 연결하는 접근은 이러한 시장 진입의 기획 예시이다.

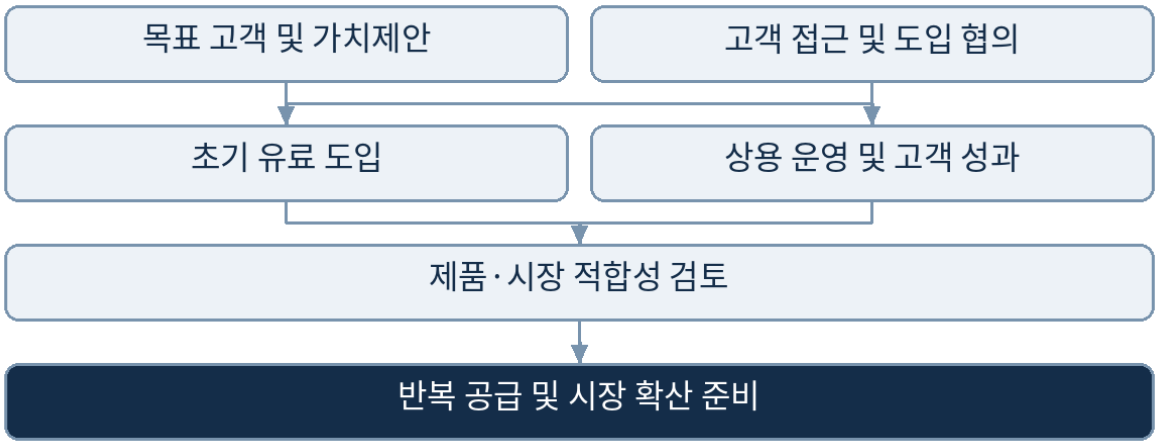


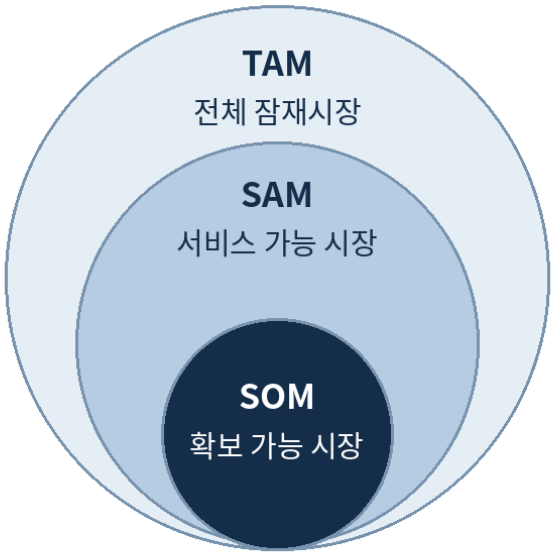
도표 10-9. 초기 고객 확보에서 반복 가능한 시장 진입 체계로의 발전

영업 기록은 접촉, 유효 상담, 기술 검토, 제안, 계약 및 운영 개시 등 단계별로 관리한다. 단계 간 전환율과 소요 기간을 확인하고 계약이 성사되지 않은 이유를 기록한다. 도입 이후에는 고객지원과 실제 성과 확인을 통해 제품의 개선 요구사항을 확보한다. 낮은 이용률이나 해지, 높은 지원 비용은 사업화 가설을 수정하는 근거로 활용한다.

10.10. 시장성·경제성 및 사업성 평가 모델

시장성 및 목표시장 규모

시장성은 실제 제품 및 서비스에 대한 수요와 구매 가능성을 평가하는 개념이다. 제 6 장의 잠재 유효 수요를 입력으로 하되 실제 공급 범위, 가격, 고객의 구매 능력, 대체 제품 및 도입 제약을 반영한다. TAM 은 정의된 제품의 전체 잠재시장, SAM 은 지역과 기술 및 공급 범위를 고려한 서비스 가능 시장, SOM 은 일정 기간의 영업과 공급 역량을 반영한 확보 가능 시장이다.



개념적 구분 · 원의 면적은 실제 시장 규모를 나타내지 않음

도표 10-10. 상용화 및 사업화 단계의 목표시장 규모 분석 구조

시장 규모는 대상 고객 수, 수요 보유 비율, 적용 가능성, 실제 구매 조건 및 고객당 예상 매출을 명시하여 상향식으로 추정할 수 있다. 고객과 매출의 단위를 일치시키고 중복 고객을 제거한다. SOM 에는 추정 기간과 영업 및 공급 역량의 제약을 반영한다. 시장 규모 추정치는 실제 매출이나 시장점유율로 해석하지 않는다.

경제성 및 단위 경제성

경제성은 공급 및 운영에 필요한 비용과 확보 가능한 경제적 편익 또는 수익의 관계를 평가한다. 외부 판매형 사업에서는 매출총이익률과 고객 단위 공헌이익 및 손익분기점을 활용한다. 조직 내부 운영형에서는 투자 및 운영 비용과 실제 업무 및 사업 편익의 관계를 평가하며 실현 가치와 ROI 의 상세 검증은 제 11 장에서 다룬다.

GM 은 매출총이익률이며 R 은 매출액, COGS 는 매출원가이다. 매출액이 양수일 때 산정한다. 매출원가의 범위는 적용 회계정책에 따라 일관되게 정의한다.

CM 은 고객당 월 공헌이익, P 는 고객당 월매출, V 는 고객당 월변동비, F 는 월고정비, N_BE 는 손익분기 고객 수이다. 공헌이익이 양수이고 분석 구간 내 고객당 매출과 변동비 및 고정비가 일정하다는 가정에서 계산한다. 공헌이익이 0 이하이면 일반적인 양의 손익분기 고객 수를 산정할 수 없다.

항목	가상 입력 및 산정 결과
고객당 월매출	200 만원
고객당 월변동비	60 만원
월고정비	2,800 만원
고객당 월 공헌이익	140 만원 = 200 − 60
공헌이익률	70% = 140 ÷ 200 × 100
손익분기 고객 수	20 개사 = 2,800 ÷ 140
유료 고객 수	30 개사
월매출	6,000 만원
월총비용	4,600 만원
월 추정 운영손익	1,400 만원

도표 10-11. AI 제품 및 서비스의 단위 경제성과 손익분기 분석 예시

위 계산은 세금, 금융비용, 일회성 구축 매출 및 추가 설비투자를 제외한 단순 월간 운영 모델이다. 공헌이익률과 매출총이익률은 비용 분류가 다를 수 있으므로 동일한 지표로 간주하지 않는다. 또한 고객 수 증가에 따라 인력 및 인프라 비용이 계단식으로 증가할 수 있으므로 손익분기점은 가정에 따라 달라진다.

민감도 분석에서는 가격, 사용량, 변동비 및 고정비의 변화를 검토한다. 예를 들어 같은 가상 모델에서 고객당 변동비가 80 만원으로 증가하면 공헌이익은 120 만원, 손익분기 고객 수는 24 개사, 30 개 고객 기준 월 추정 운영손익은 800 만원으로 변화한다. 이는 비용 구조의 불확실성이 실제 사업성에 미치는 영향을 설명하는 예시이다.

사업성 및 종합 평가

사업성은 시장성과 경제성뿐 아니라 제품 차별성, 경쟁 환경, 공급 역량, 전문인력, 운영 안정성 및 사업 위험을 포함하는 종합적인 판단이다. 구독형 사업에서는 고객 획득 비용(CAC), 고객 유지율, 고객 생애 가치(LTV), 반복 매출과 고객별 공헌이익 등을 활용할 수 있다. LTV 는 유지율과 마진에 관한 가정에 민감하므로 실제 관측 기간과 산정 조건을 명시한다. 기술이전형과 내부 운영형 및 사회혁신형에는 각각의 목적에 맞는 지표를 적용한다.

평가 영역	평가 내용	가중치
수요 및 고객 적합성	실제 수요 충족·도입 및 이용	20%
제품 및 서비스 완성도	품질·기능·성능·공급 가능성	15%
상용 운영 안정성	지속 운영·통합·지원	15%
시장성 및 고객 확보	시장 접근·실제 구매 및 계약	15%
경제성 및 수익 구조	비용·가격·공헌이익	20%
확장 및 사업 지속 가능성	반복 공급·협력·확산	15%
합계		100%

도표 10-12. 상용화 및 사업화의 6 대 종합 평가 영역 및 가중치

상용화 및 사업화 종합 평가 점수(Commercialization Performance Score, CPS)는 각 평가 영역의 1~5 점 평가 점수 s 와 백분율 수치로 표현한 가중치 w 를 곱하여 합산한다. 가중치 합계가 100 인 경우 100 점 만점으로 환산된다. 예를 들어 가상 점수 4, 4, 3, 4, 3, 4 를 순서대로 적용하면 73 점이다. 미평가 영역이 있으면 종합 점수를 확정하지 않고 추가 근거를 확보한다. 평가 기준과 가중치는 평가 이전에 정의하고 변경 시 변경 근거를 기록한다.

기본 가중치는 외부 판매형 과제를 위한 제안이다. 내부 운영형은 시장 및 고객 확보를 내부 도입과 확산으로 조정하고 경제성은 운영 비용 대비 편익으로 평가한다. 사회혁신형은 접근성과 수혜 성과 및 지속 가능한 재원, 기술이전형은 이전기관의 활용 가능성과 계약 및 권리 구조를 중심으로 조정한다. CPS 는 자체 방법론적 의사결정 지원 지표이며 공식 사업 성공 확률을 의미하지 않는다.

법적 적합성, 안전, 필수 인허가, 정보보호, 지식재산권 및 계약상 의무는 별도의 필수 통과 조건으로 관리한다. 높은 CPS 점수나 초기 매출이 필수 조건의 미충족을 상쇄하지 않는다. 초기 사업 성과와 장기적인 수익성을 구분하고 잔여 위험과 후속 검증 범위를 명시한다.

10.11. 기술사업화 및 지식재산권 활용

기술사업화(Technology Commercialization)는 연구개발 성과 및 핵심 기술을 실제 산업 및 시장에서 활용할 수 있도록 제품과 서비스, 기술이전, 라이선싱 또는 신규 사업으로 발전시키는 활동이다. 직접적인 연구개발 주체가 최종 공급에 필요한 모든 전문성과 설비 및 유통 역량을 보유할 필요는 없다. 기술의 특성과 성숙도 및 공급 역량에 따라 적절한 사업화 경로를 선택한다.

연구성과를 활용하기 전에 기존 지식재산권과 신규 연구성과, 특허, 소프트웨어 저작권, 영업비밀 및 데이터 이용 권리를 구분한다. AI 모델과 외부 도구, 오픈소스 구성 요소 및 AI 생성 결과물의 이용 조건을 검토하고 공급 및 재배포가 허용되는 범위를 명확히 한다. 특허가 존재한다고 해서 제 3 자의 권리를 침해하지 않고 사업화할 수 있음이 보장되지는 않는다. 필요한 경우 권리 및 규제 전문가의 검토를 받는다.

기술이전에서는 기술 명세, 검증 증거, 데이터 및 도구의 이용 조건, 이전 대상 자산, 인수 기준, 교육과 기술지원 범위 및 잔여 연구개발 요구사항을 확인한다. 라이선싱은 이용 권리의 대상, 기간, 지역, 적용 분야 및 독점 여부 등을 계약에 명시한다. 대가는 일시금, 단계별 기술료 또는 매출 연동 로열티 등의 구조로 협의할 수 있다.

공동 연구개발 성과의 사업화에서는 참여기관의 기존 기술과 신규 연구성과의 소유 및 활용 권리를 구분하고 공급 및 계약 책임, 비용 분담, 수익 배분을 합의한다. 연구 참여만으로 사업화 권리가 자동 확정되지 않으며 기밀 및 데이터의 이용 범위도 별도로 확인한다. 의료 및 바이오 기술과 같이 추가 연구가 필요한 과제에서는 기술이전과 최종 제품의 상용화를 구분하고 후속 검증 및 승인 조건을 명시한다.

10.12. Human-AI Work Redesign 기반 상용화 및 사업화 실행 체계

상용화 및 사업화 업무는 제품 기획, 시장 분석, 고객 관계, 제안 및 계약, 운영 및 고객지원, 경제성 분석 등의 복합적인 업무로 구성된다. 업무가 부서 및 전문가별로 분리되어 있으면 연구개발 결과와 실제 고객 요구, 운영 데이터 및 사업적 판단의 연결이 약해질 수 있다. Human-AI Work Redesign 을 적용하여 이러한 정보와 업무의 단절을 완화한다.

사람은 사업 목적 및 전략, 고객과의 신뢰 형성, 협상 및 계약, 자원 배분, 최종 승인과 책임을 담당한다. AI Agent 는 시장과 경쟁 정보의 탐색, 고객 및 산업 분석, 제품 기획 지원, 제안서 작성, 재무 분석, 운영 데이터 분석과 고객지원 등을 수행하거나 지원한다. 계약이나 가격 제시, 외부 발송 및 기술적 약속은 사전에 설정한 권한과 인간 승인 범위 내에서 수행한다.

재설계된 Human-Agent Workflow 는 고객 요구사항과 제품 명세, 실증 증거, 가격 및 지원 조건을 참조하고 의사결정 기록을 남긴다. AI 가 생성한 영업 자료는 실제 검증된 성능 및 계약상 제공 범위와 대조한다. 개인의 제안서 작성 시간 단축이 조직의 고객 대응 능력과 계약 성사 및 실제 공급 성과로 연결되는지를 측정한다. 이 연결은 제 11 장의 개인·조직·사업 성과 가치사슬에서 상세히 다룬다.

10.13. Craftem Commercialization Agent

Craftem Commercialization Agent 는 검증된 혁신 모델을 기반으로 상용화 준비도 평가, 제품화 및 서비스화, 상용 운영 체계 구축, 비즈니스 모델 구체화, 시장 진입, 고객 확보 및 사업화 성과 검증 업무를 수행하거나 지원하는 Craftem AI Agent 이다. 본 절의 기능과 구성은 개발 기획이며 현재 구현되거나 상용 운영이 확인된 기능과 구분한다.

Agent 는 제 9 장의 연구개발 결과와 실증 증거를 활용하여 잔여 상용화 요구사항을 구조화하고 제품 및 서비스 명세와 운영 계획 수립을 지원한다. 시장 및 고객 분석, 가격 및 공급 비용 분석과 제안 및 도입 프로젝트의 업무를 지원하고 실제 운영 데이터 및 고객 피드백을 후속 제품 개선과 가치 검증에 연결한다.

Model Resource 는 추론, 고객 및 시장 분석, 예측 및 최적화 모델을 포함할 수 있다. Data Resource 는 연구개발 결과, 기술 명세, 실증 자료, 고객 및 시장 정보와 운영 및 재무 데이터를 포함한다. Tool Resource 는 CRM, 프로젝트 및 제품 관리, 재무 분석, 운영 모니터링 및 고객지원 도구를 연결한다. Skill Resource 는 제품화, 시장 분석, 경제성 분석, 제안 및 운영 성과 검토 등의 전문 업무를 지원한다. Workflow Resource 는 이러한 리소스를 활용하는 실행 절차와 인간의 검토 및 승인 구조를 정의한다.

전문 Agent Template 으로 Commercialization Planning, Commercialization Readiness Assessment, Productization & Servitization, Production Operation Planning, Business Model Design, Market & Customer Analysis, Pricing & Unit Economics Analysis, Technology Commercialization, Go-to-Market Planning, Commercial Performance Assessment 및 Integrated Commercialization 을 제안한다. 각 Template 은 독립적으로 활용하거나 통합 Workflow 의 구성 요소로 조합할 수 있도록 설계한다.

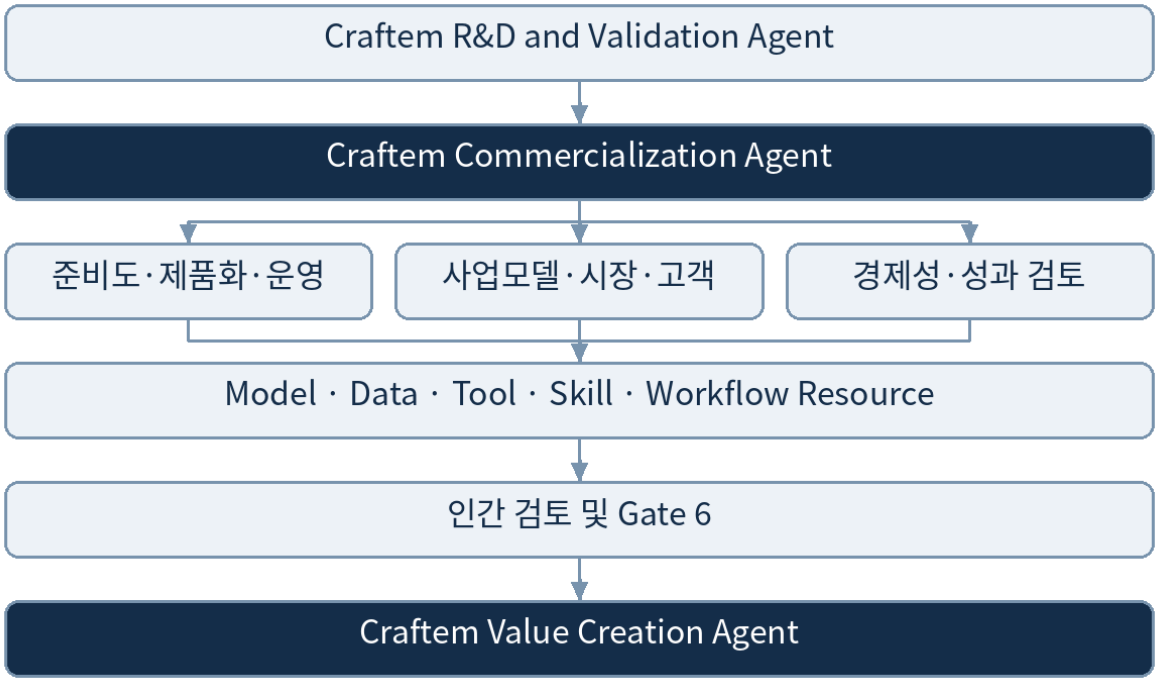


도표 10-13. Craftem Commercialization Agent 실행 및 연계 구조

상용화 단계에서 승인되지 않은 가격, 기술적 약속 및 계약 조건을 AI 가 독립적으로 확정하지 않도록 한다. 고객정보와 기밀 및 재무 데이터의 접근 권한을 제한하고 실제 사업 데이터와 AI 가 추정한 결과를 구분하여 관리한다.

10.14. SyenaHub 기반 공동 상용화 및 기술사업화

복합적인 산업혁신 및 원천기술 연구에서는 연구개발 기관과 최종 공급기관이 서로 다를 수 있다. 제품화, 제조, 인허가, 영업 및 고객지원에 필요한 전문 역량을 개방형 협력으로 결합한다. SyenaHub AI 혁신

생태계는 수요기업, 대학, 연구기관, 기술기업 및 공급 파트너를 연결하는 공동 상용화 및 기술사업화 기반으로 활용할 수 있다.

수요 주도형 기술사업화는 산업현장의 미충족 수요 발굴과 검증부터 근본 원인 분석, 해결 방안 설계, 연구개발 및 실증을 거쳐 사업화까지 이어지는 과정이다. 최초 수요와 실제 사업화 대상의 연결을 유지하며 연구개발 성과의 활용처를 사후적으로 찾는 방식에만 의존하지 않는다.

SyenaHub Commercialization Program 은 공동 연구개발 성과의 상용화 가능성을 검토하고 제품화 기업, 기술이전 대상 기관, 초기 도입 고객, 산업별 공급사, 교육·컨설팅 및 기술지원 파트너를 연결하는 프로그램으로 제안한다. 수요기업은 적용 환경과 운영 증거를 제공하고 연구기관 및 기술기업은 기술개발과 제품화를 지원하며 공급 파트너는 시장 접근과 고객지원 역량을 제공한다. 크림슨앰버는 방법론과 Craftem 을 활용한 실행 및 조율을 지원할 수 있다.

공동 사업화는 참여기관 간 공급권, 지식재산권, 고객 계약 및 지원 책임, 비용 분담과 수익 배분 조건을 사전에 정의해야 한다. 연구개발 참여기관이 모든 사업화 업무를 수행할 필요는 없으며 이전, 공급 및 라이선스 계약 등 적절한 협력 방식을 선택한다. 상세 운영 체계는 제 13 장에서 다룬다.

10.15. 산업별 적용 예시

다음 사례는 제 5 장부터 이어지는 방법론 설명용 활용 시나리오이다. 실제 고객 계약, 상용화 실적 또는 검증된 의료 연구성과를 의미하지 않는다.

건축설계 분야: Human-AI 기반 품질검토 솔루션

제 9 장의 가상 사례에서 기존 프로젝트당 검토 시간은 40 시간, 목표는 8 시간, 파일럿 실증 결과는 12 시간이었다. 이는 기존 대비 70% 감소 및 목표 격차의 87.5% 해소에 해당한다. 시간 목표를 완전히 충족하지 못했으므로 오류 검출률, 오탐률, 검토 범위 및 품질과 안전 관련 필수 기준을 함께 검토한다.

상용화 대상은 BIM 및 IFC 모델 분석, 설계 기준 검토, 오류 후보 탐색, 보고서 작성 및 전문가 승인으로 구성된 Human-Agent Workflow 이다. 기하학적 연산과 명시적 규칙 검증에는 결정론적 도구를 적용하고 AI 는 비정형 정보 분석 및 검토 업무 지원에 활용한다. 고객의 설계 데이터 저장소와 업무 시스템을 연계하고 접근 권한, 실행 기록, 교육 및 고객지원과 장애 대응 체계를 확보한다. 건축 전문가의 최종 판단 및 법적 책임은 유지한다.

가상 상용 운영 시나리오에서 개선 이후 검토 시간이 10 시간이라면 기존 대비 시간 감소율은 75%이고 NFR 은 $(10 - 40) \div (8 - 40) \times 100 = 93.75\%$이다. 동일한 검토 범위와 품질 조건에서 비교한다는 가정에 따른 결과이며 시간 지표만으로 전체 수요 충족이나 상용화 승인을 판단하지 않는다.

초기 고객에게는 고객별 업무 환경에 적합한 구축형 솔루션을 공급하고 검증된 공통 기능과 Workflow 를 표준화하여 후속 고객에게 반복 공급하는 경로를 검토한다. 초기 구축비, 라이선스, AI 리소스 사용량 및 기술지원 비용을 구분하고 실제 공급 원가 및 고객의 도입 성과를 검증한다. 개인의 검토 시간 절감이 조직의 품질관리 역량과 사업 수익성으로 연결되는지는 제 11 장에서 평가한다.

보건의료 분야: 췌장암 조기 진단 기술사업화

제 8~9 장에서 제안한 발암 인자 및 발생 기전 연구, 분자 표적 발굴 및 검증, 표적 결합 단백질 설계 및 검증의 연구 방향을 기반으로 기술사업화 경로를 검토한다. 특정 표적의 진단 유효성이 입증되었다고 전제하지 않는다. 질병 발생 기전 연구 결과, 진단 표적 후보, 검출 기술 후보는 각각의 성숙도와 지식재산권 및 검증 요구사항에 따라 다른 사업화 경로를 선택할 수 있다.

기술이전이나 라이선싱은 후속 연구 및 제품 개발에 필요한 역량을 가진 기관과 협력하는 방법이다. 공동 연구개발과 사업화 또는 진단 제품 개발도 가능한 경로이나 실제 대상 환자군, 사용 목적, 분석적 성능, 임상적 성능 및 유용성, 위해 가능성, 제조 품질과 관련 승인 요건을 별도로 검토해야 한다. 민감도와 특이도가 높더라도 위양성과 위음성의 영향 및 불필요한 후속 검사 가능성을 평가한다.

연구중심병원, 의과대학, 바이오 및 진단 기술기업, 수리과학자와 AI 기술기업의 역할을 결합할 수 있다. SyenaHub 기반 협력은 연구성과의 후속 검증, 기술이전 및 제품화 역량을 연결하는 기획 사례이다. 기술이전 계약 체결은 진단 제품의 사용 또는 판매에 필요한 규제상 승인을 대체하지 않는다. 실제 규제 적용은 제품의 사용 목적과 대상 국가에 따라 별도 전문 검토가 필요하다.

교육 분야: SyenaHub Cura 성장 지원 프로그램

초기 경력 성장 지원 모델을 기반으로 Cura Career, Cura Venture 및 Cura Mentoring 의 운영 구조를 설계한다. 실무 프로젝트, 교육과 전문 멘토링, 기업 협력, 참여자 모집 및 평가 과정을 표준화하여 반복 운영할 수 있도록 한다. AI 는 학습과 창의적 문제 해결, 프로젝트 실행 및 성장 성과 관리에 활용한다.

사회혁신형 프로그램은 참여자와 비용 부담 주체가 다를 수 있다. 자발적인 공동체와 후원 기반 운영 방향을 고려하여 대학, 기업, 동문 및 후원기관의 참여와 지속 가능한 재원을 확보하는 구조를 검토한다. 운영비와 지원 자원의 규모를 확인하되 참여 접근성 및 성장 기회를 핵심 가치로 유지한다. 취업·창업과 장기적인 경력 성과는 단기간의 프로그램 참여 성과와 구분하여 검증한다.

기타 산업의 적용 방향

금융 분야에서는 분석 및 의사결정 지원 기술의 업무 통합과 정보보호, 인간 감독 및 책임을 중심으로 상용화를 추진한다. 제조 분야에서는 생산설비 통합과 운영 안정성, 유지보수 및 공급 비용을 검토한다. 유통 분야에서는 예측 및 재고관리 모델을 실제 공급망에 통합하고 운영 성과 및 경제성을 평가한다. 콘텐츠

분야에서는 인간의 창작 역량과 AI 의 생성 및 제작 역량을 결합한 서비스 공급 방식, 품질 및 지식재산권을 검토한다. 각 산업의 실제 운영 조건에 따라 실증 증거와 상용화 요구사항을 갱신한다.

10.16. 표준 실행 일정 및 조직 구성

상용화 및 사업화 일정은 기술 성숙도, 제품화 수준, 고객의 구매 절차, 시스템 통합, 공급 역량 및 규제 조건에 따라 달라진다. 초기 계획의 참고 범위로 내부 단일 업무의 운영 전환은 1~3 개월, 복합 Human-AI 업무 전환은 3~6 개월, B2B AI 제품 및 서비스의 초기 사업화는 3~12 개월 이상, 산업 특화 기술의 제품화 및 공급은 6~18 개월 이상을 고려할 수 있다. 기술이전과 라이선싱 및 규제 대상 제품은 협상과 후속 연구 및 인허가 범위에 따라 별도로 설정한다. 이는 경험적 산업 평균이나 완료 보장 기간이 아니다.

초기 자원 투입은 핵심 제품화와 제한된 상용 운영 및 고객 검증에 집중하고, 운영 성과와 공급 비용 및 고객의 지속적인 이용을 확인한 후 추가 개발과 공급 역량 및 시장 확산에 필요한 자원을 검토한다. 중간 의사결정 시에는 성과의 근거와 잔여 위험, 추가 비용 및 기회비용을 평가하고 필요한 경우 추진 범위와 일정 및 사업화 경로를 변경한다.

사업화 책임자는 전체 목표와 자원 및 의사결정을 관리하고 혁신 아키텍트는 미충족 수요와 연구개발 결과, 상용화 대상 및 사업 성과의 정합성을 유지한다. 제품 관리자는 가치제안과 기능 및 공급 범위를 관리하며 기술개발 및 운영 담당자는 안정성과 품질을 관리한다. 사업개발 및 영업 담당자는 고객 발굴과 도입 및 계약을, 고객지원 담당자는 운영과 고객 성과 확보를 지원한다. 재무 및 사업 분석 전문가는 비용과 수익 및 지속 가능성을 검토하고 법률 및 지식재산권 전문가는 권리와 규제 및 계약을 검토한다.

소규모 조직에서는 한 사람이 여러 역할을 수행할 수 있으며 AI Agent 와 외부 전문 협력을 통해 실행 역량을 보완할 수 있다. 다만 기술적 성능 및 안전성과 재무적 타당성에 관한 평가의 독립성을 가능한 범위에서 확보하고 최종 승인 책임은 명확히 한다.

10.17. 표준 산출물 및 문서 체계

상용화 및 사업화의 산출물은 계획, 제품 및 운영, 시장 및 경제성, 권리, 실제 실행 결과와 후속 가치 검증으로 구성한다. 모든 문서를 독립적으로 작성할 필요는 없으며 규모와 추진 경로에 따라 통합할 수 있다. 핵심은 계획과 실행 증거의 추적성을 확보하는 것이다.

상용화 및 사업화 계획서는 추진 경로, 범위, 일정, 자원 및 중간 승인 기준을 명시한다.

상용화 및 사업화 준비도 평가서는 준비 수준과 잔여 격차, 필수 조건 및 보완 책임을 기록한다.

상용 제품 및 서비스 명세서는 기능, 공급 범위, 성능, 품질, 지원 및 제한 조건을 정의한다.

상용 운영 체계 명세서는 배포, 업무 통합, 운영 책임, 장애 대응 및 유지관리 조건을 정의한다.

사업화 모델 명세서는 고객 가치제안, 가격, 수익 구조, 비용과 협력 구조를 기록한다.

목표시장 및 고객 분석 보고서는 목표 세그먼트, 시장 규모 추정과 고객의 실제 도입 조건을 정리한다.

시장 진입 및 고객 확보 계획서는 고객 접근, 도입 협의, 공급 및 초기 고객 검증 계획을 정의한다.

경제성 및 사업성 평가 보고서는 단위 경제성, 손익분기점, 사업 위험과 가정을 기록한다.

지식재산권 및 기술사업화 계획서는 권리, 기술이전 및 라이선스, 공동 사업화 조건을 정리한다.

상용 운영 및 사업화 검증 보고서는 실제 운영, 고객 이용, 품질, 매출 및 비용의 증거를 기록한다.

상용화 및 사업화 종합 보고서는 추진 결과, 종합 평가, 잔여 위험 및 후속 조치를 통합한다.

가치 창출 및 성과 검증 요구사항 명세서는 제 11 장에서 측정할 성과 지표, 기준선, 목표, 데이터 및 책임자를 명시한다.

종합 보고서는 검증된 미충족 수요, 핵심 근본 원인, 혁신 모델과 실증 결과, 상용화 추진 경로, 실제 제품 및 운영 결과, 사업화 현황, 경제성 및 잔여 위험을 포함한다. 계획 매출과 실제 매출, 추정 비용과 실제 비용, 계약과 실제 이용을 구분한다. 상세한 계획 및 운영 양식은 백서 부록과 연계한다.

데이터 관리에서는 Need ID, Validation ID, Cause ID, Innovation Target ID, Innovation Model ID, Requirement ID, Research ID, Test ID, Evidence ID 및 Performance ID 의 관계를 유지한다. 상용화 과정의 Product ID, Service ID, Business Model ID, Deployment ID, Contract ID, Operation ID 및 Commercial Performance ID 를 연결하고 버전 및 변경 기록을 보존한다. 후속 가치 검증에서 최초 수요와 기준선, 실증 결과 및 실제 운영 성과를 동일한 측정 범위로 연결할 수 있도록 한다.

10.18. 단계 완료 기준 및 후속 단계 진입 조건

상용화 및 사업화 단계는 연구개발 및 실증 결과와 상용화 대상의 관계가 명확하고, 상용 제품 및 서비스 또는 내부 업무 체계가 실제 운영 환경에서 활용되는지 확인하여 완료 여부를 판단한다. 운영 안정성, 품질, 고객의 실제 도입과 활용, 지속 가능한 비용 및 수익 구조 또는 재원에 관한 근거를 확보해야 한다. 적용 대상에 필요한 안전, 인허가, 정보보호 및 법적 필수 조건을 충족하고 가치 검증에 활용할 측정 및 데이터 관리 체계를 구축한다.

장기적 수익성과 시장 확산까지 모두 완성될 필요는 없지만 지속적으로 운영하면서 수요 충족과 가치 창출을 검증할 수 있는 기반이 확보되어야 한다. 잔여 위험과 개선 요구사항, 운영 범위 및 책임을 명확하게 기록하고 사업 책임자 및 전문가의 검토를 수행한다.



도표 10-14. 상용화 및 사업화 단계의 의사결정 관문

각 판정은 상호 대안이며 순차적으로 수행하는 절차가 아니다.

Go 는 핵심 상용 운영 조건을 충족하고 실제 운영 및 고객 활용과 가치 측정 기반이 확보된 경우 제 11 장으로 전환한다.

Conditional Go 는 핵심 조건은 충족하였으나 비핵심 운영 및 공급 조건의 보완이 필요한 경우 허용 범위, 기한 및 책임자를 명시한다.

Rework 는 제품과 서비스의 품질, 시스템 통합 또는 운영 및 고객지원 구조가 미흡한 경우 개선 및 재검증을 수행한다.

Pivot 는 기술적 가치는 확인되었으나 고객 세그먼트, 가격, 공급 방식 또는 사업화 경로의 변경이 필요한 경우 적용한다.

Return 는 실제 운영 결과가 해결 방안 설계나 연구개발의 핵심 가정을 부정하는 경우 선행 단계의 재검토를 수행한다.

Hold 또는 Stop 는 수요 및 환경 변화, 자원 부족, 사업 지속 가능성 저하 또는 허용할 수 없는 위험이 발생한 경우 보류 또는 중단하고 결과와 근거를 보존한다.

Gate 6 의 승인은 장기적 사업 성공이나 경제적·사회적 가치가 이미 입증되었다는 의미가 아니다. 상용 운영의 시작부터 발생하는 실제 가치를 지속적으로 측정하고 개선할 수 있는 기반이 확보되었다는 판단이다. 제 11 장에서는 개인 성과, 조직 성과 및 사업 성과와 경제적·사회적 가치를 검증하고 실질적인 가치 창출 및 확산으로 연결하는 방법을 다룬다.

본 장의 혁신 관리, 비즈니스 모델, 기술이전 및 AI 운영 위험관리 관련 자료는 말미의 통합 참고문헌에 수록한다. 상용화 5 대 유형, 7 대 준비도, CPS 및 Gate 6 는 크림슨앰버의 자체 방법론적 제안으로 구분한다.

관련 참고자료(장별 기존 목록 기준): [6, 46, 53, 56]. 직접 인용 외 배경·추가 참고자료를 포함한다.

제 11 장. 새로운 가치 창출

New Value Creation

수요 주도형 AI 혁신의 궁극적인 목적은 개인과 조직 및 산업현장의 미충족 수요를 해결하고 새로운 경제적·사회적 가치를 창출하는 데 있다. AI 기술의 도입, 과학적 연구성과의 확보, 핵심 기술의 개발, 제품과 서비스의 구현 및 상용화는 이러한 목적을 실현하기 위한 과정이다. 따라서 혁신의 성공 여부는 기술적 성능이나 구현의 완성도뿐 아니라 실제 산업현장과 사회에서 창출한 가치를 기준으로 판단해야 한다.

제 5 장부터 제 10 장까지는 미충족 수요의 발굴과 검증, 근본 원인 분석, AI 기반 해결 방안 설계, 연구개발 및 실증, 상용화 및 사업화에 이르는 혁신의 실행 과정을 다루었다. 이러한 과정을 통해 검증된 혁신 모델이 실제 산업현장에 적용되고 지속적으로 운영될 수 있는 기반을 확보하였다면, 이후에는 그 결과가 수요자에게 어떠한 가치를 제공하고 있으며 개인과 조직의 경쟁력 및 사회적 편익으로 어떻게 전환되는지를 검증해야 한다.

AI 혁신을 통해 개별 구성원의 업무 생산성이 향상되거나 새로운 과학적 지식과 기술을 확보하였다고 해서 경제적·사회적 가치가 자동으로 실현되는 것은 아니다. 개별 성과를 조직의 역량과 운영 성과로 전환하고, 이를 실제 사업 성과와 사회적 편익으로 연결하기 위한 체계적인 가치 실현 활동이 필요하다.

본 장에서는 이러한 가치 실현의 구조를 성과 가치사슬을 중심으로 설명하고, 성과 단절의 분석 및 해소, 경제적·사회적 가치의 산정, 투자성과의 검증 및 지속적인 혁신을 위한 실행 방법을 정립한다. 또한 Human-AI Work Redesign 방법론과 Craftem AI 혁신 OS, SyenaHub AI 혁신 생태계를 연계하여 지속적인 가치 창출 체계를 구축하는 방법을 제시한다.

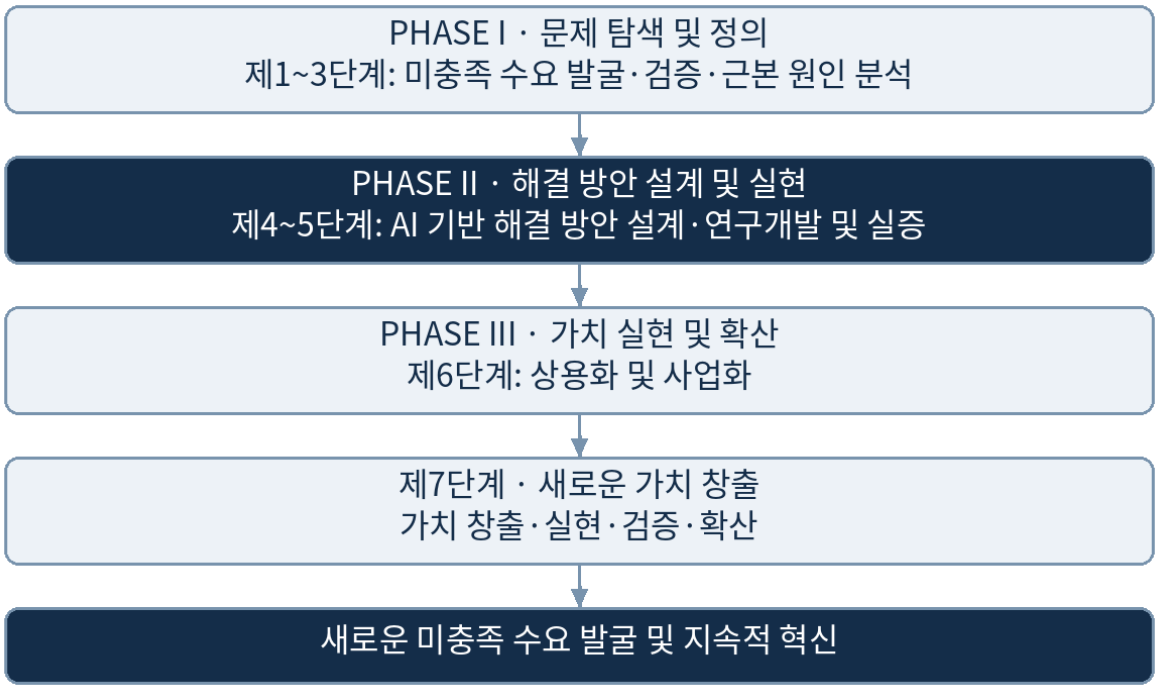


도표 11-1. 수요 주도형 AI 혁신에서 새로운 가치 창출의 위치

11.1. 새로운 가치 창출의 정의 및 목적

새로운 가치 창출의 정의

새로운 가치 창출(New Value Creation)이란 검증된 미충족 수요를 해결하기 위해 개발하고 상용화한 혁신 모델을 실제로 활용하여 개인과 조직의 역량 및 성과를 향상하고, 기존의 한계를 극복하거나 새로운 가능성을 실현함으로써 경제적·사회적 가치를 창출하고 지속적으로 확대하는 과정이다.

새로운 가치 창출은 기존 업무의 효율성을 향상하거나 기존 제품 및 서비스의 품질을 개선하는 활동뿐 아니라, 기존의 과학적·기술적·경제적 제약으로 인해 실현하지 못했던 새로운 기능과 기술, 제품, 서비스 및 비즈니스 모델을 창조하는 활동을 포함한다.

수요 주도형 AI 혁신에서 가치 창출은 최종적인 목적이면서 동시에 모든 혁신 단계의 판단 기준이다. 미충족 수요를 발굴하는 단계에서는 창출할 수 있는 잠재적 가치를 탐색하고, 수요를 검증하는 단계에서는 해당 가치의 실현 필요성을 확인한다. 근본 원인 분석과 해결 방안 설계 단계에서는 가치 창출을 저해하는 구조적 제약과 이를 극복할 수 있는 방법을 정의한다. 연구개발 및 실증과 상용화 및 사업화 단계에서는 이러한 가치의 실현 가능성을 검증하고 실제 운영 기반을 구축한다.

새로운 가치 창출 단계에서는 앞선 혁신 활동의 결과를 실제 성과 및 가치의 관점에서 종합적으로 평가한다.

성과와 가치의 구분

성과(Performance)는 특정 활동이나 혁신을 통해 달성한 결과를 의미하며, 가치(Value)는 이러한 결과가 수요자와 이해관계자에게 제공하는 실질적인 편익과 의미를 나타낸다.

예를 들어 건축설계 품질검토 업무에서 AI Agent 를 활용하여 검토 시간을 단축하거나 오류 검출률을 향상하는 것은 업무 성과에 해당한다. 그러나 이러한 업무 성과가 실제 설계 비용의 절감, 추가 프로젝트 수행, 고객 만족도 향상 및 설계 오류에 따른 손실 감소로 연결될 때 경제적 가치가 실현된다.

보건의료 분야에서도 새로운 진단 기술의 민감도와 특이도를 향상하는 것은 중요한 기술적 성과이다. 그러나 해당 기술의 임상적 유용성이 검증되고 실제 의료 환경에 적용되어 환자의 건강성과와 의료서비스 접근성을 개선할 때 사회적 가치로 전환될 수 있다.

따라서 성과의 달성과 가치의 실현은 구분하여 평가해야 한다. 기술적 성과를 확보하는 과정과 그 성과를 실제 수요자에게 전달하여 가치로 전환하는 과정에는 서로 다른 역량과 실행 조건이 필요하기 때문이다.

가치 창출과 가치 실현 및 가치 검증

가치 창출(Value Creation)은 혁신을 통해 기존에는 존재하지 않았거나 충분히 제공되지 못했던 편익을 만들어 내는 활동이다.

가치 실현(Value Realization)은 혁신을 통해 창출할 수 있는 잠재적 편익을 실제 운영 성과와 경제적·사회적 성과로 전환하는 활동이다.

가치 검증(Value Validation)은 실제 확보한 성과와 가치가 신뢰할 수 있는 증거에 기반하고 있으며 해당 혁신 활동에 의해 어느 정도 창출되었는지를 평가하는 활동이다.

가치 확산(Value Scaling)은 검증된 혁신 모델과 지식 및 기술자산을 재사용하고 적용 범위를 확대하여 더 많은 개인과 조직 및 산업현장이 가치를 실현할 수 있도록 하는 활동이다.

이러한 활동은 순차적으로만 수행되는 것이 아니다. 가치 실현과 검증 과정에서 발견한 새로운 문제는 해결 방안의 개선으로 이어질 수 있으며, 가치 확산 과정에서 새로운 미충족 수요와 혁신 기회가 발견될 수 있다.

잠재적 가치와 실제 실현된 가치

미충족 수요의 검증과 해결 방안 설계 과정에서 분석한 기대 편익은 잠재적 가치에 해당한다. 연구개발 및 실증 과정에서는 해당 가치의 실현 가능성에 대한 증거를 확보하고, 상용화 및 사업화 단계에서는 실제 운영을 통해 가치를 실현할 수 있는 기반을 구축한다.

그러나 잠재적 가치의 규모가 크거나 실증 결과가 우수하다는 이유만으로 해당 가치가 실제로 실현되었다고 판단해서는 안 된다.

잠재적 가치와 실제 실현된 가치 사이에는 기술적 완성도, 조직의 실행 역량, 고객의 도입 및 활용 수준, 경제적 지속 가능성, 제도적 조건 등 다양한 변수가 존재한다. 이러한 변수의 영향을 분석하고 가치의 실현 여부를 검증하는 것이 본 단계의 중요한 목적이다.

11.2. 기본 실행 원칙

새로운 가치 창출 단계에서는 혁신의 목적과 실제 성과 사이의 정합성을 유지하고, 경제적·사회적 가치에 대한 객관적인 증거를 확보하기 위해 다음의 실행 원칙을 적용한다.

인간 중심 가치 창출

AI 혁신은 인간의 역할을 대체하거나 기술적 효율성을 극대화하는 것 자체를 목적으로 하지 않는다. 인간의 창의적 역량과 전문성을 확장하고 개인과 조직이 더 나은 성과를 달성하며 인간의 삶의 질을 향상하는 방향으로 추진해야 한다.

따라서 업무 생산성이나 경제적 성과가 향상되었더라도 인간의 자율성, 안전성, 전문적 판단 및 성장 기회가 저하되는 경우에는 해당 혁신의 전체적인 가치를 재검토할 필요가 있다.

미충족 수요 중심

가치 평가의 출발점은 최초에 발굴하고 검증한 미충족 수요이다. 새로운 기술이나 제품이 제공하는 기능의 수와 성능의 수준보다 실제 수요자가 경험하던 문제와 제약이 얼마나 해소되었는지가 중요하다.

혁신 과정에서 최초 수요의 특성이 변화한 경우에는 그 변화의 원인을 분석하고 필요한 경우 수요 검증과 혁신 목표 설정을 다시 수행한다.

성과 가치사슬 중심

개별 구성원의 업무 성과, 과학적 연구성과 및 기술적 성과가 조직과 사업의 성과 및 사회적 편익으로 전환되는 구조를 분석한다.

특정 활동의 성과가 우수하더라도 전체 가치사슬에서 후속 성과로 연결되지 않는다면 가치 창출의 목적을 충분히 달성하기 어렵다. 따라서 개별 성과와 전체 혁신 성과의 관계를 지속적으로 관리해야 한다.

실현 가치 중심

기대 가치, 실증 성과 및 실제 실현된 가치를 구분한다.

기대 가치와 잠재적 편익은 혁신 과제의 선정 및 투자 판단에 중요한 정보이지만, 실제 가치로 인정하기 위해서는 운영 과정에서 확보한 검증 가능한 증거가 필요하다.

객관적 증거 중심

가치 평가에는 업무 실행 기록, 재무자료, 품질관리 데이터, 고객 이용 및 구매 기록, 사용자 경험과 사회적 성과 등 신뢰할 수 있는 자료를 활용한다.

정량적 측정이 어려운 가치에 대해서는 전문가 평가, 수혜자 인터뷰 및 사례 분석 등 정성적 증거를 활용할 수 있다. 이 경우 평가 방법과 판단 기준 및 한계를 명시한다.

경제적·사회적 가치의 균형

AI 혁신이 창출하는 가치는 경제적 편익에 한정되지 않는다. 인간의 역량 강화, 교육 및 의료서비스의 접근성 향상, 산업 안전, 환경적 지속 가능성 등 사회적 편익도 중요한 가치에 해당한다.

경제적 가치와 사회적 가치의 상대적 중요성은 혁신 과제의 목적과 이해관계자의 특성에 따라 결정한다.

인과적 기여 평가

혁신 전후에 발생한 성과의 변화가 모두 AI 혁신에 의해 발생하였다고 가정하지 않는다.

시장 변화, 조직의 다른 혁신 활동, 인력의 변화, 고객 수요 및 외부 환경의 영향을 고려하고 가능한 범위에서 AI 혁신의 증분 효과를 평가한다.

지속 가능성 확보

단기간에 높은 성과를 달성하더라도 해당 성과를 유지하기 위한 운영 비용과 전문인력 및 기술적 의존성이 과도하다면 지속적인 가치 창출이 어려울 수 있다.

실제 창출한 가치뿐 아니라 그 가치를 유지하고 확대하기 위한 기술적·조직적·경제적 조건을 함께 검토한다.

책임 있는 가치 창출

혁신을 통해 발생하는 긍정적인 편익과 함께 안전성, 개인정보 보호, 공정성, 연구윤리 및 부정적 외부효과를 평가한다.

경제적 편익이 크다는 이유만으로 허용할 수 없는 안전상의 위험이나 사회적 위해를 정당화하지 않는다.

순환적 혁신 및 가치 확산

검증된 혁신 성과와 축적된 지식 및 기술자산은 후속 혁신 활동의 기반으로 활용한다.

가치 실현 과정에서 발견한 새로운 미충족 수요를 다음 혁신 과제로 연결하고, 검증된 혁신 모델을 적절한 재검증을 거쳐 다른 조직 및 산업현장에 확산한다.

11.3. AI 혁신의 가치 창출 유형 및 구조

AI 혁신은 기존 업무의 생산성과 효율성을 향상하는 것부터 새로운 과학적 지식과 기술을 확보하고 새로운 제품 및 사업을 창조하는 것까지 다양한 방식으로 가치를 창출할 수 있다.

본 방법론에서는 가치 창출의 주요 원천을 효율성, 품질 및 신뢰성, 인간 및 조직 역량, 새로운 기능 및 사업 기회, 사회적 및 공공 가치의 다섯 가지 유형으로 구분한다.

이러한 분류는 제 3 장에서 정립한 업무·기술·제품·서비스·비즈니스 모델 혁신의 다섯 가지 혁신 영역과 구분된다. 혁신 영역은 무엇을 혁신하는지를 나타내며 가치 창출 유형은 해당 혁신을 통해 어떠한 편익이 발생하는지를 나타낸다.

11.3.1. 효율성 가치 창출

효율성 가치 창출은 기존 업무, 기술개발, 생산 및 서비스 제공 과정에서 필요한 시간과 비용 및 자원의 투입을 줄이거나 동일한 자원으로 더 높은 성과를 달성하는 가치 창출을 의미한다.

AI Agent 를 활용한 반복 업무의 수행, 연구문헌과 전문정보의 탐색, 데이터 분석 및 소프트웨어 개발 지원 등은 인간이 업무를 수행하는 데 필요한 시간을 줄일 수 있다. 제조 및 물류 분야에서는 수리적 최적화와 AI 기반 예측을 통해 에너지, 원재료 및 운영 자원의 활용 효율을 향상할 수 있다.

그러나 업무 시간이 단축되었다는 사실은 잠재적인 생산성 향상을 의미할 뿐, 반드시 실제 재무적 비용의 절감을 의미하지는 않는다.

기존 인력의 근무시간과 인건비가 동일하게 유지되는 상황에서는 절감된 시간을 새로운 업무에 활용하거나 추가 사업을 수행하거나 외주 및 초과근무를 줄이는 등의 활동을 통해 실질적인 경제적 가치를 실현해야 한다.

11.3.2. 품질 및 신뢰성 가치 창출

품질 및 신뢰성 가치 창출은 업무와 기술, 제품 및 서비스의 정확성, 일관성, 안정성 및 안전성을 향상하는 가치 창출을 의미한다.

기존 업무에서 발생하는 오류와 재작업을 줄이고, 전문가 개인의 경험에 따라 달라질 수 있는 품질 편차를 감소시키며, 제품 및 서비스의 신뢰성을 향상하는 활동이 이에 해당한다.

품질의 향상은 재작업 비용 감소와 고객 불만 감소, 계약 유지 및 브랜드 신뢰 향상 등의 경제적 가치로 연결될 수 있다.

특히 보건의료, 건설, 금융 및 제조 분야에서는 오류의 예방과 위험 감소가 중요한 가치를 갖는다. 다만 AI 기반 해결 방안이 새로운 유형의 오류나 위험을 발생시킬 수 있으므로 기존 위험의 감소와 신규 위험의 발생을 함께 평가해야 한다.

11.3.3. 인간 및 조직 역량 가치 창출

AI 혁신은 인간이 기존에 수행하기 어려웠던 복합적인 분석과 창의적 문제 해결 및 전문적인 업무를 수행할 수 있도록 역량을 확장할 수 있다.

인간의 역량 강화는 업무 수행 시간의 단축에 국한되지 않는다. 더 넓은 지식의 활용, 새로운 문제의 발견, 연구개발 가설의 생성, 복합적인 의사결정 및 새로운 제품과 서비스의 창조 등 인간의 가치 창출 가능성을 확장하는 데 의미가 있다.

이러한 개인의 역량이 조직의 공동 역량으로 발전하기 위해서는 전문지식과 검증된 업무 수행 방식을 데이터, 도구, 스킬 및 워크플로우 등의 재사용 가능한 자산으로 전환해야 한다.

이를 통해 특정 전문가에게 집중된 지식과 경험을 조직 전체가 활용할 수 있으며, 새로운 구성원의 학습과 업무 적응을 지원하고 조직의 지속적인 혁신 역량을 강화할 수 있다.

11.3.4. 새로운 기능 및 사업 기회 창출

새로운 기능 및 사업 기회의 창출은 기존의 과학적·기술적·경제적 제약으로 인해 실현하지 못했던 기술, 제품, 서비스 및 비즈니스 모델을 창조하는 활동이다.

AI 를 활용한 과학적 가설 탐색과 생성 설계, 수리적 모델링 및 최적화는 기존의 연구개발 방식으로 탐색하기 어려웠던 해결 가능성을 발견하는 데 기여할 수 있다.

또한 인간과 AI 의 협업을 통해 기존에는 높은 전문인력 비용으로 제공하기 어려웠던 맞춤형 서비스를 구현하거나 새로운 고객 집단의 미충족 수요를 해결할 수 있다.

이러한 혁신은 기존 사업의 생산성과 수익성을 향상하는 수준을 넘어 새로운 성장 동력과 사업 기회를 확보하는 데 중요한 역할을 한다.

다만 발견된 사업 기회와 실제 사업 성과는 구분해야 한다. 신규 제품 및 서비스의 개발 가능성과 잠재시장 규모는 실제 고객의 도입과 구매 및 수익 창출을 통해 검증되어야 한다.

11.3.5. 사회적 및 공공 가치 창출

사회적 및 공공 가치 창출은 인간의 삶의 질과 역량을 향상하고 의료, 교육, 안전, 환경 및 공공서비스의 미충족 수요를 해결하는 가치 창출을 의미한다.

이러한 가치의 일부는 의료비 절감, 사고 감소 및 공공서비스 운영 비용의 절감 등 경제적 지표로 평가할 수 있다. 그러나 인간의 존엄성, 공정한 성장 기회, 삶의 질 및 사회적 포용성 등 모든 사회적 가치를 금전적으로 환산할 수 있는 것은 아니다.

따라서 사회혁신 과제에서는 경제적 효율성뿐 아니라 수혜자의 실질적인 변화, 서비스 접근성, 사회적 형평성 및 장기적인 지속 가능성을 함께 평가해야 한다.

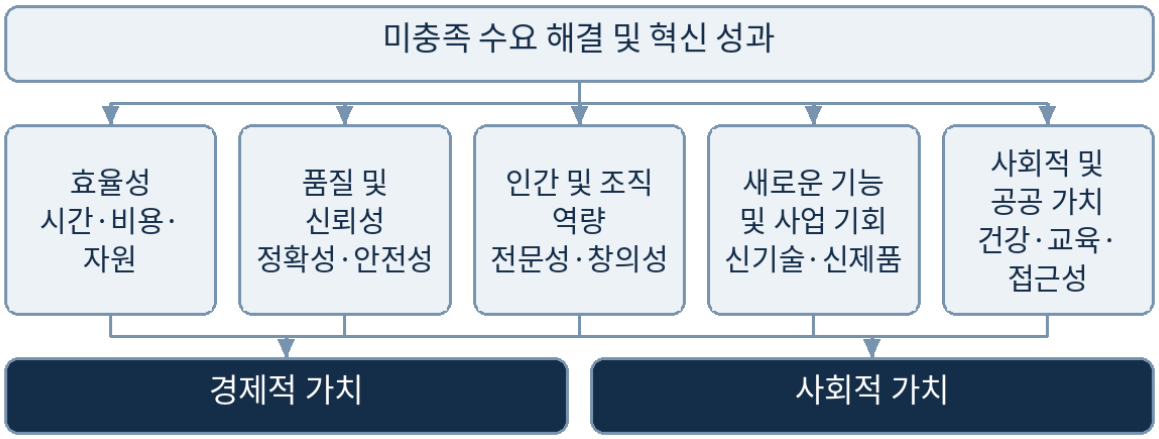


도표 11-2. 수요 주도형 AI 혁신의 5 대 가치 창출 유형

다섯 가지 가치 창출 유형은 상호 배타적이지 않다. 하나의 혁신 과제가 업무 효율성을 향상하는 동시에 인간의 전문역량과 조직의 경쟁력을 강화하고 새로운 사업 기회를 창출할 수 있다.

따라서 가치 평가에서는 복합적인 가치 창출 효과를 고려하되 동일한 편익을 서로 다른 가치 항목에 중복하여 산정하지 않도록 해야 한다.

11.4. AI 혁신의 성과 가치사슬

11.4.1. 성과 가치사슬의 정의 및 구조

성과 가치사슬(Performance Value Chain)이란 AI 혁신을 통해 창출한 개별 성과가 조직의 역량 및 운영 성과로 통합되고, 실제 사업 성과와 경제적·사회적 가치로 전환되는 일련의 연결 구조이다.

기존 AI 업무혁신 방법론에서는 인간과 AI 의 협업을 통해 확보한 개인 성과를 조직 성과로 확장하고, 이를 다시 실질적인 사업 성과로 연결하는 세 단계의 성과 가치사슬을 정립하였다.

개인 성과(Individual Performance)는 개별 구성원의 업무 생산성, 품질, 전문성, 창의적 문제 해결 능력 및 의사결정 역량의 향상을 의미한다.

조직 성과(Organizational Performance)는 개별 구성원의 성과와 전문역량이 조직의 업무 프로세스와 지식 및 운영 체계에 통합되어 조직 전체의 생산성, 품질, 협업 능력 및 혁신 역량이 향상되는 것을 의미한다.

사업 성과(Business Performance)는 조직의 역량과 운영 성과가 실제 비용 절감, 매출 증가, 수익성 향상, 고객 가치 개선 및 새로운 사업 기회로 전환되는 것을 의미한다.

수요 주도형 AI 혁신 방법론에서는 이러한 기존 성과 가치사슬의 기본 구조를 유지하면서 과학적 연구성과, 기술적 성과 및 제품과 서비스의 성과가 실제 가치로 전환되는 경로까지 분석 범위를 확장한다.

예를 들어 새로운 기능성 단백질을 설계하는 AI 기반 연구개발 과정에서 확보한 과학적 지식과 검증된 후보 기술은 개인의 업무 성과에 국한되지 않는 연구개발 성과이다. 이러한 성과가 기술이전, 제품화, 공동 사업화 및 실제 의료 환경에서의 활용으로 연결되어 경제적·사회적 가치를 창출할 수 있다.

따라서 AI 혁신의 성과 가치사슬은 모든 혁신 과제에 동일한 전환 경로를 요구하는 구조가 아니라, 과제의 특성에 적합한 가치 실현 경로를 식별하고 관리하기 위한 분석 체계로 활용한다.

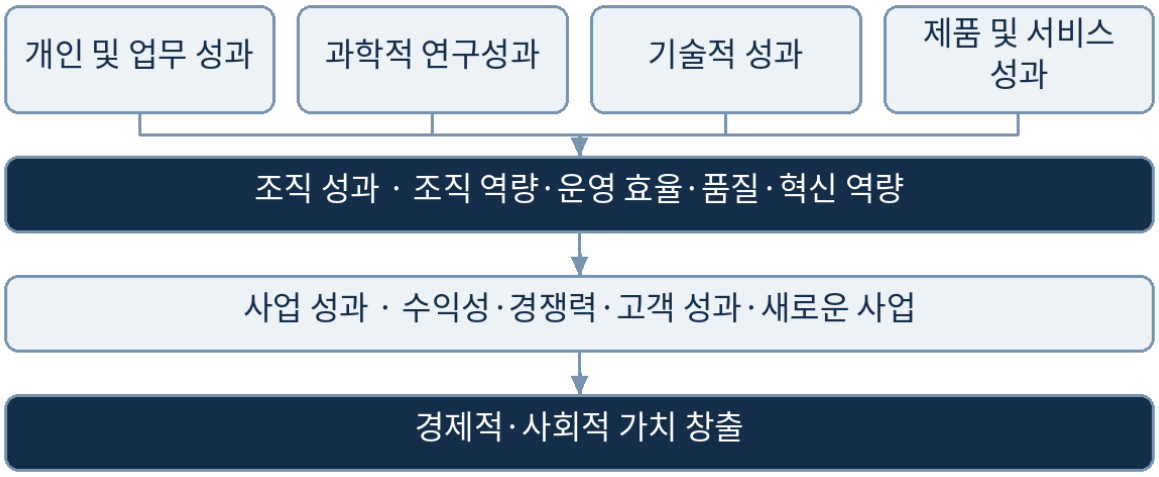


도표 11-3. AI 혁신의 확장된 성과 가치사슬

대표적인 가치 전환 경로이며 혁신 유형에 따라 직접적인 가치 실현 또는 복수의 병렬 경로가 존재할 수 있다.

11.4.2. 개인 성과에서 조직 성과로의 전환

개인이 AI 를 활용하여 업무 수행 능력을 향상하는 것은 AI 업무혁신의 중요한 출발점이다. 그러나 개인의 성과를 단순히 합산한 결과가 반드시 조직의 성과를 의미하는 것은 아니다.

조직은 여러 구성원의 역할과 책임 및 업무 수행 과정이 상호 연결된 시스템이다. 특정 구성원의 업무 생산성이 향상되더라도 해당 업무가 전체 프로세스의 병목에 해당하지 않거나 후속 업무의 처리 능력이 제한되어 있다면 조직 전체의 생산성 향상 효과는 제한적일 수 있다.

또한 AI 를 효과적으로 활용하는 구성원의 지식과 경험이 다른 구성원에게 공유되지 않는 경우 해당 성과는 개인의 역량에 의존하게 된다. 구성원의 이동이나 퇴직, 업무 변경 및 사용 기술의 변화에 따라 성과가 감소할 수 있다.

개인 성과를 조직 성과로 전환하기 위해서는 먼저 개인이 확보한 성과를 객관적으로 검증하고, 성과를 가능하게 한 업무 수행 방법과 전문지식을 분석해야 한다. 이후 Human-AI Work Redesign 방법론을 적용하여 검증된 업무 수행 방법을 조직의 표준 업무 체계로 재설계한다.

재설계한 업무는 Human-Agent Workflow Specification 으로 정의하고 실행 가능한 Workflow Resource 로 구현하여 조직 구성원이 공동으로 활용할 수 있도록 한다.

업무 실행에 필요한 전문지식, 데이터, 모델, 도구 및 스킬도 조직적으로 관리해야 한다. 이러한 자산은 특정 개인의 역량에 의존하던 업무 수행 능력을 조직이 지속적으로 활용하고 개선할 수 있는 집단적 역량으로 발전시키는 기반이 된다.

11.4.3. 조직 성과에서 사업 성과로의 전환

조직 전체의 생산성과 업무 품질이 향상되었다고 해서 실제 매출과 수익성이 자동으로 증가하는 것은 아니다.

사업 성과를 창출하기 위해서는 조직이 확보한 새로운 역량과 여유 자원을 고객의 미충족 수요 해결 및 사업 목표 달성에 활용할 수 있어야 한다.

예를 들어 건축설계사무소의 품질검토 업무가 효율화되어 연간 3,000 시간의 여유 업무 역량을 확보하였다고 가정한다. 이러한 역량이 실제 사업 성과로 전환되기 위해서는 외주 및 초과근무를 줄이거나, 추가 설계 프로젝트를 수행하거나, 기존에는 제공하기 어려웠던 새로운 설계 서비스를 개발하는 등의 사업적 실행이 필요하다.

그러나 신규 프로젝트에 대한 시장 수요가 없거나 다른 설계 업무의 처리 능력이 제한되어 있다면 확보한 여유 역량을 충분히 활용하기 어려울 수 있다.

따라서 조직 성과에서 사업 성과로의 전환은 단순한 업무혁신의 문제가 아니라 경영 전략, 자원 배분, 고객 가치제안 및 사업개발의 문제이기도 하다.

경영진은 AI 혁신을 통해 확보한 조직의 새로운 역량을 분석하고 이를 기존 사업의 경쟁력 강화 및 새로운 사업 기회 창출에 활용할 수 있는 전략을 수립해야 한다.

11.4.4. 과학적·기술적 성과에서 경제적·사회적 가치로의 전환

과학적 연구와 기술혁신은 기존 업무혁신과 다른 가치 실현 경로를 가질 수 있다.

새로운 과학적 발견과 핵심 기술 및 지식재산권은 그 자체로 연구개발의 중요한 성과이지만, 실제 경제적·사회적 가치의 규모와 실현 시점은 후속 연구개발과 활용 방식에 따라 달라진다.

과학적 연구성과는 후속 연구의 불확실성을 감소시키거나 새로운 기술개발의 기반을 제공함으로써 가치를 창출할 수 있다. 또한 검증된 핵심 기술은 기술이전과 라이선싱을 통해 직접적인 경제적 가치를 창출하거나 다른 기업과의 공동 연구개발을 통해 새로운 제품 및 서비스의 개발로 연결될 수 있다.

보건의료 혁신에서는 과학적 발견과 기술적 성과가 실제 환자의 건강성과 개선으로 연결되기까지 분석적 검증과 임상적 검증, 인허가, 의료서비스 통합 및 환자의 접근성 확보 등 다양한 조건이 필요하다.

이러한 가치 실현 조건은 과학적 발견의 중요성과 별도로 평가해야 한다.

수요 주도형 AI 혁신 방법론에서 확장된 성과 가치사슬은 과학적·기술적 성과의 가치 전환 경로를 명시하고 각 단계의 성과와 전환 조건을 검증함으로써 연구개발과 실제 가치 창출 사이의 단절을 줄이는 데 활용한다.

11.5. 새로운 가치 창출 실행 프로세스

새로운 가치 창출 단계는 제 10 장의 상용화 및 사업화 결과를 기반으로 실제 가치를 측정하고 검증하며 지속적으로 확대하기 위한 일곱 개의 세부 실행 절차로 구성한다.

이러한 실행 절차는 일회성 성과평가를 수행하기 위한 것이 아니라 조직의 실제 운영과 경영 의사결정 및 지속적인 혁신 활동을 연결하기 위한 체계이다.



도표 11-4. 새로운 가치 창출 표준 실행 프로세스

가치 측정과 개선은 상용 운영 과정에서 반복적으로 수행하며 필요에 따라 선행 혁신 단계로 환류한다.

11.5.1. 가치 창출 목표 및 측정 계획 확정

제 10 장에서 작성한 가치 창출 및 성과 검증 요구사항 명세서를 기반으로 실제 가치 평가의 대상과 범위를 확정한다.

가치 창출 목표는 최초 검증한 미충족 수요와 핵심 근본 원인 및 혁신 모델의 목적에 연결되어야 한다. 이러한 관계를 확인하기 위해 기존 성과의 기준선, 목표 성과, 연구개발 및 실증 결과, 상용 운영 결과를 검토한다.

측정 계획에는 평가 대상과 평가 기간, 성과 지표의 정의, 데이터 수집 방법, 비교 조건 및 평가 책임자를 명시한다. 경제적 가치의 평가에서는 편익과 비용이 발생하는 주체와 기간 및 평가 관점을 명확하게 구분한다.

예를 들어 AI 혁신 제품을 공급하는 기업의 경제적 가치와 해당 제품을 사용하는 고객의 경제적 가치는 서로 다른 평가 대상이다. 공급기업은 매출과 공헌이익 및 공급 비용을 중심으로 평가할 수 있으며, 수요기업은 실제 업무 성과와 비용 절감 및 사업 성과를 중심으로 평가할 수 있다.

가치 측정의 목적에 따라 선행지표와 후행지표도 구분한다. 사용자 교육 이수율, 시스템 활용률 및 업무 프로세스 적용률 등은 향후 가치 실현 가능성을 판단하는 선행지표로 활용할 수 있다. 반면 실제 비용 절감액, 증분 공헌이익 및 수혜자의 실질적인 변화 등은 실현된 가치를 평가하는 후행지표에 해당한다.

가치 측정 계획은 원칙적으로 실제 성과를 확인하기 전에 확정한다. 결과를 확인한 이후 평가 기준을 변경할 경우에는 변경 사유와 영향 및 승인 기록을 남겨 선택적 성과 보고를 방지해야 한다.

본 절차의 핵심 산출물은 **가치 창출 및 측정 계획서(Value Creation and Measurement Plan)**이다.

11.5.2. 실제 운영 성과 및 증거 확보

상용 운영 과정에서 발생한 성과 데이터를 수집하고 실제 가치 산정에 활용할 수 있는 증거를 확보한다.

업무혁신 과제에서는 Human-Agent Workflow 실행 기록, 업무 처리시간, 작업량, 오류 및 재작업 기록과 사용자 평가 등을 확보할 수 있다.

제품 및 서비스 혁신에서는 고객의 이용 기록, 계약 및 구매 기록, 고객 성과, 제품 품질 및 운영 안정성에 관한 자료를 활용한다.

과학적 연구 및 기술혁신에서는 실제 후속 연구개발에 활용한 기술과 지식의 기록, 기술이전 및 라이선싱 계약, 기술개발 비용 및 적용 성과 등의 자료를 확보한다.

공공 및 사회혁신에서는 서비스 접근성, 수혜자의 변화, 서비스 이용 과정의 형평성, 안전 및 장기적인 사회적 영향과 관련한 자료를 수집한다.

확보한 데이터는 정확성, 완전성, 대표성, 비교 가능성 및 출처의 신뢰성을 검토해야 한다. 특정 기간의 우수한 사례만 선택하거나 예상 편익을 실제 측정 결과와 혼용하지 않도록 관리한다.

본 절차의 핵심 산출물은 **실제 운영 성과 및 가치 증거 데이터(Operational Performance and Value Evidence)**이다.

11.5.3. 성과 가치사슬 분석 및 성과 전환

실제 운영 성과를 분석하여 해당 성과가 조직과 사업의 성과 및 경제적·사회적 가치로 전환되는 경로를 식별한다.

개별 업무의 생산성이 향상된 경우에는 해당 성과가 전체 업무 프로세스의 처리 능력과 품질 및 자원 활용에 어떠한 영향을 미치는지를 분석한다.

조직의 생산성이 향상되었다면 확보된 여유 역량이 비용 절감, 추가 사업 수행, 신규 서비스 개발 및 고객 가치 향상으로 연결되고 있는지를 검토한다.

과학적·기술적 성과가 확보된 경우에는 해당 성과가 후속 연구개발, 기술이전, 제품화 및 산업현장 적용으로 연결되는지를 분석한다.

성과가 후속 단계로 전환되지 못하는 경우 그 원인을 분석하고 필요한 추가 혁신 활동을 정의한다. 업무 프로세스의 변경이나 전문지식의 자산화뿐 아니라 조직 구조, 자원 배분 및 사업 전략의 변경이 필요할 수도 있다.

본 절차의 핵심 산출물은 **성과 가치사슬 및 성과 전환 분석 보고서(Performance Value Chain and Conversion Analysis Report)**이다.

11.5.4. 경제적·사회적 가치 산정

확보한 실제 운영 성과와 성과 가치사슬의 분석 결과를 기반으로 경제적·사회적 가치를 산정한다.

경제적 가치의 산정에서는 실제 비용 절감, 추가적인 공헌이익, 품질 비용 감소 및 기타 검증 가능한 경제적 편익을 식별한다.

아직 실제 재무성과로 전환되지 않은 여유 업무 역량이나 미래의 신규 사업 기회는 잠재적 가치로 별도 관리한다.

사회적 가치의 평가에서는 수혜자의 역량 향상, 삶의 질 개선, 서비스 접근성 향상, 안전 및 환경 관련 성과 등을 과제의 목적에 적합한 방법으로 평가한다.

모든 가치 항목에는 산정 근거와 평가 방법 및 적용 범위를 명시한다. 가치의 발생 주체가 서로 다르거나 가치 항목 사이에 중복이 존재하는 경우에는 평가 관점에 따라 이를 조정한다.

또한 가치 창출을 위해 발생한 투자비, 운영 비용, 조직 변화관리 비용 및 부정적인 영향도 함께 고려한다.

본 절차의 핵심 산출물은 **경제적·사회적 가치 평가서(Economic and Social Value Assessment)**이다.

11.5.5. 가치 실현 수준 및 투자성과 검증

실제 산정한 가치와 최초의 혁신 목표를 비교하여 가치 실현 수준을 평가한다.

미충족 수요 충족률(Needs Fulfillment Rate, NFR)을 활용하여 개별 성과 지표에서 목표한 격차가 얼마나 해소되었는지를 검토한다. 가치 실현율(Value Realization Rate, VRR)은 목표 가치와 실제 가치의 관계를 평가하는 데 활용한다.

투자수익률(Return on Investment, ROI)과 총소유비용(Total Cost of Ownership, TCO)을 기반으로 경제적 투자성과를 검증하고, 장기적인 가치 창출이 요구되는 과제에서는 순현재가치(NPV), 내부수익률(IRR) 및 투자회수기간 등의 지표를 추가로 활용할 수 있다.

가치 평가에서는 AI 혁신 이외의 요인이 성과에 미친 영향을 고려해야 한다. 성과의 변화와 혁신 활동 사이의 인과적 관계를 충분히 확인하기 어려운 경우에는 인과적 기여의 불확실성을 명시한다.

본 절차의 핵심 산출물은 **가치 창출 및 투자성과 검증 보고서(Value Creation and Investment Performance Validation Report)**이다.

11.5.6. 가치 창출 구조 개선 및 확산

가치 검증 결과를 기반으로 가치 실현을 저해하는 구조적 제약과 잔여 미충족 수요를 분석한다.

기술적 성능이 목표 수준에 도달하지 못한 경우에는 핵심 기술과 시스템의 개선을 검토한다. 업무 성과가 조직 성과로 연결되지 않는 경우에는 업무 프로세스와 전문지식 관리 및 조직의 활용 체계를 개선한다. 조직 성과가 사업 성과로 연결되지 않는 경우에는 자원 배분과 비즈니스 모델 및 시장 진입 전략 등을 재검토한다.

검증된 혁신 모델과 전문지식 및 기술자산은 반복적으로 활용할 수 있도록 표준화하고 적용 범위를 정의한다.

다른 조직과 산업현장으로 혁신 모델을 확산하는 경우에는 새로운 적용 환경의 수요와 데이터, 기술적 조건 및 법적 요구사항을 검토하고 필요한 추가 실증을 수행해야 한다.

본 절차의 핵심 산출물은 **가치 창출 구조 개선 및 확산 계획서(Value Creation Improvement and Scaling Plan)**이다.

11.5.7. 종합 평가 및 새로운 혁신 과제 발굴

실제 가치 창출 결과와 투자성과, 성과 가치사슬의 전환 수준, 지속 가능성 및 잔여 위험을 종합적으로 평가한다.

평가 결과에 따라 기존 혁신 모델을 지속적으로 운영하거나, 적용 범위를 확대하거나, 추가적인 개선을 수행하거나, 새로운 혁신 과제를 추진할 수 있다.

특히 최초 미충족 수요의 해결 과정에서 새롭게 발견한 과학적·기술적·업무적·경제적 제약을 분석하여 후속 혁신 과제로 발전시킨다.

새로운 혁신 과제는 기존 과제의 성공을 근거로 자동 승인하지 않고 수요의 실재성 및 중요성과 가치 창출 가능성을 다시 검증해야 한다.

본 절차의 핵심 산출물은 **새로운 가치 창출 종합 보고서(Value Creation Report)** 및 후속 혁신 과제 목록이다.

11.6. 성과 단절의 분석 및 가치 실현 구조

성과 단절(Performance Discontinuity)이란 AI 혁신을 통해 달성한 성과가 성과 가치사슬의 후속 단계로 충분히 전환되지 못하여 기대한 가치가 실현되지 않는 현상을 의미한다.

성과 단절은 AI 모델의 성능 부족이나 기술적 구현의 실패에 의해서만 발생하는 것이 아니다. AI 활용을 통해 충분한 업무 성과를 확보하였더라도 업무의 구조, 조직의 실행 체계 및 사업 전략이 변화하지 않는 경우에도 발생할 수 있다.

본 방법론에서는 기존 AI 업무혁신 성과 가치사슬의 두 가지 성과 단절 지점을 핵심 분석 대상으로 설정한다.

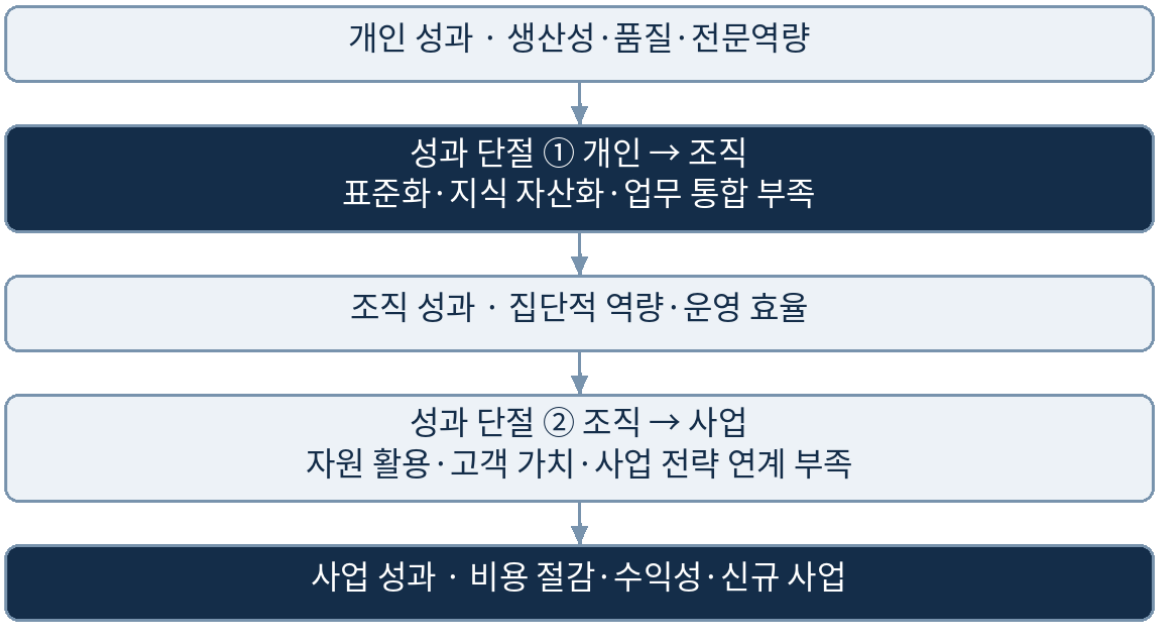


도표 11-5. AI 업무혁신 성과 가치사슬의 두 가지 성과 단절 지점

첫 번째 성과 단절: 개인 성과에서 조직 성과로의 단절

첫 번째 성과 단절은 개별 구성원이 AI 를 활용하여 업무 생산성과 전문역량을 향상하였음에도 이러한 성과가 조직의 공동 역량과 운영 성과로 충분히 전환되지 못하는 현상이다.

이러한 단절의 주요 원인 중 하나는 AI 활용이 개인의 자율적인 도구 활용 수준에 머무르는 것이다. 구성원마다 서로 다른 AI 모델과 도구 및 업무 수행 방식을 활용하면 산출물의 품질과 정확성 및 재현성을 일관되게 관리하기 어렵다.

또한 특정 구성원이 축적한 전문지식과 효과적인 업무 수행 방법이 조직의 자산으로 관리되지 않는 경우 다른 구성원이 동일한 업무를 수행하기 위해 다시 지식을 탐색하고 시행착오를 반복할 수 있다.

기존의 업무 프로세스와 AI 기반 업무 수행 방식이 통합되지 않은 경우에는 개인이 생성한 성과가 후속 업무에 원활하게 전달되지 못할 수도 있다.

이러한 문제를 해결하기 위해서는 개인의 AI 활용 능력을 높이는 교육과 함께 조직의 업무 수행 구조를 재설계해야 한다.

검증된 Human-Agent Workflow 를 조직의 표준 업무 방식으로 구현하고, 전문지식과 데이터 및 스킬을 재사용 가능한 자산으로 관리하며, 업무 수행과 검토 및 승인에 관한 책임 구조를 명확하게 정의해야 한다.

두 번째 성과 단절: 조직 성과에서 사업 성과로의 단절

두 번째 성과 단절은 조직의 생산성과 품질 및 운영 역량이 향상되었음에도 그 결과가 실제 사업의 비용 절감, 매출 증가, 수익성 향상 및 신규 사업 창출로 충분히 전환되지 못하는 현상이다.

조직이 AI 혁신을 통해 여유 업무 역량을 확보하였더라도 이를 활용할 수 있는 사업 전략과 자원 배분 체계가 없다면 생산성 향상의 경제적 편익은 제한적일 수 있다.

또한 업무 성과를 평가하는 지표와 실제 고객이 중요하게 생각하는 가치 사이에 불일치가 존재할 수 있다. 내부적으로 업무 처리량이 증가하였더라도 고객이 요구하는 품질과 납기 및 서비스의 적합성이 개선되지 않는다면 고객 가치와 사업 성과는 향상되지 않을 수 있다.

이러한 성과 단절을 해결하기 위해서는 AI 혁신 목표를 사업 목표와 연계하고, 조직이 확보한 역량을 실제 고객의 미충족 수요 해결 및 새로운 사업 기회 창출에 활용해야 한다.

경영진과 사업개발 책임자는 성과 가치사슬을 분석하여 확보된 여유 역량의 활용 방안과 사업적 전환 조건을 정의하고, 실제 성과의 발생 여부를 검증해야 한다.

과학적·기술적 혁신에서의 가치 실현 단절

과학적 연구 및 기술혁신에서도 연구성과가 후속 연구개발과 실제 제품 및 서비스의 활용으로 이어지지 못하는 가치 실현 단절이 발생할 수 있다.

과학적 가설이 충분히 검증되지 않았거나 핵심 기술의 성능이 실제 사용 환경에서 유지되지 못하거나, 필요한 제조 및 공급 역량과 관련 인허가 조건이 확보되지 않는 경우가 이에 해당한다.

또한 기술 자체의 성능은 우수하지만 수요자의 실제 사용 조건이나 경제적 제약을 충족하지 못하여 시장 도입으로 연결되지 못할 수도 있다.

이러한 단절은 제 8 장의 해결 방안 설계, 제 9 장의 연구개발 및 실증, 제 10 장의 상용화 및 사업화 과정과 연계하여 분석해야 한다.

이는 기존 AI 업무혁신의 두 가지 성과 단절 지점을 변경하는 것이 아니라, 다양한 혁신 영역에서 발생할 수 있는 가치 실현의 제약을 분석하기 위해 방법론의 적용 범위를 확장하는 것이다.

성과 단절의 진단 및 해소

성과 단절을 효과적으로 해소하기 위해서는 먼저 성과 가치사슬의 각 단계에서 실제로 달성한 성과와 다음 단계의 기대 성과를 확인해야 한다.

이후 성과 전환에 필요한 조건과 현재 확보된 조건 사이의 차이를 분석한다. 이러한 차이는 기술, 데이터, 업무, 인적 역량, 조직, 경제 및 제도적 제약 등 다양한 형태로 나타날 수 있다.

근본적인 구조적 문제가 발견된 경우에는 제 7 장의 근본 원인 분석 방법론을 적용하여 성과 단절의 원인과 해결 제약을 분석한다.

성과 단절을 해소하기 위한 추가적인 해결 방안은 기존 혁신 과제의 개선 활동으로 추진하거나 별도의 새로운 미충족 수요로 정의하여 후속 혁신 과제로 추진할 수 있다.

11.7. 경제적 가치 창출 및 실현 방법

경제적 가치 창출은 AI 혁신의 성과가 자원의 효율적인 활용, 비용 절감, 수익성 향상 및 새로운 사업 기회의 실현 등 경제적으로 의미 있는 편익으로 전환되는 활동이다.

경제적 가치의 평가에서는 편익이 발생하는 주체와 평가 기간 및 비용의 범위를 명확하게 설정해야 한다. 동일한 혁신 활동이라도 기술개발 기업, 제품 및 서비스 공급기업, 수요기업 및 최종 사용자가 확보하는 경제적 가치는 서로 다를 수 있기 때문이다.

11.7.1. 비용 절감 및 생산성 향상을 통한 가치 창출

AI 혁신을 통한 비용 절감은 기존 업무와 생산 및 운영 과정에서 발생하던 비용을 감소시키는 경제적 가치 창출 방식이다.

업무 수행 과정에서 AI Agent 를 활용하여 반복적인 정보 탐색, 데이터 처리, 분석 및 문서 작성 등에 필요한 시간을 줄일 수 있다. 과학적 연구와 기술개발에서는 연구 후보의 탐색 및 평가 과정의 효율화를 통해 연구개발에 필요한 시간과 자원을 절감할 가능성이 있다.

이러한 생산성 향상이 실제 경제적 가치로 전환되기 위해서는 절감된 시간과 자원이 어떻게 활용되었는지를 분석해야 한다.

업무 처리시간의 절감량은 다음과 같이 산정할 수 있다.

여기서 ΔH 는 시간 절감량, H_B 는 기존의 단위 업무당 평균 소요시간, H_A 는 혁신 이후의 단위 업무당 평균 소요시간, Q 는 비교 가능한 조건에서 수행한 업무의 수량을 의미한다.

산정한 시간 절감량에 시간당 업무 비용을 곱하면 잠재적 생산성 가치를 추정할 수 있다.

여기서 V_P 는 시간 절감에 따른 잠재적 환산 가치이고, C_H 는 시간당 업무 비용 또는 목적에 따라 설정한 환산 단가이다.

다만 이러한 산식으로 계산한 값은 실제 회계상 비용 절감액과 구분해야 한다. 고정급 인력의 업무 시간이 단축되었지만 기존 인건비가 유지된다면 해당 금액은 실제 인건비 절감액으로 인정할 수 없다.

실제 비용 절감액은 초과근무비 감소, 외주비 절감, 소모성 자원 사용량 감소 및 기타 회피 가능한 비용의 실제 감소를 기반으로 산정한다.

한편 절감된 업무 시간을 활용하여 신규 프로젝트를 수행하거나 추가 제품과 서비스를 공급한 경우에는 이를 통해 확보한 증분 공헌이익을 별도의 경제적 편익으로 평가할 수 있다.

따라서 생산성 향상의 가치 실현을 위해서는 기술적 성능의 개선과 함께 조직의 자원 활용 및 사업 전략을 재설계해야 한다.

11.7.2. 품질 향상 및 위험 감소를 통한 가치 창출

품질 향상은 업무 및 제품과 서비스의 오류와 불량 및 재작업을 감소시켜 실제 경제적 편익을 창출할 수 있다.

설계 오류의 조기 발견은 후속 설계 변경 및 시공 과정에서 발생할 수 있는 재작업을 줄일 수 있으며, 제조공정의 품질 개선은 불량 제품의 생산과 폐기 및 고객 반품에 따른 비용을 감소시킬 수 있다.

AI 혁신을 통해 실제 감소한 품질 비용을 평가할 때에는 비교 기간의 업무량과 제품 구성 및 난이도 등의 차이를 고려해야 한다.

위험 감소의 가치는 위험 사건의 발생 확률과 발생 시 손실 규모를 기반으로 기대손실(Expected Loss)을 산정하여 분석할 수 있다.

여기서 p_i 는 위험 사건 i 의 발생 확률이며, L_i 는 해당 사건이 발생했을 경우의 손실 규모이다.

혁신 전후의 기대손실 차이는 다음과 같이 표현할 수 있다.

여기서 V_R 은 위험 감소에 따른 기대 편익이며, EL_B 와 EL_A 는 각각 혁신 이전과 이후의 기대손실이다.

예를 들어 특정 품질 오류에 따른 연간 기대손실이 5,000 만원에서 2,000 만원으로 감소할 것으로 추정된다면 위험 감소에 따른 기대 편익은 연간 3,000 만원이다.

그러나 이러한 값은 확률과 손실 규모에 대한 가정에 기반한 추정치이다. 실제 비용이 3,000 만원 절감되었다는 의미는 아니다.

위험 사건 간 손실의 중복 가능성, 발생 확률의 추정 오차 및 AI 혁신으로 새롭게 발생하는 위험을 함께 고려해야 한다. 실제 손실 감소와 추정된 위험 감소 편익은 별도로 관리하며 불확실성이 높은 경우 복수의 시나리오와 민감도 분석을 적용한다.

11.7.3. 매출 증가 및 수익성 향상을 통한 가치 창출

AI 혁신은 기존 제품 및 서비스의 경쟁력을 향상하고 새로운 고객 수요를 충족함으로써 매출 및 수익성의 증가로 연결될 수 있다.

업무혁신을 통해 기존 인력과 자원으로 더 많은 프로젝트를 수행하거나, 기술혁신을 통해 기존에는 제공할 수 없었던 기능과 품질을 확보하거나, 서비스혁신을 통해 새로운 고객 집단에 접근하는 것이 대표적인 가치 실현 경로이다.

경제적 가치의 평가에서는 매출 증가액과 이익 증가액을 구분해야 한다.

추가 매출을 창출하기 위해 생산, 서비스 제공, 모델 및 도구의 실행, 영업 및 고객지원 등의 비용이 추가로 발생할 수 있기 때문이다.

증분 공헌이익은 다음과 같이 산정할 수 있다.

여기서 ΔR 은 혁신 활동에 귀속할 수 있는 증분 매출액이고, ΔVC 는 해당 매출의 발생에 필요한 증분 변동비이다.

추가적인 고정비와 연구개발비 및 초기 투자비가 발생하는 경우에는 해당 비용을 전체 투자성과 평가에 반영해야 한다.

또한 기존 사업의 매출이 증가하였더라도 시장의 성장과 가격 변화, 다른 영업 활동 및 외부 경제환경 등의 영향이 존재할 수 있으므로 모든 매출 증가분을 AI 혁신에 귀속해서는 안 된다.

경제적 가치의 검증에서는 실제 계약, 매출 인식 및 현금 유입을 구분하고 과제의 목적에 적합한 재무적 기준을 일관되게 적용한다.

11.7.4. 새로운 사업 및 무형자산 가치 창출

AI 혁신의 경제적 가치는 기존 업무와 사업의 개선에 한정되지 않는다. 새로운 과학적 지식과 기술, 제품과 서비스 및 비즈니스 모델을 개발하여 기존에는 존재하지 않았던 사업 기회를 창출할 수 있다.

새로운 사업의 가치 실현은 연구개발 및 실증의 성공뿐 아니라 실제 시장의 수요, 제품화 및 공급 역량, 경쟁 환경, 고객의 구매 및 지속적인 이용에 따라 결정된다.

따라서 신규 사업의 잠재시장 규모와 사업계획상의 예상 수익은 실제 사업성과와 구분하여 평가해야 한다.

AI 혁신은 과학적 지식, 기술적 노하우, 검증된 데이터, 전문 스킬, Human-Agent Workflow, 소프트웨어 및 지식재산권과 같은 무형의 혁신 자산도 창출할 수 있다.

이러한 자산은 후속 혁신 과정에서 연구개발 및 구현 비용을 줄이고 새로운 고객과 산업현장에 적용할 수 있는 기반을 제공한다.

다만 혁신 자산의 전략적 가치와 회계상 인식 가능한 무형자산 가치는 서로 다르다. 지식과 기술의 잠재적 활용 가능성이 크다는 이유만으로 해당 자산에 임의의 금액을 부여하여 실제 경제적 편익에 포함해서는 안 된다.

혁신 자산의 가치는 후속 연구 및 업무에서의 실제 재사용 성과, 기술이전 및 라이선싱 수익, 비용 절감 및 새로운 사업 창출에 대한 기여 등을 통해 단계적으로 검증할 수 있다.

경제적 가치 유형	주요 가치 창출 원천	대표 평가 지표
비용 절감	업무·생산·운영 효율화	실제 비용 감소액
생산성 향상	단위 시간당 성과 증가	추가 처리량·확보된 업무 역량
품질 향상	오류·불량·재작업 감소	품질 비용 감소액
위험 감소	사고·장애·손실 가능성 감소	기대손실 감소액
수익성 향상	고객 가치·매출 개선	증분 공헌이익
신규 사업 창출	새로운 기술·제품·서비스	실제 매출 및 증분 현금흐름
무형자산 확보	지식·기술·데이터·AI Resource	재사용 및 활용 성과

도표 11-6. AI 혁신의 주요 경제적 가치 창출 원천 및 평가 지표

11.8. 사회적 가치 창출 및 실현 방법

수요 주도형 AI 혁신은 개인과 조직 및 산업현장의 경제적 성과뿐 아니라 인간의 역량과 삶의 질 및 사회적 문제의 해결을 중요한 가치 창출의 목적으로 설정한다.

사회적 가치는 기업의 직접적인 재무성과와 다른 평가 관점이 필요할 수 있다. 혁신을 통해 편익을 제공받는 사람과 해당 혁신의 비용을 부담하는 주체가 서로 다를 수 있으며, 가치의 실현에 장기간의 관찰이 필요한 경우도 있기 때문이다.

11.8.1. 인간의 역량 및 삶의 질 향상

AI 혁신은 인간이 보유한 지식과 전문성 및 창의적 역량을 확장하여 기존에는 수행하기 어려웠던 업무와 연구 및 창작 활동을 수행할 수 있도록 지원할 수 있다.

이러한 역량의 확장은 개인이 더 높은 수준의 문제 해결 능력을 확보하고 새로운 업무 및 경력 성장 기회를 창출할 수 있도록 하는 중요한 사회적 가치이다.

인간의 역량 향상을 평가할 때에는 AI 도구의 사용 횟수나 교육 프로그램의 이수 여부보다 실제 업무 및 문제 해결 능력의 변화를 중심으로 평가해야 한다.

예를 들어 AI 기반 실무교육에 참여한 학생의 역량 향상을 평가하는 경우 학습 활동의 참여도와 함께 실제 산업 문제의 정의 능력, 해결 방안 설계 능력, AI 와의 협업 및 결과 검증 능력을 평가할 수 있다.

또한 AI 의 활용을 통해 과도한 반복 업무와 위험한 작업이 감소하고 인간이 더 높은 수준의 창의적 활동에 집중할 수 있게 되는 경우 업무 환경과 삶의 질의 개선으로 연결될 수 있다.

반면 AI 에 대한 과도한 의존으로 인해 인간의 전문적 판단 능력과 자율성이 저하되거나 업무 부담이 다른 형태로 증가하는 경우에는 이러한 부정적 효과도 함께 평가해야 한다.

11.8.2. 산업 및 사회적 문제 해결

AI 혁신은 전문인력 부족, 고령화, 의료 및 교육서비스의 접근성 제약, 산업 안전 및 환경 문제 등 다양한 사회적 미충족 수요를 해결하는 데 활용될 수 있다.

사회적 가치의 실현 과정을 평가하기 위해서는 투입(Input), 활동(Activity), 산출물(Output), 성과(Outcome) 및 사회적 영향(Impact)을 구분해야 한다.

투입은 연구비, 전문인력, 데이터, 기술, AI Resource 및 연구시설 등 혁신 활동에 활용한 자원을 의미한다. 활동은 이러한 자원을 활용하여 수행한 연구개발, 교육, 서비스 제공 및 업무혁신 등을 의미한다.

산출물은 개발한 기술과 제품 및 서비스, 교육 참여 인원, 연구보고서 및 프로젝트 결과물 등 활동을 통해 직접적으로 생산한 결과이다.

성과는 산출물의 활용을 통해 수혜자와 조직에 발생한 실질적인 변화를 의미한다. 사회적 영향은 이러한 변화가 장기간에 걸쳐 산업 및 사회 전체에 미치는 효과를 의미한다.

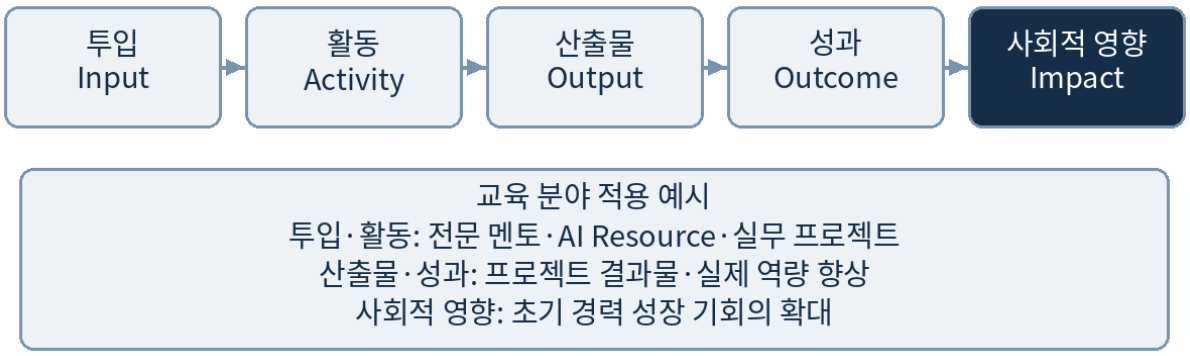


도표 11-7. AI 혁신의 사회적 가치 창출 및 영향 평가 구조

단계 간 인과적 연결은 실제 평가를 통해 확인하며, 산출물의 증가를 장기적 사회성과와 동일시하지 않는다.

예를 들어 의료 분야에서 새로운 진단 기술을 개발한 것은 연구개발 산출물이며, 해당 기술의 검증을 통해 적절한 대상 환자군에서 진단 성능이 향상된 것은 기술적 또는 임상적 성과에 해당한다.

그러나 환자의 건강성과 개선과 의료서비스 접근성 향상 및 사회 전체의 의료적 부담 감소는 실제 의료 환경에서의 적용 결과와 장기적인 관찰을 통해 별도로 검증해야 한다.

11.8.3. 사회적 가치 평가 및 지속 가능성

사회적 가치의 평가에서는 정량적 측정이 가능한 지표와 정성적 평가가 필요한 지표를 적절하게 결합한다.

의료서비스 접근성은 이용 가능한 환자의 범위와 서비스 이용에 필요한 비용 및 시간 등을 통해 평가할 수 있다. 교육 분야에서는 참여자의 실제 역량 변화와 교육 및 실무 기회에 대한 접근성 및 장기적인 경력 성장을 평가할 수 있다.

사회적 가치의 실현 경로를 설명하기 위해 변화이론(Theory of Change)을 활용할 수 있다. 변화이론은 특정 혁신 활동이 어떠한 조건과 인과적 경로를 통해 기대하는 사회적 변화를 발생시킬 수 있는지를 체계적으로 설명하는 접근이다.

사회적 투자수익률(Social Return on Investment, SROI)은 사회적 편익을 가능한 범위에서 금전적으로 환산하여 투자와의 관계를 평가하는 방법으로 활용할 수 있다.

여기서 PV(SV)는 평가 범위에 포함한 순사회적 편익의 현재가치이며, PV(I)는 사회적 가치 창출에 투입한 자원의 현재가치를 의미한다.

SROI 를 산정하는 경우에는 혁신 활동이 없었더라도 발생했을 성과, 다른 기관과 활동의 기여, 편익의 대체효과 및 시간의 경과에 따른 효과의 감소 등을 고려해야 한다.

사회적 편익의 금전적 환산에는 불확실성과 가치 판단이 수반될 수 있으므로 사용한 환산 기준과 가정 및 한계를 공개한다.

특히 경제적 편익의 총합이 높더라도 특정 수혜자 집단의 접근성이 악화되거나 불평등과 안전상의 위험이 증가할 수 있다. 따라서 사회적 가치의 평가는 전체적인 편익과 함께 가치의 배분 및 부정적 영향과 지속 가능성을 고려해야 한다.

11.9. 가치 창출 및 투자성과 측정 모델

가치 창출의 성과를 객관적으로 검증하기 위해서는 최초 미충족 수요의 충족 수준, 목표 가치의 실현 수준, 투자 대비 경제적 성과 및 종합적인 가치 창출 수준을 구분하여 평가해야 한다.

본 방법론에서는 이를 위해 미충족 수요 충족률(NFR), 가치 실현율(VRR), 투자수익률(ROI) 및 가치 창출 종합 평가 점수(VCS)를 활용한다.

각 지표는 서로 다른 평가 목적과 분석 범위를 가지므로 하나의 지표만으로 혁신의 전체적인 성공 여부를 판단하지 않는다.

11.9.1. 미충족 수요 충족률(NFR)

미충족 수요 충족률(Needs Fulfillment Rate, NFR)은 기존 성과와 목표 성과 사이에 존재하던 격차가 실제 혁신 성과를 통해 어느 정도 해소되었는지를 평가하는 지표이다.

여기서 B 는 기존 성과의 기준선(Baseline), T 는 목표 성과(Target), A 는 실제 운영 성과(Actual)를 의미한다.

이 산식은 성과 지표가 높을수록 좋은 경우와 낮을수록 좋은 경우 모두 적용할 수 있다. 다만 기준선과 목표가 동일한 경우에는 분모가 0 이 되므로 적용할 수 없다.

NFR 이 100%이면 해당 지표에서 목표한 격차가 완전히 해소된 상태를 의미한다. 100%를 초과하면 목표를 초과 달성한 것이며, 0%보다 낮으면 실제 성과가 기존 기준선보다 악화되었음을 의미한다.

제 9 장과 제 10 장에서 다룬 건축설계 품질검토의 가상 사례를 적용하면 기존 검토 시간은 40 시간, 목표 검토 시간은 8 시간, 상용 운영에서 측정한 검토 시간은 10 시간이다.

따라서 상용 운영 단계의 미충족 수요 충족률은 다음과 같다.

기존 업무 대비 검토 시간의 감소율은 다음과 같다.

이처럼 기존 대비 업무 시간의 감소율과 미충족 수요 충족률은 서로 다른 지표이다.

NFR 은 개별 지표의 목표 격차 해소 수준을 나타내므로 검토 시간의 NFR 이 93.75%라는 사실만으로 전체 품질검토 수요의 93.75%가 충족되었다고 판단해서는 안 된다.

검토 시간과 함께 오류 검출률, 오탐률, 검토 범위, 검토 품질 및 안전과 관련한 필수 조건을 검토해야 한다.

11.9.2. 가치 실현율(VRR)

가치 실현율(Value Realization Rate, VRR)은 혁신 과제에서 설정한 목표 가치와 실제 검증된 가치의 관계를 평가하기 위한 지표이다.

여기서 V_actual 은 실제 실현된 가치이며, V_target 은 동일한 평가 기간과 평가 범위에서 설정한 목표 가치이다.

예를 들어 연간 목표 총편익을 2 억원으로 설정한 혁신 과제에서 실제로 검증한 연간 총편익이 1 억 5,000 만원이라면 가치 실현율은 75%이다.

가치 실현율을 산정하기 위해서는 목표 가치가 양수이어야 하며 목표와 실제 가치의 평가 기간, 산정 단위 및 가치 산정 기준이 동일해야 한다.

목표 총편익과 실제 순편익을 비교하거나 연간 목표 가치와 여러 해에 걸친 누적 가치를 비교해서는 안 된다.

경제적 가치와 사회적 가치를 함께 평가하는 경우에도 서로 다른 단위의 가치 항목을 임의로 합산하지 않고 각 가치 항목의 실현 수준을 별도로 평가하는 것을 원칙으로 한다.

NFR 은 성과 지표의 목표 격차 해소 수준을 나타내며 VRR 은 목표로 설정한 가치의 실제 실현 수준을 나타낸다. 따라서 기술적·업무적 성과의 NFR 이 높더라도 성과 가치사슬에서 단절이 발생하면 경제적 가치의 VRR 은 낮게 나타날 수 있다.

11.9.3. 투자수익률 및 재무적 가치 평가

AI 혁신의 투자성과를 검증하기 위해서는 혁신을 통해 발생한 증분 경제적 편익과 해당 편익을 실현하는 데 투입한 전체 비용을 함께 분석해야 한다.

총소유비용(TCO)

총소유비용(Total Cost of Ownership)은 혁신 모델의 개발과 구축 및 운영과 유지관리에 필요한 전체 비용을 의미한다.

AI 혁신 프로젝트의 총소유비용에는 수요 발굴과 검증 및 해결 방안 설계 비용, 연구개발 및 실증 비용, 초기 구축비, AI 모델과 데이터 및 도구 사용 비용, 운영 인력 비용, 교육 및 변화관리 비용, 유지보수 및 시스템 개선 비용 등이 포함될 수 있다.

총소유비용을 산정하는 기본 구조는 다음과 같다.

여기서 C_0 는 초기 투자비, C_t 는 기간별 운영 및 유지관리 비용이며, C_E 는 평가 기간에 포함되는 종료 및 전환 관련 비용이다.

장기간에 걸친 비용을 현재가치 기준으로 평가할 필요가 있는 경우에는 기간별 비용에 적절한 할인율을 적용한다.

투자성과를 평가하는 목적에 따라 기존 운영에서도 발생하는 비용과 AI 혁신으로 인해 추가적으로 발생한 비용을 구분해야 한다.

투자수익률(ROI)

투자수익률(Return on Investment)은 혁신 활동에 투입한 비용 대비 실제로 확보한 순편익의 수준을 나타내는 지표이다.

여기서 B 는 평가 기간 동안 혁신을 통해 발생한 경제적 총편익이며, C 는 동일한 분석 범위에 포함한 전체 관련 비용이다.

편익에는 실제 비용 절감액과 증분 공헌이익 및 기타 검증 가능한 경제적 편익을 포함할 수 있다.

이때 증분 공헌이익의 산정 과정에서 이미 차감한 공급 비용을 전체 비용에 다시 포함하는 등의 중복 차감을 방지해야 한다.

ROI 는 비용이 양수인 경우에 산정할 수 있으며, 평가 기간과 편익의 인정 기준 및 비용의 범위를 명시해야 한다.

순현재가치(NPV)

순현재가치(Net Present Value)는 장기간에 걸쳐 발생하는 증분 순현금흐름을 현재가치로 환산하고 초기 투자비를 차감하여 투자성과를 평가하는 지표이다.

여기서 I_0 는 초기 투자비, CF_t 는 기간 t 의 증분 순현금흐름, r 은 할인율, n 은 분석 기간이다.

NPV 의 활용은 연구개발 기간이 길거나 초기 투자 이후 여러 해에 걸쳐 경제적 편익이 발생하는 기술 및 제품혁신 과제에 적합하다.

할인율은 자본 비용과 평가 관점 및 위험 수준 등을 고려하여 설정하며, 현금흐름의 명목·실질 기준과 할인율의 기준을 일관되게 적용해야 한다.

내부수익률(IRR)

내부수익률(Internal Rate of Return)은 투자안의 순현재가치가 0 이 되는 할인율을 의미한다.

IRR 은 투자성과를 수익률의 형태로 비교하는 데 활용할 수 있다.

그러나 순현금흐름의 부호가 여러 차례 변경되는 경우 복수의 내부수익률이 존재하거나 적절한 내부수익률을 구하기 어려울 수 있다.

또한 투자 규모와 기간이 서로 다른 과제에서는 높은 IRR 이 반드시 더 큰 경제적 가치를 의미하지 않으므로 NPV 와 함께 검토한다.

투자회수기간

투자회수기간(Payback Period)은 초기 투자비를 이후의 누적 증분 순현금흐름으로 회수하는 데 필요한 기간을 의미한다.

투자회수기간은 혁신 프로젝트의 유동성과 투자금 회수 위험을 평가하는 데 유용하지만, 회수 이후에 발생하는 현금흐름을 충분히 반영하지 못할 수 있다.

따라서 단기적인 투자금 회수 가능성과 장기적인 경제적 가치 창출을 함께 평가하기 위해 ROI, NPV 및 투자회수기간을 종합적으로 활용한다.

경제적 가치 및 투자성과 산정 예시

설명용 가상 AI 혁신 프로젝트의 초기 연구개발 및 구축비가 1 억원이고, 첫해의 운영 및 유지관리 비용이 4,000 만원이라고 가정한다.

해당 프로젝트의 목표 연간 총편익은 2 억원이며, 실제 운영 결과를 통해 검증한 첫해 총편익은 1 억 8,000 만원이다.

평가 항목	산정 기준	금액 및 결과
초기 연구개발 및 구축비	가상 투자비	10,000 만원
연간 운영 및 유지관리비	가상 운영비	4,000 만원
첫해 전체 비용	초기 투자비 + 운영비	14,000 만원
목표 연간 총편익	사전 설정 목표	20,000 만원
실제 연간 총편익	가상 검증 결과	18,000 만원
첫해 순편익	실제 총편익 − 전체 비용	4,000 만원
가치 실현율(VRR)	18,000 ÷ 20,000 × 100	90%
투자수익률(ROI)	4,000 ÷ 14,000 × 100	28.57%

도표 11-8. AI 혁신의 경제적 가치 및 투자성과 산정 예시

위 예시는 초기 투자비를 첫해의 평가 비용에 전액 반영하고 편익과 비용 간 중복 산정이 없다고 가정한 단순한 투자성과 분석 모델이다.

이 예에서 목표 가치의 90%를 실현하였더라도 전체 투자비와 운영 비용을 고려한 첫해의 ROI 는 약 28.57%이다.

이는 목표 가치의 실현율과 투자수익률이 서로 다른 경제적 의미를 가진다는 것을 보여준다.

실제 투자성과를 평가하는 경우에는 편익과 비용의 발생 시점, 초기 투자비의 처리 기준, 현금흐름, 할인율 및 가치 실현의 지속 가능성을 추가로 검토해야 한다.

11.9.4. 가치 창출 종합 평가 모델(VCS)

수요 주도형 AI 혁신은 경제적 가치뿐 아니라 인간의 역량 강화, 사회적 가치, 새로운 기술과 사업 기회의 창출 및 지속 가능성을 포괄한다.

따라서 ROI 와 같은 단일 재무지표만으로 전체 혁신 성과를 평가하기 어렵다.

본 방법론에서는 새로운 가치 창출의 여러 평가 관점을 종합적으로 검토하기 위한 가치 창출 성과 점수(Value Creation Score, VCS)를 제안한다.

평가 영역	주요 평가 내용	제안 가중치
미충족 수요 충족	최초 수요 및 혁신 목표의 실제 달성	20%
성과 가치사슬 전환	개별 성과의 조직 및 사업 성과 전환	15%
경제적 가치 실현	실제 경제적 편익 및 투자성과	25%
인간 및 사회적 가치	역량·삶의 질·사회적 편익 향상	15%
새로운 가치 창출	신규 기능·기술·제품·사업 기회	10%
지속 가능성 및 가치 확산	지속 운영·자산화·재사용·확산	15%
합계		100%

도표 11-9. 새로운 가치 창출의 6 대 종합 평가 영역 및 가중치

VCS 의 산정 방법은 다음과 같다.

여기서 w_i 는 평가 영역별 가중치이며, s_i 는 사전에 정의한 평가 기준에 따라 부여한 1~5 점의 평가 점수이다.

모든 평가 영역에 점수가 부여된 경우 VCS 의 산정 범위는 20~100 점이다.

평가 점수는 성과 측정 이전에 설정한 기준과 실제 확보한 검증 증거를 기반으로 부여한다. 예를 들어 1 점은 최소 수용 기준에 미달하고 2 점은 제한적인 성과가 확인된 상태, 3 점은 사전에 정의한 수용 기준을 충족한 상태, 4 점은 주요 목표를 충족한 상태, 5 점은 목표를 충실히 달성하거나 초과하고 이를 뒷받침하는 충분한 증거가 확보된 상태로 정의할 수 있다.

다만 이러한 일반적인 설명을 각 평가 영역의 구체적인 성과 지표와 검증 조건으로 전환해야 한다. 경제적 가치 영역과 사회적 가치 영역에 동일한 수치 기준을 기계적으로 적용하지 않는다.

가령 설명용 가상 프로젝트에서 여섯 개의 평가 영역에 각각 4 점, 4 점, 3 점, 4 점, 3 점, 4 점을 부여한 경우 다음과 같이 산정된다.

이 경우 VCS 는 73 점이다. 해당 점수는 혁신의 성공 확률이나 실제 경제적 가치의 금액을 의미하지 않는다.

VCS 는 평가 관점 간의 균형과 추가 개선이 필요한 영역을 파악하고 경영 의사결정을 지원하기 위한 자체 방법론적 평가 모델이다.

근거가 부족한 항목은 낮은 점수로 임의 처리하기보다 미평가 상태로 관리한다. 핵심 평가 영역이 미평가 상태인 경우에는 확정적인 종합 점수를 제시하지 않는다.

또한 산업별 혁신 과제의 목적에 따라 가중치를 조정할 수 있다. 공공 및 사회혁신형 과제에서는 인간 및 사회적 가치의 가중치를 높일 수 있으며, 조직 내부 운영 혁신에서는 경제적 가치와 성과 가치사슬 전환의 중요도를 높일 수 있다.

가중치의 조정은 성과 평가 이전에 수행하고 조정 사유 및 적용 기준을 기록한다.

안전성, 법적 준수, 연구윤리 및 허용할 수 없는 사회적 위해는 VCS 와 별도의 필수 통과 조건으로 관리한다. 특정 평가 영역에서 높은 점수를 확보하였더라도 이러한 필수 조건의 미충족을 상쇄할 수 없다.

11.10. 가치 검증 및 인과적 기여 평가

가치 측정과 가치 검증은 서로 밀접하게 연관되어 있지만 동일한 활동은 아니다.

가치 측정은 혁신 전후에 발생한 성과의 변화와 경제적·사회적 편익 및 비용을 측정하는 활동이다. 가치 검증은 측정한 결과가 객관적이고 신뢰할 수 있는 증거에 기반하며 실제 혁신 활동과 어떠한 관계를 가지는지를 확인하는 활동이다.

AI 혁신의 투자성과를 평가하기 위해서는 단순히 도입 이후 발생한 성과의 변화뿐 아니라 해당 혁신의 인과적 기여를 검토해야 한다.

반사실적 성과의 정의 및 활용

특정 혁신 활동의 효과를 평가하기 위해서는 해당 혁신을 수행하였을 경우의 성과와 수행하지 않았을 경우의 성과를 비교해야 한다.

혁신을 수행하지 않았을 경우 발생하였을 것으로 예상되는 성과를 반사실적 성과(Counterfactual Performance)라고 한다.

AI 혁신의 증분 효과는 개념적으로 다음과 같이 표현할 수 있다.

여기서 Y_observed 는 AI 혁신을 적용한 이후 실제로 관측된 성과이며, Y_counterfactual 은 AI 혁신이 없었을 경우 발생하였을 것으로 추정하는 성과이다.

동일한 조직과 업무에 대하여 동일한 시점의 혁신 적용 상태와 미적용 상태를 동시에 관찰하기는 어렵다. 따라서 적절한 비교 집단과 과거 성과 추세 및 실험이나 준실험 설계를 활용하여 반사실적 성과를 추정해야 한다.

예를 들어 기업의 연간 매출이 AI 혁신 적용 이전에 10 억원이었고 적용 이후에 13 억원으로 증가하였다고 가정한다.

그러나 시장 성장과 기존 영업 활동 등의 영향을 고려할 때 AI 혁신을 적용하지 않았더라도 매출이 11 억원까지 증가하였을 것으로 타당하게 추정할 수 있다면, AI 혁신의 증분 매출 효과는 3 억원 전체가 아닌 2 억원으로 추정할 수 있다.

이때 반사실적 매출 추정에 필요한 가정과 분석 방법의 타당성이 확보되어야 하며, 추정 결과의 불확실성을 함께 제시해야 한다.

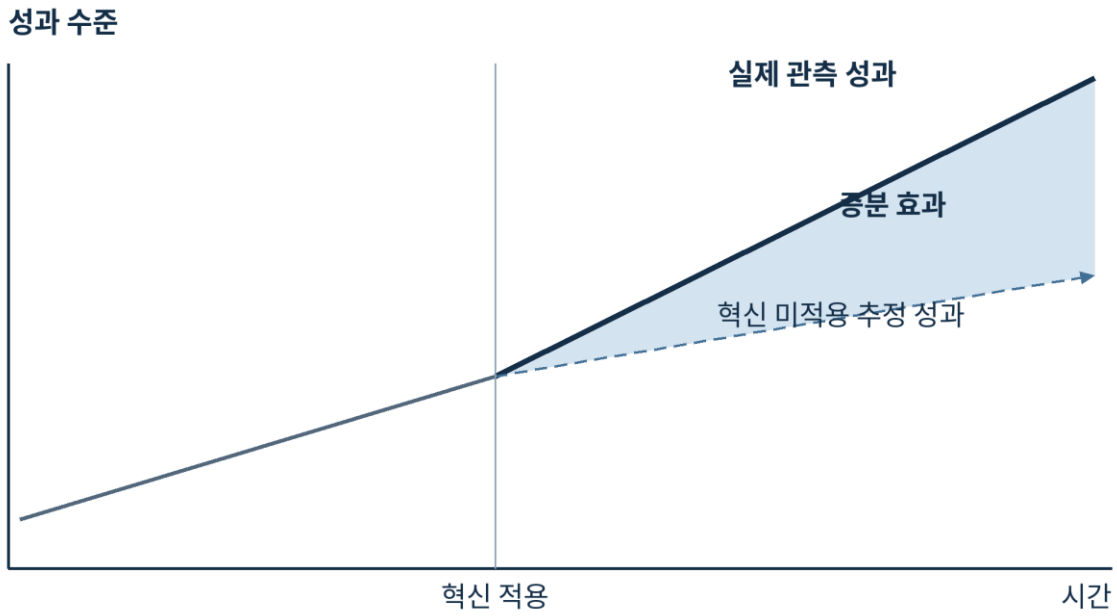


도표 11-10. 반사실적 성과 비교를 통한 AI 혁신의 가치 기여 평가

반사실적 성과의 추정 방법과 가정이 타당한 경우에 성과 차이를 혁신의 증분 효과로 해석할 수 있다.

인과적 기여 평가 방법

AI 혁신의 인과적 기여를 평가하기 위한 방법은 과제의 특성, 데이터 확보 수준 및 비교 환경에 따라 선정한다.

혁신 전후 비교는 기존 성과와 혁신 이후의 성과를 비교하는 기본적인 방법이다. 업무 범위와 품질 기준 및 외부 환경이 비교 기간에 크게 변화하지 않은 경우 유용한 성과 정보를 제공할 수 있다.

다만 단순한 전후 비교는 다른 요인의 영향을 충분히 제거하지 못할 수 있으므로 엄격한 인과적 효과의 추정과 구분해야 한다.

비교 집단을 활용하는 방법은 유사한 업무와 조직 또는 고객 집단을 대상으로 AI 혁신의 적용 여부에 따른 성과 차이를 분석하는 접근이다. 비교 대상의 특성과 초기 상태 및 외부 환경이 충분히 유사한지 검토해야 한다.

가능하고 윤리적으로 적절한 경우에는 무작위 배정에 기반한 통제 실험을 설계하여 혁신의 효과를 검증할 수 있다. 실제 조직의 운영에서는 이러한 실험이 어려울 수 있으므로 준실험적 방법을 활용할 수 있다.

대표적인 준실험적 방법인 차분의 차분(Difference-in-Differences, DiD)은 혁신을 적용한 집단과 비교 집단의 혁신 전후 성과 변화의 차이를 분석한다.

여기서 T 는 혁신 적용 집단, C 는 비교 집단, 0 과 1 은 각각 혁신 이전과 이후의 평가 시점을 의미한다.

DiD 를 활용하여 인과적 효과를 추정하기 위해서는 혁신이 없었다면 두 집단의 성과가 유사한 추세로 변화하였을 것이라는 평행추세 가정과 기타 필요한 식별 조건의 타당성을 검토해야 한다.

비교 가능한 데이터가 부족한 혁신 과제에서는 운영 기록, 전문가의 검토 및 수혜자 인터뷰, 과정에 대한 분석과 민감도 분석을 결합하여 혁신의 기여를 평가할 수 있다.

이 경우 엄격하게 식별한 인과적 효과와 정성적·정량적 증거에 기반한 기여 판단을 명확하게 구분한다.

가치의 중복 산정 및 과대평가 방지

경제적·사회적 가치의 평가에서 중요한 문제 중 하나는 동일한 성과를 여러 가치 항목에 중복하여 반영하는 것이다.

예를 들어 AI 혁신을 통해 연간 3,000 시간의 업무 시간을 절감하였을 경우, 해당 시간 전체를 인건비 절감액으로 환산하고 동일한 시간을 활용하여 발생한 신규 사업의 공헌이익을 다시 편익으로 전액 반영하면 가치가 중복 산정될 수 있다.

실제 비용 절감에 활용한 시간과 추가 업무에 활용한 시간 및 아직 활용되지 않은 여유 시간을 구분하고 각각의 가치 실현 경로에 적합한 기준을 적용해야 한다.

또한 오류 및 위험 감소에 따른 기대 편익과 실제 감소한 품질 비용 사이에 중복이 존재하는지 확인한다.

신규 계약의 전체 계약금액, 특정 평가 기간에 인식한 매출액, 실제 현금 유입액 및 해당 매출에서 확보한 공헌이익도 구분해야 한다.

공동 연구개발과 사업화 프로젝트에서는 수요기업이 확보한 경제적 편익과 공급기업의 매출을 동일한 평가 관점에서 단순 합산하지 않도록 한다. 공급기업의 매출이 수요기업의 비용에 해당할 수 있기 때문이다.

사회 전체의 관점에서 가치를 평가하는 경우에는 참여기관 간의 이전지출과 실제 사회적 자원 절감 및 편익을 구분한다.

불확실성 및 민감도 분석

가치 산정 과정에서 활용하는 데이터와 인과적 기여 및 미래 성과에 대한 가정에는 불확실성이 존재할 수 있다.

특히 장기간에 걸쳐 가치가 발생하는 과학기술 및 사회혁신 과제에서는 기술의 활용 규모, 시장 수요, 운영 비용 및 사회적 영향의 지속 기간 등을 정확하게 예측하기 어렵다.

이러한 경우 주요 가정의 변화에 따라 경제적 가치와 투자성과 및 종합 평가 결과가 어떻게 변화하는지를 분석한다.

예를 들어 AI 모델의 실행 비용이 증가하거나 실제 업무 시간의 비용 절감 전환율이 감소하거나 고객의 도입 속도가 예상보다 느린 경우에도 해당 혁신이 경제적으로 지속 가능한지를 검토한다.

민감도 분석은 불확실성을 제거하기 위한 것이 아니라 불확실성이 가치 평가와 의사결정에 미치는 영향을 명확하게 이해하기 위한 것이다.

가치 검증의 독립성 및 증거 관리

성과 측정의 책임을 맡은 조직과 투자 및 사업화의 성과를 평가하는 조직 사이에 이해관계의 충돌이 발생할 수 있다.

따라서 중요한 경제적·사회적 가치의 검증에는 재무 담당자, 산업 전문가, 수혜자 및 필요에 따라 독립적인 검토자가 참여할 수 있도록 한다.

성과 평가에 활용한 데이터, 계산 방법, 비교 조건, 가정 및 판단 근거를 보존하여 다른 검토자가 동일한 자료를 활용해 평가 결과를 재검토할 수 있도록 한다.

AI Agent 가 가치 산정을 지원한 경우에는 활용한 데이터와 모델 및 도구의 버전, 산정 과정과 인간의 승인 기록을 관리한다.

검증 증거가 충분하지 않은 가치는 확정적인 성과로 제시하지 않고 추정 가치 또는 추가 검증 대상으로 구분한다.

11.11. 지속적 가치 창출 및 AI Value Creation Loop

AI 혁신은 특정 기술이나 업무를 한 번 개선하는 일회성 프로젝트에 한정되지 않는다.

과학적 지식과 기술의 발전, 산업환경과 고객 수요의 변화, 새로운 운영 데이터 및 인간의 역량 향상은 지속적으로 새로운 혁신 가능성을 창출한다.

따라서 수요 주도형 AI 혁신의 실행 체계는 특정 혁신 과제의 성공 여부를 평가하는 데 그치지 않고 검증된 성과와 지식 및 기술자산을 후속 혁신의 기반으로 활용하는 순환적 구조로 발전해야 한다.

AI Value Creation Loop 의 정의

AI Value Creation Loop 는 인간과 AI Agent 가 학습(Learning), 창작(Creation), 개발(Development), 혁신(Innovation), 재학습(Relearning)의 활동을 지속적으로 반복하면서 인간의 역량을 확장하고 새로운 가치를 창출하는 순환 체계이다.

인간은 이러한 순환 체계에서 가치 창출의 목적을 정의하고 창의적 판단 및 의사결정을 수행하는 주체이며, AI Agent 는 인간의 탐색, 분석, 생성 및 실행 역량을 확장하는 협업 주체이다.

학습 단계에서는 산업현장의 미충족 수요와 문제를 이해하고 관련 전문지식과 과학적 연구 및 기술적 가능성을 탐색한다.

창작 단계에서는 학습한 지식과 검증된 수요를 기반으로 인간의 창의적 통찰과 AI 의 생성 및 추론 역량을 결합하여 새로운 해결 방안을 설계한다.

개발 단계에서는 설계한 해결 방안을 과학적 연구와 기술개발, 제품 및 서비스 구현과 시스템 통합을 통해 실현한다.

혁신 단계에서는 개발하고 검증한 해결 방안을 실제 산업현장에 적용하고 인간과 조직의 역량 및 성과를 향상하여 새로운 경제적·사회적 가치를 창출한다.

재학습 단계에서는 혁신 과정에서 확보한 지식과 데이터, 실제 성과와 실패 경험 및 새롭게 발견한 문제를 분석하여 인간과 조직의 지식과 역량을 갱신한다.

재학습의 결과는 새로운 학습과 창작 및 개발 활동의 기반으로 활용한다.

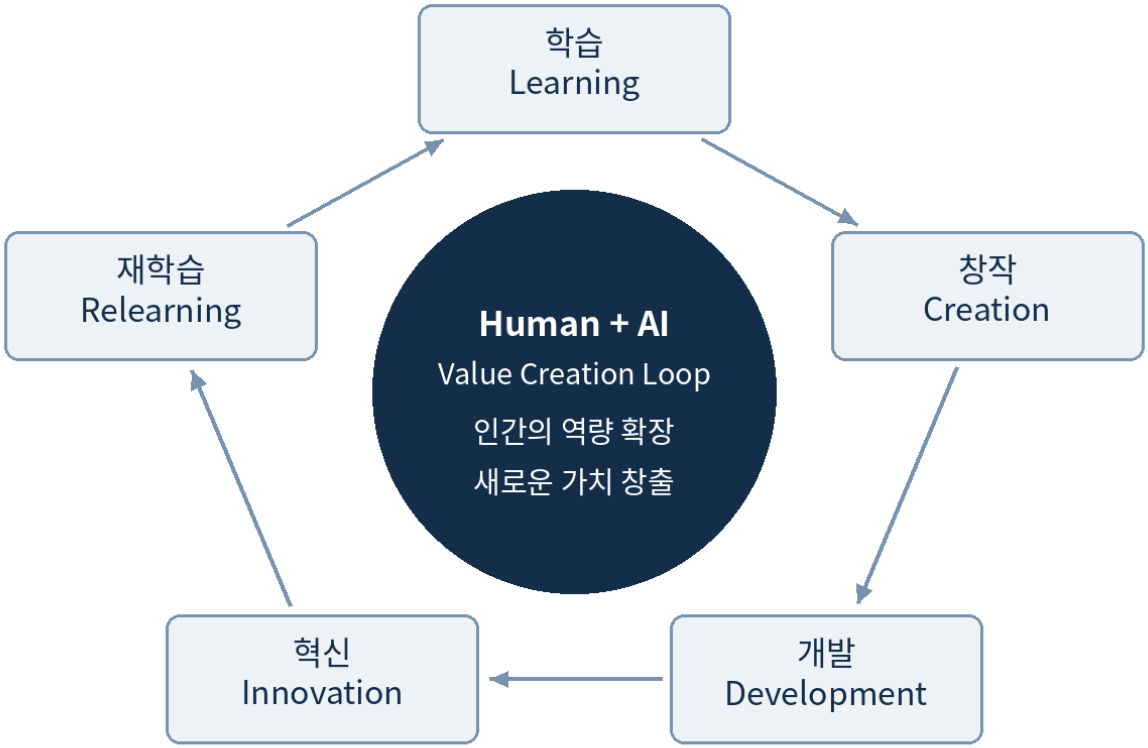


도표 11-11. 인간과 AI 의 지속적인 AI Value Creation Loop

AI Value Creation Loop 와 7 단계 혁신 방법론의 관계

AI Value Creation Loop 와 수요 주도형 AI 혁신 7 단계 실행 방법론은 서로 다른 관점에서 혁신 활동을 설명한다.

AI Value Creation Loop 는 인간과 AI 가 지속적으로 학습하고 창조하며 새로운 가치를 창출하는 순환적 활동의 본질을 설명하는 체계이다.

수요 주도형 AI 혁신 7 단계 실행 방법론은 구체적인 산업현장의 미충족 수요를 혁신 과제로 정의하고 해결 방안을 실현하며 실제 가치를 검증하기 위한 실행 및 관리 체계이다.

학습은 미충족 수요 발굴과 검증 및 근본 원인 분석에 활용될 수 있으며, 창작은 AI 기반 해결 방안 설계, 개발은 연구개발 및 실증, 혁신은 상용화 및 사업화와 새로운 가치 창출에 연결될 수 있다.

그러나 학습과 재학습은 특정 혁신 단계에서만 수행되는 활동이 아니다. 모든 혁신 단계에서 새로운 지식과 데이터를 확보하고 기존 가정과 실행 결과를 검토하며 인간과 조직의 역량을 향상할 수 있다.

따라서 두 체계를 기계적으로 일대일 대응시키기보다 구체적인 혁신 과제의 실행 과정에서 학습과 창작 및 개발과 혁신이 지속적으로 이루어질 수 있도록 통합적으로 활용한다.

혁신 자산의 축적 및 재사용

지속적인 가치 창출을 위해서는 개별 혁신 활동을 통해 확보한 지식과 기술 및 검증된 실행 방법을 체계적으로 축적해야 한다.

과학적 연구에서 확보한 지식과 검증된 연구 가설, 기술개발의 결과, 실증 데이터 및 실제 운영의 성과는 후속 혁신의 중요한 입력 자료가 된다.

성공한 연구개발 결과뿐 아니라 실패한 실험과 기각된 가설 및 상용 운영 과정에서 발생한 문제도 지식 자산으로 관리해야 한다. 이러한 정보는 동일한 실패를 반복하는 것을 방지하고 새로운 해결 방안을 설계하는 데 활용할 수 있기 때문이다.

Human-AI Work Redesign 을 통해 확보한 전문지식과 실행 방법은 Model, Data, Tool, Skill 및 Workflow Resource 등의 형태로 관리할 수 있다.

이를 통해 개인이 확보한 지식과 역량이 조직의 공동 자산으로 발전하고, 검증된 혁신 자산을 후속 프로젝트에서 재사용하여 연구개발 및 구현의 효율성과 품질을 향상할 수 있다.

다만 혁신 자산의 재사용은 해당 자산이 새로운 환경에서도 동일한 성능과 가치를 제공한다는 것을 의미하지 않는다.

적용 대상의 수요, 데이터, 기술 및 업무 환경, 지식재산권과 법적 조건 등을 검토하고 필요한 수준의 추가 검증을 수행해야 한다.

가치 확산과 새로운 혁신 기회의 발굴

검증된 혁신 모델이 특정 업무와 조직에서 지속적인 가치를 창출하고 있다면 유사한 미충족 수요를 가진 다른 업무와 조직 및 산업에 적용할 가능성을 탐색할 수 있다.

이러한 가치 확산은 기존 혁신 모델을 그대로 복제하는 활동이 아니라, 검증된 공통 원리와 기술 및 업무 구조를 재사용하면서 새로운 적용 환경의 요구사항에 맞추어 재설계하는 활동이다.

가치 확산 과정에서 발견한 새로운 제약과 미충족 수요는 다시 연구개발과 기술혁신 및 업무혁신의 대상으로 발전할 수 있다.

이러한 순환을 통해 AI 혁신은 단일 프로젝트의 성과를 넘어 인간과 조직이 지속적으로 새로운 가치를 창출하는 역량으로 정착할 수 있다.

11.12. Human-AI Work Redesign 기반 가치 창출 실행 체계

가치 창출과 성과 검증은 데이터의 수집과 분석, 전문적인 가치 판단, 재무적 평가, 조직 개선 및 경영 의사결정 등이 결합된 복합적인 업무이다.

이러한 업무 역시 Human-AI Work Redesign 방법론을 적용하여 인간과 AI Agent 의 협업 구조로 재설계할 수 있다.

기존 성과관리 업무의 구조적 한계

기존의 성과관리 업무에서는 업무 실행 기록과 제품 및 서비스 운영 데이터, 고객정보 및 재무자료가 서로 다른 시스템과 부서에 분산되어 관리될 수 있다.

성과 평가에 필요한 데이터를 수집하고 정제하며 관련 지표를 산정하는 과정에 상당한 시간과 인력이 필요할 수 있으며, 서로 다른 부서가 동일한 성과를 서로 다른 기준으로 평가하는 문제가 발생할 수 있다.

또한 성과관리의 목적이 보고서의 작성과 정기적인 지표의 보고에 집중되어 실제 업무 개선과 자원 배분 및 사업 전략에 충분히 반영되지 못할 수도 있다.

이러한 구조적 문제를 해결하기 위해서는 AI 를 단순한 데이터 분석 및 보고서 작성 도구로 활용하는 수준을 넘어 가치 창출과 성과 검증의 전체 업무를 재설계해야 한다.

인간과 AI Agent 의 역할 분담

인간은 가치 창출의 목적과 성과 평가 기준을 정의하고, 평가 결과의 의미를 해석하며, 경제적·사회적 가치의 적합성과 윤리적 문제를 판단하고 최종적인 경영 의사결정을 수행한다.

AI Agent 는 승인된 범위의 데이터 수집과 정제, 성과 지표의 산정, 가치사슬 분석, 이상 징후 탐지, 경제적 가치 평가, 시나리오 분석 및 보고서 작성 등을 수행하거나 지원한다.

특히 반복적으로 수행해야 하는 운영 성과의 측정과 비교, 주요 성과 지표의 변화 탐지 및 잔여 격차의 식별을 Human-Agent Workflow 로 구현할 수 있다.

다만 AI Agent 가 계산한 경제적 가치와 투자성과가 자동으로 최종 확정되는 것은 아니다. 산정 근거와 데이터의 적절성 및 인과적 기여에 관한 전문적 검토가 필요하다.

가치 창출 업무의 Human-Agent Workflow

가치 창출 업무를 재설계하기 위해서는 먼저 평가 대상과 업무 목적 및 실행 환경을 정의한다.

인간과 AI Agent 가 수행할 업무의 범위, 활용 데이터 및 도구, 성과 지표의 산정 방법, 실행 주기와 승인 절차를 Workflow Specification 으로 구체화한다.

예를 들어 월별 업무 성과를 평가하는 Workflow 에서는 AI Agent 가 승인된 운영 기록과 재무자료를 수집하고 기준선 및 목표와 비교하여 NFR 과 경제적 편익을 산정하도록 구성할 수 있다.

인간 전문가는 이러한 결과를 검토하고 실제 가치로 인정할 수 있는 편익의 범위와 추가적인 검증이 필요한 항목을 결정한다.

이후 AI Agent 는 성과 가치사슬의 단절 가능성과 개선 방안을 제안하고, 인간 책임자는 관련 조직과 협의하여 실제 개선 활동의 추진 여부를 결정한다.

이를 통해 데이터 수집과 성과 측정 및 평가 결과가 실제 혁신 활동으로 연결되는 업무 실행 구조를 확보할 수 있다.

성과 측정과 경영 의사결정의 통합

성과관리의 목적은 지표의 수치를 개선하거나 우수한 보고서를 작성하는 데 있지 않다. 실제 미충족 수요를 해결하고 지속적인 가치를 창출하기 위한 의사결정을 지원하는 데 있다.

따라서 성과 평가 결과는 업무 프로세스 개선, AI Resource 변경, 구성원의 역량 강화, 제품 및 서비스의 개선, 사업 전략 및 투자와 자원 배분 등에 활용되어야 한다.

가치의 실현 수준이 낮은 경우에는 성과가 발생하지 않은 원인과 성과가 후속 단계로 전환되지 못한 원인을 구분하여 분석한다.

이를 기반으로 추가적인 연구개발과 업무 재설계 및 사업화 모델 변경 등 적절한 개선 활동을 추진한다.

인간 감독 및 책임 구조

성과 평가 업무에 AI Agent 를 활용할 때에는 데이터의 선택적 수집, 부정확한 계산, 잘못된 인과적 추론 및 편익의 중복 산정 등의 위험을 관리해야 한다.

개인의 업무 성과를 평가하기 위한 데이터를 활용하는 경우에는 개인정보 보호와 평가의 공정성 및 업무 환경의 차이를 고려한다.

AI 가 산정한 점수만으로 개인에 대한 인사상 평가와 보상 및 업무 배치 등의 중요한 의사결정을 자동으로 수행하지 않도록 적절한 인간의 검토와 이의제기 및 오류 수정 체계를 확보해야 한다.

이러한 인간 중심의 실행 통제를 통해 AI 기반 성과관리가 인간의 역량 강화 및 조직의 지속적인 가치 창출을 지원하도록 한다.

11.13. Craftem Value Creation Agent

Craftem Value Creation Agent 는 수요 주도형 AI 혁신의 일곱 번째 단계인 새로운 가치 창출 업무를 실행하기 위해 기획된 전문 Craftem AI Agent 이다.

상용 운영 및 사업화 결과를 기반으로 실제 성과와 미충족 수요 충족 수준을 분석하고, 경제적·사회적 가치 산정, 투자성과 검증, 성과 단절 분석 및 지속적인 가치 창출과 신규 혁신 과제 발굴 업무를 수행하거나 지원하도록 설계한다.

본 절에서 제시하는 Agent 기능과 Resource 및 Template 구성은 방법론을 실행하기 위한 제품 개발 기획이며, 실제 구현과 상용 운영이 완료되었음을 의미하지 않는다.

주요 기능

Craftem Value Creation Agent 의 기능은 제 11 장에서 정립한 일곱 개의 세부 실행 절차와 연계하여 구성한다.

가치 창출 계획 수립 기능은 최초의 미충족 수요와 혁신 목표, 해결 방안, 실증 결과 및 상용 운영 결과를 분석하여 가치 측정의 범위와 평가 지표 및 비교 기준을 정의하는 업무를 지원한다.

성과 측정 기능은 승인된 업무 및 운영 데이터, 고객정보 및 재무자료를 활용하여 실제 성과를 측정하고 최초 기준선과 목표 및 실증 결과와의 비교를 지원한다.

성과 가치사슬 분석 기능은 개인과 업무의 성과, 연구개발 및 기술적 성과가 조직과 사업의 성과로 연결되는 관계를 분석한다.

성과 단절 분석 기능은 확보된 성과가 후속 단계로 전환되지 못하는 현상과 관련 제약을 식별하고 추가적인 근본 원인 분석 및 개선 활동을 지원한다.

경제적·사회적 가치 평가 기능은 실제 비용 절감과 증분 공헌이익, 품질 및 위험 관련 편익과 사회적 성과의 산정을 지원한다.

투자성과 검증 기능은 NFR, VRR, TCO, ROI, NPV 및 VCS 등 본 방법론에서 정의하거나 활용하는 평가 지표의 산정과 분석 및 근거 관리를 지원한다.

지속적 혁신 지원 기능은 가치 검증 결과를 바탕으로 기존 혁신 모델의 개선, 혁신 자산의 재사용과 새로운 미충족 수요의 탐색을 지원한다.

Craftem Resource 구성

Craftem Value Creation Agent 는 가치 창출 업무의 실행에 필요한 모델, 데이터, 도구, 스킬 및 워크플로우 리소스를 활용하도록 구성한다.

Model Resource 에는 일반 추론 모델, 데이터 분석 모델, 예측 모델 및 최적화 모델 등을 포함할 수 있다. 모델의 역할은 성과 데이터의 분석, 복합적인 가치 실현 조건의 추론 및 개선 방안의 탐색을 지원하는 데 있다.

Data Resource 에는 검증된 미충족 수요, 혁신 목표, 근본 원인과 해결 방안 명세, 연구개발 및 실증 결과, 실제 업무 실행 기록, 제품 및 서비스 운영 데이터, 재무자료 및 사회적 성과 관련 자료를 포함할 수 있다.

Tool Resource 에는 통계 분석, 재무 분석, 인과 추론, 성과관리, 데이터 시각화 및 운영 모니터링 등을 수행하기 위한 소프트웨어와 외부 도구를 포함할 수 있다.

Skill Resource 에는 성과 가치사슬 분석, 성과 단절 진단, 경제적 가치 산정, 사회적 가치 평가, 투자성과 분석, 인과적 기여 검증 및 새로운 혁신 과제의 발굴 등에 필요한 업무 수행 지식과 절차를 포함한다.

Workflow Resource 는 이러한 리소스를 활용하는 사람과 AI Agent 의 업무 수행 및 의사결정 구조를 실행 가능한 형태로 구성한다.

Craftem Orchestration Runtime 은 이러한 Human-Agent Workflow Resource 의 실행과 관련 리소스의 활용 및 실행 상태를 통합 관리하고, 인간의 검토와 승인 및 의사결정 절차를 조율하는 실행 시스템으로 활용하도록 설계한다.

전문 Agent Template 구성

Craftem Value Creation Agent 는 과제의 특성과 가치 창출 업무의 범위에 따라 전문적인 Agent Template 을 선택하거나 결합하여 활용할 수 있도록 구성한다.

Value Creation Planning 은 가치 창출 및 측정 계획 수립을, Performance Measurement 는 실제 업무 및 운영 성과 측정을 지원한다. Performance Value Chain Analysis 는 성과 가치사슬 분석을, Performance Discontinuity Analysis 는 성과 단절 분석 및 개선 방향 탐색을 지원한다. Needs Fulfillment Assessment 는 미충족 수요 충족 수준을 평가한다.

Economic Value Assessment 는 경제적 가치 산정 및 검증을, Social Value Assessment 는 사회적 편익 및 영향 평가를 지원한다. ROI & Investment Performance Analysis 는 투자성과 및 재무적 가치 분석을, Causal Contribution Assessment 는 혁신 활동의 인과적 기여 평가를 지원한다. Continuous Innovation Planning 은 지속적 개선 및 후속 혁신 과제 기획을, Integrated Value Creation 은 전체 가치 창출 업무의 통합 실행을 지원한다.

위 Template 구성은 제품 개발을 위한 제안이며 실제 혁신 과제에서 필요한 전문성, 데이터 및 도구의 확보 수준에 따라 적용 범위를 조정한다.

선행 Agent 및 후속 혁신 활동과의 연계

Craftem Value Creation Agent 는 제 10 장의 Craftem Commercialization Agent 에서 확보한 상용 제품 및 서비스의 운영 데이터, 고객 도입 및 사업화 성과, 가치 창출 및 성과 검증 요구사항을 입력으로 활용한다.

또한 제 5 장부터 제 9 장까지 확보한 최초 수요와 근본 원인 및 혁신 목표와 해결 방안 및 실증 결과를 참조하여 실제 성과와 선행 혁신 활동 사이의 추적성을 유지한다.

가치 창출의 검증 결과는 경영진 및 인간 전문가의 검토와 Gate 7 의사결정에 활용하며, 승인 결과에 따라 기존 혁신 모델의 운영 및 개선과 확산 또는 새로운 미충족 수요의 발굴로 연결한다.



도표 11-12. Craftem Value Creation Agent 실행 및 순환적 연계 구조

이러한 실행 구조를 통해 Craftem 은 개별적인 혁신 업무의 수행을 지원하는 수준을 넘어 미충족 수요의 발굴부터 실제 가치 창출 및 지속적인 혁신에 이르는 전체 실행 과정의 연결을 지원하도록 발전할 수 있다.

11.14. SyenaHub 기반 공동 가치 창출 및 확산

SyenaHub 는 개인과 조직의 AI 혁신을 지원하기 위해 산업현장의 수요자와 과학자, 수리과학자, 연구기관, 기술기업 및 사업화 전문가를 연결하는 개방형 협력 생태계이다.

수요 주도형 AI 혁신에서 SyenaHub 의 역할은 미충족 수요의 발굴과 공동 연구개발 및 기술사업화에 한정되지 않는다. 검증된 혁신 성과를 공동으로 활용하고 다양한 조직과 산업현장으로 확산하여 지속적으로 새로운 경제적·사회적 가치를 창출하는 데까지 확장된다.

공동 가치 창출의 개념

공동 가치 창출은 서로 다른 전문성과 자원을 가진 참여 주체들이 협력하여 단일 개인이나 조직의 역량만으로는 실현하기 어려운 가치를 창출하는 활동이다.

산업현장의 수요기업은 실제 미충족 수요와 적용 환경 및 운영 역량을 제공할 수 있으며, 대학과 연구기관은 과학적 지식과 연구개발 역량을 제공할 수 있다.

수리과학자와 데이터 과학자는 복합적인 문제의 수리적 정식화와 모델링 및 최적화와 성과 검증을 지원한다.

AI 기술기업과 산업 특화 기술기업은 핵심 기술과 제품 및 서비스의 개발과 구현을 담당할 수 있으며, 사업화 파트너는 제품화와 공급 및 시장 확산에 필요한 역량을 제공할 수 있다.

이러한 협력은 각 참여 주체가 독립적으로 확보하기 어려운 전문성과 자원 및 시장 접근성을 결합하여 새로운 혁신의 가능성을 확장한다.

검증된 혁신 모델의 산업 내 확산

개별 혁신 과제에서 확보한 실제 성과와 가치 검증 증거는 동일하거나 유사한 미충족 수요를 가진 다른 기업과 기관의 혁신을 지원하는 데 활용할 수 있다.

예를 들어 특정 건축설계사무소에서 Human-AI 기반 품질검토 업무를 성공적으로 실증하고 운영하였다면, 해당 업무 수행 구조와 검증된 기술 및 전문지식을 다른 건축설계사무소에 적용할 가능성을 탐색할 수 있다.

이 과정에서 기존 프로젝트의 고객별 특수 요구사항과 산업에서 공통적으로 활용할 수 있는 기능 및 업무 구조를 구분해야 한다.

공통 요소를 표준화하고 적용 조건과 한계를 명확하게 정의함으로써 후속 혁신의 연구개발 및 구축 비용을 줄일 수 있다.

다만 다른 기업의 설계 데이터, 업무 규정, 전문인력 구성 및 운영 환경이 서로 다를 수 있으므로 기존 검증 결과를 그대로 적용하기보다 필요한 수준의 추가 검증을 수행해야 한다.

산업 간 가치 확산

특정 산업에서 확보한 과학적 지식과 기술, 수리적 모델링 방법 및 Human-AI 협업 구조는 다른 산업의 미충족 수요 해결에도 활용될 수 있다.

예를 들어 건축설계 분야에서 개발한 비정형 전문문서와 구조화된 모델의 비교 및 검증 기술은 제조 분야의 설계 명세와 제품 모델의 적합성 검토에 활용할 가능성이 있다.

또한 보건의료 분야에서 활용한 연구문헌 탐색과 과학적 가설 검증 및 연구데이터 관리의 Human-Agent Workflow 는 다른 과학기술 분야의 연구개발 업무에도 적용할 수 있다.

그러나 서로 다른 산업 간에는 기술적 전제조건, 전문지식, 데이터 구조 및 법적 요구사항에 차이가 존재한다.

따라서 산업 간 지식 전이와 기술 재사용은 새로운 미충족 수요의 검증 및 적용 가능성 분석을 통해 추진해야 한다.

공동 창출 가치의 귀속 및 배분

공동 연구개발과 사업화 및 가치 확산 과정에서는 경제적·사회적 가치의 발생 주체와 귀속 관계를 명확하게 관리해야 한다.

참여기관의 연구개발 기여도와 기존 및 신규 지식재산권, 사업화 권리, 기술 공급과 고객지원 책임 및 비용 부담 구조를 구분하고 경제적 가치의 배분 기준을 사전에 합의해야 한다.

공동으로 창출한 기술 및 제품의 매출과 참여기관별 수익은 서로 다른 평가 대상이다. 또한 수요기업이 확보한 경제적 편익과 사회 전체의 편익을 생태계 참여기관의 매출과 단순 합산해서는 안 된다.

사회적 가치는 경제적 가치의 계약상 배분과 동일한 방식으로 평가하기 어려울 수 있다. 실제 수혜자의 변화와 사회적 편익의 배분 및 공동체 전체에 미치는 영향 등을 별도로 검토해야 한다.

이러한 가치 귀속 및 배분의 투명성은 공동 혁신 활동의 지속적인 참여와 신뢰 형성을 위한 중요한 조건이다.

지속적 혁신 생태계의 발전

SyenaHub 는 개별 혁신 과제에서 검증한 성과와 가치 및 축적된 기술자산을 기반으로 새로운 산업현장의 미충족 수요를 발굴하고 후속 공동 연구개발 및 기술사업화 기회를 탐색하도록 발전할 수 있다.

크림슨앰버의 수요 주도형 AI 혁신 방법론은 이러한 협력 활동의 공통 실행 체계를 제공하고, Craftem AI 혁신 OS 는 사람과 AI Agent 의 업무 실행과 혁신 자산의 활용을 지원하며, SyenaHub 는 참여 주체 간의 전문역량 및 협력과 가치 확산을 연결하는 역할을 담당한다.

이를 통해 개별 개인과 조직의 혁신 성과를 보다 넓은 산업 및 사회의 가치 창출로 확장하는 개방형 혁신 체계를 구축하고자 한다.

SyenaHub 의 구체적인 생태계 구조와 파트너 프로그램 및 운영 체계는 제 13 장에서 상세히 다룬다.

11.15. 산업별 적용 예시

본 절에서는 제 5 장부터 제 10 장까지 연속적으로 다룬 건축설계, 보건의료 및 교육 분야의 혁신 사례를 새로운 가치 창출 단계로 발전시켜 설명한다.

각 사례는 수요 주도형 AI 혁신 방법론의 적용 구조와 가치 실현 방법을 설명하기 위한 가상 시나리오이다. 특정 기업이나 연구기관의 실제 연구성과 및 운영 실적을 의미하지 않는다.

건축설계 분야 — Human-AI 기반 품질검토 혁신의 경제적 가치 창출

선행 혁신 성과

건축설계사무소의 주요 미충족 수요 중 하나로 설계 오류를 정확하고 효율적으로 조기에 발견할 수 있는 품질검토 체계에 대한 필요를 설정하였다.

제 7 장에서는 설계 검토 기준의 구조화 부족, BIM 데이터와 검토 기준의 연계 한계, 전문지식의 개인 의존성 및 업무 수행 과정의 단절을 핵심 원인 후보와 구조적 제약으로 분석하였다.

제 8 장에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 Human-AI 기반 건축설계 품질검토 혁신 모델을 설계하였으며, 제 9 장에서는 핵심 기술과 Human-Agent Workflow 를 구현하고 파일럿 실증을 수행하는 시나리오를 제시하였다.

가상 사례에서 프로젝트당 기존 품질검토 시간은 40 시간이며, 목표 검토 시간은 8 시간이다. 파일럿 실증 결과는 12 시간이며, 제 10 장의 상용 운영 시나리오에서는 추가 개선을 통해 10 시간으로 단축된 것으로 설정하였다.

따라서 실제 운영의 가상 성과는 기존 업무 대비 75%의 검토 시간 감소와 93.75%의 검토 시간 목표 격차 해소이다.

개인 성과에서 조직 성과로의 전환

건축설계 전문가가 AI Agent 와 협업하여 검토 대상 문서와 BIM 데이터를 분석하고 오류 후보를 탐색하는 데 필요한 시간을 단축하는 것은 개인 및 업무 성과이다.

이러한 성과를 조직 성과로 확장하기 위해서는 전문가가 보유한 설계 검토 지식과 기준을 구조화하고 검증된 업무 수행 방식을 조직의 표준 Human-Agent Workflow 로 구현해야 한다.

이를 통해 여러 구성원이 일관된 품질검토 기준과 전문지식을 활용할 수 있으며, 검토 결과와 전문가의 판단 및 발견된 오류를 후속 업무에 재사용할 수 있다.

또한 새로운 구성원의 업무 적응과 전문역량의 향상을 지원하고 특정 전문가의 개인적 경험에 과도하게 의존하는 업무 구조를 개선할 수 있다.

다만 검토 업무의 시간 단축과 조직적 표준화가 실제 설계 품질 향상으로 연결되었는지를 확인하기 위해서는 오류 검출률, 오탐률 및 검토 범위 등에 관한 추가적인 성과 검증이 필요하다.

조직 성과에서 사업 성과로의 전환

조직 전체에서 품질검토 업무의 효율성이 향상되면 기존과 동일한 인력으로 더 많은 업무를 수행할 수 있는 가능성이 발생한다.

그러나 이러한 여유 업무 역량을 실제 경제적 가치로 전환하기 위해서는 사업과 운영 구조의 개선이 필요하다.

연간 100 건의 설계 프로젝트를 수행하는 가상의 건축설계사무소를 가정한다. 프로젝트당 품질검토 시간이 40 시간에서 10 시간으로 감소하였다면 연간 확보할 수 있는 업무 시간은 다음과 같다.

시간당 환산 단가를 5 만원으로 설정할 경우 잠재적 생산성 가치는 다음과 같다.

즉, 연간 1 억 5,000 만원의 잠재적 생산성 가치를 확보한 것으로 추정할 수 있다.

그러나 기존 인력의 인건비가 그대로 유지되는 경우 전체 1 억 5,000 만원을 실제 비용 절감액으로 인정할 수 없다.

가령 확보한 3,000 시간 중 40%에 해당하는 1,200 시간이 실제 초과근무 및 외주 업무의 감소로 연결되었고 해당 업무의 실제 회피 가능 비용이 시간당 5 만원이라고 가정하면 비용 절감액은 다음과 같다.

이 경우 실제 비용 절감 가능액은 6,000 만원이며, 나머지 1,800 시간은 추가 업무를 수행할 수 있는 여유 역량으로 남는다.

이러한 여유 역량을 활용하여 실제 신규 설계 프로젝트를 수행하고 추가적인 매출 및 공헌이익을 확보하였다면 해당 성과를 별도의 경제적 가치로 인정할 수 있다.

반면 추가 업무를 수행하지 못하였다면 해당 시간은 아직 실현되지 않은 잠재적 생산성 가치로 관리해야 한다.

실제 투자성과의 평가

건축설계 품질검토 혁신의 전체 투자성과를 검증하기 위해서는 검증된 실제 비용 절감액과 추가 프로젝트의 증분 공헌이익, 재작업 감소에 따른 편익 등을 합산한다.

이후 초기 구축비와 AI 모델 및 리소스 사용 비용, 시스템 운영 및 유지관리 비용, 사용자 교육 및 조직 변화관리 비용을 반영하여 순편익과 ROI 를 산정한다.

품질 향상에 따른 기대손실 감소와 실제 재작업 비용 감소가 중복되는 경우 이를 조정해야 하며, 시간 절감에 따른 편익을 다른 경제적 가치 항목에서 중복 산정하지 않도록 한다.

이 사례는 업무 성과가 조직의 역량과 사업 성과로 전환될 때 비로소 실제 경제적 가치가 실현될 수 있다는 성과 가치사슬의 원리를 설명한다.

지속적인 가치 창출 및 확산

검증된 설계 기준과 품질검토 지식 및 Workflow Resource 는 건축설계의 다른 업무 영역에도 활용할 수 있다.

또한 유사한 미충족 수요를 가진 다른 건축설계사무소에 혁신 모델을 적용하여 후속 업무혁신과 사업화의 기회를 탐색할 수 있다.

이러한 가치 확산 과정에서는 고객별 설계 기준과 데이터 및 업무 환경을 검토하고, 전문적인 검토와 승인 및 책임 구조를 유지해야 한다.

보건의료 분야 — 췌장암 조기 진단 혁신의 경제적·사회적 가치 창출

선행 혁신 모델

제 8 장과 제 9 장에서는 췌장암의 조기 진단에 관한 의료현장의 미충족 수요를 기반으로 세 가지 연구 영역을 결합하는 통합 연구개발 모델을 설명하였다.

첫 번째 영역은 췌장암의 발생 및 진행과 관련한 발암 인자와 기전의 연구이며, 두 번째 영역은 조기 진단에 활용할 수 있는 분자 표적의 발굴 및 검증이다.

세 번째 영역은 발굴한 분자 표적을 선택적으로 검출하기 위한 표적 결합 단백질 및 관련 진단 기술의 AI 기반 설계와 검증이다.

이러한 연구개발 구조는 의료현장의 미충족 수요가 과학적 연구와 기술개발의 대상으로 전환되고, 연구개발 성과가 다시 실제 의료현장의 가치 창출로 연결되는 역중개의학적 혁신의 적용 사례이다.

다만 본 사례는 특정 분자 표적과 단백질의 유효성 또는 진단 기술의 임상적 성능과 사업화 가능성이 이미 입증되었다는 전제에서 작성하지 않는다.

과학적 가치 창출

췌장암의 초기 생물학적 특성과 질병 발생 및 진행에 관한 새로운 지식은 중요한 과학적 연구성과가 될 수 있다.

검증된 연구 가설과 연구데이터는 후속 연구의 불확실성을 감소시키고 새로운 진단 및 치료 기술의 연구 방향을 설정하는 데 활용될 수 있다.

또한 특정 연구 가설을 기각하거나 후보 기술의 한계를 규명하는 것도 불필요한 연구개발 자원의 투입을 방지하고 후속 연구의 방향을 개선하는 데 가치가 있다.

그러나 과학적 지식의 확보와 임상적 가치의 실현은 구분해야 한다. 질병 관련 기전의 일부를 규명하였다고 해서 조기 진단의 정확성과 환자의 건강성과가 자동으로 향상되는 것은 아니다.

기술적 가치 창출

조기 진단에 활용할 수 있는 분자 표적과 선택적인 검출 기술의 확보는 중요한 기술개발 성과에 해당할 수 있다.

AI 를 활용한 과학적 지식 탐색, 생물학적 데이터 분석 및 후보 구조 설계는 연구개발의 탐색 범위를 확장하고 연구자의 가설 검토와 후보 평가를 지원할 수 있다.

이러한 AI 기반 연구개발의 가치는 실제 연구 과정에서 후보 탐색에 필요한 기간과 비용, 검증된 후보의 확보 수준 및 연구데이터의 품질 등이 어떻게 변화하였는지를 통해 평가한다.

생성 모델의 예측 성능이나 높은 후보 평가 점수를 실제 생물학적 기능 및 진단 성능과 동일하게 취급하지 않으며 후속 실험과 적절한 검증을 통해 기술적 성과를 확인해야 한다.

경제적 가치 창출

보건의료 연구개발에서 AI 의 활용을 통해 실제 연구기간과 비용이 감소하는 경우 연구개발의 경제적 가치가 창출될 수 있다.

이를 평가하기 위해서는 기존 연구개발 방법과 AI 를 활용한 연구개발 방법의 비교 범위와 연구 목표 및 검증 수준을 일치시켜야 한다.

추가로 확보한 기술과 지식재산권이 실제 기술이전 및 라이선싱 또는 공동 사업화로 연결되는 경우에는 실제 계약 및 수익과 사업화에 필요한 비용을 기반으로 경제적 가치를 평가할 수 있다.

기술이전이 이루어지기 이전에 추정한 기술가치와 실제 기술이전 수익을 구분하고, 동일한 기술자산의 잠재적 가치와 실현된 수익을 중복 산정하지 않도록 한다.

사회적 가치 창출

새로운 진단 기술이 충분한 분석적·임상적 검증을 거치고 실제 의료 환경에서 적절하게 활용되는 경우에는 조기 진단 기회의 확대와 환자의 건강성과 개선 및 의료적 부담 감소 등의 사회적 가치가 발생할 수 있다.

이러한 가치를 검증하기 위해서는 진단 기술의 분석적 성능과 임상적 성능뿐 아니라 실제 임상적 유용성을 확인해야 한다.

특정 진단 기술의 민감도와 특이도가 향상되었더라도 실제 대상 환자군에서 위양성과 위음성으로 인해 발생하는 위해 및 추가 검사 부담과 비용을 함께 고려해야 한다.

또한 조기 진단에 따른 생존기간의 변화만으로 실제 사망률의 감소를 판단해서는 안 된다. 진단 시점의 변화에 따른 선행시간 편향(Lead-time Bias)과 과진단 등 결과의 해석에 영향을 미치는 요인을 검토해야 한다.

따라서 환자의 생존과 삶의 질, 의료서비스 접근성 및 사회적 의료비 부담에 대한 가치는 해당 결과를 뒷받침할 수 있는 적절한 연구 설계와 실제 의료 데이터 및 관련 전문가의 검토를 통해 평가한다.

이 사례는 과학적 연구성과, 기술적 성과, 기술사업화 성과 및 사회적 가치가 서로 연결되지만 각 단계에서 필요한 검증 증거와 가치 실현 조건이 다르다는 점을 보여준다.

공동 연구개발 및 가치 확산

보건의료 혁신은 임상의, 기초의과학자, 분자생물학자, 수리과학자, 생물정보학자, AI 연구자 및 진단 기술기업 등 다양한 분야의 공동 연구개발 역량을 필요로 할 수 있다.

SyenaHub AI 혁신 생태계를 통해 이러한 전문성과 연구 및 사업화 역량을 연결하고, 공동 연구개발 과정에서 확보한 지식과 기술을 후속 의료 미충족 수요의 해결에 활용할 수 있다.

이러한 협력 활동은 과학적 지식과 기술의 확보뿐 아니라 실제 환자와 사회에 제공하는 가치의 실현을 궁극적인 목적으로 추진해야 한다.

교육 분야 — SyenaHub Cura 의 인간 역량 및 사회적 가치 창출

선행 혁신 모델

AI 시대의 초기 경력 성장 기회 부족에 대응하기 위해 대학생 및 취업준비생이 실제 산업현장의 문제를 경험하고 인간과 AI 의 협업 역량 및 창의적 문제 해결 능력을 확보할 수 있는 성장 지원 체계를 혁신 모델로 설정하였다.

SyenaHub Cura 의 Cura Career, Cura Venture 및 Cura Mentoring 은 이러한 미충족 수요를 해결하기 위한 프로그램 후보 체계이다.

Cura Career 는 전문적인 업무 역량과 실제 경력 성장을 지원하며, Cura Venture 는 기업가정신과 창의적 문제 해결 역량의 개발을 지원한다. Cura Mentoring 은 전문가의 지식과 경험에 기반한 지속적인 성장 지원을 제공한다.

개인 역량 가치 창출

교육 및 멘토링 프로그램의 가장 중요한 초기 성과는 참여자의 실제 역량 변화이다.

참여 인원, 교육 시간, 프로젝트의 수 및 수료율은 프로그램의 산출물을 평가하는 지표로 활용할 수 있다. 그러나 이러한 지표만으로 실제 인간의 역량이 향상되었다고 판단하기는 어렵다.

참여자의 전문지식 활용 능력, 미충족 수요의 정의와 근본 원인 분석 능력, 창의적 해결 방안 설계 능력, AI Agent 와의 협업 능력 및 결과의 검증과 판단 역량 등을 평가해야 한다.

이를 위해 참여 전후의 실무 수행 과제와 결과물을 동일하거나 비교 가능한 기준으로 평가하고, 멘토 및 산업 전문가의 검토를 활용할 수 있다.

조직 및 산업 가치 창출

참여 학생과 취업준비생이 실제 산업현장의 미충족 수요를 기반으로 프로젝트를 수행하는 경우 참여기업에도 가치가 발생할 수 있다.

기업은 새로운 해결 방안과 연구개발 아이디어를 확보하거나 실제 업무혁신 과제를 수행할 수 있는 인재를 발굴할 수 있다.

대학과 기업 및 전문 멘토가 협력하여 실무 프로젝트를 수행하는 과정은 산업현장의 요구와 교육과정 사이의 연계를 강화하고 새로운 산학협력 및 공동 연구개발 기회를 창출할 수 있다.

다만 프로젝트의 결과물이 실제 기업의 문제 해결이나 운영 성과로 연결되었는지는 별도로 평가해야 한다. 프로젝트 참여와 결과물의 제출을 기업의 경제적 가치로 직접 환산하지 않는다.

사회적 가치 창출

SyenaHub Cura 의 장기적인 사회적 가치는 청년의 초기 경력 성장 기회를 확대하고 전문적인 멘토링과 실무 경험에 대한 접근성을 개선하며 개인의 지속적인 성장 역량을 강화하는 데 있다.

취업과 창업의 성과를 평가할 때에는 단순한 취업 여부나 창업 건수뿐 아니라 취업의 지속성, 업무와 역량의 적합성, 경력의 성장 가능성 및 창업 활동의 지속성 등을 함께 고려할 수 있다.

또한 참여자의 기존 학업과 전문역량, 성장 의지 및 외부 노동시장 변화 등이 결과에 영향을 미칠 수 있으므로 프로그램의 기여와 다른 요인의 영향을 구분하여 평가해야 한다.

Cura 의 자발적인 공동체 및 후원 기반 운영 특성을 고려하여 영리적 수익성만을 가치 창출의 기준으로 설정하지 않는다.

참여자의 실제 성장, 교육 및 멘토링 접근성, 기업과 전문가의 참여 지속성 및 안정적인 운영 재원 확보 여부를 종합적으로 평가한다.

이러한 평가를 통해 인간의 역량 강화라는 개인적 가치가 산업현장의 인재 확보와 사회의 지속적인 성장이라는 보다 넓은 가치로 확장될 수 있는지를 검증한다.

기타 산업의 가치 창출 적용

금융 분야에서는 AI 를 활용한 정보 분석과 위험 탐지 및 의사결정 지원이 실제 판단의 품질과 금융서비스의 접근성 및 위험관리 성과로 연결되는지를 평가한다. 예측 정확도의 향상과 실제 금융 손실의 감소 및 고객의 편익을 구분하며 공정성과 정보보호 및 감독 조건을 함께 고려한다.

제조 분야에서는 생산공정의 효율성 향상, 불량 및 재작업 감소, 에너지 및 원재료의 절감과 새로운 제조기술 확보 등을 경제적 가치로 평가할 수 있다. 이러한 성과가 실제 생산원가의 절감과 제품 경쟁력 및 수익성 향상으로 연결되는지를 검증한다.

유통 분야에서는 수요 예측의 성능 향상과 재고관리의 효율화가 실제 재고 비용과 폐기 손실의 감소 및 고객의 상품 접근성 향상으로 연결되는지를 평가한다. 예측 오차의 감소만으로 경제적 가치가 실현되었다고 판단하지 않는다.

콘텐츠 분야에서는 인간의 창작 역량의 확장, 제작 시간과 비용의 절감 및 새로운 콘텐츠와 지식재산권의 창출을 평가할 수 있다. 콘텐츠의 생성량이 증가하였더라도 작품의 품질, 이용자의 반응, 실제 판매 및 수익과 창작자의 권리 보호 등을 함께 고려한다.

이처럼 산업별 가치 실현의 조건과 평가 지표는 서로 다르지만, 검증된 미충족 수요에서 출발하여 혁신의 실제 성과를 경제적·사회적 가치로 전환하고 이를 객관적인 증거에 기반하여 검증한다는 기본 원칙은 동일하게 적용한다.

11.16. 표준 실행 일정 및 조직 구성

새로운 가치 창출은 상용 운영 이후 특정 시점에 한 번 수행하는 평가 활동이 아니라 지속적인 운영과 경영 의사결정 및 혁신 활동에 통합되어야 한다.

가치의 유형과 실현 기간은 혁신 과제의 특성에 따라 달라질 수 있으므로 모든 과제에 동일한 평가 기간과 조직 구성을 적용하지 않는다.

가치 창출 평가 일정

업무 처리시간, 오류 발생률 및 AI 시스템의 기술적 성능 등은 상용 운영 초기부터 지속적으로 측정할 수 있다. 초기 1~3 개월을 기본적인 평가 기간으로 설정하여 운영 안정성과 업무 성과의 변화를 검토하는 방안을 활용할 수 있다.

조직의 업무 프로세스와 전문역량 및 운영 구조의 변화는 보다 긴 관찰 기간을 필요로 할 수 있다. 초기 3~6 개월 동안 조직적 활용 수준과 업무 표준화 및 성과 가치사슬의 전환 상태를 평가할 수 있다.

경제적 가치와 투자성과는 분기별 및 연간 평가를 기본적인 검토 주기로 설정하고, 투자비 및 운영 비용의 발생과 실제 경제적 편익의 실현 시점을 고려하여 평가 기간을 조정한다.

신규 제품과 서비스 및 사업의 성과는 고객의 구매와 지속적인 이용 및 공급 비용과 수익 구조를 검증하는 데 필요한 기간을 고려해야 한다. 초기 6~12 개월 이상의 평가 기간을 설정할 수 있으나 제품과 사업의 특성에 따라 달라질 수 있다.

보건의료와 교육 및 사회혁신 과제의 장기적인 가치는 단기적인 성과와 구분하여 중장기적인 추적 평가를 수행한다.

이러한 기간은 초기 프로젝트의 평가 계획을 수립하기 위한 방법론적 참고 범위이며, 산업별 평균 성과 실현 기간이나 실제 성과 달성을 보장하는 기준은 아니다.

가치 창출 실행 조직

가치 창출의 실행 조직은 혁신 과제의 목적과 규모 및 복잡성에 따라 구성한다.

사업 및 혁신 책임자는 가치 창출 목표와 전체적인 성과 및 투자성과를 관리하고 실제 사업 전략과 가치 실현 활동을 연결한다.

혁신 아키텍트는 최초 미충족 수요와 핵심 근본 원인, 혁신 모델 및 실제 가치 창출 사이의 추적성을 확보한다. 또한 성과 가치사슬에서 발생하는 단절과 구조적 제약을 분석하고 추가적인 혁신 과제를 정의한다.

산업 전문가는 기술적·업무적 성과와 실제 현장 적합성 및 수요 충족 수준을 검토한다.

재무 및 사업 분석 전문가는 경제적 편익과 비용의 산정 기준을 검토하고 실제 가치와 잠재적 가치 및 투자성과를 구분하여 평가한다.

데이터 과학자와 수리과학자는 성과 측정 방법과 분석 모델을 설계하고 인과적 기여와 불확실성의 분석을 지원한다.

AI 엔지니어는 성과 측정과 가치 분석에 필요한 AI Agent 및 Human-Agent Workflow 의 구현과 운영 및 기술적 품질관리를 담당할 수 있다.

공공 및 사회혁신 과제에서는 해당 사회적 문제에 대한 분야별 전문가 및 실제 수혜자의 참여를 통해 사회적 가치와 부정적 영향 및 형평성을 검토한다.

소규모 조직에서는 한 사람이 여러 역할을 수행할 수 있으며, 필요한 전문역량은 SyenaHub 기반 외부 협력을 통해 확보할 수 있다.

다만 중요한 경제적·사회적 가치의 평가에서는 성과를 창출한 주체와 성과를 검증하는 주체 사이의 적절한 역할 분리 및 독립적 검토를 확보하도록 한다.

가치 창출과 경영 의사결정의 통합

성과 평가 결과는 실제 경영 의사결정과 연계되어야 한다.

경영진은 가치 검증 결과를 기반으로 기존 혁신 모델의 유지와 개선, 추가적인 투자, 조직의 자원 배분 및 새로운 사업 기회의 추진 여부를 판단한다.

가치 창출 효과가 낮은 과제는 단순히 운영 기간을 연장하기보다 가치 실현을 저해하는 원인과 구조적 제약을 분석해야 한다.

반면 충분한 가치 창출 효과가 검증된 과제는 해당 성과를 유지할 수 있는 운영 조건과 확산 과정에서 발생할 수 있는 위험을 검토한 후 적용 범위를 확대한다.

이러한 실행 체계를 통해 가치 측정과 검증은 혁신 프로젝트의 사후 보고 활동이 아니라 조직의 지속적인 혁신과 경쟁력 강화를 지원하는 경영 활동으로 정착할 수 있다.

11.17. 표준 산출물 및 문서 체계

새로운 가치 창출 단계에서는 실제 운영 성과와 경제적·사회적 가치의 산정 근거 및 성과 검증 결과를 체계적으로 관리해야 한다.

표준 산출물은 혁신 과제의 실행 결과를 객관적으로 평가하는 자료인 동시에, 후속 개선과 가치 확산 및 새로운 혁신 과제를 추진하기 위한 지식 자산이다.

새로운 가치 창출의 표준 산출물

본 방법론에서는 다음 12 개 핵심 산출물을 정의한다.

가치 창출 및 측정 계획서(Value Creation and Measurement Plan)는 평가 대상과 범위, 가치 창출 목표, 성과 지표, 기준선과 목표, 측정 방법 및 평가 책임자를 정의한다.

실제 운영 성과 보고서(Actual Operational Performance Report)는 실제 상용 운영 환경에서 확보한 업무, 기술, 제품 및 서비스와 고객 관련 성과 및 그 측정 근거를 기록한다.

성과 가치사슬 분석 보고서(Performance Value Chain Analysis Report)는 개별 성과가 조직과 사업의 성과 및 경제적·사회적 가치로 전환되는 경로와 각 전환 단계의 성과를 분석한다.

성과 단절 및 개선 분석서(Performance Discontinuity Analysis)는 성과 가치사슬의 전환 과정에서 발생하는 단절과 그 원인 및 구조적 제약과 개선 요구사항을 정의한다.

미충족 수요 충족 평가서(Needs Fulfillment Assessment)는 최초 검증된 미충족 수요와 혁신 목표 및 실제 성과를 비교하고 개별 성과 지표의 NFR 과 잔여 격차를 평가한다.

경제적 가치 평가서(Economic Value Assessment)는 실제 비용 절감액과 증분 공헌이익, 기타 경제적 편익 및 잠재적 생산성 가치와 관련한 산정 근거를 기록한다.

사회적 가치 평가서(Social Value Assessment)는 인간의 역량과 삶의 질 및 수혜자의 변화, 서비스 접근성, 사회적 편익 및 부정적 영향 등을 평가한다.

투자성과 및 ROI 분석 보고서(Investment Performance and ROI Report)는 평가 기간과 비용 및 편익의 범위를 명시하고 TCO, ROI, NPV, IRR 및 투자회수기간 등 과제에 필요한 재무적 평가 결과를 기록한다.

가치 검증 및 인과적 기여 평가서(Value Validation and Causal Contribution Assessment)는 성과의 신뢰성과 AI 혁신의 기여 및 외부 요인의 영향을 분석하고 평가의 불확실성과 한계를 명시한다.

혁신 자산 및 재사용 성과 목록(Innovation Asset and Reuse Catalog)은 축적한 지식과 기술 및 AI Resource 의 활용 조건과 검증 수준, 재사용 범위 및 실제 활용 성과를 관리한다.

새로운 가치 창출 종합 보고서(Value Creation Report)는 전체 혁신 과정과 실제 가치 창출 결과를 종합적으로 평가하고 Gate 7 의 의사결정 근거를 제공한다.

지속적 혁신 및 가치 확산 계획서(Continuous Innovation and Value Scaling Plan)는 기존 혁신 모델의 운영과 개선 및 확산 방향, 새로운 미충족 수요와 후속 혁신 과제의 추진 계획을 정의한다.

모든 혁신 과제에서 이러한 문서를 독립적으로 작성할 필요는 없다. 과제의 규모와 복잡성 및 평가 목적에 따라 관련 산출물을 하나의 통합 가치 창출 보고서로 구성할 수 있다.

다만 문서를 통합하더라도 성과의 측정 근거와 가치의 산정 기준 및 주요 의사결정의 추적성을 유지해야 한다.

새로운 가치 창출 종합 보고서의 구성

새로운 가치 창출 종합 보고서는 수요 주도형 AI 혁신의 일곱 번째 실행 단계에서 작성하는 대표적인 최종 산출물이다.

보고서에서는 최초 검증한 미충족 수요와 혁신 목표 및 핵심 근본 원인, 선정한 혁신 모델과 연구개발 및 실증 결과, 상용화 및 사업화의 결과를 설명한다.

이후 실제 운영 성과와 성과 가치사슬의 전환 결과를 분석하고 경제적·사회적 가치의 산정 및 검증 결과를 제시한다.

경제적 가치에 대한 평가에서는 실제 총편익과 비용 및 순편익을 구분하고, 실제 비용 절감과 증분 공헌이익 및 잠재적 생산성 가치를 분리하여 기록한다.

사회적 가치에 대한 평가에서는 직접적인 산출물과 수혜자의 실제 변화 및 장기적인 사회적 영향을 구분한다.

NFR, VRR, ROI 및 VCS 등 주요 평가 지표의 산정 근거와 실제 결과 및 평가의 불확실성을 명확하게 제시한다.

또한 혁신 목표를 달성하지 못한 성과 항목과 미해결된 제약 및 부정적 영향을 포함하고, 성과 단절의 해소 및 추가적인 개선과 가치 확산을 위한 후속 활동을 정의한다.

보고서의 마지막 부분에는 Gate 7 의 의사결정 결과와 그 근거 및 승인 조건, 책임자와 후속 실행 계획을 기록한다.

혁신 데이터의 단계 간 추적성

새로운 가치 창출 결과를 신뢰성 있게 검증하기 위해서는 최초 미충족 수요부터 실제 운영 성과 및 경제적·사회적 가치에 이르는 전체 혁신 활동의 추적성을 확보해야 한다.

제 5 장에서 정의한 Need ID 와 제 6 장의 Validation ID, 제 7 장의 Cause ID 및 Innovation Target ID, 제 8 장의 Innovation Model ID 와 Requirement ID, 제 9 장의 Research ID, Test ID 및 Evidence ID 등을 유지한다.

또한 제 10 장에서 정의한 Product ID, Service ID, Business Model ID, Deployment ID, Operation ID 및 Commercial Performance ID 와 실제 가치 창출 결과를 연결한다.

제 11 장에서는 가치 창출 및 검증과 관련한 정보를 관리하기 위해 다음과 같은 식별자를 활용하는 방안을 제안한다.

Value ID 는 개별 가치 항목을 식별하며, Benefit ID 는 해당 가치의 산정에 활용한 편익을 식별한다. Cost ID 는 관련 투자비와 운영 비용을 관리하기 위한 식별자이다.

Value Evidence ID 는 실제 가치의 산정 및 검증 근거를 식별하고, Value Assessment ID 는 특정 평가 기간과 평가 기준에 따라 수행한 가치 평가 결과를 식별한다.

Impact ID 는 수혜자와 사회에 발생한 실제 영향에 관한 정보를 관리하며, Follow-up Innovation ID 는 기존 혁신 성과 및 잔여 미충족 수요로부터 발굴한 후속 혁신 과제를 식별한다.

이러한 식별자는 단순히 문서를 분류하기 위한 것이 아니라 혁신 목표와 실제 성과 및 가치의 관계를 추적하고, 설계와 운영 및 평가 기준의 변경에 따른 영향을 분석하기 위한 데이터 관리 체계이다.

7 단계 혁신 방법론의 평가 체계 통합

수요 주도형 AI 혁신의 각 단계에서는 해당 단계의 목적에 적합한 평가 기준을 적용한다.

미충족 수요 검증 단계에서는 수요의 실재성과 중요성 및 혁신 필요성과 잠재적 가치를 평가한다.

근본 원인 분석 단계에서는 CVS(Causal Validity Score)를 활용하여 원인의 인과적 타당성을 검토하고, IPS(Innovation Priority Score)를 활용하여 혁신 대상의 우선순위를 평가한다.

AI 기반 해결 방안 설계 단계에서는 SFS(Solution Feasibility Score)를 활용하여 복수의 해결 방안의 예비적 타당성과 실현 가능성 및 잠재적 가치를 비교한다.

연구개발 및 실증 단계에서는 VPS(Validation Performance Score)를 활용하여 기술적 성능과 현장 실증 및 수요 충족 가능성을 평가한다.

상용화 및 사업화 단계에서는 CPS(Commercialization Performance Score)를 활용하여 실제 상용 운영과 고객 도입 및 경제적 지속 가능성에 관한 성과를 평가한다.

새로운 가치 창출 단계에서는 NFR 과 VRR 및 ROI 를 활용하여 실제 수요 충족과 가치 실현 및 투자성과를 측정하고, VCS(Value Creation Score)를 활용하여 경제적·사회적 가치 및 지속 가능성과 관련한 종합적인 평가를 수행한다.

이러한 평가 지표는 각 단계의 목적과 의사결정을 지원하기 위해 정의된 것이므로 모든 지표를 합산하여 하나의 종합적인 혁신 성공 점수를 산정하지 않는다.

특히 가중치 기반의 평가 점수와 실제 재무적 편익 및 통계적 성공 확률은 서로 다른 개념이다.

각 단계의 평가 결과와 객관적인 검증 증거 및 필수 통과 조건을 함께 검토하여 혁신 활동의 추진 및 개선과 후속 단계의 진입 여부를 판단한다.

상세 실무 양식의 관리

성과 측정 계획서, 경제적 가치 산정표, 투자성과 분석표, 사회적 가치 평가서 및 새로운 가치 창출 종합 평가표 등의 상세 양식은 백서 부록과 연계하여 관리한다.

실무 양식은 산업별 특성과 혁신 과제의 규모 및 가치 창출 목적에 따라 확장하거나 조정할 수 있어야 한다.

실무 양식의 표준화는 혁신 활동의 자율성과 창의성을 제한하기 위한 것이 아니라 성과 평가의 일관성과 검증 가능성 및 후속 혁신에서의 재사용성을 확보하기 위한 것이다.

11.18. 단계 완료 기준 및 지속적 혁신 전환 조건

새로운 가치 창출 단계는 수요 주도형 AI 혁신 7 단계 실행 방법론의 마지막 단계이다.

그러나 이 단계의 완료는 모든 혁신 활동의 종료를 의미하지 않는다. 현재 혁신 과제의 실제 가치 창출 결과를 검증하고 해당 성과를 유지하거나 확대하거나 새로운 혁신 활동으로 발전시킬 수 있는지를 판단하는 것을 의미한다.

새로운 가치 창출 단계의 완료 기준

새로운 가치 창출 단계의 완료 여부를 판단하기 위해서는 먼저 최초 검증한 미충족 수요와 혁신 목표 및 실제 성과 사이의 관계가 명확하게 정의되어 있어야 한다.

실제 운영 성과에 대한 객관적인 측정 데이터와 검증 증거가 확보되어야 하며, 개별 성과가 조직 및 사업의 성과와 경제적·사회적 가치로 전환되는 관계를 확인할 수 있어야 한다.

경제적 가치의 평가에서는 실제 편익과 비용 및 순편익을 구분하고, 잠재적 가치와 실현된 가치의 혼용 및 가치의 중복 산정을 방지해야 한다.

사회적 가치의 평가에서는 해당 과제에 적합한 지표와 검증 방법을 적용하고 직접적인 산출물과 수혜자의 변화 및 장기적인 사회적 영향을 구분해야 한다.

또한 AI 혁신의 기여와 다른 활동 및 외부 환경의 영향을 검토하고, 평가 결과의 불확실성과 한계를 명시해야 한다.

목표를 달성하지 못한 성과와 잔여 미충족 수요 및 성과 단절의 원인을 분석하고 필요한 개선 및 후속 혁신 활동을 정의해야 한다.

검증된 지식과 기술 및 AI Resource 에 대한 관리와 재사용 조건을 확보하고, 가치의 유지 및 확산에 필요한 운영 및 경제적 조건을 검토해야 한다.

안전성, 연구윤리, 법적 적합성, 정보보호 및 부정적 사회적 영향 등과 관련한 필수 검증 조건도 함께 확인한다.

마지막으로 사업 및 혁신 책임자와 관련 전문가 및 경영진의 검토를 통해 가치 창출의 결과와 후속 실행 방향에 관한 의사결정을 완료해야 한다.

이러한 완료 기준은 혁신 과제의 목표가 모두 달성된 경우뿐 아니라 목표 미달과 실패 및 추가적인 연구개발의 필요성이 확인된 경우에도 평가 결과를 체계적으로 기록하고 후속 방향을 결정하는 데 적용한다.

Gate 7. 가치 실현 검증 및 지속적 혁신 심의

Gate 7 은 수요 주도형 AI 혁신의 실제 가치 실현 수준을 종합적으로 검증하고 지속적인 운영, 개선, 확산 및 후속 혁신 과제의 추진 여부를 결정하는 최종 의사결정 관문이다.

Gate 7 에서는 실제 운영 성과와 미충족 수요 충족 수준, 경제적·사회적 가치 및 투자성과, 인과적 기여에 대한 증거와 혁신 모델의 지속 가능성을 종합적으로 검토한다.

이 과정에서는 특정 성과 지표의 수치나 VCS 의 종합 점수만으로 후속 실행을 승인하지 않는다. 필수 통과 조건의 충족 여부와 실제 가치 창출의 근거 및 잔여 위험을 함께 검토한다.

특히 기술적·경제적 성과가 우수하더라도 허용할 수 없는 안전상의 위험이나 법적 문제 및 사회적 위해가 존재하는 경우에는 지속적인 운영과 확산을 승인해서는 안 된다.

Gate 7 의 판정은 혁신 과제의 특성과 실제 가치 실현 상태에 따라 다음과 같이 구분한다.

Sustain — 지속 운영 및 가치 유지

실제 운영을 통해 의미 있는 가치 창출이 검증되고 해당 가치의 지속적인 실현에 필요한 기술적·조직적·경제적 조건이 확보된 경우에 적용한다.

지속 운영이 승인된 경우 성과의 유지에 필요한 운영 및 유지관리 책임과 성과 측정 주기를 정의하고, 성능과 고객 수요 및 운영 비용의 변화에 따라 지속적으로 혁신 모델을 검토한다.

Scale — 검증된 혁신 모델 확산

기존 적용 환경에서 충분한 가치 창출 효과가 검증되고 유사한 미충족 수요를 가진 다른 업무 및 조직과 고객에 혁신 모델을 적용할 가능성이 확보된 경우에 적용한다.

확산 과정에서는 기존 성과를 유지할 수 있는 공통 기술과 업무 구조를 분석하고 추가적인 공급 및 운영 비용을 검토한다.

또한 새로운 적용 환경의 수요와 데이터 및 기술적 조건과 규제 및 안전 요구사항을 검토하여 필요한 추가 검증을 수행해야 한다.

Improve — 성과 및 가치 창출 구조 개선

의미 있는 가치가 창출되었으나 미충족 수요의 잔여 격차, 성과 가치사슬의 단절 또는 기술적·운영적·경제적 제약이 존재하는 경우에 적용한다.

추가적인 개선 활동은 기존 혁신 모델의 핵심 구조를 유지하면서 성능과 업무 수행 구조 및 운영 또는 사업화 조건을 개선하는 방향으로 추진할 수 있다.

개선이 완료된 이후에는 변경된 조건에서 성과와 가치 실현 수준을 다시 평가한다.

Reinnovate — 새로운 혁신 과제 추진

기존 혁신 활동을 통해 확보한 과학적 지식과 기술 및 업무 역량과 실제 가치 창출의 경험을 기반으로 새로운 미충족 수요와 혁신 기회를 발굴한 경우에 적용한다.

새로운 혁신 과제는 기존 과제의 성과를 참고하되 해당 수요의 실재성과 중요성 및 혁신 필요성을 별도로 검증해야 한다.

이를 통해 제 1 단계인 미충족 수요 발굴에서 새로운 혁신 활동을 시작한다.

Return — 선행 혁신 단계 재검토

실제 가치 검증 결과가 선행 단계에서 설정한 핵심 가정과 일치하지 않거나 혁신의 구조적 타당성에 중대한 문제가 발견된 경우에 적용한다.

최초 미충족 수요의 정의가 부적절하였거나 근본 원인의 분석에 오류가 있었거나 해결 방안이 실제 문제를 충분히 해결하지 못하는 경우에는 관련 선행 단계로 환류한다.

기술적 성능과 현장 적용 및 사업화 조건에 문제가 있는 경우에는 제 9 장 또는 제 10 장의 관련 실행 활동을 재검토한다.

Hold / Stop — 추진 보류 또는 중단

실제 가치 창출 효과가 충분하지 않거나 가치의 지속적인 실현에 필요한 경제적·조직적 조건이 확보되지 않거나 허용할 수 없는 위험이 확인된 경우에 적용한다.

Hold 는 추가적인 검증이나 외부 환경 및 자원의 변화 등을 통해 개선 가능성을 판단하기 위해 추진을 일시적으로 보류하는 결정이다.

Stop 은 추가적인 자원 투입의 타당성이 확보되지 않거나 해결하기 어려운 제약과 위해가 존재하여 해당 혁신 활동을 중단하는 결정이다.

혁신 활동을 보류하거나 중단하더라도 확보한 연구성과와 검증 데이터 및 실패 경험은 관련 권리 및 보안 조건에 따라 관리하여 후속 연구개발과 혁신 활동에 활용할 수 있도록 한다.

지속적 혁신 전환의 원칙

Gate 7 의 판정은 반드시 상호 배타적일 필요는 없다.

기존 혁신 모델의 지속 운영을 승인하면서 일부 업무 및 성과를 개선하고, 검증된 공통 기술을 다른 조직으로 확산하며, 새로운 미충족 수요에 대한 후속 혁신 과제를 추진할 수 있다.

다만 복수의 판정을 적용하는 경우에는 각 후속 활동의 범위와 목적 및 책임자와 필요한 자원을 명확하게 정의하고 서로 다른 실행 활동이 상호 충돌하지 않도록 관리해야 한다.

후속 활동에서 발생하는 성과와 위험은 다시 측정하고 검증하며, 기존 혁신 모델의 변경 사항과 새로운 가치 창출 결과를 지속적으로 기록한다.

이러한 순환적 실행 체계를 통해 수요 주도형 AI 혁신은 특정 프로젝트를 완료하는 일회성 방법론이 아니라 인간과 조직이 지속적으로 새로운 가치를 창출하는 실행 역량으로 발전할 수 있다.

제 11 장 결론

AI 혁신의 궁극적인 목적은 기술의 도입이나 인간 업무의 대체가 아니라 인간의 창의적 역량을 확장하고 기존의 한계를 극복하여 더 큰 경제적·사회적 가치를 창출하는 데 있다.

수요 주도형 AI 혁신은 개인과 조직 및 산업현장의 미충족 수요에서 출발한다. 검증된 미충족 수요의 근본 원인과 구조적 제약을 분석하고 인간과 AI 의 창의적 협업을 통해 새로운 해결 방안을 설계하며, 과학적 연구와 기술개발 및 실증을 통해 그 가능성을 검증한다.

검증된 혁신 모델은 상용화 및 사업화를 통해 실제 산업현장에 적용되고, 지속적인 운영을 통해 인간과 조직의 성과 및 새로운 경제적·사회적 가치로 전환된다.

이 과정에서 중요한 것은 개별적인 혁신 성과의 확보뿐 아니라 그 성과를 실제 가치로 연결하는 체계이다.

개인의 업무 성과가 조직의 공동 역량으로 발전하고, 조직의 새로운 역량이 실제 사업 성과로 전환되며, 과학적·기술적 성과가 사회적 문제의 해결과 새로운 산업의 경쟁력으로 이어질 수 있도록 성과 가치사슬의 각 전환 단계와 구조적 제약을 관리해야 한다.

또한 실제 창출한 가치를 객관적인 증거에 기반하여 검증하고 잠재적 가치와 실현된 가치 및 경제적·사회적 편익을 구분하여 평가해야 한다.

검증된 가치와 혁신 과정에서 축적한 지식 및 기술자산은 새로운 미충족 수요를 해결하고 더 높은 수준의 혁신을 실현하는 기반이 된다.

인간과 AI Agent 는 학습, 창작, 개발, 혁신 및 재학습으로 이어지는 AI Value Creation Loop 를 지속적으로 수행하면서 새로운 지식과 역량 및 가치를 창출한다.

크림슨앰버의 수요 주도형 AI 혁신 방법론은 이러한 지속적인 가치 창출을 위한 체계적인 실행 방법을 제공하며, Craftem AI 혁신 OS 는 사람과 AI Agent 의 업무를 재설계하고 실행을 지원하며, SyenaHub AI 혁신 생태계는 다양한 전문성과 자원의 협력을 통해 창출된 가치를 확장하는 기반을 제공한다.

이러한 방법론과 실행 플랫폼 및 개방형 협력 생태계의 통합은 인간 중심의 가치 창출이라는 크림슨앰버의 핵심가치를 실현하기 위한 실행 체계이다.

제 11 장을 통해 미충족 수요의 발굴에서 새로운 경제적·사회적 가치 창출에 이르는 수요 주도형 AI 혁신 7 단계 실행 방법론을 완결한다.

제 12 장에서는 이러한 혁신 방법론의 전 과정을 실제로 실행할 수 있도록 지원하는 Craftem AI 혁신 OS 의 개념과 구조 및 핵심 기능을 설명한다.

제 11 장의 학술적 개념을 보완하기 위한 자료는 말미의 통합 참고문헌에서 추가 참고자료로 구분한다. 개별 원문 및 본문 주장과의 근거 적합성이 모두 검증된 것은 아니다.

관련 참고자료(장별 기존 목록 기준): [2, 6, 9, 21, 46, 51, 52, 54, 76, 80]. 직접 인용 외 배경·추가 참고자료를 포함한다.

PART III. AI 혁신 실행 및 협력 체계

제 12 장. Craftem AI 혁신 OS

Craftem AI Innovation OS

수요 주도형 AI 혁신은 개인과 조직 및 산업현장의 미충족 수요를 발굴하고 검증하며, 그 근본 원인을 분석하여 인간과 AI 의 창의적 협업을 통해 새로운 해결 방안을 설계하고 실현하는 혁신 체계이다. 이러한 혁신 활동은 과학적 연구, 기술개발, 업무 재설계, 제품과 서비스의 구현, 상용화 및 사업화와 실제 가치의 검증에 이르는 복합적인 실행 과정을 포함한다.

제 1 장부터 제 11 장까지는 이러한 혁신 활동의 개념적 기반과 실행 방법론을 정립하였다. 그러나 방법론의 정립만으로 실제 산업현장의 혁신이 실현되는 것은 아니다. 혁신 활동에 필요한 다양한 전문지식과 기술 및 데이터를 활용하고, 사람과 AI Agent 의 업무 수행 및 의사결정을 조율하며, 개별 혁신 활동의 성과를 지속적으로 관리하고 재사용할 수 있는 실행 기반이 필요하다.

특히 AI 혁신의 적용 범위가 기존 업무의 효율화와 자동화를 넘어 과학적 연구, 원천기술 개발, 새로운 제품과 서비스의 창조 및 비즈니스 모델 혁신으로 확대됨에 따라 개별 AI 모델과 도구의 활용을 넘어서는 통합적인 실행 플랫폼의 중요성이 높아진다.

Craftem AI 혁신 OS 는 이러한 요구를 충족하기 위한 인간 중심의 AI 혁신 실행 플랫폼이다. 기존 Human-AI Work OS 의 핵심 개념인 사람과 AI Agent 의 업무 재설계 및 실행 조율을 유지하면서, 그 적용 범위를 업무·기술·제품·서비스·비즈니스 모델 혁신으로 확장한다.

Craftem 은 인간을 가치 창출의 주체로 설정하고, AI Agent 와 다양한 모델·데이터·도구·스킬·워크플로우 리소스를 활용하여 인간의 전문성과 창의적 역량 및 실행 능력을 확장하는 것을 지향한다.

본 장에서는 Craftem 의 제품 정체성과 핵심 구성 요소, 논리 아키텍처, Human-AI Work 의 설계 및 실행 구조, Craftem Agent 와 Resource, Craftem Orchestration Runtime 의 역할을 설명한다. 또한 수요 주도형 AI 혁신 7 단계 실행 방법론을 지원하는 전문 Agent 체계와 혁신 프로젝트 및 데이터 관리, 개발 및 운영 환경, 외부 시스템 통합과 보안 및 개방형 협력 생태계와의 연계 구조를 제시한다.

본 장에서 설명하는 Craftem 의 세부 기능과 논리 아키텍처는 기존에 정립한 제품 개념을 기반으로 하는 목표 제품 및 기술 설계이며, 모든 기능의 개발 및 상용 운영이 완료되었음을 의미하지 않는다.



도표 12-1. 수요 주도형 AI 혁신 방법론과 Craftem 및 SyenaHub 의 통합 실행 체계

12.1. Craftem AI 혁신 OS 의 정의 및 목적

Craftem AI 혁신 OS 의 정의

Craftem AI 혁신 OS(Craftem AI Innovation OS)는 수요 주도형 AI 혁신 방법론을 기반으로 사람과 AI Agent 의 업무를 재설계하고 실행을 조율하며, 다양한 AI 리소스와 전문지식 및 혁신 자산을 통합적으로 활용하여 업무, 기술, 제품, 서비스 및 비즈니스 모델의 혁신과 새로운 경제적·사회적 가치 창출을 지원하는 AI 혁신 실행 플랫폼이다.

Craftem 은 인간과 AI 의 업무 수행 구조를 중심으로 설계된 플랫폼이다. 개별 AI 모델의 기능과 성능을 제공하는 데 그치지 않고 실제 산업현장의 업무 목적과 요구사항을 기반으로 인간과 AI Agent 의 역할 및 실행 구조를 설계하며, 필요한 기술과 데이터를 활용하여 혁신 활동을 수행할 수 있도록 지원한다.

AI 혁신의 대상은 업무 수행 방식뿐 아니라 과학적 지식과 기술, 제품과 서비스 및 비즈니스 모델의 구조에 이르기까지 다양하다. 그러나 이러한 혁신을 실제로 실현하는 과정은 연구자의 과학적 연구, 엔지니어의 기술개발, 전문가의 분석과 설계, 사업개발 담당자의 시장 및 고객 분석, 경영진의 의사결정 등 인간의 구체적인 업무 수행을 통해 이루어진다.

따라서 Human-AI Work 는 업무혁신의 직접적인 대상이면서 동시에 다양한 AI 혁신 활동을 실현하기 위한 공통적인 실행 단위가 된다.

Craftem AI Innovation OS 는 이러한 Human-AI Work 의 설계 및 실행과 다양한 혁신 활동의 연결을 지원함으로써 수요 주도형 AI 혁신 방법론을 실제로 실행할 수 있는 기반을 제공하고자 한다.

Craftem AI 혁신 OS 의 목적

Craftem 의 궁극적인 목적은 AI 기술의 활용 자체가 아니라 인간의 역량 강화와 실질적인 가치 창출을 지원하는 데 있다.

이를 위해 Craftem 은 개별 구성원이 AI 를 활용하여 확보한 전문지식과 업무 성과를 조직의 공동 역량으로 발전시키고, 조직의 혁신 역량이 실제 사업 성과 및 경제적·사회적 가치로 전환될 수 있도록 지원한다.

또한 연구개발 및 기술혁신 과정에서 확보한 과학적 지식과 기술, 연구데이터 및 검증 결과를 후속 연구개발과 제품 및 서비스의 구현, 상용화 및 사업화에 활용할 수 있도록 연결하는 것을 지향한다.

이러한 목적을 실현하기 위해 Craftem 은 다음의 주요 역할을 수행하도록 설계한다.

첫째, 사람과 AI Agent 가 수행해야 하는 실제 업무를 체계적으로 정의하고 재설계할 수 있도록 지원한다.

둘째, 업무 실행에 필요한 다양한 AI 모델과 데이터, 도구 및 전문지식을 통합적으로 활용할 수 있도록 한다.

셋째, 사람과 AI Agent 의 업무 수행 및 의사결정을 조율하고 실제 업무 실행의 상태와 결과를 관리할 수 있도록 한다.

넷째, 미충족 수요의 발굴부터 연구개발과 실증 및 사업화와 가치 창출에 이르는 혁신 활동을 연속적으로 관리할 수 있도록 지원한다.

다섯째, 검증된 지식과 기술 및 업무 실행 구조를 재사용 가능한 혁신 자산으로 축적하고 지속적인 개선과 새로운 혁신 활동에 활용할 수 있도록 한다.

이러한 역할을 통해 Craftem 은 개별적인 AI 활용을 조직적이고 지속 가능한 AI 혁신 역량으로 발전시키는 실행 플랫폼을 지향한다.

AI Innovation OS 의 개념적 의미

Craftem 에서 사용하는 OS(Operating System)는 컴퓨터의 하드웨어와 메모리, 프로세서 및 시스템 자원을 직접 관리하는 전통적인 컴퓨터 운영체제를 의미하지 않는다.

Craftem AI Innovation OS 는 인간과 AI Agent 의 업무 수행과 다양한 AI 리소스의 활용, 업무 실행의 상태 및 의사결정과 혁신 성과를 통합적으로 관리하는 응용 소프트웨어 계층의 운영 체계를 의미한다.

이러한 의미에서 Craftem 의 핵심적인 관리 대상은 컴퓨터의 물리적 자원이 아니라 인간과 AI 의 업무 수행 및 혁신 활동이다.

전통적인 컴퓨터 운영체제가 다양한 소프트웨어가 컴퓨터의 자원을 활용하여 실행될 수 있는 기반을 제공한다면, Craftem 은 다양한 AI 모델과 데이터 및 도구와 전문지식이 인간과 AI 의 업무 수행 목적에 맞추어 활용될 수 있는 실행 기반을 제공하는 것을 지향한다.

다만 이러한 비교는 Craftem 의 제품 개념을 설명하기 위한 개념적 비유이다. Craftem 이 기존 컴퓨터 운영체제를 대체하거나 동일한 수준의 시스템 소프트웨어 기능을 제공한다는 의미는 아니다.

AI Innovation OS 는 크림슨앰버가 지향하는 제품 카테고리 및 실행 플랫폼의 개념이며, 국제적으로 표준화된 소프트웨어 분류 체계를 의미하지 않는다.

12.2. Craftem 의 개발 배경 및 해결 대상

생성형 AI 와 AI Agent 기술의 발전은 인간이 지식과 정보를 활용하고 전문적인 업무와 창작 활동을 수행하는 방식에 새로운 가능성을 제공하고 있다.

그러나 AI 기술의 발전과 실제 조직 및 산업현장의 혁신 성과 사이에는 다양한 구조적 제약이 존재할 수 있다. AI 모델의 성능이 향상되고 활용 가능한 기술이 증가하더라도 인간과 AI 가 업무를 수행하는 구조와 조직의 운영 및 혁신 체계가 변화하지 않는다면 기대하는 가치가 충분히 실현되기 어렵다.

Craftem 은 이러한 AI 기술과 실제 가치 창출 사이의 구조적 문제를 해결하기 위한 실행 플랫폼으로 기획되었다.

개인 중심 AI 활용의 한계

범용 AI 서비스는 개별 구성원이 정보를 탐색하고 문서를 작성하며 데이터를 분석하고 새로운 아이디어를 생성하는 데 활용될 수 있다.

이러한 AI 활용을 통해 개인의 업무 생산성과 전문적인 문제 해결 능력이 향상될 수 있지만, 개인이 확보한 성과가 조직 전체의 성과로 자동 전환되는 것은 아니다.

구성원마다 서로 다른 AI 모델과 프롬프트 및 업무 수행 방식을 활용하는 경우에는 결과물의 품질과 정확성 및 재현성을 일관되게 관리하기 어려울 수 있다.

또한 개별 구성원이 축적한 효과적인 AI 활용 방법과 전문지식이 조직의 자산으로 관리되지 않는다면 다른 구성원이 동일한 업무를 수행하기 위해 다시 시행착오를 경험할 수 있다.

조직의 관점에서 중요한 것은 개별 구성원의 AI 활용량을 증가시키는 것만이 아니라, 검증된 AI 활용 방법과 전문지식을 조직의 업무 수행 체계에 통합하는 것이다.

Craftem 은 이러한 문제를 해결하기 위해 인간과 AI 의 업무를 목적과 책임 및 성과 기준을 갖는 Human-AI Work 로 정의하고, 검증된 업무 수행 방법을 재사용 가능한 Workflow Resource 및 관련 리소스로 관리하는 구조를 지향한다.

AI Agent 개발과 실제 업무 통합의 단절

AI Agent 는 AI 모델을 활용하여 정보를 분석하고 도구를 실행하며 다양한 업무를 수행할 수 있다.

그러나 특정 기능을 수행하는 AI Agent 를 개발하는 것과 실제 조직의 업무 프로세스에 사람과 AI Agent 의 협업 구조를 구현하는 것은 서로 다른 문제이다.

실제 업무에서는 업무 목적과 책임, 데이터의 접근 권한, 업무의 수행 순서, 기존 소프트웨어의 기능, 전문가의 판단 및 승인, 예외 처리와 품질 기준 등이 복합적으로 연결되어 있다.

예를 들어 건축설계 품질검토를 지원하는 AI Agent 가 BIM 모델과 설계 기준을 분석할 수 있다고 하더라도, 검토 범위와 법적 책임, 전문가의 최종 판단, 검토 결과의 전달 및 후속 설계 변경과 같은 업무 구조가 정의되지 않는다면 실제 조직의 품질관리 체계로 정착하기 어렵다.

Craftem 은 AI Agent 의 기술적 기능을 실제 Human-AI Work 및 Human-Agent Workflow 와 연결하여 사람과 AI Agent 및 기존 시스템이 함께 업무 목적을 달성할 수 있도록 지원하는 구조를 지향한다.

AI PoC 와 상용 운영 사이의 단절

AI 기반 해결 방안은 제한적인 데이터와 통제된 환경에서 개념 검증 및 파일럿 실증을 통해 기술적 가능성을 확인할 수 있다.

그러나 실제 상용 운영에서는 다양한 사용자와 데이터, 변화하는 업무 조건 및 예외 상황에 대응해야 한다.

AI 모델의 출력 오류와 외부 도구의 실행 실패, 데이터의 변경, 사용자별 권한 및 보안 문제와 실행 비용 및 운영 책임 등을 지속적으로 관리할 수 있어야 한다.

이러한 조건은 단순히 AI 모델이나 Agent 의 기능을 구현하는 것만으로 확보되지 않는다.

Craftem 은 Workflow Resource 의 실행과 상태 관리, Resource 의 버전 및 이용 조건, 사람의 검토 및 승인과 실행 기록을 연계하여 실증된 업무 구조가 실제 상용 운영으로 발전할 수 있는 기반을 제공하고자 한다.

연구개발과 기술사업화 사이의 단절

AI 를 활용한 과학적 연구와 기술개발은 연구문헌의 탐색, 과학적 가설의 생성, 데이터 분석, 수리 모델링, 생성 설계 및 최적화 등 다양한 연구 활동을 지원할 수 있다.

그러나 이러한 AI 활용이 개별 연구자의 특정 업무나 연구개발 단계에 국한되는 경우에는 산업현장의 미충족 수요와 연구개발 및 실증 결과, 기술사업화와 실제 가치 창출 사이의 관계를 일관되게 관리하기 어렵다.

수요 주도형 AI 혁신에서는 최초의 산업현장 수요가 어떤 근본 원인과 혁신 대상으로 정의되었으며, 어떠한 해결 방안과 과학적 가설 및 기술개발 요구사항으로 발전하였는지를 추적할 수 있어야 한다.

또한 연구개발 과정에서 확보한 지식과 기술 및 검증 증거가 실제 제품과 서비스의 개발 및 사업화의 근거로 활용되어야 한다.

Craftem 은 수요 주도형 AI 혁신의 7 단계 실행 방법론과 전문 Agent 및 혁신 데이터 관리 체계를 연결하여 이러한 연속적인 혁신 활동의 실행을 지원하고자 한다.

AI 리소스 및 전문지식의 분산

AI 혁신의 실행에는 다양한 AI 모델, 데이터, 전문 소프트웨어, 수리적 분석 및 시뮬레이션 도구와 산업별 전문지식이 필요할 수 있다.

이러한 리소스는 서로 다른 기술기업과 연구기관 및 기업의 내부 시스템에 분산되어 존재할 수 있으며, 각 리소스의 이용 조건과 실행 방식 및 보안 요구사항이 서로 다를 수 있다.

개별 리소스를 활용할 수 있다는 사실만으로 복합적인 업무의 실행이 가능해지는 것은 아니다. 필요한 리소스를 업무 목적에 맞추어 선택하고 조합하며 그 실행 결과를 일관되게 관리할 수 있는 구조가 필요하다.

Craftem 은 모델·데이터·도구·스킬·워크플로우를 독립적인 Resource 로 관리하고, 필요한 Resource 를 Human-Agent Workflow 와 연결하여 활용할 수 있도록 하는 방향을 지향한다.

혁신 성과와 가치 창출 사이의 단절

AI 혁신을 통해 업무 생산성이 향상되거나 새로운 기술이 개발되더라도 실제 경제적·사회적 가치의 실현에는 추가적인 실행과 검증이 필요하다.

개인의 업무 성과를 조직의 역량으로 발전시키고, 조직의 성과를 실제 사업 성과로 연결하며, 과학적·기술적 성과가 산업현장과 사회의 가치로 전환될 수 있도록 관리해야 한다.

Craftem 은 업무 실행 및 혁신 활동의 결과를 최초 수요와 혁신 목표 및 성과 기준과 연결하고, 실제 성과와 가치의 검증을 지원하는 플랫폼으로 발전하는 것을 목표로 한다.

구조적 문제	Craftem 의 해결 방향
개인 중심 AI 활용	Human-AI Work 의 조직적 설계 및 실행
AI Agent 와 실제 업무의 단절	Human-Agent Workflow 기반 업무 통합
PoC 와 상용 운영의 단절	실행·배포·운영 및 품질관리의 연계
연구개발과 기술사업화의 단절	7 단계 혁신 방법론의 연속적 실행
AI 리소스와 전문지식의 분산	Craftem Resource 기반 통합 및 재사용
혁신 성과와 가치 창출의 단절	성과 가치사슬 분석 및 가치 검증

도표 12-2. AI 혁신의 구조적 문제와 Craftem 의 해결 방향

Craftem 이 해결하고자 하는 이러한 구조적 문제는 개별 AI 기술의 성능 부족만을 의미하지 않는다. 인간과 AI 의 업무 수행 구조, 조직의 운영 체계, 연구개발 및 기술사업화 과정과 실제 가치 창출 사이의 연결을 개선하기 위한 문제이다.

따라서 Craftem 의 개발 방향은 새로운 AI 기능을 지속적으로 추가하는 것뿐 아니라 인간과 조직이 이러한 기능을 실제 혁신 성과로 전환할 수 있는 실행 체계를 구축하는 데 있다.

12.3. Craftem 의 핵심 가치 및 제품 설계 원칙

Craftem 의 제품 설계는 크림슨앰버의 핵심가치인 인간 중심의 가치 창출(Human-Centered Value Creation)에 기반한다.

인간은 가치 창출의 목적을 정의하고, 자신이 보유한 전문지식과 창의적 역량을 활용하여 새로운 문제를 해결하며, 혁신 활동의 결과를 판단하고 책임지는 주체이다.

AI 는 인간이 활용할 수 있는 지식의 범위와 분석 및 실행 능력을 확장하고, 기존에는 실현하기 어려웠던 새로운 가치 창출 활동을 지원하는 기술적 기반이다.

Craftem 은 이러한 인간과 AI 의 관계를 실제 업무 및 혁신 활동의 설계와 실행 구조에 반영하기 위해 다음과 같은 제품 설계 원칙을 적용하는 것을 지향한다.

인간 중심성

Craftem 의 업무 및 혁신 실행 구조는 인간이 정의한 목적과 요구사항 및 가치 창출 목표에서 출발한다.

사람과 AI Agent 의 역할을 설계할 때에는 인간이 수행해야 하는 전문적 판단과 창의적 활동 및 의사결정과 책임을 고려한다.

AI Agent 의 자율적인 업무 수행 범위는 업무의 특성과 위험 수준 및 검증 가능성에 따라 설정하며, 중요한 의사결정에는 적절한 인간의 감독과 검토 및 승인 구조를 반영한다.

수요 중심성

Craftem 의 기능과 전문 Agent 및 Resource 는 실제 산업현장의 미충족 수요를 해결하는 데 필요한 업무와 혁신 활동을 중심으로 설계한다.

기술적으로 구현할 수 있는 기능을 먼저 개발하고 활용처를 탐색하는 방식에만 의존하지 않고, 검증된 수요와 근본 원인 및 혁신 목표를 기반으로 필요한 기능과 리소스를 정의한다.

이러한 원칙은 제품의 기능 개발과 산업 특화 Agent 및 Resource 의 개발 우선순위를 결정하는 데에도 적용한다.

업무 중심성

Craftem 의 핵심적인 실행 대상은 AI 모델과의 대화나 개별 도구의 실행이 아니라 실제로 수행해야 하는 Work 이다.

Work 는 업무의 목적과 기대 성과 및 역할과 책임, 입력 및 출력, 적용 환경과 제약조건을 포함하는 현실 세계의 활동이다.

AI 모델과 Agent 및 Resource 는 이러한 Work 를 수행하기 위한 구성 요소이며, Human-Agent Workflow 는 Work 를 컴퓨터에서 실행할 수 있도록 구현하는 구조이다.

이러한 구분을 통해 기술 중심의 기능 설계보다 실제 업무 목적과 성과를 중심으로 실행 구조를 설계할 수 있다.

리소스 독립성

Craftem 은 특정 AI 모델이나 외부 기술에 전체 업무 실행 구조가 과도하게 종속되지 않도록 설계하는 것을 지향한다.

업무의 목적과 요구사항에 따라 적합한 모델과 데이터 및 도구를 선택하고, 필요한 경우 다른 리소스로 변경하거나 복수의 리소스를 조합할 수 있도록 한다.

다만 리소스의 독립성이 모든 모델과 도구를 동일한 방식으로 자유롭게 교체할 수 있다는 의미는 아니다. 리소스별 기능과 입력 및 출력 조건, 성능, 비용, 라이선스 및 안전성의 차이를 고려해야 하며 변경에 따른 필요한 검증을 수행해야 한다.

모듈화 및 재사용성

검증된 전문지식과 도구 및 업무 실행 구조를 독립적인 단위로 관리하여 다양한 Human-AI Work 와 혁신 과제에서 재사용할 수 있도록 설계한다.

복합적인 업무는 독립적으로 개발하고 검증할 수 있는 구성 요소로 분해하고, 각 구성 요소의 역할과 인터페이스 및 의존관계를 명확하게 정의한다.

이를 통해 개별 혁신 과제에서 확보한 기술과 지식이 해당 프로젝트에만 종속되지 않고 조직의 지속적인 혁신 자산으로 발전할 수 있도록 한다.

상호운용성

Craftem 은 기업과 연구기관이 기존에 활용하고 있는 소프트웨어와 데이터 및 전문적인 하드웨어의 기능을 활용할 수 있도록 설계하는 것을 지향한다.

기존의 전문 소프트웨어와 산업 시스템을 일률적으로 대체하기보다 각 시스템의 검증된 기능과 데이터를 인간 및 AI Agent 의 업무 수행 구조에 통합한다.

상호운용성을 확보하기 위해 승인된 API 와 외부 도구 연계 프로토콜 및 데이터 인터페이스 등을 활용하며, 실제 통합의 가능성과 범위는 대상 시스템의 기술적 조건 및 이용 권한에 따라 결정한다.

실행 추적성

Human-AI Work 의 실행 과정과 결과를 검증하고 개선하기 위해서는 어떠한 모델과 데이터 및 도구가 활용되었으며, 사람과 AI Agent 가 어떤 역할과 의사결정을 수행하였는지에 대한 기록이 필요하다.

Craftem 은 업무 실행의 상태 및 결과와 Resource 의 버전 및 이용 조건, 인간의 검토 및 승인 기록 등을 추적할 수 있는 구조를 지향한다.

혁신 프로젝트의 차원에서는 최초 미충족 수요와 해결 방안, 연구개발 및 실증 결과와 실제 가치 창출 사이의 연결 관계를 추적할 수 있도록 한다.

안전 및 책임성

사람과 AI Agent 의 업무 수행은 승인된 권한과 실행 조건 및 업무 목적의 범위 내에서 이루어져야 한다.

Craftem 은 데이터에 대한 접근 권한, 외부 시스템의 실행 권한, 위험성이 높은 작업의 승인 및 실행 제한과 감사 기록 등 필요한 보안 및 책임 구조를 제품 설계에 반영한다.

AI Agent 가 특정 업무를 수행할 수 있는 기술적 능력을 보유하고 있다는 사실과 해당 업무를 수행할 권한을 부여받았다는 사실은 구분한다.

성과 및 가치 중심성

Craftem 의 성과는 AI 모델의 사용량과 Agent 의 실행 횟수 또는 생성한 결과물의 수만으로 평가하지 않는다.

실제 Human-AI Work 의 품질과 생산성, 인간의 역량 강화, 조직의 업무 및 혁신 역량과 연구개발 및 사업 성과의 향상을 중심으로 평가한다.

이를 위해 업무 실행 결과와 혁신 목표 및 성과 지표를 연결하고 실제 가치의 검증에 필요한 데이터를 활용할 수 있도록 설계한다.

지속적 발전 가능성

AI 모델과 소프트웨어 및 산업별 전문 기술은 지속적으로 발전하며 새로운 업무 및 혁신 요구사항이 발생할 수 있다.

Craftem 은 새로운 기술과 전문지식 및 업무 수행 방법을 독립적인 Resource 및 Agent Template 으로 개발하고 검증하여 활용할 수 있는 구조를 지향한다.

이러한 발전 가능성은 단순한 기술적 확장성뿐 아니라 인간과 조직이 지속적으로 새로운 지식과 역량을 확보하고 혁신 활동에 활용할 수 있는 실행 체계의 확장성을 포함한다.

12.4. Crafter 와 Human-AI 가치 창출

AI 혁신의 실행 플랫폼은 단순히 AI 기술의 사용 편의성을 높이는 데 그치지 않고 인간이 자신의 목적을 실현하고 새로운 가치를 창출할 수 있도록 지원해야 한다.

Craftem 에서는 이러한 인간 중심의 가치 창출 주체를 Crafter 로 정의한다.

12.4.1. Crafter 의 정의 및 역할

Crafter 는 Craftem 을 활용하여 Human-AI Work 를 설계·실행·개선하고, 인간과 AI 의 협업을 통해 개인의 역량과 성과를 조직의 성과 및 새로운 경제적·사회적 가치로 확장하는 가치 창출 주체이다.

Crafter 는 AI 소프트웨어가 제공하는 결과를 수동적으로 이용하는 사용자에 한정되지 않는다.

자신이 해결해야 하는 문제와 업무 목적을 정의하고, 필요한 전문지식과 기술 및 데이터를 탐색하며, AI Agent 와 협력하여 새로운 해결 방안을 설계하고 실행한다.

또한 업무 및 혁신 활동의 결과를 검토하고 실제 목적과 성과 기준에 부합하는지를 판단하며 필요한 개선을 수행한다.

예를 들어 건축설계 전문가는 자신의 설계 경험과 전문지식을 활용하여 품질검토 업무의 목적과 기준을 정의하고 AI Agent 와 협업하여 검토 업무를 수행할 수 있다.

과학자는 새로운 연구 가설을 설정하고 AI 기반 지식 탐색과 수리 모델링 및 데이터 분석을 활용하여 연구개발 활동을 수행할 수 있다.

사업개발 전문가는 산업현장의 미충족 수요와 시장 및 고객의 요구사항을 분석하고 AI Agent 를 활용하여 새로운 가치제안과 사업화 모델을 설계할 수 있다.

이러한 다양한 활동에서 공통적으로 중요한 것은 인간이 가치 창출의 목적과 방향을 정의하고 AI 의 역량을 활용하여 자신의 전문성과 실행 능력을 확장한다는 점이다.

12.4.2. Crafter 의 유형 및 역량 확장

Crafter 는 특정 산업이나 직무 및 기술적 전문성을 보유한 사용자에 한정되지 않는다.

산업현장의 실무자는 자신이 수행하는 업무를 분석하고 사람과 AI Agent 의 역할을 재설계하여 업무 생산성과 품질을 향상하는 Crafter 가 될 수 있다.

과학자와 연구개발자는 AI 를 활용하여 과학적 지식과 연구 후보를 탐색하고 연구 가설의 검증과 기술개발을 수행하는 Crafter 가 될 수 있다.

수리과학자는 복합적인 과학적·산업적 문제를 수리적으로 정식화하고 모델링과 시뮬레이션 및 최적화를 통해 창의적 해결 방안의 탐색과 검증을 지원할 수 있다.

AI 엔지니어와 소프트웨어 개발자는 새로운 Agent 와 Resource 및 Workflow 를 구현하고 검증하여 다른 Crafter 의 업무 수행과 혁신 활동을 지원할 수 있다.

혁신 아키텍트는 산업현장의 미충족 수요와 근본 원인을 분석하고 관련 전문역량과 기술 및 업무 실행 구조를 통합하여 전체 혁신 모델을 설계할 수 있다.

경영진과 사업개발 전문가는 실제 혁신 성과를 조직의 운영 및 사업 전략과 연결하고 지속적인 가치 창출 및 새로운 사업 기회의 실현을 추진할 수 있다.

이러한 Crafter 의 유형은 고정적인 계정 분류나 권한 체계를 의미하지 않는다. 하나의 개인이 여러 역할을 수행할 수 있으며, 혁신 과제의 규모와 특성에 따라 서로 다른 전문성을 보유한 Crafter 가 공동으로 업무를 수행할 수도 있다.

Craftem 은 전문적인 기술개발 역량을 보유한 Crafter 와 검증된 Agent 및 Resource 를 활용하여 실제 업무를 수행하는 Crafter 가 각자의 역할에 적합한 환경을 활용할 수 있도록 설계하는 것을 지향한다.

12.4.3. Crafter 와 AI Agent 의 지속적인 가치 창출

Crafter 의 가치 창출 활동은 특정 업무를 한 번 수행하거나 개별적인 AI 활용 결과를 확보하는 데 그치지 않는다.

인간과 AI Agent 가 협업하여 학습하고 창작하며 개발하고 혁신하는 과정은 새로운 지식과 경험 및 성과를 축적하는 과정이기도 하다.

제 11 장에서 설명한 AI Value Creation Loop 는 이러한 Crafter 의 지속적인 가치 창출 활동을 설명하는 기본 구조이다.

학습 단계에서 Crafter 는 산업현장의 미충족 수요와 문제를 이해하고 필요한 과학적 지식과 전문기술 및 기존 해결 방안을 탐색한다.

창작 단계에서는 인간의 창의적 통찰과 AI 의 생성 및 추론 역량을 결합하여 새로운 아이디어와 해결 방안을 설계한다.

개발 단계에서는 설계한 해결 방안을 실제로 구현하고 필요한 연구개발과 기술적 검증을 수행한다.

혁신 단계에서는 개발한 해결 방안을 실제 업무 및 산업현장에 적용하고 실질적인 성과와 경제적·사회적 가치를 창출한다.

재학습 단계에서는 이러한 과정에서 확보한 지식과 검증 증거, 업무 수행 경험과 실제 성과 및 실패 사례를 분석하여 인간과 조직의 지식과 역량을 갱신한다.

Craftem 은 이러한 각 활동에 필요한 모델과 데이터 및 도구와 전문 스킬 및 Workflow Resource 를 활용하고 활동의 결과를 후속 업무와 혁신에 재사용할 수 있도록 지원하는 실행 기반을 지향한다.

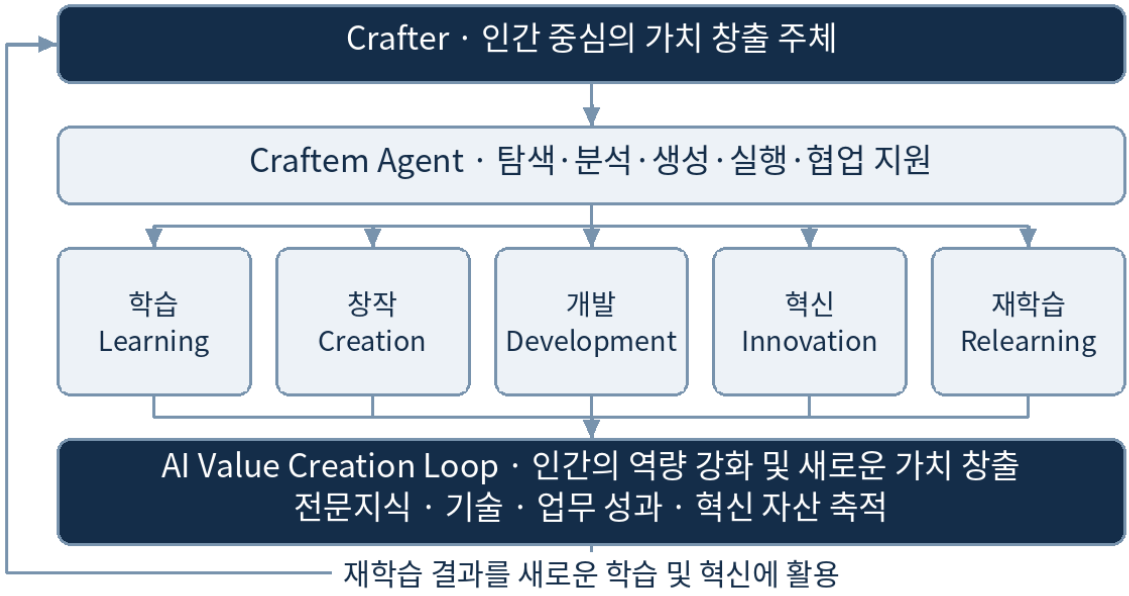


도표 12-3. Crafter 와 AI Agent 의 지속적인 가치 창출 활동

Crafter 의 활동이 지속적인 가치 창출로 이어지기 위해서는 개별적인 업무 수행 경험을 조직적으로 축적하고 활용할 수 있어야 한다.

검증된 업무 수행 방법과 전문지식을 다른 Crafter 가 재사용하고 개선할 수 있도록 관리함으로써 개인의 학습과 혁신 경험이 조직의 공동 학습 및 혁신 역량으로 발전할 수 있다.

이러한 관계에서 Crafter 가 가치를 창조하고, Craftem 이 실행을 지원하며, SyenaHub 가 협력을 통해 그 가치를 확산한다.

12.5. Craftem AI 혁신 OS 의 전체 아키텍처

Craftem AI 혁신 OS 는 다양한 사람과 AI Agent 및 Resource 가 실제 업무와 혁신 활동을 수행할 수 있도록 연결하고 조율하는 복합적인 소프트웨어 시스템이다.

이러한 시스템의 구조를 명확하게 이해하기 위해 주요 구성 요소의 책임과 상호작용을 기능적인 관점에서 구분하는 논리 아키텍처를 정의한다.

본 절에서 제시하는 아키텍처는 Craftem 의 목표 기능과 구성 요소 사이의 관계를 설명하기 위한 논리적 설계이다. 실제 소프트웨어의 서비스 분할 방식, 데이터베이스 및 서버 구성과 배포 환경은 별도의 상세 기술 설계를 통해 정의한다.

12.5.1. Craftem 의 논리 아키텍처

Craftem AI 혁신 OS 의 전체 논리 아키텍처는 사용자 및 협업 계층, 혁신 프로젝트 및 Work 관리 계층, Craftem Agent 및 Workflow 계층, Orchestration Runtime 계층, Craftem Resource 계층, 외부 시스템 및 실행 인프라 계층의 여섯 가지 기능적 계층으로 구성하는 것을 제안한다.

각 계층은 독립적인 책임과 기능을 가지지만 전체 혁신 활동에서는 서로 연계되어 작동한다.

사용자 및 협업 계층

사용자 및 협업 계층은 Crafter 가 Craftem 을 활용하여 업무와 혁신 활동을 설계하고 실행하며 결과를 검토하고 다른 참여자와 협업하는 환경이다.

Crafter 는 자신이 수행하려는 업무의 목적과 요구사항을 정의하고 필요한 Agent 와 Resource 를 활용하며 업무 실행 과정에서 인간의 전문적 판단과 의사결정을 수행한다.

공동 혁신 과제에서는 여러 Crafter 가 각자의 전문성과 역할에 따라 연구개발과 기술 구현 및 검증과 사업화 업무에 참여할 수 있다.

이 계층은 사용자 경험과 협업 및 인간의 의사결정을 지원하는 역할에 중점을 둔다.

혁신 프로젝트 및 Work 관리 계층

혁신 프로젝트 및 Work 관리 계층은 실제 산업현장의 미충족 수요를 혁신 과제로 정의하고 필요한 Human-AI Work 를 설계하고 관리하는 계층이다.

혁신 프로젝트에는 최초 미충족 수요와 검증 결과, 근본 원인 및 혁신 대상, 해결 방안과 연구개발 요구사항, 실행 계획 및 참여 주체와 성과 기준 등의 정보를 포함할 수 있다.

하나의 혁신 프로젝트에서 복수의 Human-AI Work 를 정의하고 각 업무의 목적과 실행 조건 및 결과와 관련 혁신 산출물을 관리하도록 구성한다.

이 계층에서는 개별 업무의 실행과 전체 혁신 프로젝트의 목적 및 진행 상태를 연결하는 역할을 수행한다.

Craftem Agent 및 Workflow 계층

Craftem Agent 및 Workflow 계층은 Human-AI Work 를 수행하기 위한 AI Agent 및 실행 가능한 업무 구조와 관련 명세를 관리하는 계층이다.

Craftem Agent 와 Agent Template, Human-Agent Workflow Specification 및 실행에 필요한 Workflow Resource 의 참조 관계를 관리한다.

이 계층은 업무의 실행 목적과 AI Agent 의 역할 및 활용 리소스와 사람의 검토 및 승인 구조를 구체화하는 역할을 수행한다.

Workflow Resource 자체의 등록과 버전 및 이용 조건은 Resource 계층에서 관리하며, Agent 및 Workflow 계층은 해당 Resource 를 업무 실행에 활용하는 구성과 연결 관계를 정의한다.

Orchestration Runtime 계층

Orchestration Runtime 계층은 Human-Agent Workflow Resource 를 실제로 실행하고 사람과 AI Agent 의 업무 수행 및 의사결정과 Resource 의 활용을 조율하는 계층이다.

업무의 실행 순서와 조건, 상태 변화 및 사람의 승인과 외부 시스템의 실행 결과를 관리하고, 업무 실행에서 발생하는 오류 및 예외 상황에 대응할 수 있도록 구성한다.

이 계층은 Craftem 에서 설계한 업무 수행 구조를 실제 실행으로 전환하는 핵심적인 역할을 담당한다.

Craftem Resource 계층

Craftem Resource 계층은 Human-AI Work 및 혁신 활동에 필요한 Model, Data, Tool, Skill 및 Workflow Resource 를 등록하고 관리하며 활용할 수 있도록 제공하는 계층이다.

리소스의 기능과 이용 조건, 버전과 의존관계, 접근 권한 및 검증된 적용 범위를 관리하고 업무 실행에 필요한 리소스를 식별할 수 있도록 한다.

리소스는 Craftem 내부에서 직접 관리할 수도 있으며 외부 제공기관이나 기업의 내부 시스템에 존재하는 리소스를 승인된 인터페이스를 통해 참조할 수도 있다.

외부 시스템 및 실행 인프라 계층

외부 시스템 및 실행 인프라 계층은 Craftem 의 업무 실행에 필요한 기업 소프트웨어와 데이터 저장소, 전문적인 산업 및 연구개발 시스템, 외부 API 및 도구 서버와 컴퓨팅 환경 등을 포함한다.

Craftem 은 이러한 외부 시스템이 제공하는 기능과 데이터를 활용하여 실제 산업현장의 업무 수행 및 연구개발과 기술혁신 활동을 지원할 수 있도록 설계한다.

외부 시스템의 실행과 데이터 접근은 각 시스템의 인터페이스와 보안 및 권한 조건을 준수해야 한다.



도표 12-4. Craftem AI 혁신 OS 의 전체 논리 아키텍처

기능적 책임을 구분한 목표 논리 아키텍처이며 물리적 배포 구조와 일대일로 대응하지 않는다.

인증과 접근 권한, 정보보호, 실행 기록, 버전관리, 운영 비용, 품질 및 인간의 감독과 관련한 기능은 특정 계층에만 국한되지 않고 전체 아키텍처에 공통적으로 적용되는 관리 및 거버넌스 기능으로 구성한다.

12.5.2. 핵심 구성 요소 및 상호작용

Craftem 의 주요 구성 요소는 Crafter 의 업무 목적을 실제 업무 실행 및 가치 창출로 연결하기 위해 상호작용한다.

Crafter 는 해결해야 하는 업무 또는 혁신 과제를 정의하고, 해당 업무에서 달성하고자 하는 목표와 필요한 입력 및 출력 및 성과 기준을 설정한다.

Human-AI Work Redesign 을 통해 사람과 AI Agent 의 역할 및 업무 수행 방식을 재설계하고, 해당 업무를 구현하기 위한 Human-Agent Workflow Specification 을 작성한다.

이후 Workflow Specification 을 실행 가능한 Workflow Resource 로 구현하고 필요한 Craftem Agent 와 Model, Data, Tool 및 Skill Resource 를 연결한다.

Craftem Orchestration Runtime 은 실행 요청을 수신하고 Workflow Resource 의 실행 조건 및 활용 리소스와 사람의 역할을 확인하여 업무 실행을 조율한다.

실행 과정에서 AI Agent 는 필요한 모델과 데이터를 활용하여 정보를 분석하고 결과를 생성하며, 적합한 Tool Resource 를 활용하여 전문적인 계산과 외부 시스템의 실행을 수행할 수 있다.

인간의 판단이나 승인이 필요한 경우에는 해당 업무를 권한을 가진 Crafter 에게 전달하고 검토 및 의사결정 결과에 따라 후속 실행을 수행하도록 구성한다.

실행이 완료되면 업무 결과와 검증 증거 및 활용한 리소스와 실행 기록을 확보하고, 해당 결과를 사전에 정의한 성과 기준 및 관련 혁신 프로젝트와 연결한다.

이러한 구조를 통해 개별적인 AI 모델의 호출과 도구 실행이 실제 Human-AI Work 의 수행 및 혁신 활동과 연결될 수 있다.

예를 들어 건축설계 품질검토 업무에서 Crafter 가 검토 대상 BIM 모델과 설계 기준 및 검토 범위를 정의하면, Craftem Agent 는 필요한 전문 검토 스킬과 모델 및 데이터와 BIM 분석 도구를 활용하도록 구성할 수 있다.

Orchestration Runtime 은 BIM 데이터 분석과 전문 기준 검토, 오류 후보의 생성 및 검토 보고서 작성과 인간 전문가의 승인 절차를 조율한다.

이때 기하학적 충돌 검출은 적합한 전문 알고리즘이나 기존 BIM 분석 도구가 수행하고, AI 모델은 비정형 설계 기준의 해석과 검토 항목의 식별 및 결과의 설명을 지원할 수 있다.

최종적인 설계 적합성과 전문적 책임에 관한 판단은 관련 권한을 갖춘 인간 전문가가 수행한다.

이 사례는 Craftem 의 구성 요소가 상호작용하는 개념적 실행 구조를 설명하기 위한 것이며 특정 기능의 현재 구현 또는 성능을 입증하는 사례는 아니다.

12.5.3. 혁신 실행 환경과 관리 환경의 구분

Craftem 의 실행 플랫폼을 구성할 때에는 실제 Human-AI Work 를 수행하는 환경과 해당 업무의 실행을 지원하기 위한 개발 및 관리 환경의 역할을 구분할 필요가 있다.

혁신 실행 환경은 Crafter 가 실제 업무 및 연구개발과 혁신 활동을 설계하고 실행하며 결과를 검토하는 환경이다.

이 환경에서는 이미 등록되고 사용이 승인된 Agent 와 Resource 를 활용하며 실제 업무 목적과 고객 및 조직의 요구사항에 따라 실행을 수행한다.

개발 환경은 새로운 Agent 와 Tool, Skill 및 Workflow Resource 등을 개발하고 구현하며 시험하는 환경이다.

개발자는 실행 기능의 구현과 기능적 검증, 오류의 수정 및 리소스의 등록과 버전관리 등을 수행할 수 있도록 한다.

관리 환경은 사용자와 조직의 접근 권한, Resource 의 이용 조건과 실행 비용, 혁신 데이터 및 산출물의 관리, 서비스의 운영과 품질 및 보안 관련 정책 등을 관리하기 위한 환경이다.

이러한 환경의 구분은 기능적 역할과 책임을 명확하게 하고 개발 중인 코드 및 리소스와 실제 운영에 사용되는 검증된 리소스를 구분하기 위한 것이다.

개발자가 새로운 Tool Resource 를 구현할 수 있는 권한을 보유하고 있다고 해서 해당 리소스를 실제 고객의 운영 환경에서 임의로 실행하거나 고객의 데이터에 접근할 수 있는 권한까지 자동으로 부여받는 것은 아니다.

따라서 개발 및 시험과 실제 운영 환경의 분리, 리소스의 승인 및 배포 절차, 역할에 따른 권한의 구분을 Craftem 의 실행 구조에 반영하는 것을 지향한다.

12.6. Human-AI Work 의 설계 및 실행 구조

Human-AI Work 는 Craftem AI 혁신 OS 의 핵심적인 업무 관리 대상이다.

Craftem 은 사람과 AI Agent 의 협업을 통해 실제 업무를 수행할 수 있도록 현실 세계의 업무 목적과 실행 요구사항을 정의하고, 이를 컴퓨터에서 실행할 수 있는 구조로 구현하는 것을 기본적인 실행 원리로 설정한다.

이러한 실행 구조는 제 4 장에서 정립한 Human-AI Work Redesign 방법론을 소프트웨어 기반의 업무 실행으로 연결하는 역할을 수행한다.

12.6.1. Human-AI Work 의 개념 및 관리 구조

Human-AI Work 는 인간과 AI Agent 가 협력하여 특정 업무 목적과 성과를 달성하기 위해 수행하는 현실 세계의 업무를 의미한다.

업무는 인간이 해결해야 하는 문제나 달성해야 하는 목적에서 출발한다. 업무에는 수행해야 하는 활동과 필요한 전문지식 및 데이터와 기술, 역할과 책임 및 기대하는 결과가 포함된다.

따라서 Human-AI Work 를 단순한 AI 모델의 호출이나 프롬프트의 실행 또는 개별 AI Agent 의 기능으로 정의하지 않는다.

예를 들어 과학적 연구에서 기존 학술문헌을 조사하고 새로운 연구 가설의 타당성을 평가하는 업무를 수행한다고 가정한다.

이러한 업무에는 연구 목적의 정의, 학술자료의 탐색과 선정, 기존 연구의 분석, 연구 가설의 구조화, 과학적 타당성에 대한 판단 및 후속 연구 방향의 결정 등이 포함될 수 있다.

각 활동은 AI 모델과 도구를 활용할 수도 있고 인간 연구자의 전문적인 판단 및 실제 연구 활동을 필요로 할 수도 있다.

Human-AI Work 는 이러한 활동의 전체 목적과 실행 구조 및 책임을 포함하는 개념이다.

반면 Human-Agent Workflow 는 해당 업무를 컴퓨터가 실행하거나 지원할 수 있도록 구체화한 업무 실행 구조이다.

하나의 Human-AI Work 가 반드시 하나의 Workflow 로만 구현되는 것은 아니다. 업무의 범위와 복잡성 및 실제 실행 환경에 따라 복수의 Workflow Resource 와 인간의 직접적인 활동 및 외부 시스템의 실행을 결합하여 구현할 수 있다.

Craftem 에서는 Human-AI Work 의 목적과 범위, 업무 소유자 및 실행 책임, 요구사항, 관련 Agent 와 Workflow, 입력 및 출력, 성과 기준과 검증 결과 등을 관리할 수 있도록 하는 구조를 지향한다.

이를 통해 실제 업무의 목적과 소프트웨어의 실행 기능 및 결과를 명확하게 연결할 수 있다.

12.6.2. Human-Agent Workflow Specification

Human-Agent Workflow Specification 은 인간과 AI Agent 의 업무 수행 및 의사결정 구조를 컴퓨터에서 구현할 수 있도록 구체적으로 정의한 명세이다.

이러한 명세는 현실 세계의 Human-AI Work 를 실행 가능한 소프트웨어로 구현하기 위한 설계의 결과물이다.

일반적인 업무 프로세스 도식은 업무의 전체적인 흐름과 역할을 이해하는 데 활용할 수 있다. 그러나 실제 컴퓨터가 업무의 일부를 실행하고 사람과 AI Agent 의 상호작용을 조율하기 위해서는 보다 구체적인 실행 명세가 필요하다.

Human-Agent Workflow Specification 에는 먼저 업무의 목적과 적용 범위 및 기대하는 성과를 정의한다.

이후 업무를 구성하는 개별 활동과 활동 간의 의존관계 및 실행 조건을 정의하고, 각 활동에서 인간과 AI Agent 가 수행해야 하는 역할을 구분한다.

AI Agent 가 특정 모델과 데이터 및 도구를 활용해야 하는 경우 해당 Resource 의 기능과 이용 조건 및 필요한 입력과 출력의 구조를 명시한다.

사람의 검토와 승인이 필요한 경우에는 승인 대상과 승인 권한을 가진 역할, 판단 기준 및 승인 결과에 따른 후속 실행 구조를 정의한다.

또한 업무를 실행하는 과정에서 발생할 수 있는 예외와 오류, 데이터의 부족, Resource 의 이용 불가 및 사람의 승인 지연 등에 대한 대응 구조를 포함한다.

Workflow Specification 은 다음과 같은 핵심적인 설계 정보를 포함하도록 구성할 수 있다.

- 업무 목적, 적용 범위 및 성과 기준
- 인간과 AI Agent 의 역할 및 책임
- 업무 활동과 실행 순서 및 조건
- 입력 및 출력 데이터와 인터페이스
- 필요한 Model, Data, Tool 및 Skill Resource
- 업무 상태와 상태 변화 조건
- 검토, 승인 및 인간의 의사결정
- 오류와 예외 처리 및 복구 조건
- 보안 및 실행 권한과 안전 관련 제약조건
- 실행 결과의 검증 및 기록 요구사항

이러한 구성 항목은 모든 Workflow 에 동일한 복잡성으로 적용되는 것이 아니다.

단순한 정보 분석 업무와 과학적 연구개발 또는 외부 산업 설비를 제어하는 업무는 필요한 명세의 상세 수준과 위험관리 요구사항이 서로 다를 수 있다.

따라서 업무의 성격과 영향 범위에 따라 적절한 수준의 명세를 작성하되 업무 목적과 실제 실행 및 책임 사이의 연결 관계를 유지해야 한다.

12.6.3. Workflow Resource 의 구현 및 관리

Workflow Resource 는 Human-Agent Workflow Specification 을 기반으로 구현한 실행 가능한 업무 구조를 관리하고 활용하기 위한 Craftem Resource 이다.

Workflow Specification 이 업무 실행에 관한 설계 명세를 의미한다면 Workflow Resource 는 해당 명세를 실제로 실행할 수 있도록 구현한 결과물이다.

Workflow Resource 의 구현 과정에서는 업무 활동의 실행 구조와 필요한 모델 및 데이터와 도구와 스킬의 연결, 상태 변화 및 조건부 실행과 사람의 검토와 승인 등을 컴퓨터가 처리할 수 있는 형태로 구성한다.

이 과정에서 사용되는 구체적인 소프트웨어 구조는 Workflow 의 특성과 실행 엔진 및 관련 기술 환경에 따라 달라질 수 있다.

예를 들어 단순한 문서 검토 업무는 순차적으로 실행되는 몇 개의 활동으로 구현할 수 있다. 반면 과학적 연구와 기술개발을 지원하는 복합적인 업무는 복수의 병렬 실행과 반복적인 검증, 외부 실험 결과의 대기 및 연구자의 의사결정을 포함하는 구조로 구현할 수 있다.

Workflow Resource 를 등록할 때에는 관련 Workflow Specification 과 구현 버전, 필요 Resource 및 의존관계, 검증 결과와 적용 범위 등을 연결하여 관리한다.

검증된 Workflow Resource 는 동일하거나 유사한 업무에 반복적으로 활용할 수 있다.

다만 새로운 적용 환경에서 관련 데이터와 전문지식 및 업무 책임과 성과 기준이 달라질 수 있으므로 기존 Workflow Resource 의 적용 가능성을 검토하고 필요한 설정 및 변경과 재검증을 수행해야 한다.

또한 하나의 복합적인 Workflow Resource 가 다른 Workflow Resource 를 구성 요소로 활용할 수 있도록 설계함으로써 검증된 업무 수행 구조의 모듈화와 재사용을 지원할 수 있다.

12.6.4. Human-AI Work 의 실행 및 지속적 개선

Crafter 가 Human-AI Work 의 실행을 요청하면 Craftem Orchestration Runtime 은 관련 Workflow Resource 와 실행 조건 및 권한을 확인하고 필요한 사람과 AI Agent 및 Resource 의 업무 실행을 조율한다.

업무 실행의 과정에서 생성한 데이터와 산출물, AI 모델의 응답 및 도구의 실행 결과, 사람의 검토와 승인 및 업무의 상태 변화를 관리하도록 구성한다.

실행을 완료한 이후에는 업무 결과가 사전에 정의한 요구사항과 성과 기준을 충족하는지를 검토한다.

업무 실행에서 목표 성과를 달성하지 못하거나 반복적으로 특정 오류와 예외가 발생하는 경우에는 그 원인이 AI 모델과 도구의 성능에 있는지, 활용 데이터의 품질에 있는지 또는 Human-AI Work 의 설계와 역할 분담 및 업무 수행 방식에 있는지를 분석해야 한다.

이러한 분석을 통해 모델과 도구의 변경이나 스킬의 개선 및 Workflow Resource 의 수정과 같은 기술적 개선뿐 아니라 실제 업무 목적과 수행 방식 및 책임 구조의 재설계도 추진할 수 있다.



도표 12-5. Human-AI Work 에서 Workflow Resource 로의 구현 및 실행 구조

Human-AI Work 중심의 설계 원칙을 유지하면 개별 AI 기술의 변화에 따라 업무 전체를 처음부터 다시 구현하는 방식에서 벗어날 수 있다.

업무의 목적과 성과 기준 및 사람의 책임을 유지하면서 필요한 AI 모델과 Tool Resource 및 Skill Resource 와 Workflow 의 실행 구조를 개선할 수 있기 때문이다.

이를 통해 실제 산업현장의 업무 수행 방식과 AI 기술의 발전이 지속적으로 연결될 수 있는 실행 및 개선 체계를 구축하고자 한다.

12.7. Craftem Agent

Craftem Agent 는 Crafter 가 Human-AI Work 및 다양한 혁신 활동을 수행할 수 있도록 AI 모델과 데이터 및 전문 소프트웨어와 스킬을 활용하고 인간과 협업하는 AI 기반 소프트웨어이다.

Craftem Agent 의 개념을 명확하게 이해하기 위해서는 사용자에게 제공하는 업무 수행 역량에 관한 제품적 관점과 현실 세계의 업무를 소프트웨어로 구현하는 기술적 관점을 구분할 필요가 있다.

12.7.1. Craftem Agent 의 제품적 정의

제품적 관점에서 Craftem Agent 는 Crafter 가 전문적인 업무와 혁신 활동을 수행할 수 있도록 다양한 AI 모델과 데이터 및 도구와 전문 스킬을 활용하고, Human-Agent Workflow 를 기반으로 인간과 협업하며 업무를 수행하거나 지원하는 AI Agent 이다.

Craftem Agent 는 범용 AI 모델과 대화할 수 있는 인터페이스에만 국한되지 않는다.

실제 사용자가 수행해야 하는 업무 목적과 전문적인 요구사항을 기반으로 필요한 기술과 데이터를 활용하고, 업무의 일부 또는 전체 실행 구조를 지원하는 AI 기반 업무 수행 체계를 지향한다.

예를 들어 건축설계 전문가를 지원하는 Craftem Agent 는 설계 기준의 탐색과 구조화, BIM 모델의 분석, 전문적인 검토 규칙의 적용 및 오류 후보의 생성과 보고서 작성 등의 업무를 지원할 수 있도록 구성할 수 있다.

연구자를 지원하는 Craftem Agent 는 학술문헌 탐색, 과학적 가설 분석, 연구데이터의 처리, 수리 모델링과 시뮬레이션 및 검증 결과의 관리 등을 지원할 수 있도록 구성할 수 있다.

사업개발 전문가를 지원하는 Craftem Agent 는 산업현장의 미충족 수요 분석과 시장 및 고객 조사, 경제성 분석, 사업화 모델의 설계 및 가치 창출 성과의 분석 등을 수행하거나 지원할 수 있도록 구성할 수 있다.

이러한 전문 Agent 는 단순히 특정 직무에 관한 지식을 AI 모델에 제공하는 방식에만 의존하지 않는다.

업무의 목적과 수행 절차, 필요한 전문지식 및 실제 도구의 활용 방법과 결과의 검증 및 인간의 판단 구조를 결합하여 전문적인 업무를 수행할 수 있도록 구성한다.

본 절의 제품적 정의는 Craftem AI Innovation OS 로의 적용 범위 확장을 반영한 서술안이며, 기존 제품 정의를 별도의 확정 절차 없이 대체하는 것은 아니다.

12.7.2. Craftem Agent 의 기술적 정의

Craftem Agent 의 기술적 정의는 다음과 같다.

Craftem Agent 는 인간의 현실 세계 업무를 컴퓨터가 실행할 수 있는 알고리즘과 데이터 구조 기반의 Human-Agent Workflow 로 구현하고, AI 모델·데이터·도구·스킬·워크플로우 리소스를 활용하여 외부 소프트웨어 및 하드웨어와 상호작용하고 제어하는 AI 기반 소프트웨어이다.

이러한 정의는 Craftem Agent 를 단순한 언어모델 기반의 대화 시스템이 아니라 현실 세계의 업무를 컴퓨터가 실행할 수 있는 구조로 구현하는 소프트웨어로 설명한다.

현실 세계의 업무는 일반적으로 다양한 정보의 처리와 전문적 판단, 활동의 순서와 조건 및 사람과 외부 시스템 사이의 상호작용을 포함한다.

이러한 업무를 소프트웨어로 구현하기 위해서는 업무의 실행 구조를 알고리즘으로 표현하고 필요한 정보와 상태 및 결과를 데이터 구조로 정의해야 한다.

AI 모델은 해당 구조에서 자연어와 비정형 데이터의 분석, 추론과 예측 및 결과 생성 등 적합한 기능을 수행하는 구성 요소로 활용된다.

정확한 계산과 규칙 기반 검증, 데이터베이스의 조회 및 수정, 외부 소프트웨어의 기능 실행 등은 적합한 Tool Resource 및 결정론적 알고리즘을 활용하여 수행할 수 있다.

따라서 Craftem Agent 의 기술적 본질은 모든 업무를 AI 모델의 추론에 의존하여 수행하는 것이 아니라 AI 모델과 전문적인 알고리즘 및 데이터와 도구를 Human-Agent Workflow 안에서 결합하여 실제 업무 목적을 달성하도록 구현하는 데 있다.

외부 소프트웨어 및 하드웨어에 대한 상호작용과 제어는 해당 시스템의 기술적 인터페이스와 승인된 실행 권한 및 안전조건을 전제로 한다.

12.7.3. Craftem Agent 의 구성 요소 및 실행 구조

Craftem Agent 는 특정 AI 모델과 동일한 개념이 아니다.

AI 모델은 추론과 예측 및 분석과 생성 등의 기술적 능력을 제공한다. Craftem Agent 는 이러한 능력을 실제 업무 목적과 실행 구조 및 다양한 리소스와 결합하여 사람과 협력하며 업무를 수행하도록 구성한 소프트웨어이다.

Craftem Agent 의 구성에는 업무 목적과 적용 범위, Agent 가 수행해야 하는 역할, 필요한 Workflow Resource 와 관련 모델 및 데이터 및 도구 및 스킬, 실행 권한과 제약조건 및 결과의 검증 구조가 포함될 수 있다.

Agent 의 실행 상태는 개별 업무 실행과 연결하여 관리하며, 장시간 수행되는 업무에서는 중간 결과 및 사람의 승인 대기 상태와 외부 시스템의 실행 상태 등을 고려할 수 있도록 구성한다.

하나의 Craftem Agent 가 반드시 하나의 AI 모델만을 사용하는 것은 아니다.

복합적인 업무에서는 서로 다른 기능적 특성을 가진 복수의 AI 모델을 활용할 수 있다. 일반적인 추론 및 문서 분석에 적합한 모델과 과학적 예측에 적합한 전문 모델을 조합하거나, 동일한 업무에서 성능과 비용 및 보안 조건에 따라 적절한 모델을 선택할 수도 있다.

또한 복수의 Craftem Agent 를 활용하여 서로 다른 업무 영역의 전문 기능을 결합할 수 있다.

예를 들어 기술개발 과제에서 학술문헌의 탐색과 분석을 지원하는 Agent, 수리적 모델링을 지원하는 Agent 및 소프트웨어의 구현과 검증을 지원하는 Agent 를 각각 구성하여 전체 연구개발 업무에 활용할 수 있다.

다만 다중 Agent 구조 자체가 더 우수한 업무 성과를 보장하는 것은 아니다.

여러 Agent 의 실행을 결합할 경우에는 정보 전달과 실행 상태의 관리, 오류의 전파, 비용 및 응답 지연과 역할 사이의 충돌 등 추가적인 복잡성이 발생할 수 있다.

따라서 단일 Agent 및 Workflow Resource 로 충분히 구현할 수 있는 업무에서는 불필요하게 복합적인 다중 Agent 구조를 적용하지 않는 것이 적절하다.



도표 12-6. Craftem Agent 의 개념적 구성 및 실행 구조

Craftem Agent 가 업무 목적과 실행 구조 및 필요한 Resource 의 구성을 제공한다면, Craftem Orchestration Runtime 은 해당 업무의 실제 실행과 상태 및 사람과 AI 의 의사결정을 조율한다.

이러한 책임의 구분을 통해 전문적인 Agent 의 개발과 실제 실행 시스템의 운영을 개념적으로 분리할 수 있으며, 다양한 Agent 와 Workflow Resource 가 공통적인 실행 기반을 활용할 수 있도록 설계할 수 있다.

12.7.4. Craftem Agent Template

Craftem Agent Template 은 특정 업무와 혁신 활동을 수행하기 위한 Craftem Agent 의 재사용 가능한 구성 및 실행 구조를 제공하는 템플릿이다.

특정 산업이나 직무에서 반복적으로 수행하는 업무는 업무의 목적과 수행 절차, 필요한 전문지식 및 활용 도구와 검증 기준에 공통적인 특성을 가질 수 있다.

이러한 업무의 공통적인 구조를 Agent Template 으로 관리하면 동일하거나 유사한 업무를 수행할 때 기존에 개발한 전문적인 기능과 실행 구조를 재사용할 수 있다.

Agent Template 에는 업무 목적과 적용 범위, 기본적인 Workflow 구조, 필요한 Model, Data, Tool 및 Skill Resource 의 구성과 입력 및 출력 조건, 사람의 검토와 승인 및 적용 제한사항 등을 포함할 수 있다.

Craftem Agent Template 과 실제 Agent 의 구성은 구분한다.

Template 은 재사용을 위한 기본적인 설계 및 구성을 제공한다. 실제 업무를 수행하는 Agent 는 해당 Template 을 기반으로 고객 및 조직의 업무 환경과 데이터 및 권한과 요구사항에 적합한 설정 및 구성을 확정한 실행 대상이다.

따라서 Template 이 특정 환경에서 검증되었다고 해서 이를 기반으로 구성한 모든 Agent 가 다른 환경에서 동일한 성능과 안전성을 확보하는 것은 아니다.

Template 의 적용 과정에서 변경한 리소스와 업무 조건 및 검증 기준을 관리하고 필요한 재검증을 수행해야 한다.

Craftem Agent Template 은 활용 목적에 따라 범용 업무 지원, 직무 특화, 산업 특화, 과학적 연구 및 기술개발, 수요 주도형 AI 혁신 단계별 Template 등으로 구성할 수 있다.

범용 업무 지원 Template 은 정보 탐색과 분석 및 문서 작성 등 여러 직무에서 공통적으로 수행하는 업무를 지원한다.

직무 특화 Template 은 특정 직무의 전문지식과 업무 수행 절차 및 관련 도구를 결합하여 해당 직무의 전문적인 업무를 수행하도록 지원한다.

산업 특화 Template 은 해당 산업의 데이터 구조와 규정 및 기술 환경과 전문적인 판단 기준을 반영한다.

과학적 연구 및 기술개발 Template 은 학술연구와 가설 검증, 수리 모델링 및 생성 설계, 기술개발과 실증 등의 업무를 지원할 수 있다.

수요 주도형 AI 혁신 단계별 Template 은 미충족 수요 발굴과 검증, 근본 원인 분석 및 해결 방안 설계와 연구개발 및 실증, 상용화 및 사업화와 가치 창출 등 전체 혁신 실행 과정의 전문 업무를 지원한다.

이러한 Template 구조는 Crafter 와 개발자가 검증된 업무 수행 방법을 재사용하고 지속적으로 발전시키며 전문적인 혁신 역량을 조직 및 산업으로 확장할 수 있는 기반이 된다.

12.8. Craftem Resource

Craftem Resource 는 Human-AI Work 와 AI 혁신 활동의 설계 및 실행에 필요한 모델, 데이터, 도구, 전문 스킬 및 실행 가능한 워크플로우를 독립적으로 관리하고 활용할 수 있도록 구성한 리소스이다.

실제 산업현장의 업무와 혁신 활동은 단일 AI 모델의 기능만으로 수행하기 어려운 경우가 많다. 업무의 목적에 적합한 전문지식과 데이터가 필요하며, 정확한 계산과 분석을 수행하는 전문 소프트웨어 및 외부 시스템의 기능과 인간의 판단 및 의사결정도 필요하다.

Craftem 은 이러한 다양한 업무 수행 자원을 Model Resource, Data Resource, Tool Resource, Skill Resource 및 Workflow Resource 의 다섯 가지 유형으로 구분한다.

Resource 는 단순히 AI Agent 가 호출할 수 있는 외부 기능을 의미하지 않는다. 각 리소스의 기능과 이용 조건, 접근 권한, 검증 결과, 버전 및 의존관계를 관리하고 필요한 업무와 혁신 과제에 적절하게 연결할 수 있도록 구성한 관리 및 활용 단위이다.

12.8.1. Model Resource

Model Resource 는 정보의 탐색과 분석, 추론과 예측, 생성 및 최적화 등 인간과 AI Agent 의 업무 수행에 필요한 AI 모델을 관리하고 활용하기 위한 리소스이다.

AI 혁신의 적용 영역이 확대됨에 따라 필요한 AI 모델의 종류와 기능도 다양해질 수 있다.

범용 언어모델은 자연어 기반의 정보 분석과 문서의 이해 및 생성, 복합적인 문제의 추론과 해결 방안 탐색 등에 활용할 수 있다.

멀티모달 모델은 텍스트뿐 아니라 이미지와 음성 및 기타 지원되는 형태의 데이터를 이해하거나 생성하는 업무에 활용할 수 있다.

과학 특화 모델은 분자 및 단백질의 특성과 구조에 관한 예측, 새로운 소재 후보의 탐색 및 특정 과학적 현상의 분석과 생성 설계 등에 활용할 수 있다.

예측 및 분류 모델은 산업현장의 정형 데이터와 시계열 데이터 등을 분석하여 수요와 위험 및 품질 관련 현상의 예측과 분류를 지원할 수 있다.

Craftem 은 이러한 다양한 모델을 업무 목적과 요구사항에 따라 선택하고 조합하여 활용할 수 있도록 설계하는 것을 지향한다.

모델의 관리 및 선택

Model Resource 에는 모델의 명칭과 제공기관 및 버전, 기능적 특성, 지원하는 입력과 출력의 형식, 제공 방식 및 이용 조건 등의 정보를 관리할 수 있다.

또한 실제 업무에서 검증한 모델의 적용 범위와 성능, 응답시간, 실행 비용 및 데이터 처리 조건을 함께 관리하도록 구성한다.

업무에 적합한 모델을 선정할 때에는 가장 높은 성능을 가진 모델을 일률적으로 선택하기보다 해당 업무의 요구사항과 실행 환경을 고려해야 한다.

예를 들어 단순한 문서 분류 업무에서는 상대적으로 낮은 비용으로 충분한 정확성을 확보할 수 있는 모델이 적합할 수 있다. 복합적인 과학적 가설의 분석과 전문적인 해결 방안 설계에서는 보다 높은 추론 능력이나 분야별 특화 기능을 갖춘 모델이 필요할 수 있다.

기업의 기밀정보와 연구데이터를 활용하는 업무에서는 모델의 성능뿐 아니라 데이터의 처리 위치와 외부 제공기관의 데이터 이용 조건 및 보안 요구사항을 고려해야 한다.

모델 변경 및 재검증

동일한 Human-AI Work 에서 활용하는 AI 모델을 변경하더라도 전체 업무 목적과 Workflow 의 기본 구조를 유지할 수 있도록 설계하는 것이 Model Resource 의 중요한 목적 중 하나이다.

그러나 모델의 교체 가능성은 기능적 호환성과 업무 성과의 동등성을 자동으로 보장하지 않는다.

모델에 따라 입력 및 출력 형식, 추론 특성, 도구 활용 방식, 정확성, 오류의 유형과 실행 비용이 달라질 수 있다. 동일한 모델 명칭을 사용하더라도 제공기관의 업데이트에 따라 성능과 행동 특성이 변화할 수 있다.

따라서 Model Resource 의 변경은 관련 Workflow 의 요구사항과 검증 기준에 따라 관리하고, 중요한 업무에서는 변경 이전과 이후의 성능을 비교하는 회귀시험 및 필요한 재검증을 수행해야 한다.

12.8.2. Data Resource

Data Resource 는 Human-AI Work 및 AI 혁신 활동에 필요한 데이터와 정보 및 지식을 활용하기 위한 리소스이다.

산업현장의 실제 업무와 과학적 연구 및 기술개발에는 기업의 내부 데이터와 전문문서, 구조화된 데이터, 연구데이터, 과학적 지식, 기술 명세 및 검증 결과 등 다양한 유형의 정보가 필요하다.

이러한 데이터와 지식은 AI 모델의 학습 과정에서 확보한 일반적인 지식만으로 대체하기 어려울 수 있다.

예를 들어 건축설계 품질검토에는 해당 프로젝트의 BIM 모델과 설계도서 및 적용 기준이 필요하다. 과학적 연구에는 연구자가 확보한 실험데이터와 학술자료 및 관련 연구의 검증 결과가 필요하다. 사업화 및 가치 창출에는 실제 고객 및 운영 데이터와 비용 및 매출에 관한 자료가 필요하다.

Data Resource 는 이러한 데이터를 업무의 목적과 실행 조건에 따라 활용할 수 있도록 연결하고 관리하는 역할을 수행한다.

데이터의 저장 및 참조 구조

Data Resource 는 반드시 모든 원본 데이터를 Craftem 의 중앙 저장소에 저장하는 방식으로 구성할 필요는 없다.

기업의 내부 데이터베이스, NAS, 문서관리 시스템, 산업별 데이터 플랫폼 및 연구기관의 데이터 저장소에 존재하는 정보를 승인된 접근 방식으로 참조할 수 있도록 설계할 수 있다.

이 경우 Data Resource 는 실제 데이터의 위치와 접근 방법 및 필요한 권한, 데이터의 구조와 이용 조건을 정의하는 관리 단위로 활용할 수 있다.

원본 데이터를 직접 저장하는 방식과 외부 데이터를 참조하는 방식은 데이터의 민감도와 업무의 실행 빈도, 처리 성능, 보안 요구사항 및 데이터 관리 책임에 따라 선택한다.

외부 데이터를 참조하는 경우에도 데이터가 AI 모델이나 외부 Tool Resource 에 전달되는 과정에서 승인되지 않은 정보의 이전이 발생하지 않도록 데이터 흐름을 검토해야 한다.

데이터 및 지식의 품질관리

Data Resource 의 품질은 실제 Human-AI Work 의 정확성과 신뢰성에 직접적인 영향을 미칠 수 있다.

데이터의 출처와 수집 목적, 정확성, 완전성, 최신성, 대표성 및 이용 권한 등을 관리해야 하며, 연구 및 검증 결과를 활용하는 경우에는 해당 자료가 적용되는 연구 조건과 검증 범위도 함께 고려해야 한다.

전문지식과 업무 기준을 Data Resource 로 구성할 때에는 서로 다른 버전의 규정과 기술 명세 및 업무 지침을 혼용하지 않도록 관리한다.

또한 검색 및 참조 과정에서 확보한 정보가 반드시 정확하거나 해당 업무에 적합한 것은 아니므로, 필요한 경우 원본 자료의 확인과 전문가의 검토를 수행하도록 한다.

이를 통해 Data Resource 는 단순한 데이터 저장 단위를 넘어 업무 및 혁신 활동에서 신뢰할 수 있는 지식과 증거를 활용하기 위한 기반으로 기능할 수 있다.

12.8.3. Tool Resource

Tool Resource 는 사람과 AI Agent 가 구체적인 업무를 수행하기 위해 활용하는 소프트웨어 기능, 계산 도구, 외부 시스템 인터페이스 및 하드웨어 제어 기능 등을 관리하기 위한 리소스이다.

AI 모델은 자연어의 이해와 추론 및 정보의 생성 등에 활용할 수 있지만 모든 전문적인 계산과 산업별 알고리즘 및 외부 시스템의 실행을 모델 자체에 의존하는 것은 적절하지 않을 수 있다.

정확한 수리적 계산과 통계 분석, 데이터베이스의 조회, 기하학적 분석 및 시뮬레이션과 산업 소프트웨어의 기능 실행에는 해당 목적에 적합한 전문 도구를 활용할 필요가 있다.

Tool Resource 는 이러한 기능을 Human-Agent Workflow 의 실행 구조에 연결할 수 있도록 한다.

전문적인 알고리즘 및 도구의 활용

건축설계 분야에서는 IFC 데이터의 분석, 기하학적 충돌 탐지 및 구조화된 설계 기준의 검증 등에 전문적인 엔지니어링 도구를 활용할 수 있다.

보건의료 및 과학적 연구에서는 통계 분석, 생물정보학 분석, 수치해석, 시뮬레이션 및 과학적 데이터의 처리에 필요한 도구를 활용할 수 있다.

제조 분야에서는 공정 데이터의 분석, 생산계획의 최적화 및 설비 상태의 분석 등에 필요한 전문 소프트웨어를 활용할 수 있다.

이러한 전문적인 도구는 AI 모델의 추론 및 인간의 전문적인 판단과 결합하여 보다 복합적인 업무를 수행하는 데 활용된다.

예를 들어 AI 모델이 비정형 설계 기준에서 검토해야 할 항목을 식별하고, Tool Resource 가 명시적으로 정의한 규칙에 따라 BIM 모델을 검증하며, 인간 전문가가 실제 설계의 적합성을 판단하는 업무 구조를 구현할 수 있다.

관리형 도구 및 원격 도구

Craftem 은 직접 관리하는 Tool Resource 와 외부 환경에서 실행되는 원격 도구를 함께 활용할 수 있도록 설계하는 것을 지향한다.

관리형 도구는 Craftem 또는 승인된 고객 실행 환경에서 해당 소프트웨어를 배포하고 실행하는 구조로 구성할 수 있다.

원격 도구는 외부 기술기업이나 연구기관 및 기업 내부 시스템이 제공하는 기능을 API 또는 MCP 등의 승인된 인터페이스를 통해 호출하여 활용하는 구조로 구성할 수 있다.

두 방식은 도구의 실행 위치와 운영 책임, 데이터 처리 조건, 보안 및 비용 구조에서 차이가 발생할 수 있다.

따라서 Tool Resource 의 등록과 실행 과정에서는 해당 도구의 기술적 기능뿐 아니라 실행 환경, 접근 권한, 입력 및 출력 조건과 외부 시스템에 미치는 영향 및 이용 비용 등을 관리해야 한다.

도구 실행의 신뢰성 및 책임

Tool Resource 는 단순한 정보 조회 기능부터 데이터의 변경, 외부 서비스의 실행 및 산업 설비의 제어 등 서로 다른 수준의 실행 기능을 포함할 수 있다.

따라서 도구의 실행 가능 여부와 실제 실행 권한을 구분해야 한다.

특히 외부 시스템에 상태 변화를 발생시키는 도구는 실행 이전에 필요한 승인과 입력 데이터의 검증 및 실행 조건을 확인하도록 구성한다.

도구가 반환한 결과는 업무 목적에 적합한지 검토하고 실행 실패 및 일부 실행과 불완전한 결과에 대한 예외 처리 방안을 정의해야 한다.

이러한 실행 통제를 통해 Tool Resource 를 실제 업무 및 혁신 활동에서 활용할 수 있는 신뢰성 있는 구성 요소로 발전시키고자 한다.

12.8.4. Skill Resource

Skill Resource 는 사람과 AI Agent 가 특정 업무를 수행하기 위해 필요한 전문지식, 업무 수행 방법, 절차, 판단 기준 및 관련 도구의 활용 방법을 재사용 가능한 형태로 구성한 리소스이다.

실제 전문적인 업무를 수행하기 위해서는 일반적인 정보와 지식뿐 아니라 해당 업무를 어떻게 수행하고 어떤 조건에서 무엇을 판단하며 어떠한 방법으로 결과를 검증해야 하는지에 관한 지식이 필요하다.

예를 들어 경제적 가치의 평가에서는 ROI 의 산식을 알고 있다는 사실만으로 정확한 투자성과를 평가하기 어렵다.

편익과 비용의 산정 범위, 잠재적 가치와 실제 실현 가치의 구분, 증분 공헌이익의 처리 및 중복 산정의 방지, 인과적 기여의 검증과 같은 업무 수행 방법이 함께 필요하다.

이러한 전문적인 업무 수행 지식과 절차를 Skill Resource 로 구성하여 사람과 AI Agent 가 활용할 수 있도록 한다.

전문지식의 실행 가능한 활용

Skill Resource 는 단순한 프롬프트의 집합에 한정되지 않는다.

업무의 목적과 적용 조건, 전문적인 업무 지침과 참조 자료, 단계별 실행 방법, 활용 도구, 판단 및 검증 기준과 예외 상황에 대한 대응 방법 등을 결합할 수 있다.

건축설계 품질검토 스킬은 설계 기준의 해석과 검토 범위의 설정, 오류 후보의 분류 및 검토 결과의 판단 방법 등을 포함할 수 있다.

과학적 연구 가설의 평가 스킬은 학술자료의 검토, 가설의 구조화 및 근거의 충분성, 대안 가설과 검증 가능성에 대한 분석 방법을 포함할 수 있다.

기술사업화 평가 스킬은 기술적 성숙도와 시장 및 고객의 수요, 지식재산권과 사업화 경로 및 경제성 분석의 절차를 포함할 수 있다.

이러한 Skill Resource 를 적절한 Model, Data 및 Tool Resource 와 결합하여 활용함으로써 AI Agent 가 특정 업무의 전문적인 수행 방법을 따르도록 지원할 수 있다.

다만 업무 지침을 Skill Resource 로 제공한다고 해서 AI Agent 가 해당 전문 업무를 항상 정확하게 수행할 수 있는 것은 아니다.

업무의 성격과 위험 수준에 따라 실제 실행 결과의 검증 및 전문가의 판단과 승인 절차가 필요하다.

Skill Resource 의 개발 및 개선

Skill Resource 는 산업 전문가와 과학자, 수리과학자 및 개발자가 공동으로 설계하고 검증할 수 있다.

산업 전문가는 해당 업무의 실제 목적과 전문적인 판단 기준 및 수행 방법을 정의한다. 개발자는 이러한 지식과 절차가 AI Agent 와 Workflow 에서 적절하게 활용될 수 있도록 구현을 지원한다.

실제 업무에서 Skill Resource 를 활용한 결과를 분석하여 정확성과 적용 범위 및 업무 성과에 대한 기여를 평가하고 필요한 개선을 수행한다.

이를 통해 개별 전문가의 전문지식과 경험이 특정 개인의 역량에 머무르지 않고 조직의 공동 업무 수행 역량으로 발전할 수 있도록 한다.

12.8.5. Workflow Resource

Workflow Resource 는 Human-Agent Workflow Specification 을 기반으로 구현한 실행 가능한 업무 구조를 관리하고 활용하기 위한 리소스이다.

다른 Resource 가 업무 수행에 필요한 기능과 데이터 및 전문적인 업무 수행 방법을 제공한다면, Workflow Resource 는 이러한 자원을 어떤 조건과 순서 및 역할에 따라 결합하여 실제 업무를 수행할 것인지에 관한 실행 구조를 제공한다.

Workflow Resource 에는 업무의 실행 과정에서 필요한 입력과 출력 및 상태, 업무 활동과 활동 간의 의존관계, 조건부 실행과 반복 실행, 관련 Resource 의 활용 및 인간의 검토와 승인 등의 실행 구조를 포함할 수 있다.

다른 Resource 와의 조합 및 의존관계

Workflow Resource 는 개별 Model, Data, Tool 및 Skill Resource 를 참조하여 실제 업무를 수행하도록 구성할 수 있다.

또한 복합적인 업무를 구현할 때에는 다른 Workflow Resource 를 하위 실행 단위로 활용할 수 있다.

예를 들어 건축설계 품질검토 업무 전체를 구현한 Workflow Resource 가 설계 기준 분석 Workflow, BIM 모델 검증 Workflow, 오류 후보 평가 Workflow 및 검토 보고서 생성 Workflow 를 구성 요소로 활용할 수 있다.

이러한 구성 방식은 개별 업무의 실행 구조를 독립적으로 개발하고 검증하며 다른 업무에서 재사용할 수 있도록 지원한다.

다만 하위 Workflow 의 변경이 전체 업무의 실행 결과에 영향을 미칠 수 있으므로 의존관계와 버전 및 인터페이스를 명확하게 관리해야 한다.

업무 실행 구조의 자산화

Workflow Resource 는 조직이 검증한 업무 수행 방법을 재사용 가능한 실행 자산으로 관리할 수 있도록 한다.

개별 구성원이 AI 를 활용하여 효과적인 업무 수행 방법을 개발하였을 때 해당 방법을 Workflow Resource 로 구현하고 검증하면 다른 구성원도 승인된 환경과 조건에서 이를 활용할 수 있다.

또한 동일한 업무에서 반복적으로 발생하는 오류와 예외를 분석하고 Workflow Resource 를 지속적으로 개선할 수 있다.

이러한 자산화는 개인의 업무 수행 역량을 조직의 공동 역량으로 확장하고 후속 혁신 과정의 구현 비용과 시행착오를 감소시키는 데 기여할 수 있다.

리소스 유형	핵심 역할	활용 예시
Model Resource	추론·분석·예측·생성 역량 제공	언어모델·과학 특화 모델
Data Resource	업무와 연구에 필요한 정보 및 지식 제공	기업 데이터·전문문서·연구자료
Tool Resource	계산·분석·외부 시스템의 실행 기능 제공	수치해석·BIM 분석·시뮬레이션
Skill Resource	전문적인 업무 수행 방법과 지식 제공	품질검토·가설 검증·가치 평가
Workflow Resource	사람과 AI 의 업무 실행 구조 제공	연구개발·설계검토·성과 검증

도표 12-7. Craftem Resource 의 5 대 유형 및 주요 역할

다섯 가지 Resource 는 서로 독립적인 역할을 가지면서 실제 Human-AI Work 에서는 상호보완적으로 활용된다.

Model Resource 가 추론과 분석 및 생성 능력을 제공하고 Data Resource 가 필요한 정보를 제공하며 Tool Resource 가 전문적인 실행 기능을 제공한다면, Skill Resource 는 전문적인 업무 수행 방법을 제공하고 Workflow Resource 는 이러한 자원의 활용과 사람 및 AI 의 업무 수행을 실행 구조로 결합한다.

12.8.6. Craftem Resource 의 등록·검증·재사용 체계

Craftem Resource 를 지속적으로 활용하기 위해서는 개발 및 도입에서 등록, 검증, 실행, 개선 및 재사용에 이르는 전체 관리 체계를 확보해야 한다.

리소스의 등록은 새로운 기술이나 데이터를 단순히 목록에 추가하는 활동에 그치지 않는다. 해당 리소스가 무엇을 수행할 수 있으며 어떤 조건과 환경에서 활용할 수 있고 어떠한 제약과 위험을 가지고 있는지를 정의하는 활동이다.

Resource 의 등록 및 검증

Resource 를 등록할 때에는 리소스의 식별자와 명칭, 유형, 기능 및 제공 주체, 버전, 이용 조건, 접근 권한 및 관련 의존관계 등을 정의한다.

Resource 의 기능적 특성뿐 아니라 적용 대상 업무의 요구사항과 안전조건 및 검증 기준을 고려하여 필요한 시험 및 검증을 수행한다.

개발 중인 Resource 와 검증을 완료한 Resource 및 실제 운영에 사용하도록 승인된 Resource 는 서로 구분하여 관리해야 한다.

검증의 완료는 정의된 조건에서 해당 리소스의 요구사항을 확인하였다는 의미이며, 모든 산업과 고객 환경에서 동일한 성능과 신뢰성을 확보하였음을 의미하지 않는다.

버전 및 의존관계 관리

AI 모델과 전문 소프트웨어 및 데이터와 업무 수행 지침은 지속적으로 변경될 수 있다.

Resource 의 변경으로 인해 기존 Agent 및 Workflow 의 실행 결과와 품질 및 비용이 달라질 수 있으므로 실제 운영에 사용한 리소스의 버전과 관련 의존관계를 관리해야 한다.

리소스의 새로운 버전을 개발한 경우 기존 업무에 자동으로 적용하기보다 해당 변경이 실제 업무 수행에 미치는 영향을 검토하고 필요한 검증과 승인을 수행한다.

기존 버전으로 복구할 수 있는 조건과 관련 데이터 및 외부 시스템의 상태 변화에 대해서도 고려해야 한다.

Resource 의 재사용 및 공유

검증된 Resource 는 동일한 업무뿐 아니라 유사한 산업 및 혁신 과제에서 활용할 수 있다.

리소스의 재사용은 이미 개발하고 검증한 기술과 전문지식을 다시 활용함으로써 후속 업무 및 혁신 활동의 실행 효율성을 향상하고 새로운 해결 방안의 개발을 지원하는 데 의미가 있다.

다만 리소스의 기술적 재사용 가능성과 법적 또는 계약상 이용 권한을 구분해야 한다.

외부 연구기관에서 확보한 데이터와 공동 개발한 기술 및 소프트웨어에는 별도의 이용 조건과 권리 관계가 존재할 수 있으므로 이러한 조건을 검토한 후 공유 및 재사용 범위를 결정한다.

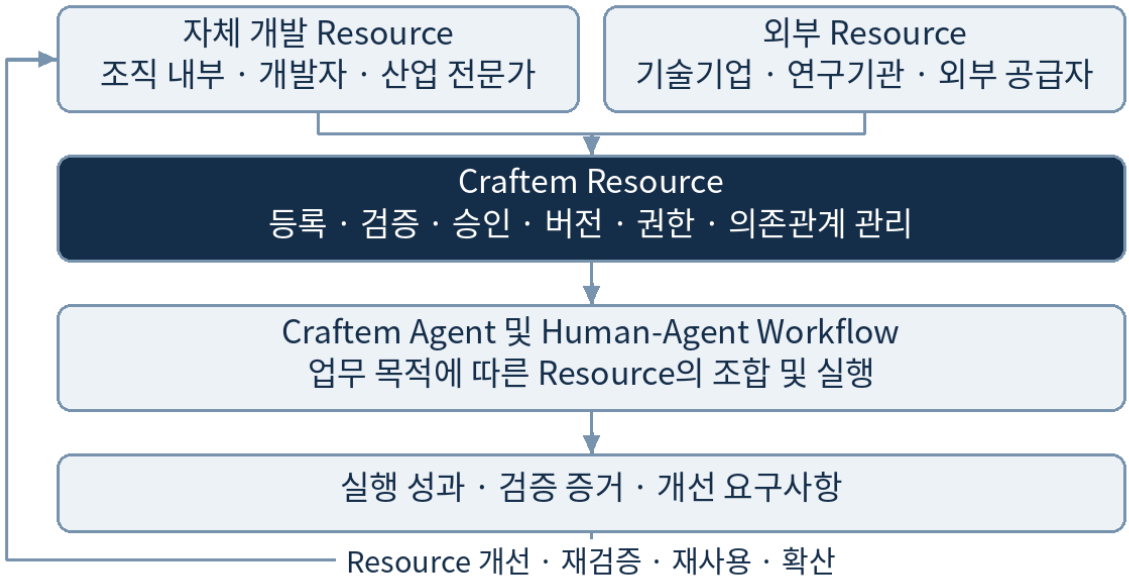


도표 12-8. Craftem Resource 의 개발·등록·검증·실행 및 재사용 구조

이러한 Resource 관리 체계를 통해 Craftem 은 AI 모델과 데이터 및 도구의 단순한 연결을 넘어 조직의 전문지식과 검증된 업무 수행 구조 및 기술자산을 지속적으로 축적하고 활용할 수 있는 실행 플랫폼으로 발전하는 것을 지향한다.

12.9. Craftem Orchestration Runtime

Craftem 에서 사람과 AI Agent 의 업무 수행을 실제로 실행하기 위해서는 설계한 Human-Agent Workflow 와 관련 Resource 및 인간의 의사결정과 외부 시스템의 상호작용을 통합적으로 조율하는 실행 시스템이 필요하다.

Craftem Orchestration Runtime 은 이러한 실행 조율을 담당하는 Craftem AI Innovation OS 의 핵심적인 구성 요소이다.

12.9.1. Craftem Orchestration Runtime 의 정의 및 역할

Craftem Orchestration Runtime 의 공식 정의는 다음과 같다.

Craftem Orchestration Runtime 은 Human-Agent Workflow Resource 를 실행하고, 사람과 AI Agent 의 업무 수행 및 의사결정을 조율하며, 모델·데이터·도구·스킬 등 다양한 리소스의 활용과 실행 상태를 통합 관리하는 Craftem AI Innovation OS 의 핵심 실행 시스템이다.

Craftem Orchestration Runtime 은 특정 AI 모델의 추론을 실행하는 시스템이나 개별 AI Agent 의 기능을 호출하는 단순한 실행기가 아니다.

Human-Agent Workflow 를 구성하는 여러 업무 활동을 조율하고 필요한 Resource 의 활용과 사람의 업무 및 의사결정과 외부 시스템의 실행을 연결하는 역할을 담당한다.

현실 세계의 업무에서는 모든 활동이 동일한 소프트웨어에서 즉시 완료되는 것은 아니다.

어떤 활동은 AI 모델의 추론이나 전문 소프트웨어의 실행을 통해 비교적 짧은 시간에 완료될 수 있다. 다른 활동은 인간 전문가의 검토와 의사결정, 외부 시스템의 응답 및 과학적 실험 결과 등을 기다려야 할 수 있다.

따라서 Human-Agent Workflow 의 실행을 조율하기 위해서는 실행 순서와 상태 및 의사결정과 예외 상황을 지속적으로 관리할 수 있는 구조가 필요하다.

Craftem Orchestration Runtime 은 이러한 요구사항을 충족하기 위한 공통 실행 기반으로 설계한다.

12.9.2. Human-Agent Workflow 의 실행 및 상태 관리

Human-Agent Workflow 의 실행은 정의된 업무 목적과 실행 조건 및 관련 Resource 와 권한을 확인하는 과정에서 시작한다.

Orchestration Runtime 은 실행할 Workflow Resource 와 필요한 입력 데이터 및 실행 환경, 사람과 AI Agent 의 역할과 권한을 식별하고 해당 업무의 실행 구조에 따라 활동을 수행하도록 조율한다.

업무 활동의 실행 조율

Human-Agent Workflow 는 업무의 복잡성과 목적에 따라 다양한 실행 구조를 포함할 수 있다.

순차 실행은 특정 활동의 결과가 확보된 이후 다음 활동을 수행하는 구조이다.

병렬 실행은 상호 독립적인 복수의 활동을 동시에 수행하고 필요한 시점에 각 활동의 결과를 통합하는 구조이다.

조건부 실행은 업무의 실행 결과와 검토 및 판단의 결과에 따라 서로 다른 후속 활동을 수행하는 구조이다.

반복 실행은 목표 성과를 달성하거나 사전에 정의한 종료 조건에 도달할 때까지 특정 활동을 반복하는 구조이다.

이러한 실행 구조는 단순히 실행 가능한 업무의 수를 늘리기 위한 것이 아니라 실제 Human-AI Work 의 특성과 효율성 및 검증 요구사항에 맞추어 업무 수행 방법을 구현하기 위한 것이다.

예를 들어 연구 가설에 대한 검증 업무에서는 학술문헌 분석과 기존 연구데이터의 분석을 병렬적으로 수행하고, 그 결과를 연구자가 검토한 후 추가적인 분석이나 새로운 연구 가설의 탐색을 수행할 수 있다.

Orchestration Runtime 은 이러한 활동 사이의 실행 조건과 결과 전달 및 사람의 의사결정과 상태 변화를 조율하도록 설계한다.

업무 실행 상태의 관리

Human-Agent Workflow 의 실행 상태는 단순한 실행 중 및 실행 완료의 상태로만 구분하기 어려울 수 있다.

실행 준비, 실행 중, 외부 결과 대기, 인간 검토 대기, 일시 중단, 오류 발생, 실행 완료 및 실행 취소 등의 상태가 필요할 수 있다.

각 상태는 해당 업무가 어떤 조건에서 다음 상태로 전환될 수 있는지를 명확하게 정의해야 한다.

특히 장시간 수행되는 업무에서는 실행 상태와 중간 결과 및 현재까지 완료한 활동을 보존하고 필요한 경우 실행을 중단하거나 재개할 수 있는 구조가 필요하다.

과학적 연구의 경우 실제 실험은 외부 연구환경에서 수행될 수 있으며 결과가 확보되기까지 상당한 시간이 필요할 수도 있다.

Orchestration Runtime 은 외부 실험을 반드시 자체적으로 수행하는 것이 아니라 해당 연구 활동에 관한 실행 요청과 상태 및 검증 결과의 전달을 관리하고 관련 후속 업무를 조율할 수 있도록 구성한다.

업무 실행과 혁신 프로젝트 상태의 구분

개별 Workflow 의 실행 상태와 전체 혁신 프로젝트의 진행 상태는 구분해야 한다.

특정 Workflow 가 성공적으로 실행되었다고 해서 해당 혁신 단계의 모든 요구사항을 충족한 것은 아니다.

예를 들어 연구데이터의 분석 Workflow 가 정상적으로 완료되었더라도 연구 가설의 과학적 타당성이나 기술개발의 성공 여부 및 다음 혁신 단계에 대한 승인 여부는 별도의 검토가 필요하다.

Orchestration Runtime 은 업무 실행 결과와 상태를 제공하고, 혁신 프로젝트의 관리 및 의사결정 체계는 해당 결과와 관련 검증 증거 및 인간의 판단을 통합하여 프로젝트의 후속 진행 여부를 관리하도록 구성한다.

12.9.3. Resource 실행 및 외부 시스템 연계

Human-Agent Workflow 의 실행에는 업무 목적에 따라 다양한 Model, Data, Tool, Skill 및 Workflow Resource 가 활용될 수 있다.

Orchestration Runtime 은 실행할 Workflow Resource 와 관련 Agent 의 구성에 따라 필요한 Resource 를 식별하고 승인된 실행 조건 및 권한을 확인하여 업무 실행에 활용하도록 조율한다.

Resource 의 식별 및 실행 조건 확인

동일한 기능을 제공하는 여러 모델과 도구가 존재할 수 있으며 각 Resource 의 버전과 이용 조건 및 실제 실행 환경도 서로 다를 수 있다.

따라서 업무 실행 과정에서 활용할 Resource 의 식별자와 버전, 실행 조건 및 의존관계를 명확하게 관리해야 한다.

승인된 Workflow 에서 특정 모델을 사용하도록 정의하였다면 Runtime 이 비용이나 응답시간만을 근거로 다른 모델로 임의 변경하지 않도록 해야 한다.

Resource 의 대체가 허용된 경우에도 사전에 정의한 기능적 호환성과 권한 및 안전조건을 충족하는 대체 리소스를 활용하고 해당 변경을 기록하도록 구성한다.

외부 시스템과의 상호작용

외부 모델 서비스와 원격 도구 및 기업의 기존 소프트웨어를 활용하는 경우에는 해당 시스템의 실행 인터페이스와 인증 및 접근 권한을 확인해야 한다.

외부 시스템의 상태 변경이 필요한 업무에서는 실행 요청이 정확하게 전달되었는지, 실제 작업이 완료되었는지 및 결과가 어떠한 상태로 반영되었는지를 확인할 수 있도록 구성한다.

예를 들어 외부 데이터베이스의 변경 작업에서 응답시간 초과가 발생하였다고 해서 실제 변경 작업도 실패하였다고 단정할 수 없다.

따라서 동일한 작업을 재실행하기 전에 외부 시스템의 실제 상태를 확인하고 중복 실행에 따른 문제가 발생하지 않도록 관리해야 한다.

Resource 사용량 및 비용의 관리

AI 모델과 외부 도구의 활용 및 컴퓨팅 자원의 사용에는 실행 비용이 발생할 수 있다.

Orchestration Runtime 은 개별 업무의 실행과 Resource 사용 기록을 연결하여 실제 업무 수행에 필요한 자원 및 비용을 추적할 수 있도록 설계한다.

이러한 사용 기록은 업무 및 프로젝트의 비용관리, Resource 의 경제성 평가 및 후속 업무 실행 구조의 최적화에 활용할 수 있다.

개발 및 시험 환경에서 발생한 실행 비용과 상용 운영 환경에서 발생한 실행 비용을 구분하고 필요한 경우 조직과 프로젝트 및 사용자별 사용 한도를 적용하도록 구성한다.

12.9.4. 인간의 의사결정 및 실행 통제

Craftem Orchestration Runtime 의 중요한 특징은 사람의 업무 수행과 의사결정을 AI Agent 의 실행 구조와 분리된 외부 활동으로만 취급하지 않는다는 점이다.

인간의 전문적 판단과 검토 및 승인은 실제 Human-Agent Workflow 를 구성하는 중요한 업무 활동이다.

따라서 인간의 의사결정이 필요한 시점과 승인 조건 및 권한을 Workflow 에 정의하고, 해당 의사결정의 결과에 따라 후속 업무를 수행하도록 조율한다.

인간의 업무 및 승인 관리

인간의 검토가 필요한 활동에는 검토 대상과 필요한 근거 자료 및 판단 기준을 제공하도록 구성한다.

검토자는 AI Agent 의 결과를 확인하고 승인하거나 수정 및 추가 검증을 요청하거나 해당 결과를 반려할 수 있다.

이러한 결정의 결과는 Workflow 의 상태와 연결되며 관련 후속 활동의 실행 조건으로 활용할 수 있다.

검토가 지연되거나 필요한 권한을 가진 담당자가 존재하지 않는 경우에는 사전에 정의한 업무 조건에 따라 실행 대기 및 재할당 또는 책임자의 판단 요청 등을 수행할 수 있도록 설계한다.

승인 요청이 처리되지 않았다는 사실을 자동적인 승인으로 간주하지 않는다.

실행 권한과 위험 수준에 따른 통제

AI Agent 의 기술적인 수행 능력과 실제 업무의 실행 권한은 구분해야 한다.

일반적인 정보의 조회와 승인된 범위에서의 분석 및 문서 생성은 상대적으로 제한적인 영향 범위를 갖는 활동일 수 있다.

반면 외부 시스템의 데이터 변경과 고객에 대한 메시지의 전송, 계약 및 재무 관련 활동, 운영 시스템의 설정 변경 및 물리적인 장비의 제어는 보다 큰 영향과 위험을 수반할 수 있다.

이러한 활동은 해당 업무의 목적과 실행 권한 및 위험 수준에 따라 적절한 승인과 실행 제한을 적용해야 한다.

AI Agent 가 생성한 실행 계획이나 외부 데이터에 포함된 지시가 시스템의 접근 권한을 변경하거나 필요한 인간의 승인 절차를 우회하는 근거가 되어서는 안 된다.

혁신 단계별 의사결정과의 연계

수요 주도형 AI 혁신의 7 단계 실행 방법론은 각 혁신 단계의 산출물과 검증 증거를 검토하고 후속 단계의 추진 여부를 결정하는 의사결정 관문을 포함한다.

Orchestration Runtime 은 이러한 검토와 승인 활동에 필요한 정보의 전달 및 관련 업무의 실행 상태를 관리하는 기능을 지원할 수 있다.

다만 최종적인 투자와 연구개발의 추진 및 위험 수용, 상용화와 가치 확산에 대한 결정은 해당 권한을 가진 인간 책임자가 수행한다.

AI Agent 는 관련 증거와 평가 자료를 분석하고 의사결정을 지원하지만 혁신 프로젝트의 최종적인 책임 주체를 대신하지 않는다.

12.9.5. 실행 신뢰성 및 관측 가능성

실제 산업현장에서 Human-AI Work 를 지속적으로 수행하기 위해서는 업무 실행의 신뢰성과 실행 과정에 대한 관측 가능성(Observability)을 확보해야 한다.

실행 신뢰성은 정의된 업무의 실행이 예측 가능한 조건에서 수행되고 오류와 예외 상황에 적절하게 대응할 수 있는 특성을 의미한다.

관측 가능성은 업무 실행 과정에서 발생한 상태의 변화와 오류 및 성능과 비용 등의 정보를 파악하고 실제 운영 문제의 원인을 분석할 수 있는 능력을 의미한다.

오류 및 예외 처리

AI 모델과 외부 Tool Resource 및 데이터에 의존하는 업무에서는 다양한 오류가 발생할 수 있다.

외부 서비스의 일시적인 이용 불가, 네트워크 오류, 입력 데이터의 형식 오류, 불완전한 실행 결과, 모델이 생성한 결과의 부정확성 등이 이에 해당한다.

이러한 오류에 대응하기 위해서는 오류의 유형과 업무에 미치는 영향을 구분하고 적절한 대응 방법을 정의해야 한다.

일시적인 오류는 제한된 횟수의 재시도를 통해 해결할 수 있으나 잘못된 데이터나 권한의 부족 및 필수 검증의 실패와 같은 오류는 단순한 재시도로 해결되지 않을 수 있다.

따라서 오류의 유형에 따라 재시도, 대체 리소스의 이용, 실행 중단, 추가적인 데이터 확보 및 인간의 검토 등 적절한 대응을 수행하도록 구성한다.

체크포인트 및 실행 복구

장시간 수행되는 업무에서 일부 활동이 실패한 경우 전체 업무를 처음부터 다시 수행하는 것은 시간과 비용의 측면에서 비효율적일 수 있다.

필요한 경우 완료한 업무 활동과 중간 결과 및 실행 상태를 보존하고 적절한 지점에서 업무 실행을 재개할 수 있도록 설계한다.

그러나 실행 상태를 이전 시점으로 되돌리는 것과 외부 시스템에서 이미 수행한 작업을 취소하는 것은 서로 다른 문제이다.

예를 들어 외부 시스템에 데이터를 등록하거나 고객에게 메시지를 전송하거나 실제 장비의 동작을 실행한 경우 Workflow 의 내부 상태를 복구하더라도 외부에서 발생한 결과는 그대로 남을 수 있다.

이러한 경우에는 외부 시스템의 실제 상태 확인과 필요한 보상 작업 및 인간의 승인 절차를 고려해야 한다.

실행 기록 및 업무 품질의 관측

업무 실행 과정에서 사용한 모델과 데이터 및 도구와 Workflow 의 버전, 각 활동의 실행시간과 상태 변화, 오류 및 사람의 검토와 승인 결과를 관리하도록 구성한다.

이러한 실행 기록은 업무의 재현성을 향상하고 문제 발생 시 원인을 분석하며 실제 실행 비용과 성과를 검증하는 데 활용할 수 있다.

다만 AI 모델의 비결정적인 출력이나 외부 시스템의 변경 및 데이터의 변화로 인해 모든 실행을 완전히 동일하게 재현할 수 있는 것은 아니다.

따라서 재현 가능한 범위와 실행 기록의 한계를 명확하게 관리하고 중요한 업무에서는 실제 결과에 대한 검증 증거를 별도로 확보해야 한다.



도표 12-9. Craftem Orchestration Runtime 의 논리적 기능 및 실행 조율 구조

Craftem Orchestration Runtime 은 Human-AI Work 의 설계와 실제 실행을 연결하고 다양한 모델과 데이터 및 도구와 스킬 및 워크플로우의 활용을 조율하는 공통 실행 시스템으로 설계한다.

본 절의 세부 기능 구조는 공식 Runtime 정의를 구체화한 목표 아키텍처이다. 실제 실행 엔진과 데이터베이스, 상태 저장 방식, 컴퓨팅 환경 및 분산 실행의 세부 기술은 별도의 소프트웨어 아키텍처 및 구현 명세를 통해 정의한다.

12.10. 수요 주도형 AI 혁신 7 단계 전문 Agent 체계

Craftem AI 혁신 OS 는 개별적인 Human-AI Work 의 실행을 지원하는 것뿐 아니라, 여러 업무와 혁신 활동을 연결하여 수요 주도형 AI 혁신 방법론의 전체 실행 과정을 지원하는 플랫폼을 지향한다.

이를 위해 제 5 장부터 제 11 장까지 정립한 일곱 단계의 혁신 방법론에 대응하는 전문 Craftem Agent 체계를 구성한다.

각 전문 Agent 는 해당 혁신 단계의 목적과 실행 절차 및 표준 산출물을 기반으로 구성하며, 필요한 전문지식과 분석 및 실행 도구와 Human-Agent Workflow 를 활용하여 사람의 혁신 업무 수행을 지원한다.

혁신 단계	전문 Craftem Agent	주요 실행 목적
1. 미충족 수요 발굴	Unmet Needs Discovery Agent	산업현장의 미충족 수요 탐색 및 정의
2. 미충족 수요 검증	Unmet Needs Validation Agent	수요의 실재성·중요성·잠재 가치 검증
3. 근본 원인 분석	Root Cause Analysis Agent	핵심 근본 원인 및 구조적 제약 규명
4. AI 기반 해결 방안 설계	AI Innovation Design Agent	창의적 해결 방안 및 혁신 모델 설계
5. 연구개발 및 실증	R&D and Validation Agent	과학적 연구·기술개발·구현·실증
6. 상용화 및 사업화	Commercialization Agent	제품화·운영 전환·시장 진입·사업화
7. 새로운 가치 창출	Value Creation Agent	실제 가치 검증·지속적 개선·확산

도표 12-10. 수요 주도형 AI 혁신 7 단계 전문 Agent 체계

전문 Agent 와 혁신 단계의 관계

수요 주도형 AI 혁신의 각 단계는 서로 다른 목적과 전문적인 업무 및 검증 요구사항을 갖는다.

따라서 일곱 개의 전문 Agent 를 동일한 기능과 실행 구조를 가진 AI Agent 로 구성하기보다 각 혁신 단계에서 필요한 전문지식과 Resource 및 Human-Agent Workflow 를 활용할 수 있도록 설계한다.

Craftem Unmet Needs Discovery Agent 는 산업현장의 문제와 잠재적인 미충족 수요를 탐색하고 수요 후보를 정의하는 업무를 지원한다. 이를 위해 산업 및 기술 동향과 기존 해결 방안, 현장의 경험과 문제에 관한 자료를 분석하고, 수요자의 관점에서 해결되지 않은 요구사항과 가치 창출 가능성을 구조화할 수 있도록 구성한다.

Craftem Unmet Needs Validation Agent 는 발굴한 수요 후보의 실재성과 중요성 및 혁신 필요성을 검토하고 잠재적 가치와 해결 의지를 분석하는 업무를 지원한다. 수요 검증에 필요한 정량적·정성적 증거의 확보와 분석 및 검증 결과의 기록을 지원하도록 구성한다.

Craftem Root Cause Analysis Agent 는 검증된 미충족 수요를 발생시키거나 지속시키는 핵심 원인 및 기존 해결 방안의 구조적 제약을 분석하는 업무를 지원한다. 과학적 지식, 기술, 데이터, 업무 및 조직과 경제 및 제도적 조건에 관한 분석과 인과관계 모델링 및 원인 가설의 검증을 지원하도록 구성한다.

Craftem AI Innovation Design Agent 는 검증된 수요와 핵심 근본 원인 및 혁신 대상을 기반으로 새로운 해결 원리를 탐색하고 창의적 해결 방안 후보를 생성하며 혁신 모델의 설계와 타당성 평가 및 연구개발 요구사항의 정의를 지원하도록 구성한다.

Craftem R&D and Validation Agent 는 설계한 혁신 모델의 실현에 필요한 과학적 연구, 핵심 기술개발과 시스템 구현 및 실증 업무를 지원한다. 연구데이터와 기술개발 결과 및 시험과 실증 증거를 관리하고 연구개발의 성과가 최초 혁신 목표와 일치하는지 검토할 수 있도록 구성한다.

Craftem Commercialization Agent 는 검증된 혁신 모델의 제품화 및 서비스화, 실제 운영 환경으로의 전환, 시장과 고객 분석, 경제성 평가 및 사업화 활동을 지원하도록 구성한다.

Craftem Value Creation Agent 는 실제 운영 및 사업화 결과를 기반으로 미충족 수요의 충족 수준과 경제적·사회적 가치 및 투자성과를 평가하고, 지속적인 가치 창출과 새로운 혁신 과제의 발굴을 지원하도록 구성한다.

이러한 전문 Agent 는 반드시 하나의 모델 또는 단일 Workflow 로 구현해야 하는 소프트웨어 단위를 의미하지 않는다.

각 혁신 단계의 전문 Agent 는 다양한 세부 Agent Template 과 Workflow Resource 및 관련 Model, Data, Tool 및 Skill Resource 를 조합하여 실행할 수 있는 업무 지원 체계로 구성할 수 있다.

전문 Agent 간 정보 및 산출물의 연계

일곱 개의 전문 Agent 가 지원하는 혁신 활동은 각각 독립적인 목적과 실행 절차를 가지면서도 전체 혁신 과제의 관점에서는 서로 연결되어야 한다.

미충족 수요 발굴 단계에서 확보한 수요 후보와 관련 근거는 미충족 수요 검증 단계의 입력으로 활용된다.

수요 검증의 결과와 검증된 수요의 정의는 근본 원인 분석의 출발점이 되며, 규명한 핵심 근본 원인과 혁신 대상 및 목표는 새로운 해결 방안을 설계하는 데 활용된다.

해결 방안 설계의 결과인 AI 혁신 모델 명세서와 연구개발 및 실증 요구사항은 연구개발의 실행 기반으로 활용된다.

연구개발 및 실증 단계에서 확보한 기술과 구현 결과 및 객관적인 검증 증거는 후속 상용화 및 사업화 활동의 근거가 된다.

상용 운영의 결과와 실제 고객 및 사업 성과는 새로운 가치 창출 단계에서 미충족 수요의 충족 수준과 경제적·사회적 가치를 검증하는 데 활용된다.

이러한 과정에서 선행 단계의 산출물을 단순히 후속 Agent 에 문서 형태로 전달하는 것에 그치지 않고 산출물의 식별자와 버전 및 검증 상태, 관련 증거와 의사결정의 근거를 함께 관리하도록 설계한다.

이를 통해 특정 연구개발 요구사항이나 기술적 구현 결과가 어떠한 미충족 수요와 근본 원인 및 혁신 목표에서 비롯되었는지를 추적할 수 있다.

또한 후속 단계에서 선행 가정의 오류나 새로운 제약조건을 발견하는 경우 해당 정보를 선행 혁신 단계로 환류하여 필요한 재검토와 개선을 수행할 수 있도록 한다.

단계별 인간의 의사결정 관문

수요 주도형 AI 혁신 방법론은 각 혁신 단계의 산출물과 검증 증거를 평가하여 후속 단계의 추진 여부를 결정하는 일곱 개의 의사결정 관문을 포함한다.

Craftem 의 전문 Agent 는 이러한 의사결정에 필요한 정보의 수집과 분석 및 평가 자료의 생성을 지원할 수 있다.

그러나 AI Agent 가 특정 평가 모델에서 높은 점수를 산정하거나 후속 혁신 단계의 추진을 제안하였다는 사실만으로 해당 단계의 최종적인 승인이 이루어지는 것은 아니다.

미충족 수요의 중요성과 혁신 과제의 선정, 과학적 가설에 대한 판단, 연구개발 자원의 투입, 기술적 및 사회적 위험의 수용, 제품과 서비스의 상용화 및 후속 투자와 가치 확산은 권한을 가진 인간 책임자의 판단을 필요로 한다.

Craftem 은 단계별 의사결정에 필요한 검증 자료와 승인 조건 및 인간의 의사결정 기록을 해당 혁신 프로젝트와 연결하여 관리할 수 있도록 설계한다.

이를 통해 AI Agent 의 업무 지원과 인간의 책임 있는 혁신 의사결정이 서로 분리되지 않고 전체적인 Human-AI 혁신 실행 체계 안에서 연계될 수 있도록 한다.

통합 혁신 실행과 개별 전문 Agent 의 활용

모든 혁신 프로젝트에서 일곱 개의 전문 Agent 를 처음부터 순차적으로 활용해야 하는 것은 아니다.

산업현장에서 이미 충분히 검증된 미충족 수요와 핵심 근본 원인이 존재하는 경우에는 관련 증거와 검증 결과를 검토하고 AI 기반 해결 방안 설계 단계부터 실행할 수 있다.

기존 연구개발과 실증을 통해 검증된 기술 및 제품이 존재하는 경우에는 선행 산출물의 적합성을 확인하고 상용화 및 사업화 활동을 중심으로 전문 Agent 를 활용할 수 있다.

또한 개별적인 과학적 연구나 수리적 분석 및 기술사업화 활동을 수행하기 위해 특정 전문 Agent 와 Template 을 독립적으로 활용할 수도 있다.

중요한 것은 형식적으로 모든 혁신 단계를 실행하는 것이 아니라 실제 혁신 과제에서 필요한 검증 수준과 선행조건 및 실행 요구사항을 충족하는 것이다.

Craftem 의 전문 Agent 체계는 이러한 유연성을 유지하면서 개별적인 혁신 업무와 전체 혁신 프로젝트 사이의 연속성을 확보하는 실행 구조를 지향한다.

12.11. AI 혁신 프로젝트 및 혁신 데이터 관리

복합적인 AI 혁신 과제는 하나의 Agent 나 Workflow 를 실행하는 것만으로 실현하기 어려울 수 있다.

미충족 수요의 발굴과 검증부터 과학적 연구 및 기술개발과 실증 및 사업화에 이르는 과정에는 여러 전문분야의 참여자와 서로 다른 업무 및 연구개발 활동이 포함될 수 있으며, 실행의 결과로 다양한 데이터와 검증 증거 및 산출물이 생성된다.

Craftem 은 이러한 혁신 활동을 개별적인 업무 실행과 전체 혁신 프로젝트의 두 가지 관점에서 관리하고, 최초 수요와 실제 가치 창출 사이의 추적성을 확보할 수 있도록 하는 구조를 지향한다.

12.11.1. 혁신 프로젝트의 구성 및 실행 관리

혁신 프로젝트(Innovation Project)는 하나 이상의 검증된 미충족 수요를 해결하고 정의된 혁신 목표를 달성하기 위해 필요한 연구개발 및 업무 수행과 사업화 및 가치 창출 활동을 관리하는 실행 단위이다.

혁신 프로젝트에는 프로젝트의 목적, 대상 미충족 수요, 관련 근본 원인과 혁신 대상, 선정한 혁신 모델, 연구개발 및 구현 요구사항, 참여 주체 및 실행 계획 등을 포함할 수 있다.

또한 각 혁신 단계의 주요 산출물과 성과 기준 및 검증 증거와 의사결정 결과를 관리하도록 구성한다.

혁신 프로젝트와 Human-AI Work 의 관계

하나의 혁신 프로젝트는 복수의 Human-AI Work 를 포함할 수 있다.

예를 들어 보건의료 분야의 진단 기술 연구개발 프로젝트에서는 의료현장의 수요 검증과 기존 연구 분석, 과학적 가설 검증, 데이터 분석과 수리 모델링, 진단 기술의 설계 및 검증, 기술사업화 검토 등의 업무를 각각의 Human-AI Work 로 정의할 수 있다.

각 Human-AI Work 는 해당 업무를 수행하는 Crafter 와 필요한 Craftem Agent 및 Resource, Workflow Specification 및 Workflow Resource 와 연결할 수 있다.

프로젝트 관리의 관점에서는 이러한 개별 업무의 실행 상태와 결과가 전체 혁신 목표 및 연구개발과 사업화 일정에 어떠한 영향을 미치는지 검토할 수 있어야 한다.

혁신 프로젝트의 의존관계 관리

복합적인 연구개발 및 혁신 활동에서는 여러 업무를 병렬적으로 수행할 수 있는 경우와 특정 연구 또는 검증 결과를 확보한 이후 후속 활동을 수행해야 하는 경우가 존재한다.

예를 들어 새로운 기술의 핵심 가정에 관한 과학적 검증이 충분히 확보되지 않았다면 해당 가정에 의존하는 일부 기술개발 및 구현 활동의 추진 범위를 제한할 필요가 있다.

반면 기존 기술의 활용 및 데이터 준비와 시장 및 고객 조사 등은 과제의 조건에 따라 과학적 연구와 병렬적으로 수행할 수도 있다.

Craftem 은 개별 Work 와 연구개발 과제 및 혁신 단계 사이의 의존관계를 정의하고 실행 결과와 상태의 변화를 전체 프로젝트의 진행 및 의사결정에 연결할 수 있도록 설계하는 것을 지향한다.

업무 실행 상태와 프로젝트 승인 상태

개별 Workflow 의 정상적인 실행 완료는 해당 업무의 소프트웨어 실행이 정의된 조건에 따라 완료되었음을 의미할 수 있다.

그러나 이는 해당 업무 결과의 전문적 타당성과 혁신 목표의 충족 및 후속 혁신 단계에 대한 승인까지 의미하지 않는다.

따라서 개별 업무의 실행 상태, 산출물의 검토 및 검증 상태, 전체 혁신 프로젝트의 단계별 진행과 승인 상태를 구분하여 관리해야 한다.

이러한 구분은 기술적 실행의 완료와 실제 혁신 성과의 검증 사이의 혼용을 방지하기 위한 중요한 조건이다.

12.11.2. 혁신 데이터의 단계 간 추적성

수요 주도형 AI 혁신은 검증된 미충족 수요를 해결하고 새로운 가치를 창출하는 것을 목적으로 한다.

따라서 실제 개발한 기술과 제품 및 서비스 또는 업무 체계가 어떠한 수요와 근본 원인 및 혁신 목표를 해결하기 위해 설계되었는지를 추적할 수 있어야 한다.

Craftem 은 제 5 장부터 제 11 장까지 정의한 각 혁신 단계의 주요 데이터 식별자 및 산출물과 검증 증거를 연결하여 혁신 활동의 추적성을 확보할 수 있도록 하는 구조를 지향한다.

미충족 수요는 Need ID 를 통해 식별하고 해당 수요의 검증 활동과 결과는 Validation ID 및 관련 검증 증거와 연결한다.

근본 원인은 Cause ID 로 식별하고 원인 가설 및 관련 검증 증거와 인과관계 모델 및 평가 결과와 연결한다. 핵심 근본 원인과 구조적 제약을 기반으로 정의한 혁신 대상은 Innovation Target ID 를 활용하여 관리할 수 있다.

해결 방안은 Solution ID 로 식별하고 선정한 혁신 모델은 Innovation Model ID 와 연결하며 해당 모델을 실현하기 위한 개별 요구사항은 Requirement ID 를 통해 관리할 수 있다.

연구개발 및 실증 단계에서는 Research ID, Experiment ID, Technology ID, Implementation ID, Test ID 및 Evidence ID 등을 활용하여 연구개발 활동과 구현 결과 및 검증 증거를 관리한다.

상용화 및 사업화 단계에서는 Product ID, Service ID, Business Model ID, Deployment ID, Operation ID 및 Commercial Performance ID 등을 활용하여 실제 제품과 서비스 및 운영과 사업 성과를 관리할 수 있다.

새로운 가치 창출 단계에서는 Value ID, Benefit ID, Cost ID, Value Evidence ID 및 Value Assessment ID 등을 활용하여 실제 성과와 경제적·사회적 가치의 산정 및 검증 근거를 연결한다.

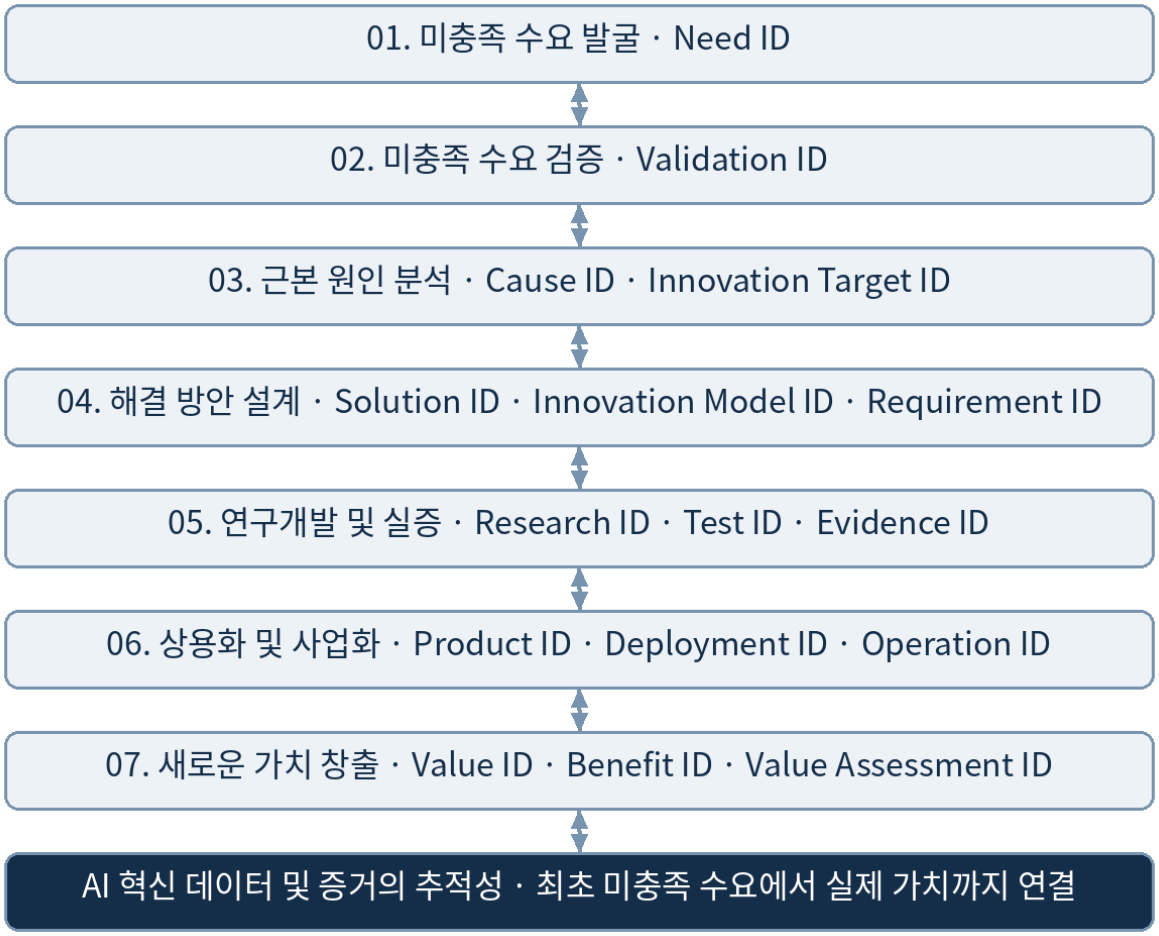


도표 12-11. 수요 주도형 AI 혁신 전 과정의 데이터 추적 구조

대표적인 데이터 식별자와 참조 관계를 표시한 개념도이며, 실제 데이터 구조는 다대다 관계와 버전 및 변경 이력을 포함할 수 있다.

혁신 데이터의 관계 및 변경 관리

실제 혁신 프로젝트에서는 하나의 미충족 수요가 여러 근본 원인과 연결될 수 있으며, 하나의 해결 방안이 복수의 혁신 대상을 동시에 해결하도록 설계될 수 있다.

또한 하나의 연구개발 결과가 여러 요구사항의 검증 근거로 활용될 수 있고, 여러 기술 및 업무혁신의 결과가 하나의 경제적 또는 사회적 가치 창출에 기여할 수도 있다.

따라서 혁신 데이터는 단순한 일대일 관계의 순차적인 구조로 관리하기보다 각 데이터 개체 사이의 다양한 참조 관계를 표현할 수 있도록 설계할 필요가 있다.

이러한 참조 관계는 혁신 활동과 산출물 사이의 연결을 나타내는 것이며, 데이터가 연결되어 있다는 사실만으로 인과적 관계가 검증되었음을 의미하지 않는다.

혁신 모델과 연구개발 요구사항 또는 실제 운영 구조가 변경된 경우에는 관련된 수요와 검증 결과 및 성과 지표에 미치는 영향을 분석할 수 있어야 한다.

이를 위해 변경 이전과 이후의 버전 및 변경 사유와 승인 기록을 관리하고, 변경으로 인해 기존 검증 증거의 유효성을 재검토해야 하는 항목을 식별할 수 있도록 한다.

12.11.3. 혁신 산출물 및 지식·기술자산 관리

혁신 프로젝트의 실행 과정에서는 연구보고서, 수리적 모델, 설계 명세, 소프트웨어, 연구 및 업무 데이터, 시험과 실증 결과, 상용 제품과 서비스의 명세 및 가치 검증 자료 등 다양한 산출물이 생성된다.

이러한 산출물은 혁신 활동의 실행 결과와 의사결정의 근거를 제공할 뿐 아니라 후속 혁신 과정에서 활용할 수 있는 지식 및 기술자산의 기반이 된다.

다만 모든 혁신 산출물이 직접 실행 가능한 Craftem Resource 로 전환되는 것은 아니다.

연구보고서와 실증 결과 및 단계별 의사결정 기록은 혁신 활동의 근거와 증거를 관리하기 위한 산출물로 활용할 수 있다.

검증된 연구데이터와 전문지식은 적절한 구성과 이용 조건을 정의하여 Data Resource 로 활용할 수 있으며, 연구개발 과정에서 개발한 분석 소프트웨어와 알고리즘은 Tool Resource 로 활용할 수 있다.

특정 분야의 검증된 업무 수행 방법과 전문적인 판단 및 검토 절차는 Skill Resource 로 구성할 수 있다.

반복적으로 수행해야 하는 연구개발 및 업무혁신 활동의 실행 구조는 Workflow Resource 로 구현하여 후속 혁신 프로젝트에 활용할 수 있다.

혁신 자산의 검증 및 재사용

혁신 산출물을 재사용 가능한 Resource 로 전환하기 위해서는 해당 산출물의 기능과 적용 범위 및 검증 수준과 이용 권한을 확인해야 한다.

특히 특정 고객과 연구기관의 데이터를 활용하여 개발한 Resource 에는 고객의 기밀정보와 연구데이터 및 제 3 자의 지식재산권이 포함될 수 있다.

따라서 해당 Resource 의 기술적 재사용 가능성뿐 아니라 공유 및 공급에 관한 권리와 데이터 보호 조건을 검토해야 한다.

Resource 로 등록한 이후에도 실제 사용 결과를 분석하고 필요한 개선 및 재검증을 수행하며 버전별 적용 범위와 이용 조건을 관리한다.

이를 통해 혁신 프로젝트에서 확보한 일회성 산출물이 지속적으로 활용할 수 있는 조직의 혁신 자산으로 발전할 수 있도록 한다.

12.11.4. 혁신 프로젝트의 협업 및 의사결정 관리

수요 주도형 AI 혁신은 복합적인 산업 문제를 해결하기 위해 여러 전문분야의 개인과 조직이 공동으로 참여하는 활동으로 발전할 수 있다.

이러한 공동 혁신 활동에서는 참여 주체의 역할과 전문역량, 업무 수행 범위와 책임, 관련 데이터와 Resource 에 대한 접근 권한 및 주요 의사결정 구조를 명확하게 정의해야 한다.

Craftem 은 혁신 프로젝트에 참여하는 Crafter 가 자신의 역할에 따라 관련 Human-AI Work 와 혁신 산출물 및 Resource 를 활용하고 필요한 협업을 수행할 수 있도록 하는 구조를 지향한다.

공동 연구개발 과정에서 과학적 연구를 담당하는 기관과 기술개발을 담당하는 기업 및 실제 실증 환경을 제공하는 수요기업은 서로 다른 정보와 실행 권한을 필요로 할 수 있다.

따라서 동일한 혁신 프로젝트에 참여한다는 사실만으로 모든 참여자에게 전체 데이터와 연구성과 및 외부 시스템에 대한 동일한 접근 권한을 부여하지 않는다.

또한 연구개발 방향의 변경과 주요 기술적 위험의 수용, 새로운 데이터의 이용과 연구성과의 외부 공개 및 상용화 추진 등 중요한 의사결정에 대해서는 승인 권한과 판단의 근거 및 관련 기록을 관리할 수 있도록 설계한다.

Craftem 의 이러한 기능은 혁신 프로젝트의 관리와 거버넌스를 기술적으로 지원하기 위한 것이다.

공동 혁신 프로젝트의 계약과 지식재산권 및 참여기관의 역할과 책임에 관한 실질적인 합의 및 의사결정은 별도의 제도적·조직적 체계를 필요로 한다.

혁신 프로젝트 관리 및 거버넌스의 구체적인 실행 방법은 제 14 장에서 상세히 설명한다.

12.12. Craftem 의 성과 및 가치 창출 관리 체계

Craftem AI 혁신 OS 의 궁극적인 목적은 AI 모델과 Agent 및 다양한 Resource 의 실행을 지원하는 것에 그치지 않고, 이러한 실행 활동이 실제 인간과 조직의 역량 강화 및 혁신 성과와 새로운 경제적·사회적 가치로 연결될 수 있도록 지원하는 데 있다.

이를 위해서는 Human-AI Work 의 실제 실행 결과와 성과 및 혁신 프로젝트의 목표 사이의 관계를 관리하고, 제 11 장에서 정립한 가치 창출 및 검증 방법론을 실행 환경과 연결할 필요가 있다.

Human-AI Work 의 실행 성과 관리

Human-AI Work 의 실행 성과를 평가하기 위해서는 먼저 해당 업무의 목적과 적용 범위 및 성과 기준을 정의해야 한다.

업무의 실행시간과 처리량, 결과의 품질 및 오류, 사람의 검토와 수정 및 승인, Resource 의 사용량과 실행 비용 등의 정보를 확보하도록 구성할 수 있다.

이러한 정보는 실제 업무 수행의 효율성과 품질 및 실행 조건을 분석하는 데 활용할 수 있다.

예를 들어 AI Agent 를 활용한 문서 분석 업무의 실행시간이 단축되었다고 하더라도 사람의 검토 및 오류 수정에 필요한 시간이 증가하였다면 전체 업무 수행시간의 감소 효과는 제한적일 수 있다.

따라서 개별 AI 모델의 응답시간이나 Agent 의 실행시간만을 업무 성과로 평가하기보다 사람과 AI Agent 및 외부 시스템의 업무 수행을 포함하는 전체 Human-AI Work 의 실행 결과를 분석해야 한다.

또한 기술적인 실행 성공률과 전문적인 업무의 정확성 및 실제 업무 목적의 달성률을 구분해야 한다.

Craftem 은 이러한 업무 성과의 측정과 관련한 실행 기록을 실제 Work 및 Workflow 의 성과 기준과 연결할 수 있도록 설계한다.

성과 가치사슬의 연결

Craftem 을 활용하여 개별 Crafter 가 확보한 업무 성과와 전문적인 역량은 조직의 업무 수행 방식과 운영 체계에 통합되어야 한다.

검증된 업무 수행 구조를 Workflow Resource 로 구현하고 관련 전문지식과 데이터를 공유함으로써 개인의 성과가 다른 구성원의 업무 수행과 조직의 공동 역량으로 확장될 수 있다.

그러나 이러한 조직적 활용이 실제 사업 성과로 연결되기 위해서는 확보된 역량과 자원을 고객 가치의 향상과 비용 절감 및 추가 사업의 수행과 같은 구체적인 가치 실현 활동에 활용해야 한다.

Craftem 은 개별 Work 의 실행 및 성과 데이터를 조직의 업무 및 운영 성과와 연결하고, 관련 사업 및 재무 데이터와 연계하여 성과 가치사슬의 분석을 지원할 수 있도록 설계한다.

과학적 연구와 기술혁신의 경우에도 연구성과와 기술개발 결과 및 혁신 산출물을 해당 혁신 모델과 상용화 및 사업화의 결과에 연결하여 가치 실현 경로를 분석할 수 있도록 한다.

다만 이러한 데이터의 연결과 분석만으로 실제 경제적·사회적 가치의 실현이 보장되는 것은 아니다.

성과 가치사슬에서 필요한 조직적 실행과 경영 의사결정 및 실제 사업 활동은 해당 조직의 인간 책임자와 관련 전문가가 수행해야 한다.

혁신 단계별 평가 모델의 적용

수요 주도형 AI 혁신 방법론은 각 혁신 단계의 목적과 의사결정을 지원하기 위해 서로 다른 평가 모델과 지표를 활용한다.

Craftem 에서는 이러한 평가 모델의 산정에 필요한 입력 데이터와 평가 기준, 관련 증거 및 인간의 검토와 승인 기록을 관리하도록 구성할 수 있다.

근본 원인 분석의 CVS 와 IPS, 해결 방안 설계의 SFS, 연구개발 및 실증의 VPS, 상용화 및 사업화의 CPS 등은 각각의 혁신 단계에서 필요한 평가 및 의사결정을 지원한다.

새로운 가치 창출 단계에서는 미충족 수요 충족률인 NFR, 가치 실현율인 VRR, 투자수익률인 ROI 및 가치 창출 종합 평가 점수인 VCS 등을 활용할 수 있다.

이러한 평가 산식은 이미 앞선 장에서 정의하였으므로 본 장에서는 평가 모델 자체를 다시 정의하지 않는다.

Craftem 의 역할은 승인된 평가 기준과 실제 확보한 데이터를 연결하여 평가 업무를 수행하거나 지원하고, 산정에 활용한 근거와 계산의 결과 및 인간의 판단을 추적할 수 있도록 하는 데 있다.

특히 AI Agent 가 평가 점수를 산정하거나 특정한 경제적 편익을 추정하였더라도 해당 결과의 신뢰성은 활용한 데이터와 평가 가정 및 검증 방법의 타당성에 따라 결정된다.

따라서 증거가 부족하거나 중요한 평가 항목을 검증하지 못한 경우에는 확정적인 평가 결과를 생성하는 것보다 불확실성과 추가 검증 요구사항을 명확하게 기록하도록 한다.

AI Value Creation Loop 의 실행 지원

Craftem 은 개별적인 혁신 활동을 통해 확보한 새로운 지식과 전문역량 및 검증된 기술과 실행 구조를 후속 업무에 활용할 수 있도록 지원한다.

Crafter 가 실제 업무와 혁신 프로젝트를 수행하면서 확보한 성과와 경험을 분석하고 검증된 Resource 를 지속적으로 개선하는 과정은 AI Value Creation Loop 의 재학습 활동에 해당할 수 있다.

이러한 과정에서 새롭게 발견한 업무상의 제약과 산업현장의 미충족 수요는 후속 학습 및 창작과 개발 활동의 새로운 출발점이 된다.

검증된 혁신 자산과 실행 구조를 재사용하면 동일하거나 유사한 업무의 반복적인 구현에 필요한 자원을 절감하고, 인간의 전문성과 조직의 실행 역량을 지속적으로 발전시킬 가능성이 있다.

Craftem 은 이러한 지속적인 학습과 창작 및 개발과 혁신의 실행을 지원하는 플랫폼을 지향하며, 실제 성과 및 가치의 검증을 통해 그 효과를 평가할 수 있도록 하는 것을 목표로 한다.

12.13. Craftem 의 개발 및 Resource 공급 환경

Craftem 이 다양한 산업과 직무의 Human-AI Work 및 AI 혁신 활동을 지원하기 위해서는 새로운 Agent 와 Resource 를 지속적으로 개발하고 검증하며 필요한 사용자에게 공급할 수 있는 환경이 필요하다.

Craftem AI 혁신 OS 가 활용하는 모든 AI 모델과 전문 소프트웨어 및 산업별 전문지식을 크림슨앰버가 직접 개발할 필요는 없다.

다양한 분야의 개발자와 과학자, 수리과학자 및 산업 전문가와 기술기업이 각자의 전문역량을 활용하여 새로운 Agent 와 Resource 를 개발하고, 적절한 검증을 거쳐 다른 Crafter 의 업무 수행과 혁신 활동에 활용할 수 있는 공급 구조가 필요하다.

이를 위해 Craftem 의 실제 업무 실행 환경과 별도로 개발자 환경인 Craftem Studio 및 Resource 공급 환경인 Craftem Resource Store 의 구축을 기획한다.

Craftem Studio 의 개념 및 역할

Craftem Studio 는 개발자가 Craftem Agent 및 Resource 의 개발, 구현, 시험 및 등록 업무를 수행할 수 있도록 지원하는 별도의 개발 환경이다.

Crafter 가 검증된 Agent 와 Resource 를 활용하여 실제 업무 및 혁신 활동을 수행하는 환경과 새로운 기술 및 실행 기능을 개발하고 시험하는 환경은 목적과 책임이 서로 다르다.

업무 실행 환경에서는 이미 검증되고 사용이 승인된 리소스를 활용하여 실제 업무를 수행하며 업무 결과와 품질 및 운영 안정성을 확보하는 데 중점을 둔다.

개발 환경에서는 새로운 소프트웨어 기능과 전문 도구 및 스킬과 Workflow 를 구현하고 다양한 조건에서 시험하며 필요한 오류 수정과 개선을 수행하는 데 중점을 둔다.

따라서 Craftem Studio 는 Agent 및 Resource 의 개발과 시험에 필요한 기술적 기능을 제공하는 동시에 개발 과정에서 발생할 수 있는 보안 위험과 실제 운영 환경에 대한 영향을 제한할 수 있도록 설계한다.

개발자는 새로운 Tool Resource 를 구현하거나 기존 소프트웨어를 연계하고, 필요한 입력 및 출력 구조와 실행 조건을 정의할 수 있다.

또한 산업 전문가가 정의한 전문적인 업무 수행 방법을 Skill Resource 로 구현하고, Human-Agent Workflow Specification 을 실행 가능한 Workflow Resource 로 개발할 수 있다.

Agent Template 의 개발 과정에서는 업무 목적과 필요한 Resource 의 구성 및 검증 기준을 정의하고 실제 적용 환경에서의 사용 가능성을 평가할 수 있도록 구성한다.

소프트웨어 및 Tool Resource 개발 구조

Craftem 에서 활용할 수 있는 전문적인 소프트웨어 기능은 새로운 코드의 개발뿐 아니라 기존에 개발된 소프트웨어와 오픈소스 프로젝트 및 외부 서비스의 기능을 기반으로 구성할 수 있다.

예를 들어 데이터 분석과 수리 모델링 및 최적화, BIM 데이터의 처리와 과학적 연구 및 문서 분석에 필요한 다양한 소프트웨어를 활용할 수 있다.

GitHub 등의 외부 소스코드 저장소에 존재하는 소프트웨어를 Tool Resource 로 개발하기 위해서는 먼저 해당 소프트웨어의 기능과 기술적 특성 및 라이선스와 이용 조건을 검토해야 한다.

이후 승인된 소스코드를 개발 환경으로 가져오고, 필요한 실행 조건과 의존성을 정의하여 격리된 환경에서 빌드 및 시험을 수행한다.

실행 환경의 격리는 개발 중인 코드나 신뢰성이 충분히 검증되지 않은 소프트웨어가 실제 운영 시스템과 민감한 데이터에 영향을 미치는 것을 제한하기 위한 것이다.

소프트웨어의 시험 과정에서는 기능과 입력 및 출력 조건, 오류 처리와 실행 비용 및 필요한 컴퓨팅 환경 등을 확인한다.

또한 코드와 외부 의존성에 포함될 수 있는 보안 취약점 및 승인되지 않은 외부 연결과 데이터 접근 가능성을 검토해야 한다.

소프트웨어의 Resource 전환

검증한 소프트웨어를 Tool Resource 로 활용하기 위해서는 해당 소프트웨어의 기능을 Human-Agent Workflow 에서 사용할 수 있는 인터페이스로 정의할 필요가 있다.

Tool Resource 의 명세에는 도구의 목적과 기능 및 입력과 출력의 데이터 구조, 실행에 필요한 환경과 의존성, 오류의 처리 방식, 접근 권한 및 실제 외부 시스템에 미치는 영향 등을 포함할 수 있다.

소프트웨어가 제공하는 모든 기능을 AI Agent 에 동일하게 공개할 필요는 없다.

실제 업무에서 필요한 기능을 선별하고 위험 수준에 따라 접근 및 실행 권한을 제한하며, 필요한 경우 인간의 검토와 승인을 요구하도록 구성할 수 있다.

이와 같이 개발한 Tool Resource 는 정의된 조건에서 기능적·기술적 검증을 수행하고 적절한 승인 절차를 거쳐 실제 업무 실행 환경에서 활용할 수 있도록 등록한다.

이 과정에서 소스코드의 버전과 빌드 결과, 소프트웨어의 의존성 및 검증 결과를 연결하여 관리하면 운영 과정에서 오류가 발생하거나 새로운 버전을 개발하는 경우 해당 리소스의 변경과 실행 조건을 추적할 수 있다.

Craftem Resource Store

Craftem Resource Store 는 검증된 Resource 및 Agent Template 을 검색하고 실제 업무와 혁신 과제에 활용할 수 있도록 제공하는 공급 환경이다.

Craftem Resource Store 의 목적은 단순히 다양한 AI 모델과 도구 및 Agent 의 수를 확대하는 데 있지 않다.

사용자가 자신의 업무 목적과 요구사항 및 기술적 환경에 적합한 검증된 리소스를 선택하고, 이용 조건과 적용 범위를 확인한 후 실제 Human-AI Work 에 활용할 수 있도록 지원하는 데 있다.

Resource Store 에서는 리소스의 명칭과 기능 및 제공 주체, 버전, 적용 가능한 업무와 산업 분야, 이용 조건과 필요한 Resource 및 실행 환경, 검증 결과 등을 관리할 수 있도록 구성한다.

특정 Agent Template 을 활용하는 경우에도 해당 Template 이 참조하는 모델과 데이터 및 도구와 스킬 및 Workflow Resource 와 실제 실행에 필요한 권한 및 조건을 함께 확인할 수 있어야 한다.

Resource 의 공급 범위

모든 Craftem Resource 를 공개적으로 공급해야 하는 것은 아니다.

기업이 자체적으로 개발한 전문적인 업무 스킬과 Workflow Resource 는 기업 내부에서만 사용하도록 제한할 수 있다.

공동 연구개발 프로젝트에서 확보한 기술과 지식은 해당 프로젝트의 참여기관이나 승인된 협력기관에서만 활용할 수 있도록 구성할 수 있다.

외부 개발자와 기술기업이 공급하는 Resource 는 해당 리소스의 이용 조건과 라이선스 및 공급 정책에 따라 다양한 Crafter 와 조직에 제공할 수 있다.

따라서 Resource Store 는 공개적인 리소스의 공급뿐 아니라 조직 내부의 전용 Resource 관리 및 협력기관 간의 제한적인 공유를 지원할 수 있도록 설계한다.

이러한 공급 범위는 Resource 의 기술적 특성뿐 아니라 지식재산권과 고객의 기밀정보, 연구데이터에 대한 권리 및 외부 기술의 이용 조건에 따라 결정한다.

Resource 의 신뢰성과 공급 책임

Resource 의 공급은 해당 리소스가 모든 업무와 사용 환경에서 동일한 성능과 안전성을 확보하고 있음을 의미하지 않는다.

공급자는 리소스의 기능과 적용 범위 및 검증 조건과 관련 제한사항을 명확하게 제공해야 한다.

사용자는 해당 리소스의 검증된 적용 범위와 실제 업무 및 고객 환경의 요구사항을 검토하고 필요한 경우 추가적인 검증을 수행해야 한다.

또한 Resource 의 새로운 버전이 제공되거나 이용 조건 및 외부 기술의 의존성이 변경되는 경우 기존 업무 실행에 미치는 영향을 검토해야 한다.

이러한 관리 체계는 Resource Store 의 공급 품질을 확보하고 검증되지 않은 리소스의 무분별한 운영 적용을 방지하기 위한 기본적인 조건이다.

개발에서 실제 운영으로의 전환

Craftem Studio 에서 개발하고 시험한 Agent 와 Resource 는 필요한 검증과 승인 과정을 거쳐 실제 업무 실행 환경에서 활용할 수 있도록 전환한다.

개발 및 검증과 실제 상용 운영의 구분을 위해 각 Resource 의 상태와 버전 및 배포 대상을 관리한다.

새로운 Resource 또는 변경한 버전을 실제 운영 환경에 적용하기 전에 기능 및 성능과 보안, 관련 권리 및 의존관계와 업무 품질에 미치는 영향을 검토하도록 한다.

실제 운영 환경에서 확보한 오류와 성과 및 개선 요구사항은 다시 개발 환경의 입력으로 활용할 수 있다.



도표 12-12. Craftem Studio 기반 Resource 개발 및 공급 체계

개발 및 시험 과정에서 발생하는 AI 모델과 도구 및 컴퓨팅 자원의 사용 비용은 실제 운영 환경에서의 사용 비용과 구분하여 관리할 수 있도록 한다.

이를 통해 신규 Resource 의 개발 및 검증에 필요한 비용과 실제 고객의 업무 실행에 필요한 비용을 명확하게 파악하고, Resource 의 공급 및 운영의 경제성을 평가할 수 있도록 한다.

본 절에서 설명한 Craftem Studio 와 Resource Store 는 개방형 Agent 및 Resource 개발과 공급을 위한 목표 제품 구조이다. 실제 구현 범위와 공급 정책 및 개발자 지원 기능은 별도의 제품 개발 및 사업계획에 따라 정의한다.

12.14. 외부 시스템 통합 및 상호운용성

Craftem 이 실제 산업현장의 업무와 연구개발 및 혁신 활동을 지원하기 위해서는 다양한 기업의 기존 소프트웨어와 전문적인 산업 및 연구개발 시스템, 데이터 저장소 및 외부 도구와의 상호운용성을 확보할 필요가 있다.

실제 산업현장에서 필요한 모든 전문적인 기능을 Craftem 내부에 구현하는 방식은 개발과 운영 및 유지관리의 측면에서 비효율적일 수 있다.

기존 시스템이 제공하는 검증된 기능과 전문적인 알고리즘 및 데이터를 활용하고, 이를 사람과 AI Agent 의 업무 실행 구조에 통합하는 것이 Craftem 의 기본적인 외부 시스템 연계 방향이다.

12.14.1. 기존 업무 시스템 및 산업 소프트웨어 통합

기업과 연구기관은 각자의 업무와 운영 목적에 따라 다양한 소프트웨어 및 데이터 플랫폼을 활용한다.

기업의 ERP 와 CRM 및 문서관리 시스템, 데이터베이스 및 그룹웨어와 프로젝트 관리 시스템 등이 대표적인 예이다.

건축설계 분야에서는 CAD 와 BIM 소프트웨어 및 공통데이터환경(CDE)과 각종 전문 설계 및 검토 도구를 활용할 수 있다.

연구기관에서는 연구데이터 저장소, 과학적 분석 소프트웨어, 실험 기록 시스템 및 수리적 모델링과 시뮬레이션 환경 등을 활용할 수 있다.

Craftem 은 이러한 기존 시스템을 일률적으로 대체하는 것이 아니라 필요한 기능과 데이터를 승인된 방법으로 연결하여 Human-AI Work 를 수행할 수 있도록 하는 것을 지향한다.

기존 시스템과 Human-AI Work 의 연결

기존 소프트웨어가 수행하는 기능은 해당 소프트웨어의 API 및 기타 승인된 실행 인터페이스를 통해 Tool Resource 로 활용할 수 있다.

기존 시스템이 관리하는 데이터와 전문문서는 Data Resource 로 연결하여 Human-AI Work 의 입력으로 활용할 수 있다.

예를 들어 기업의 사업개발 업무에서 CRM 시스템에 관리된 고객정보와 기존 프로젝트의 검증된 성과 자료를 활용하여 고객의 미충족 수요와 사업화 가능성을 분석할 수 있다.

건축설계 업무에서는 기존 CDE 에 저장된 설계도서와 BIM 모델을 활용하고 전문 BIM 분석 도구의 실행을 Human-Agent Workflow 에 통합할 수 있다.

이러한 실행 구조에서는 기존 소프트웨어가 제공하는 정확한 계산과 데이터 처리 및 산업별 기능을 유지하면서 AI 모델의 추론 및 분석 능력과 인간의 전문적인 판단을 결합할 수 있다.

시스템 간 데이터 및 책임의 정합성

외부 시스템과 Craftem 을 연결할 때에는 각 시스템이 관리하는 데이터의 역할과 원본 정보의 관리 책임을 명확하게 정의할 필요가 있다.

Craftem 이 외부 시스템의 데이터를 참조한다고 해서 해당 데이터의 원본 관리 책임이 Craftem 으로 이전되는 것은 아니다.

외부 시스템에서 변경한 데이터와 Craftem 의 업무 실행 결과 사이에 불일치가 발생할 수 있으므로 데이터의 갱신 조건과 참조 시점 및 변경 이력을 관리해야 한다.

또한 외부 시스템에 새로운 정보를 등록하거나 변경하는 기능을 활용하는 경우에는 실제 변경 작업에 대한 권한 및 책임과 검증 구조를 정의해야 한다.

이를 통해 기존 시스템과 Craftem 의 업무 실행 사이에서 데이터의 무결성과 업무의 일관성 및 실행 책임을 유지할 수 있도록 한다.

12.14.2. MCP 및 외부 도구 연계

Model Context Protocol(MCP)은 AI 애플리케이션이 외부 시스템이 제공하는 도구와 데이터 및 재사용 가능한 프롬프트 등을 활용할 수 있도록 연결하는 공개 프로토콜이다.

MCP 는 AI 애플리케이션과 외부 기능 사이의 상호운용성을 지원하기 위한 공통적인 통신 및 기능 제공 구조를 정의한다. 이를 활용하면 개별 AI 애플리케이션이 다양한 외부 시스템의 기능을 연결하는 과정에서 필요한 인터페이스를 일정한 방식으로 구성할 수 있다.[30, 31]

Craftem 은 MCP 및 일반적인 API 기반 연계를 함께 활용하여 외부 시스템이 제공하는 기능과 정보를 실제 Human-AI Work 의 실행 구조에 통합할 수 있도록 하는 것을 지향한다.

MCP 기반 Tool Resource 의 활용

외부 기술기업이나 개발자 및 연구기관이 MCP 서버를 통해 전문적인 소프트웨어 기능을 제공하는 경우 Craftem 에서 해당 기능을 승인된 Tool Resource 로 연결하여 활용하는 구조를 구성할 수 있다.

예를 들어 외부 MCP 서버가 데이터 분석과 전문적인 계산 또는 특정 산업 소프트웨어의 기능을 제공하는 경우 해당 도구의 기능과 입력 및 출력 조건 및 사용 권한을 확인한 후 Human-Agent Workflow 의 구성 요소로 활용할 수 있다.

외부 시스템이 제공하는 데이터와 참조 자료를 활용하는 기능도 관련 데이터 처리 조건 및 접근 권한에 따라 Data Resource 와 연계할 수 있다.

다만 MCP 의 Tools, Resources, Prompts 라는 프로토콜상의 개념과 Craftem 의 다섯 가지 Resource 유형은 동일한 분류 체계가 아니다.

MCP 의 기능 제공 구조는 외부 시스템과 AI 애플리케이션을 연결하기 위한 프로토콜 차원의 개념이며, Craftem Resource 는 Human-AI Work 와 혁신 활동에 필요한 모델과 데이터 및 도구와 스킬과 워크플로우를 관리하기 위한 제품 차원의 개념이다.

따라서 MCP 를 통해 제공되는 외부 도구와 데이터를 Craftem Resource 로 활용하기 위해서는 기능 및 데이터 구조와 이용 조건 및 실행 권한과 관련한 추가적인 정의 및 관리가 필요하다.

원격 도구와 관리형 도구의 활용

Craftem 은 외부 MCP 서버 및 API 를 통해 제공되는 원격 Tool Resource 와 Craftem 또는 승인된 고객 환경에서 직접 운영하는 관리형 Tool Resource 를 함께 활용하는 구조를 지향한다.

원격 도구는 전문적인 기능을 제공하는 외부 서비스와 기존 시스템의 활용을 지원하며, 직접 해당 도구의 전체 실행 환경을 구축할 필요를 줄일 수 있다.

관리형 도구는 소프트웨어의 실행 환경과 버전 및 데이터 처리 조건을 보다 직접적으로 관리할 수 있도록 구성할 수 있다.

다만 원격 도구와 관리형 도구의 적합성은 해당 기술의 기능적 특성, 데이터의 민감도, 실행 비용, 서비스의 안정성, 보안 조건 및 실제 운영 책임에 따라 달라진다.

따라서 두 가지 실행 방식을 업무와 고객의 요구사항에 맞추어 선택하거나 결합하여 활용할 수 있도록 설계한다.

MCP 와 Orchestration Runtime 의 역할 구분

MCP 는 외부 시스템의 기능과 데이터를 AI 애플리케이션에 연결하기 위한 프로토콜이다.

Craftem Orchestration Runtime 은 사람과 AI Agent 의 Human-Agent Workflow 실행 및 상태와 의사결정 및 다양한 Resource 의 활용을 조율하는 Craftem 의 핵심 실행 시스템이다.

MCP 를 활용하여 외부 도구를 호출할 수 있다는 사실만으로 복합적인 Human-Agent Workflow 의 실행과 인간의 승인 및 장시간 수행되는 업무의 상태 관리와 혁신 프로젝트의 의사결정이 자동으로 이루어지는 것은 아니다.

Craftem Orchestration Runtime 은 MCP 를 비롯한 다양한 외부 시스템 연계 방식을 활용하면서 실제 업무 실행 구조와 Resource 이용 및 인간의 의사결정을 통합적으로 관리하는 역할을 담당하도록 설계한다.

2026 년 7 월 28 일 발표된 MCP 규격은 프로토콜의 상태 관리 구조와 인증 및 인가 관련 사항 등을 변경하였다. 프로토콜의 무상태 구조와 Craftem 이 관리하는 Human-Agent Workflow 의 업무 실행 상태는 서로 다른 개념이며, 프로토콜의 상태 관리 변경이 업무 실행 상태 관리의 제거를 의미하지 않는다. 따라서 실제 제품 구현에서는 적용할 규격 버전과 외부 서버 및 클라이언트의 기능과 호환성을 명확하게 정의하고 검증할 필요가 있다.[30, 31]

특정 MCP 규격에 대한 제품의 지원이나 호환성은 실제 기술 구현과 시험을 통해 확인해야 하며, 본 장에서 MCP 기반 연계 구조를 설명하는 것이 Craftem 의 모든 MCP 기능 지원을 의미하지 않는다.

12.14.3. 소프트웨어 및 하드웨어 실행 환경의 통합

AI 혁신의 실행 대상은 소프트웨어 기반의 정보 처리와 업무 수행에 한정되지 않는다.

과학적 연구 및 기술개발과 제조 및 건설 분야에서는 실제 물리적인 환경에서 발생하는 현상을 관찰하고 데이터를 수집하며 필요한 장비 및 설비의 기능을 활용해야 할 수 있다.

연구실의 실험 장비와 계측 시스템, 제조공정의 센서 및 산업 설비, 건설현장의 다양한 데이터 수집 및 분석 장비 등이 대표적인 예이다.

Craftem 은 이러한 소프트웨어 및 하드웨어의 기능을 승인된 인터페이스 및 Tool Resource 를 통해 활용하여 인간과 AI Agent 의 업무 수행을 지원하는 방향으로 설계할 수 있다.

물리적 환경과의 정보 연계

물리적인 환경에서 확보한 계측 데이터와 실험 결과 및 설비의 상태 정보는 관련 Data Resource 와 연결하여 AI 기반 분석 및 연구와 업무 수행에 활용할 수 있다.

예를 들어 과학적 연구 과정에서 외부 실험 장비가 생성한 측정 데이터를 수집하고 적절한 분석 및 시뮬레이션 도구를 활용하여 연구 가설을 검토할 수 있다.

제조 분야에서는 설비에서 확보한 운영 데이터를 분석하여 이상 현상을 탐색하고 해당 정보를 전문인력의 판단 및 유지보수 업무에 활용할 수 있다.

이러한 구조는 AI Agent 가 물리적 환경의 모든 활동을 직접 수행하는 것이 아니라 실제 장비와 설비 및 전문인력의 활동을 Human-Agent Workflow 의 일부로 연결하는 방식이다.

물리적 장비 및 시스템의 실행 통제

외부 시스템과 하드웨어를 제어하는 업무는 일반적인 정보 분석 및 문서 작성과 다른 수준의 위험과 책임을 수반할 수 있다.

특히 물리적 장비의 동작과 산업공정 및 실험 환경의 변경은 인간의 안전과 설비 및 연구결과에 직접적인 영향을 미칠 수 있다.

따라서 이러한 시스템과의 연계는 장비 자체의 검증된 제어 시스템과 물리적 안전장치 및 승인된 실행 권한을 전제로 한다.

AI Agent 의 추론이나 Workflow 의 일반적인 실행 관리 기능을 물리적 안전 제어의 유일한 수단으로 사용하지 않도록 한다.

실제 장비의 제어 권한과 실행 범위 및 안전조건, 인간의 감독과 긴급 정지 및 장애 대응 구조는 관련 분야의 전문가와 해당 시스템의 관리 책임자가 별도로 검토해야 한다.

또한 소프트웨어와 외부 장비 사이의 통신 지연과 연결 장애 및 상태 불일치가 실제 시스템에 미치는 영향을 고려해야 한다.

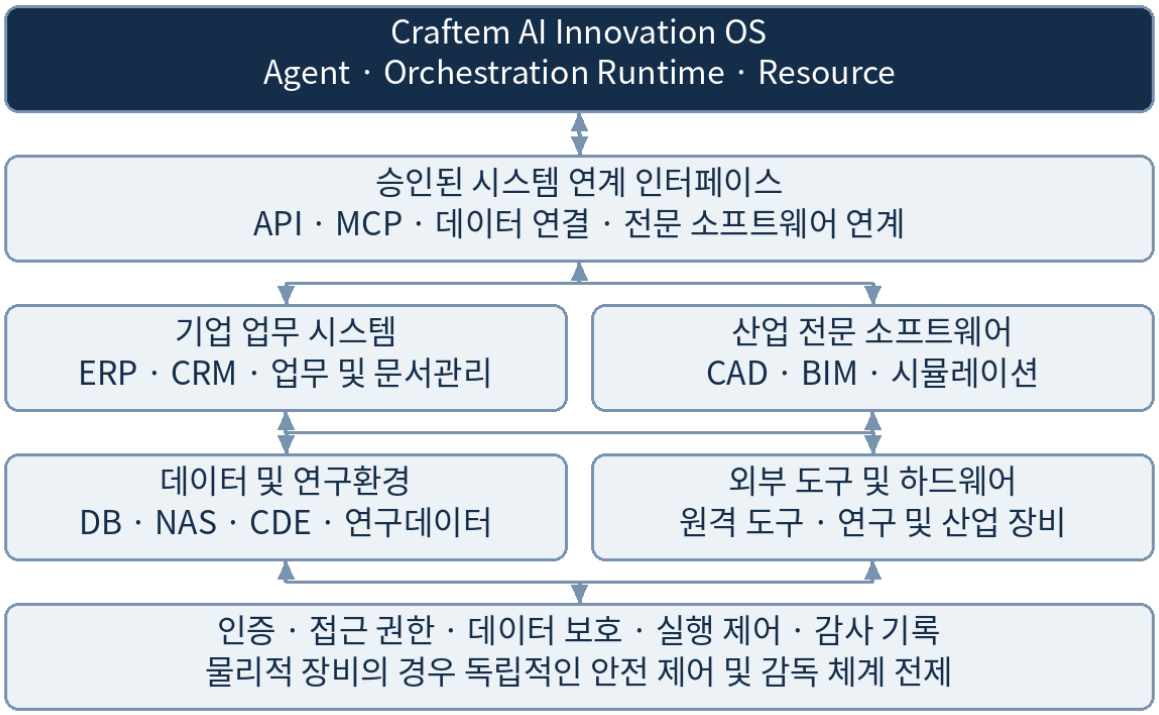


도표 12-13. Craftem 의 외부 소프트웨어 및 하드웨어 통합 구조

Craftem 의 상호운용성은 기존 전문 기술과 시스템의 가치를 유지하면서 인간과 AI Agent 의 업무 수행 및 혁신 활동에 필요한 기능을 통합적으로 활용하기 위한 것이다.

이를 통해 Craftem 은 산업별 전문 소프트웨어와 연구 및 산업 환경을 모두 자체적으로 개발하는 방식에 의존하지 않고 필요한 기술과 전문역량을 연결하고 활용할 수 있는 실행 플랫폼으로 발전하는 것을 지향한다.

12.15. Craftem 의 보안 및 책임 있는 AI 실행 체계

Craftem AI 혁신 OS 는 실제 기업과 연구기관 및 산업현장의 업무와 혁신 활동을 지원하는 플랫폼을 지향한다.

이러한 업무에서는 기업의 기밀정보와 개인정보 및 전문적인 연구데이터를 활용할 수 있으며, 외부 소프트웨어와 데이터 및 하드웨어의 실행이 실제 조직과 산업환경에 영향을 미칠 수 있다.

따라서 Craftem 의 보안 및 책임 있는 AI 실행 체계는 단순히 소프트웨어의 외부 접근을 제한하는 것에 그치지 않고 사람과 AI Agent 의 업무 실행 및 Resource 활용과 의사결정 및 외부 시스템의 상호작용 전반에 적용되어야 한다.

AI 위험관리를 위한 외부 참고 체계로는 NIST AI Risk Management Framework(AI RMF)를 활용할 수 있다. 이 프레임워크는 AI 시스템의 설계와 개발 및 활용 과정에서 발생할 수 있는 위험을 관리하고 신뢰할 수 있는 AI 시스템의 개발 및 이용을 지원하는 자발적 적용 체계이다.[46, 47]

본 절에서 설명하는 Craftem 의 보안 및 실행 통제 구조는 이러한 일반적인 위험관리 원칙과 인간 중심 가치 창출 및 책임 있는 혁신의 개념을 제품 설계에 반영하기 위한 목표 구조이다.

특정한 보안 인증이나 법적 적합성 및 국제표준의 준수가 이미 확보되었다는 의미는 아니다.

사용자 인증 및 접근 권한 관리

Craftem 의 업무 실행 환경에는 Crafter 와 개발자, 조직 관리자 및 외부 협력기관의 참여자 등 서로 다른 역할을 가진 사용자가 접근할 수 있다.

이러한 사용자에게 동일한 데이터 접근 및 업무 실행과 관리 권한을 부여하기보다 실제 수행하는 업무와 책임에 적합한 권한을 정의해야 한다.

사용자 인증(Authentication)은 시스템에 접근하려는 사용자의 신원을 확인하는 활동이다. 접근 권한 관리 또는 인가(Authorization)는 인증된 사용자가 어떠한 정보와 기능에 접근하고 어떠한 작업을 수행할 수 있는지를 결정하는 활동이다.

사용자의 신원이 확인되었다고 해서 모든 시스템과 프로젝트 및 Resource 에 접근할 수 있는 권한이 부여되는 것은 아니다.

Craftem 에서는 조직과 프로젝트 및 Work 와 Agent 와 Resource 에 대한 접근 권한과 실제 실행 권한을 구분하여 관리할 수 있도록 설계한다.

예를 들어 특정 Crafter 가 연구데이터의 조회 권한을 보유하고 있다고 해서 해당 데이터를 외부 AI 모델에 전송하거나 변경하거나 다른 조직에 공유할 수 있는 권한을 동시에 갖는 것은 아니다.

개발자가 새로운 Tool Resource 의 개발 및 시험 권한을 보유하고 있더라도 해당 리소스를 실제 운영 환경에 배포하거나 고객의 기밀정보를 활용하여 실행할 수 있는 권한은 별도로 검토해야 한다.

이러한 권한 관리에는 최소 권한의 원칙을 적용하여 사용자가 자신의 역할을 수행하는 데 필요한 범위의 권한만을 부여하도록 한다.

기업의 기존 인증 체계와 연계하는 경우 OAuth 2.0 기반의 인가 체계와 OpenID Connect 기반의 인증 방식 등을 검토할 수 있다. OpenID Connect 는 OAuth 2.0 을 기반으로 사용자 신원을 확인할 수 있도록 확장한 인증 체계이다. 실제 인가 구현 시에는 적용 시점의 후속 보안 표준과 권고사항도 검토한다.[29, 33]

이러한 표준을 활용하더라도 Craftem 의 내부적인 프로젝트 권한과 Resource 이용 정책 및 실제 업무 실행 조건은 별도로 정의하고 검증해야 한다.

데이터 보호 및 연구보안

기업과 연구기관이 보유한 데이터는 중요한 업무 자산이자 연구개발 및 기술사업화의 기반이 될 수 있다.

Craftem 에서 활용하는 데이터에는 기업의 업무자료와 고객정보, 제품 및 기술 명세, 개인에 관한 정보, 연구데이터와 실험 결과 및 미공개 지식재산권에 관한 자료 등이 포함될 수 있다.

이러한 데이터를 활용하는 과정에서는 데이터의 출처와 소유 및 이용 권한, 저장과 처리 위치, 접근 가능 범위 및 외부 제공 여부를 관리해야 한다.

데이터의 민감도 및 이용 조건

모든 데이터에 동일한 접근과 처리 조건을 적용하기보다 데이터의 민감도와 관련 법적·계약상 요구사항 및 실제 업무 목적에 따라 적절한 이용 조건을 정의한다.

일반적인 공개자료와 기업 내부의 업무자료, 기밀정보와 개인정보 및 미공개 연구데이터는 서로 다른 접근과 처리 조건을 필요로 할 수 있다.

특히 외부 AI 모델이나 원격 Tool Resource 를 활용하는 경우 해당 시스템에 전달되는 데이터의 범위와 외부 제공기관의 데이터 처리 및 보존 조건을 검토해야 한다.

데이터를 기업 내부의 NAS 나 데이터베이스에 저장하고 있다는 사실만으로 외부 시스템으로의 정보 이전이 방지되는 것은 아니다.

외부 모델이나 도구의 실행 과정에서 입력 데이터 또는 업무 결과의 일부가 외부 시스템으로 전달될 수 있기 때문이다.

따라서 데이터의 저장 위치뿐 아니라 실제 Human-Agent Workflow 를 실행하는 과정에서 발생하는 데이터 흐름을 분석하고 승인된 범위 내에서만 데이터가 활용되도록 관리해야 한다.

연구개발 과정의 보안

보건의료와 첨단 연구개발 분야에서는 개인정보와 민감한 연구데이터 및 아직 공개되지 않은 기술과 연구 결과를 보호해야 할 수 있다.

공동 연구개발 과제에서는 각 참여기관의 데이터 이용 권한과 정보의 공유 조건을 구분하고 연구 목적에 따라 필요한 범위의 정보만을 제공하도록 한다.

또한 연구 결과의 공개 및 기술사업화 이전에 중요한 정보가 승인되지 않은 외부 시스템이나 Resource 로 전달되지 않도록 관리할 필요가 있다.

연구데이터의 보존 및 삭제와 공유 조건, 연구윤리 및 관련 법적 요구사항은 해당 연구의 특성과 참여기관의 규정 및 적용 환경에 따라 정의해야 한다.

AI Agent 및 Tool Resource 의 실행 통제

Craftem 의 AI Agent 는 Human-Agent Workflow 를 기반으로 다양한 모델과 데이터 및 도구와 전문 스킬을 활용하여 실제 업무를 수행하도록 구성할 수 있다.

이러한 실행 능력은 정보의 분석과 결과의 생성을 넘어 외부 시스템에 상태 변화를 발생시키는 활동까지 포함할 수 있다.

따라서 AI Agent 가 수행할 수 있는 활동의 범위를 업무 목적과 실행 권한 및 위험 수준에 따라 제한해야 한다.

실행 영향과 권한의 구분

데이터 조회와 일반적인 문서 분석 및 내부적인 결과 생성은 상대적으로 제한적인 영향을 갖는 활동일 수 있다.

그러나 외부 데이터의 수정 및 삭제, 외부 메시지의 전송, 소프트웨어의 배포 및 시스템 설정의 변경, 구매와 계약 및 재무적 거래 등의 활동은 보다 큰 영향을 발생시킬 수 있다.

물리적 장비와 산업 설비의 제어는 인간의 안전과 실제 환경에 직접적인 영향을 미칠 수 있으므로 보다 엄격한 실행 조건과 독립적인 안전 제어를 필요로 한다.

Craftem 은 이러한 서로 다른 실행 활동의 위험 수준을 고려하여 사전에 허용된 기능과 데이터 접근 범위 및 실행 조건을 정의하도록 설계한다.

특정한 활동에 대한 권한을 부여하는 경우에도 사용자의 일반적인 업무 권한을 넘어서는 고위험 실행에는 별도의 승인 및 검증 절차를 적용할 수 있도록 한다.

신뢰할 수 없는 정보 및 악의적 지시에 대한 대응

AI Agent 가 활용하는 외부 웹자료와 문서 및 도구의 실행 결과에는 업무 목적과 무관하거나 악의적인 지시가 포함될 수 있다.

이러한 정보가 AI Agent 의 실행 조건과 권한을 변경하거나 승인되지 않은 도구 실행 및 정보의 외부 전송을 유도할 가능성이 존재한다.

따라서 외부 데이터와 도구의 응답을 업무 수행에 필요한 정보로 활용하되 해당 정보가 시스템의 실행 정책과 권한 및 인간의 승인 조건을 변경할 수 없도록 하는 구조가 필요하다.

AI 모델이 외부 자료에 포함된 지시를 인식하고 새로운 실행을 제안하더라도 실제 실행의 허용 여부는 모델의 판단과 독립적인 권한 및 정책 검증에 의해 결정되도록 설계하는 것이 중요하다.

또한 신뢰할 수 없는 코드와 소프트웨어 의존성 및 외부 Resource 가 실제 운영 환경에서 실행되는 위험을 줄이기 위해 Resource 의 등록 및 검증과 운영 배포를 구분한다.

이러한 통제는 모든 보안 위협의 발생을 완전히 방지할 수 있다는 의미가 아니라 실제 업무의 영향 범위와 위험 수준에 적합한 예방과 탐지 및 대응 구조를 확보하기 위한 것이다.

인간의 감독 및 의사결정 책임

Craftem AI 혁신 OS 의 인간 중심 실행 원칙은 인간이 가치 창출의 주체이며 AI Agent 가 인간의 전문성과 업무 실행 능력을 확장하는 협업 주체라는 관계에 기반한다.

인간의 감독은 AI Agent 가 생성한 결과를 형식적으로 확인하는 활동에 그쳐서는 안 된다.

전문적인 판단을 필요로 하는 업무에서는 해당 업무에 적합한 전문성과 책임 및 권한을 보유한 사람이 AI 의 결과와 관련 근거를 검토할 수 있어야 한다.

과학적 연구 가설의 타당성에 관한 판단, 임상 및 엔지니어링의 전문적인 판단, 기술적 위험의 수용, 실제 경제적 가치의 확정 및 사업화의 추진 결정 등은 중요한 인간의 의사결정에 해당한다.

Craftem 은 이러한 의사결정이 필요한 업무 활동과 승인 조건을 Human-Agent Workflow 에 반영하고 관련 판단 및 승인 기록을 관리할 수 있도록 설계한다.

다만 인간이 승인하였다는 사실만으로 해당 실행의 안전성과 타당성이 자동으로 확보되는 것은 아니다.

충분한 검토 정보와 전문성 및 실제로 실행을 제한하거나 중단할 수 있는 권한과 업무 환경이 함께 확보되어야 한다.

AI Agent 는 이러한 인간의 판단과 책임을 지원하는 수단이며 법적·전문적 책임을 부담하는 인간과 조직의 역할을 대신하지 않는다.

실행 기록 및 감사 추적성

책임 있는 AI 실행을 위해서는 업무 과정과 의사결정 및 외부 시스템의 실행에 관한 정보를 검토할 수 있어야 한다.

Craftem 은 개별 업무의 실행 요청과 활용한 Resource 및 관련 버전, 실행 상태와 오류, 외부 시스템의 실행 결과 및 인간의 검토와 승인 기록을 연결하여 관리할 수 있도록 하는 구조를 지향한다.

이러한 기록은 업무 결과의 신뢰성을 검토하고 오류 및 보안 사고의 원인을 분석하며 실제 운영 비용과 성과를 평가하는 데 활용할 수 있다.

감사 추적성의 확보를 위해서는 실행 기록이 승인되지 않은 방식으로 변경되거나 삭제되지 않도록 적절한 관리 조건을 적용할 필요가 있다.

반면 모든 입력과 출력 및 시스템 내부의 정보를 제한 없이 보존하는 것은 개인정보와 기업의 기밀정보 및 인증 관련 정보의 노출 위험을 증가시킬 수 있다.

따라서 기록의 목적과 보존 범위 및 기간, 접근 권한과 민감정보의 보호를 함께 고려해야 한다.

특히 인증정보 및 비밀키와 불필요한 개인 식별정보가 실행 기록에 포함되지 않도록 관리하는 것이 중요하다.

Resource 공급 및 지식재산권 보호

Craftem Resource 는 외부 개발자와 기술기업 및 연구기관이 보유한 소프트웨어와 전문지식 및 데이터를 활용하여 구성할 수 있다.

따라서 Resource 의 등록과 공급 및 활용 과정에서는 기술적 기능뿐 아니라 지식재산권과 라이선스 및 관련 계약 조건을 검토해야 한다.

외부 오픈소스 소프트웨어를 활용하는 경우 해당 라이선스의 이용 및 배포 조건을 확인하고, 공동 연구개발 과정에서 확보한 기술과 데이터는 참여기관 사이의 권리 및 이용 조건에 따라 관리해야 한다.

또한 특정 기업의 업무 수행 과정에서 축적한 전문지식과 데이터 및 Workflow 를 외부 공급용 Resource 로 전환하는 경우 고객의 기밀정보와 기존 지식재산권 및 계약상 제한이 포함되어 있는지를 검토해야 한다.

Resource 의 기술적 활용 가능성과 외부 공급에 관한 법적 권리는 서로 다른 조건이다.

Craftem 은 이러한 권리와 이용 조건을 Resource 관리 체계에 반영할 수 있도록 설계하며, 구체적인 권리의 귀속과 사용 범위 및 경제적 대가는 관련 당사자 사이의 계약 및 합의에 따라 결정한다.

12.16. Craftem 의 배포 및 운영 모델

Craftem AI 혁신 OS 는 다양한 산업과 기업 및 연구기관의 실제 업무 환경에서 활용될 수 있도록 서로 다른 데이터 및 보안 요구사항과 시스템 환경을 고려한 공급 및 배포 구조를 지향한다.

기업의 규모와 업무의 특성, 보유한 데이터와 전문 소프트웨어 및 기존 시스템과 보안 조건에 따라 적합한 배포 및 실행 방식이 달라질 수 있기 때문이다.

이에 따라 Craftem 은 클라우드 기반 서비스 제공 방식과 고객의 기존 환경에 적합한 구축 및 연계 방식을 결합하는 하이브리드 SaaS 공급 모델을 지향한다.

12.16.1. SaaS 및 구축형 공급 모델

클라우드 기반 서비스 제공 방식

SaaS(Software as a Service)는 공통 소프트웨어 플랫폼을 서비스 형태로 제공하여 사용자가 필요한 기능을 활용할 수 있도록 하는 공급 방식이다.

Craftem 의 SaaS 방식은 공통적인 업무 실행 및 혁신 지원 기능과 검증된 Agent 및 Resource 의 활용을 지원하고 플랫폼의 업데이트와 운영을 효율적으로 관리하는 데 중점을 둔다.

고객은 모든 AI 모델과 도구 및 실행 환경을 독립적으로 개발하고 구축하기보다 공통 플랫폼이 제공하는 기능과 승인된 Resource 를 활용하여 필요한 Human-AI Work 를 설계하고 실행할 수 있다.

또한 공통적인 제품 기능과 전문 Agent 및 Resource 의 지속적인 개선 결과를 후속 업무와 혁신 활동에 활용할 수 있도록 구성한다.

다만 SaaS 방식은 모든 고객이 동일한 데이터 처리 조건과 보안 요구사항 및 소프트웨어 이용 환경을 갖는다는 전제에서 적용할 수 없다.

기업의 민감한 데이터와 연구정보 및 외부 시스템에 대한 접근 권한과 운영 조건을 고려하여 실제 제공 범위와 데이터 처리 방식 및 책임 구조를 정의해야 한다.

고객 환경에 적합한 구축형 공급 방식

구축형 공급 방식은 고객의 실제 업무와 기술 및 데이터 환경과 보안 요구사항을 반영하여 필요한 Craftem 기능과 Human-AI Work 및 전문 Agent 와 Resource 를 구현하고 연계하는 방식이다.

고객의 기존 업무 프로세스와 전문 소프트웨어 및 데이터 구조가 복잡하거나 외부 정보 전송과 시스템 접근에 관한 엄격한 제약이 존재하는 경우에는 고객 환경에 적합한 별도의 구현과 통합이 필요할 수 있다.

예를 들어 건축설계사무소의 내부 NAS 와 CDE 및 설계 소프트웨어를 연계하고 해당 조직의 전문적인 설계 기준과 품질검토 업무 구조를 반영한 Agent 및 Resource 와 Workflow 를 구축할 수 있다.

연구기관에서는 자체적인 연구데이터 저장소와 과학적 분석 및 실험 환경을 활용하고 연구보안 및 데이터 처리 조건에 적합한 실행 구조를 구축할 수 있다.

구축형 방식은 고객별 업무의 적합성과 시스템 통합 및 보안 요구사항을 충족하는 데 중점을 두지만 추가적인 구현과 시험 및 유지관리에 필요한 비용과 전문역량을 고려해야 한다.

하이브리드 SaaS 공급 모델

하이브리드 SaaS 는 공통적인 플랫폼 기능과 검증된 Resource 를 효율적으로 공급하면서 고객의 특수한 업무 및 기존 시스템과 데이터 환경에 적합한 구축과 연계 및 실행 구조를 결합하는 공급 방식이다.

공통 플랫폼에서 제공하는 기능과 고객별로 개발하거나 운영해야 하는 기능을 구분하여 반복적인 구축에 필요한 자원과 비용을 줄이고 고객의 특수한 요구사항에 대응하는 것을 지향한다.

다만 하이브리드 SaaS 는 사업 및 공급 모델의 개념이며 모든 고객에게 동일한 물리적 시스템 아키텍처를 적용한다는 의미가 아니다.

실제 클라우드와 고객 환경 사이의 구성 요소 배치 및 데이터 처리 위치와 운영 책임은 고객의 요구사항 및 기술적 조건에 따라 별도로 설계해야 한다.

12.16.2. 하이브리드 실행 및 데이터 연계

기업과 연구기관은 중요한 업무 데이터와 전문지식 및 산업 소프트웨어를 자체적인 환경에서 관리하고 있을 수 있다.

Craftem 은 이러한 기존 환경을 활용하면서 필요한 AI 모델과 Tool Resource 및 Human-Agent Workflow 를 연결할 수 있도록 하는 하이브리드 실행 구조를 지향한다.

고객 내부 데이터와의 연계

고객의 NAS 와 CDE 및 데이터베이스와 문서관리 시스템 등은 기존 업무의 중요한 데이터 기반이다.

Craftem 을 적용하기 위해 이러한 원본 데이터를 일률적으로 외부 저장소로 이전할 필요는 없다.

승인된 데이터 접근 및 참조 구조를 활용하고, 필요한 경우 고객 환경 내에서 데이터의 처리와 분석을 수행하며 관련 실행 결과를 업무 흐름에 활용하는 방식을 검토할 수 있다.

다만 고객 내부에 데이터를 보관하더라도 외부 AI 모델의 실행이나 원격 도구의 호출 과정에서 데이터가 외부로 전달될 가능성을 검토해야 한다.

따라서 하이브리드 실행 구조의 설계에서는 단순한 데이터 저장의 위치뿐 아니라 실제로 처리되는 데이터의 범위와 실행 위치 및 외부 연결과 정보 전송의 경로를 명확하게 정의해야 한다.

고객 환경 내의 Resource 실행

고객이 내부적으로 보유한 전문 소프트웨어와 분석 도구 및 데이터 처리 기능을 활용하는 경우 필요한 Tool Resource 를 고객 환경에 적합한 방식으로 구성할 수 있다.

고객 전용 Agent 와 Workflow Resource 를 활용하여 내부 시스템과의 상호작용 및 업무 수행을 지원하고, 실제 실행에 필요한 컴퓨팅 자원과 모델 및 도구의 이용 조건을 정의한다.

클라우드와 고객 환경 사이의 실행 조율과 데이터 및 상태의 전달은 승인된 인터페이스 및 보안 조건에 따라 구현해야 한다.

고객 환경에서의 네트워크 장애나 외부 서비스의 이용 불가가 전체 업무에 미치는 영향도 고려해야 한다.

이러한 조건은 실제 업무 실행의 안정성과 정보보호 및 운영 책임을 확보하기 위한 중요한 배포 설계 요소이다.

외부 연결 제한 및 에어갭 환경

일부 산업 및 연구개발 환경에서는 외부 네트워크 연결과 데이터의 이전이 엄격하게 제한될 수 있다.

특히 외부 네트워크와 물리적 또는 논리적으로 분리된 에어갭(Air-gapped) 환경에서는 외부 모델 서비스와 원격 MCP 서버 및 기타 클라우드 기반 기능을 직접 활용할 수 없을 수 있다.

이러한 환경에 Craftem 을 적용하기 위해서는 필요한 모델과 데이터 및 도구 및 업무 실행에 필요한 소프트웨어 구성 요소를 내부 환경에서 이용할 수 있도록 별도로 확보해야 한다.

또한 사용자 인증과 Resource 의 업데이트 및 소프트웨어의 배포와 검증, 실행 기록 및 기술지원 등이 외부 연결 없이 수행될 수 있는지 검토해야 한다.

하이브리드 SaaS 방식으로 공급한다는 사실만으로 에어갭 환경에서의 완전한 실행 가능성이 확보되는 것은 아니다.

따라서 폐쇄적인 운영 환경에 대한 지원 가능성과 적용 범위는 해당 고객의 보안 요구사항과 실제 기술 구성 및 외부 서비스에 대한 의존성을 분석하고 별도의 기술적 검증을 수행하여 판단해야 한다.

12.16.3. Resource 사용량 및 운영 비용 관리

AI 기반 업무와 혁신 활동의 실행에는 다양한 Resource 의 사용 비용과 운영 비용이 발생할 수 있다.

AI 모델의 추론 비용뿐 아니라 데이터의 처리 및 저장, 외부 도구 및 서비스 이용 비용, 컴퓨팅 환경과 전문 소프트웨어의 이용 비용, 운영 인력과 기술지원 및 유지관리 비용 등을 고려해야 한다.

Craftem 은 이러한 Resource 의 사용 기록을 실제 Human-AI Work 의 실행 및 관련 혁신 프로젝트와 연결하여 관리하는 것을 지향한다.

업무 실행 단위의 사용량 관리

하나의 Human-Agent Workflow 는 복수의 AI 모델과 데이터 및 도구와 스킬을 활용할 수 있다.

따라서 업무 실행에 필요한 전체 비용을 분석하기 위해서는 해당 Workflow 의 실행 과정에서 어떤 Resource 를 얼마나 활용하였는지를 확인할 수 있어야 한다.

Model Resource 는 모델의 제공 방식에 따라 입력 및 출력 토큰과 실행 요청 및 컴퓨팅 사용량 등의 단위로 비용이 발생할 수 있다.

Tool Resource 는 실행 요청과 처리 시간 및 처리 대상의 수량 또는 외부 서비스의 이용 방식에 따라 서로 다른 비용 구조를 가질 수 있다.

데이터 및 컴퓨팅 환경의 활용에도 저장 공간과 처리량 및 실행 자원 등에 따른 비용이 발생할 수 있다.

Craftem 은 이러한 서로 다른 Resource 의 사용량과 비용을 업무 실행 및 프로젝트 단위와 연결하고, 실제 운영 비용을 분석할 수 있도록 하는 구조를 지향한다.

개발 및 운영 비용의 구분

새로운 Agent 와 Resource 를 개발하고 시험하는 과정에서도 AI 모델과 전문 도구 및 컴퓨팅 자원이 사용될 수 있다.

이러한 개발 및 검증 비용은 실제 고객의 업무를 수행하기 위해 발생한 상용 운영 비용과 구분할 필요가 있다.

개발 및 시험 환경에서의 사용량과 실제 운영 환경에서의 사용량을 분리하여 관리함으로써 새로운 Resource 의 개발 및 검증에 필요한 비용과 제품 및 서비스의 실제 공급에 필요한 비용을 분석할 수 있다.

또한 개발 및 운영 환경의 비용을 구분하면 고객과 조직의 운영 비용과 개발 프로젝트의 연구개발 비용이 혼용되는 것을 방지할 수 있다.

비용 통제 및 사용 정책

AI Agent 가 복합적인 업무를 수행하는 과정에서 반복적인 모델 호출과 외부 도구 실행 및 장시간의 컴퓨팅 자원 사용이 발생할 수 있다.

이러한 실행은 실제 업무 성과의 개선에 기여할 수도 있지만 불필요한 반복과 오류에 따른 과도한 비용 발생으로 이어질 수도 있다.

따라서 업무와 프로젝트 및 조직별로 적절한 Resource 사용 정책과 비용 한도를 설정하고, 실행 과정에서 예산을 초과하거나 예외적인 사용량이 발생하는 경우 필요한 검토와 중단 또는 추가 승인을 수행할 수 있도록 한다.

다만 비용을 절감하기 위해 업무에 필요한 필수 검증과 안전 관련 실행 절차를 임의로 생략해서는 안 된다.

Resource 의 이용 효율성과 업무의 정확성 및 품질과 안전성을 함께 고려하여 실제 업무 실행 구조를 최적화해야 한다.

공급 및 과금 모델과의 관계

Craftem 의 공급 모델에서는 고객의 업무 환경에 적합한 초기 구축과 플랫폼의 이용 및 Resource 의 사용량을 결합하는 과금 구조를 적용할 수 있다.

고객별 구축 비용과 공통 플랫폼 및 전문 Agent 의 이용에 관한 라이선스, AI 모델과 도구 및 Workflow 실행과 관련한 사용량 기반 과금 등의 구조를 검토할 수 있다.

이러한 공급 및 과금 방식은 고객이 실제로 활용하는 업무 실행 기능과 필요한 기술 및 운영 자원의 비용을 반영하고 지속 가능한 제품 및 서비스 공급 구조를 확보하는 데 목적이 있다.

구체적인 가격과 라이선스 및 Resource 별 사용량 산정 단위, 초과 이용료와 기술지원 범위는 별도의 제품 및 사업 정책에서 정의한다.

12.16.4. 지속적인 운영 및 품질관리

Craftem 을 실제 조직의 업무 및 혁신 활동에 지속적으로 활용하기 위해서는 Agent 와 Resource 의 개발 및 배포뿐 아니라 운영 과정에서의 실행 안정성과 품질을 관리할 수 있는 구조가 필요하다.

AI 모델과 외부 Tool Resource 는 지속적으로 변경될 수 있으며, 업무 데이터와 조직의 업무 규정 및 고객의 요구사항도 변화할 수 있다.

이러한 변화는 기존 Human-Agent Workflow 의 실행 결과와 비용 및 업무 품질에 영향을 미칠 수 있다.

운영 모니터링 및 품질관리

실제 운영 과정에서는 업무의 실행 상태와 오류 및 처리시간, Resource 사용량 및 비용, 사람의 검토와 수정 및 승인 결과를 지속적으로 분석할 필요가 있다.

업무의 실행 성공률이 낮아지거나 특정 데이터 및 상황에서 반복적으로 오류가 발생하는 경우에는 그 원인이 모델과 도구 및 데이터와 Workflow 의 실행 구조 중 어디에 있는지를 분석한다.

또한 사용자가 실제 업무를 수행하는 과정에서 기존 Workflow 의 기능 및 실행 조건이 업무 목적에 충분히 부합하는지를 지속적으로 검토한다.

AI 모델의 실행 상태와 성능을 관리하는 것만으로 전체 Human-AI Work 의 품질을 보장할 수 없으므로 사람의 검토를 포함한 전체 업무의 수행 품질을 관리해야 한다.

변경 및 배포 관리

운영 중인 Agent 와 Resource 및 Workflow 의 새로운 버전을 개발한 경우 변경 사항의 목적과 영향 및 필요한 검증을 정의한다.

기존 업무와의 호환성 및 성능과 품질 및 안전성을 검토하고, 필요한 경우 회귀시험과 제한적인 적용을 통해 실제 운영에 미치는 영향을 확인한다.

운영에 적용한 이후 중대한 오류가 발생하는 경우 기존 버전으로 복구하거나 해당 기능의 실행을 중단하는 등의 대응 구조를 확보해야 한다.

다만 외부 시스템의 데이터 변경 및 물리적 실행이 발생한 경우에는 소프트웨어 버전을 복구하는 것만으로 실제 업무의 결과가 복구되지 않을 수 있다.

따라서 배포와 변경 관리에는 외부 시스템의 상태와 관련된 복구 및 보상 작업의 가능성도 고려해야 한다.

운영 책임 및 업무 연속성

Craftem 의 실제 공급 및 운영에서는 플랫폼 공급자의 책임과 고객 조직의 업무 및 데이터 관리 책임, 외부 Resource 제공기관의 책임을 구분해야 한다.

운영 장애와 보안 사고 및 데이터의 손실이나 외부 서비스의 이용 불가에 대응하기 위한 지원과 장애 처리 및 복구 구조를 확보할 필요가 있다.

특히 조직의 중요한 업무가 특정 Human-Agent Workflow 와 외부 AI 모델 및 Tool Resource 의 실행에 의존하게 되는 경우에는 해당 기능의 이용이 중단되었을 때 수행할 수 있는 대체 업무와 복구 절차를 마련해야 한다.

백업과 데이터 복구 및 실행 기록의 보존과 운영 지원의 범위는 실제 고객의 요구사항 및 업무의 중요도와 공급 계약에 따라 정의한다.

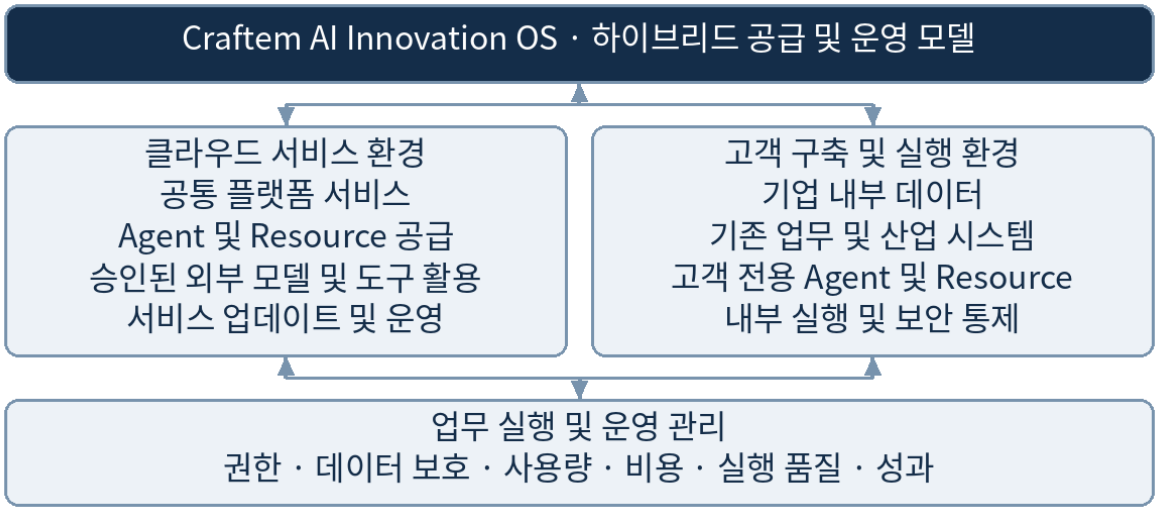


도표 12-14. Craftem 의 하이브리드 공급 및 운영 모델

구성 요소의 실제 배치와 데이터 처리 위치 및 외부 연결 범위는 고객별 배포 아키텍처와 보안 요구사항에 따라 결정한다.

Craftem 의 하이브리드 공급 및 운영 모델은 공통적인 AI 혁신 실행 플랫폼의 활용과 고객별 업무 및 데이터 환경에 적합한 혁신 구현을 결합하기 위한 것이다.

이를 통해 실제 산업현장의 다양한 미충족 수요를 해결하기 위한 전문 Agent 와 Resource 를 개발하고 공급하며, 검증된 혁신 모델을 지속적으로 운영하고 개선할 수 있는 기반을 구축하는 것을 지향한다.

12.17. SyenaHub 와 연계한 개방형 AI 혁신 실행 체계

수요 주도형 AI 혁신은 인간과 AI Agent 의 업무 수행 역량뿐 아니라 다양한 과학적 지식과 기술 및 산업현장의 전문성과 연구개발 및 사업화 역량을 필요로 할 수 있다.

특히 과학적 연구와 원천기술 개발 및 복합적인 산업혁신 과제에서는 단일 개인이나 조직이 보유한 지식과 기술 및 자원만으로 모든 문제를 해결하기 어려울 수 있다.

Craftem 은 이러한 혁신 활동을 수행할 수 있는 실행 플랫폼을 제공하는 것을 지향하며, SyenaHub 는 서로 다른 전문성과 자원을 보유한 개인 및 조직을 연결하는 개방형 협력 생태계이다.

두 체계를 연계함으로써 인간과 AI 의 협업 역량뿐 아니라 개인과 조직 및 산업 간 협력에 기반한 혁신 역량을 확장할 수 있다.

Craftem 과 SyenaHub 의 역할 구분

Craftem AI 혁신 OS 는 수요 주도형 AI 혁신 방법론을 기반으로 Human-AI Work 를 설계하고 실행하며 다양한 AI Resource 와 전문지식 및 혁신 활동의 결과를 관리하는 실행 플랫폼이다.

SyenaHub AI 혁신 생태계는 산업현장의 미충족 수요를 기반으로 수요기업과 대학 및 연구기관, 과학자와 수리과학자, 기술기업, 산업 전문가 및 사업화 전문가 등의 협력을 지원하는 개방형 생태계이다.

Craftem 이 혁신 활동을 어떻게 설계하고 실행할 것인지에 관한 기술적 기반을 제공한다면, SyenaHub 는 해당 혁신 활동을 수행하는 데 필요한 전문성과 자원 및 협력 관계를 확보하고 결합하는 기반을 제공한다.

예를 들어 새로운 보건의료 기술을 개발하기 위해서는 의료현장의 미충족 수요와 임상의의 전문성, 기초의과학과 수리과학 및 AI 기술과 실제 실증 및 사업화 역량이 필요할 수 있다.

SyenaHub 는 이러한 전문성을 보유한 참여 주체를 연결하고 공동 연구개발 과제를 구성하는 협력 기반으로 활용할 수 있다.

Craftem 은 해당 과제에서 필요한 연구개발과 데이터 분석 및 수리 모델링과 검증 업무를 Human-AI Work 로 설계하고 실행하며 관련 혁신 산출물과 검증 증거를 관리할 수 있도록 지원하는 실행 기반으로 활용할 수 있다.

두 체계는 서로의 역할을 대체하는 것이 아니라 수요 주도형 AI 혁신의 실행과 협력 및 가치 창출을 지원하는 상호보완적인 체계이다.

다학제적 공동 연구개발 지원

복합적인 AI 혁신 과제에서는 다양한 분야의 전문가와 참여기관이 공동으로 연구개발 활동을 수행해야 할 수 있다.

과학자는 새로운 과학적 지식과 연구 가설을 정의하고 검증하며, 수리과학자는 복합적인 현상과 문제를 수리적으로 정식화하고 모델링 및 최적화를 수행한다.

AI 엔지니어와 기술 전문가는 필요한 AI 모델과 알고리즘 및 소프트웨어 및 기술적 구성 요소를 구현하고, 산업 전문가는 실제 산업현장의 요구사항과 적용 조건을 검토한다.

수요기업과 사업화 전문가는 실제 기술과 제품 및 서비스의 활용 및 공급과 경제적 가치 창출에 필요한 조건을 검토할 수 있다.

이러한 전문성을 가진 참여 주체가 공동으로 연구개발을 수행하기 위해서는 각자의 업무와 책임 및 연구개발 결과와 검증 증거를 연결할 수 있는 실행 체계가 필요하다.

Craftem 은 공동 연구개발 과제를 구성하는 다양한 Human-AI Work 를 정의하고 관련 전문 Agent 및 Resource 를 연결하여 실제 연구개발 및 검증 활동을 지원하도록 설계한다.

예를 들어 하나의 공동 연구개발 과제에서 과학적 연구 가설의 분석, 연구데이터의 처리와 수리적 모델링, 핵심 기술의 구현 및 실증 활동이 독립적인 Human-Agent Workflow 로 구성될 수 있다.

각 참여기관은 자신의 전문적인 업무 범위와 권한에 따라 관련 Workflow 및 Resource 를 활용하며 필요한 연구결과와 검증 증거를 후속 연구 및 기술개발 활동에 전달할 수 있다.

또한 공동 연구개발의 전체 목적과 혁신 목표 및 주요 의사결정 사이의 추적성을 관리하여 서로 다른 전문분야의 활동이 하나의 미충족 수요 해결과 새로운 가치 창출로 연결될 수 있도록 한다.

전문 Agent 및 Resource 의 공동 개발

AI 혁신의 적용 범위를 다양한 산업과 직무 및 과학적 연구 영역으로 확대하기 위해서는 각 분야의 전문지식과 검증된 기술을 Human-AI Work 의 실행에 활용할 수 있도록 구성할 필요가 있다.

산업 전문가는 특정 업무의 목적과 전문적인 수행 방법 및 품질 기준을 정의할 수 있다.

과학자와 수리과학자는 과학적 연구와 모델링 및 검증에 필요한 전문지식과 수리적 방법 및 분석 도구를 제공할 수 있다.

AI 엔지니어와 소프트웨어 개발자는 이러한 전문지식과 기술을 Craftem Agent 및 Resource 와 Workflow 의 형태로 구현할 수 있다.

SyenaHub 는 이러한 서로 다른 전문성을 보유한 참여 주체의 공동 개발을 위한 협력 기반으로 활용할 수 있다.

Craftem Studio 및 Resource 공급 환경은 공동 개발한 기술과 전문지식 및 업무 실행 구조를 개발하고 검증하며 적절한 이용 조건에 따라 공급할 수 있도록 지원하는 기술적 기반으로 발전할 수 있다.

예를 들어 건축설계 전문가와 BIM 소프트웨어 개발자 및 AI 엔지니어가 공동으로 설계 기준 분석과 BIM 품질검토에 필요한 전문 Skill 및 Tool Resource 와 Workflow Resource 를 개발할 수 있다.

또한 보건의료 분야의 연구자와 수리과학자 및 생물정보학 전문가와 AI 엔지니어가 공동으로 연구문헌 분석과 과학적 가설 검증 및 수리적 모델링과 연구데이터 분석을 지원하는 전문 Agent 및 Resource 를 개발할 수 있다.

이러한 공동 개발은 특정 전문가나 기업이 보유한 전문역량을 다른 Crafter 의 업무와 혁신 활동에서도 활용할 수 있도록 하는 중요한 협력 방식이다.

다만 공동 개발한 Agent 와 Resource 를 실제로 공급하고 활용하기 위해서는 기술적 기능과 검증 결과 및 데이터의 이용 권한과 지식재산권 및 공급 조건을 명확하게 정의해야 한다.

공동 기술사업화 및 가치 확산

Craftem 을 활용한 혁신 프로젝트에서 과학적 연구와 기술개발 및 업무혁신의 성과를 확보하였더라도 이를 실제 제품과 서비스 및 사업 성과와 사회적 가치로 연결하기 위해서는 추가적인 사업화 및 협력 역량이 필요할 수 있다.

SyenaHub 를 통해 제품화와 기술이전 및 시장 진입과 산업별 공급 및 기술지원에 필요한 역량을 확보하고, Craftem 을 활용하여 관련 업무 및 혁신 활동을 실행하는 협력 구조를 구성할 수 있다.

개별 혁신 프로젝트에서 확보한 검증된 기술과 Agent 및 Resource 는 유사한 미충족 수요를 보유한 다른 기업과 기관의 혁신을 지원하는 데 활용할 수 있다.

특정 고객의 업무 환경에 특화된 기능과 산업에서 공통적으로 활용할 수 있는 기능을 구분하고, 검증된 공통 기술과 전문지식 및 Workflow 를 재사용 가능한 Resource 로 발전시킬 수 있다.

또한 새로운 적용 환경에서 발생하는 요구사항과 제약을 기반으로 전문 Agent 와 Resource 를 개선하고 새로운 공동 연구개발 및 기술사업화 과제를 발굴할 수 있다.

이러한 가치 확산 과정에서 공동 개발한 기술 및 Resource 의 지식재산권과 공급 및 사업화 권리, 참여 주체별 책임과 수익 배분 등의 조건은 별도의 계약 및 합의에 따라 관리해야 한다.

개방형 협력 생태계라는 개념은 모든 참여자의 지식과 기술 및 데이터가 자유롭게 공개되거나 이용될 수 있음을 의미하지 않는다.

각 참여 주체의 권리를 존중하고 적절한 이용 조건과 정보보호 및 검증 체계를 확보함으로써 지속 가능한 공동 가치 창출 및 확산을 지원해야 한다.

이러한 통합 실행 구조에서 수요 주도형 AI 혁신 방법론은 혁신 활동의 공통적인 실행 방향과 방법을 제공하며, Craftem 은 사람과 AI Agent 의 업무 수행을 지원하고, SyenaHub 는 필요한 전문역량과 자원의 협력 및 가치 확산을 지원한다.

SyenaHub 의 개방형 협력 생태계와 참여 주체 및 공동 혁신 추진 체계와 파트너 프로그램에 관한 상세 내용은 제 13 장에서 설명한다.

12.18. Craftem 의 발전 방향 및 AI 혁신 플랫폼으로서의 확장

AI 기술과 산업현장의 혁신 요구사항은 지속적으로 변화할 수 있다.

새로운 AI 모델과 전문 소프트웨어 및 과학기술의 발전은 인간이 수행할 수 있는 업무와 연구개발 및 창작 활동의 가능성을 확장할 수 있다.

따라서 Craftem 은 특정 시점에 개발한 기능과 AI 모델의 활용 구조에 한정되지 않고 새로운 기술과 전문지식 및 혁신 수요를 지속적으로 수용할 수 있는 실행 플랫폼으로 발전해야 한다.

Human-AI Work OS 에서 AI Innovation OS 로의 확장

Craftem 은 기존에 사람과 AI Agent 의 업무를 재설계하고 실행을 조율하는 Human-AI Work OS 의 개념에서 출발하였다.

Human-AI Work OS 의 핵심은 AI 기술을 활용하여 인간의 업무 수행 능력을 확장하고 개별적인 업무 성과를 조직의 역량과 사업 성과로 연결하는 데 있다.

Craftem AI Innovation OS 는 이러한 핵심적인 실행 원리를 유지하면서 지원하는 혁신의 목적과 적용 범위를 확장한다.

기존 업무의 효율성과 품질을 향상하는 업무혁신뿐 아니라 과학적 연구와 새로운 원천기술 개발, 제품과 서비스 및 비즈니스 모델 혁신을 지원하도록 발전하는 것이다.

이러한 확장은 기존 Human-AI Work 의 개념을 폐기하거나 업무혁신에 관한 방법론의 중요성을 감소시키는 것이 아니다.

과학적 연구와 기술개발 및 제품과 서비스의 혁신 역시 인간이 수행하는 전문적인 업무와 AI Agent 의 협업을 통해 실현될 수 있기 때문이다.

따라서 Human-AI Work Redesign 은 다양한 AI 혁신 영역에서 공통적으로 활용할 수 있는 핵심적인 실행 방법론으로 유지된다.

Craftem 의 발전 방향은 이러한 Human-AI Work 의 실행 기반을 활용하여 검증된 미충족 수요의 해결과 새로운 가치 창출에 필요한 전체 혁신 활동을 지원하는 데 있다.

직무 및 산업 특화 Agent 의 확대

산업현장의 업무와 혁신 과제는 산업 및 직무에 따라 요구하는 전문지식과 기술 및 데이터와 업무 수행 방식에 차이가 존재한다.

범용 AI 모델을 활용하는 것만으로 이러한 다양한 전문적인 업무와 혁신 요구사항을 충분하게 충족하기 어려울 수 있다.

Craftem 은 공통적인 Human-Agent Workflow 실행 기반과 다양한 Model, Data, Tool 및 Skill Resource 를 활용하여 직무 및 산업 특화 Agent 를 개발하고 공급하는 방향으로 발전할 수 있다.

직무 특화 Agent 는 해당 직무의 전문적인 업무 수행 방법과 관련 지식 및 도구와 검증 기준을 결합하여 구성할 수 있다.

산업 특화 Agent 는 해당 산업의 기술적 환경과 데이터 및 전문지식과 규정 및 업무 수행 방식에 적합한 기능과 실행 구조를 반영하여 구성할 수 있다.

초기 산업 적용에서는 미충족 수요의 중요성과 해결 가능성 및 실제 검증과 상용화에 필요한 조건을 고려하여 전문 Agent 의 개발 대상을 선정한다.

예를 들어 건축설계 분야에서는 설계도서와 BIM 모델의 검토, 전문 설계 기준의 활용, 품질관리 및 설계 업무의 실행 구조를 지원하는 Agent 및 Resource 의 개발을 검토할 수 있다.

보건의료 분야에서는 의료현장의 미충족 수요 분석과 중개의학 및 정밀의료 관련 연구, 과학적 연구 및 기술사업화 활동을 지원하는 전문 Agent 및 Resource 의 개발을 검토할 수 있다.

이러한 초기 혁신 과제에서 검증한 Agent 와 Resource 및 Human-Agent Workflow 는 후속 산업 및 직무에 적용할 수 있는 공통적인 실행 기반으로 발전시킬 수 있다.

다만 새로운 산업으로 적용 범위를 확장하는 경우 해당 산업의 특수한 요구사항과 데이터 및 전문적인 판단 기준과 관련 규제 및 안전조건을 별도로 검토해야 한다.

과학적 연구 및 기술개발 실행 환경으로의 발전

AI 혁신은 기존 업무의 생산성을 향상하는 것뿐 아니라 인간이 새로운 과학적 지식과 기술을 발견하고 개발할 수 있는 가능성을 확장하는 데에도 중요한 의미를 갖는다.

과학적 연구와 기술개발 과정에서는 방대한 연구 및 기술자료의 탐색과 분석, 연구 가설의 생성 및 검증, 수리적 모델링과 시뮬레이션 및 생성 설계와 최적화, 연구데이터의 관리와 실제 실험 및 실증 등의 활동이 필요하다.

Craftem 은 이러한 연구개발 업무를 Human-AI Work 로 정의하고 관련 과학 특화 모델과 연구데이터 및 분석 도구와 전문적인 연구 방법을 Resource 로 활용할 수 있도록 발전하는 것을 지향한다.

연구자와 수리과학자 및 기술 전문가는 AI Agent 와 협력하여 새로운 연구 가능성을 탐색하고 필요한 연구 가설과 해결 방안을 설계하며 관련 검증 활동을 수행할 수 있다.

이러한 활동을 위해 Craftem 이 모든 과학적 AI 모델과 전문 연구 소프트웨어 및 연구 장비를 직접 개발해야 하는 것은 아니다.

다양한 연구기관과 기술기업이 보유한 과학적 모델과 전문 도구 및 데이터를 승인된 인터페이스와 이용 조건에 따라 활용하고, 이를 Human-Agent Workflow 로 조합하여 연구개발 활동을 지원할 수 있다.

Craftem 의 역할은 이러한 전문기술과 인간의 연구 역량을 연결하고 실제 연구개발의 실행과 검증 및 성과의 관리와 재사용을 지원하는 데 있다.

과학적 연구에 AI 를 활용하더라도 생성된 연구 가설과 모델의 예측 결과는 그 자체로 과학적 사실이나 검증된 기술적 성과를 의미하지 않는다.

따라서 실제 과학적 연구의 검증과 전문적인 판단 및 연구윤리와 관련 안전조건을 유지하면서 AI 의 연구개발 지원 능력을 활용해야 한다.

개방형 Resource 및 Agent 공급 생태계의 확대

Craftem 이 다양한 산업과 연구 및 기술개발 영역의 혁신 활동을 지원하는 플랫폼으로 발전하기 위해서는 외부 전문성과 기술의 활용 및 공동 개발 구조가 필요하다.

외부 개발자와 산업 전문가 및 연구기관과 기술기업은 자신이 보유한 전문적인 기술과 업무 수행 방법 및 연구지식을 Craftem Agent 와 Resource 및 Agent Template 으로 구현할 수 있다.

검증된 Resource 와 전문 Agent 는 적절한 이용 조건에 따라 다른 Crafter 와 조직의 업무와 혁신 과제에 활용될 수 있다.

이를 통해 개별적인 혁신 프로젝트에서 확보한 기술과 전문지식이 특정 조직이나 프로젝트에만 종속되지 않고 보다 넓은 범위에서 새로운 혁신 활동의 기반으로 활용될 가능성이 있다.

이러한 개방형 Resource 및 Agent 공급 체계를 지속적으로 발전시키기 위해서는 다음과 같은 조건이 필요하다.

첫째, 다양한 개발자와 전문가가 필요한 Resource 를 개발하고 검증할 수 있는 개발 환경을 확보해야 한다.

둘째, Resource 의 기능과 이용 조건 및 검증 수준과 버전 및 의존관계를 일관되게 관리할 수 있는 공급 구조가 필요하다.

셋째, 외부 Resource 의 품질과 보안 및 권리와 실제 적용 가능성을 검토할 수 있는 검증 및 운영 체계를 확보해야 한다.

넷째, 개발자와 전문지식의 제공자 및 기술기업이 지속적으로 참여할 수 있는 경제적이고 협력적인 공급 구조를 마련해야 한다.

다섯째, 검증된 Resource 와 Agent 를 활용한 실제 업무 및 혁신 성과를 분석하고 그 결과를 후속 개발과 개선에 반영해야 한다.

Craftem Studio 와 Resource Store 및 SyenaHub 와의 연계는 이러한 개방형 공급 및 협력 구조를 발전시키기 위한 주요 기반으로 활용할 수 있다.

지속적인 가치 창출 실행 플랫폼으로의 발전

Craftem 의 장기적인 발전은 AI 모델과 Agent 및 Resource 의 수를 증가시키거나 다양한 기능을 제공하는 것만으로 평가해서는 안 된다.

실제 Crafter 가 Craftem 을 활용하여 자신의 전문성과 창의적 역량 및 업무 수행 능력을 확장하고 있는지, 검증된 성과와 전문지식이 조직의 공동 역량으로 발전하고 있는지, 이러한 역량이 실질적인 경제적·사회적 가치 창출로 연결되고 있는지를 중심으로 평가해야 한다.

개별 업무의 실행 횟수와 AI 모델의 활용량 및 Resource 의 재사용 횟수는 플랫폼의 활용 수준을 파악하는 데 필요한 정보가 될 수 있다.

그러나 이러한 활용 지표만으로 실제 혁신의 성공과 가치 창출을 판단하기 어렵다.

Craftem 의 발전 성과를 평가하기 위해서는 다음과 같은 결과를 함께 고려할 필요가 있다.

- 실제 산업현장의 미충족 수요 해결 및 혁신 목표의 달성 수준
- 인간과 AI 의 전체 업무 수행 품질 및 생산성 향상
- 검증된 전문지식과 업무 실행 구조의 조직적 재사용 및 자산화
- 과학적 연구 및 기술개발과 실증의 실행 성과
- 실제 상용 운영 및 기술사업화의 성과
- 경제적·사회적 가치의 실현 및 지속 가능성
- 후속 혁신 과제의 발굴 및 혁신 자산의 확산

이러한 성과의 평가와 검증은 제 11 장에서 정립한 성과 가치사슬 및 가치 검증 체계와 연결할 수 있다.

Craftem 자체의 발전 과정에도 수요 주도형 AI 혁신 방법론을 적용하여 사용자의 미충족 수요와 제품의 구조적 제약을 분석하고 필요한 해결 방안을 설계하며, 기술개발과 검증 및 실제 운영을 통해 제품이 제공하는 가치를 지속적으로 개선해야 한다.

이를 통해 Craftem 이 단순히 AI 혁신 방법론을 설명하거나 지원하는 소프트웨어에 머무르지 않고 스스로 지속적인 AI 혁신을 수행하며 인간과 조직의 새로운 가치 창출을 지원하는 실행 플랫폼으로 발전하는 것을 지향한다.

제 12 장 결론

Craftem AI 혁신 OS 는 수요 주도형 AI 혁신 방법론을 실제 산업현장의 업무와 연구개발 및 사업화 활동에 적용하기 위한 인간 중심의 AI 혁신 실행 플랫폼이다.

Craftem 의 본질은 다양한 AI 모델과 도구 및 Agent 를 하나의 소프트웨어에서 사용할 수 있도록 제공하는 데 있지 않다.

인간이 가치 창출의 목적을 정의하고, AI Agent 와 협업하여 전문적인 업무와 혁신 활동을 수행하며, 그 과정에서 확보한 지식과 기술 및 성과를 조직의 지속적인 혁신 역량으로 발전시킬 수 있는 실행 체계를 제공하는 데 있다.

이를 위해 Craftem 은 현실 세계의 업무인 Human-AI Work 를 핵심적인 관리 대상으로 설정하고, Human-AI Work Redesign 방법론을 통해 사람과 AI Agent 의 역할 및 업무 수행 구조를 재설계한다.

재설계한 업무는 Human-Agent Workflow Specification 으로 정의하고 실행 가능한 Workflow Resource 로 구현한다.

Craftem Agent 는 다양한 Model, Data, Tool, Skill 및 Workflow Resource 를 활용하여 인간의 전문적인 업무와 혁신 활동을 수행하거나 지원하며, Craftem Orchestration Runtime 은 이러한 사람과 AI Agent 의 업무 실행과 의사결정 및 Resource 의 활용과 실행 상태를 조율한다.

또한 수요 주도형 AI 혁신의 일곱 단계에 대응하는 전문 Agent 체계를 통해 미충족 수요의 발굴과 검증, 근본 원인 분석, 해결 방안 설계와 연구개발 및 실증, 상용화 및 사업화와 새로운 가치 창출에 이르는 전체 혁신 활동의 연계와 실행을 지원한다.

혁신 프로젝트의 산출물과 검증 증거 및 실제 운영 성과를 연결하고, 검증된 지식과 기술 및 업무 실행 구조를 재사용 가능한 혁신 자산으로 관리함으로써 개별적인 혁신 활동이 지속적인 조직의 혁신 역량으로 발전할 수 있도록 한다.

Craftem Studio 와 Resource 공급 환경 및 외부 시스템과의 상호운용성은 다양한 개발자와 산업 전문가 및 연구기관과 기술기업이 보유한 전문지식과 기술을 활용할 수 있는 개방형 실행 기반을 제공하는 것을 지향한다.

이러한 플랫폼의 발전에는 데이터 보호와 보안, 실행의 신뢰성과 인간의 감독 및 전문적인 책임이 중요한 설계 조건으로 적용되어야 한다.

Craftem 의 AI Innovation OS 로의 확장은 기존 Human-AI Work OS 의 실행 원리를 유지하면서 그 적용 범위를 업무혁신에서 기술·제품·서비스·비즈니스 모델 혁신으로 확대하는 것이다.

이러한 발전을 통해 인간과 AI 의 창의적인 협업이 기존 업무의 개선에 그치지 않고 과학적 연구와 새로운 기술 및 제품과 서비스의 창조와 새로운 경제적·사회적 가치의 실현으로 연결될 수 있도록 지원한다.

크림슨앰버의 수요 주도형 AI 혁신 방법론은 혁신의 목적과 실행 방법을 제공하고, Craftem AI 혁신 OS 는 사람과 AI Agent 의 혁신 업무를 설계하고 실행할 수 있는 기반을 제공하며, SyenaHub AI 혁신 생태계는 다양한 전문성과 자원을 연결하여 공동 연구개발 및 기술사업화와 가치 확산을 지원한다.

Crafter 가 가치를 창조하고, Craftem 이 실행을 지원하며, SyenaHub 가 협력을 통해 그 가치를 확산한다.

이러한 통합 실행 체계는 인간 중심의 가치 창출이라는 크림슨앰버의 핵심가치를 실현하고 개인과 조직 및 산업현장의 지속적인 AI 혁신을 지원하기 위한 기반이다.

제 13 장에서는 Craftem AI 혁신 OS 와 연계하여 다양한 혁신 주체의 전문성과 자원 및 협력을 통해 공동 연구개발과 기술사업화 및 가치 창출을 지원하는 SyenaHub AI 혁신 생태계의 개념과 구조 및 운영 방법을 설명한다.

자체 방법론은 제 3·4 장, Craftem 의 제품 및 기술 개념은 본 장의 해당 절을 참조한다.

제 13 장. SyenaHub AI 혁신 생태계

SyenaHub AI Innovation Ecosystem

수요 주도형 AI 혁신은 개인과 조직 및 산업현장의 미충족 수요를 발굴하고 검증하며, 그 근본 원인을 분석하여 AI 기반의 창의적 해결 방안을 설계하고 실현함으로써 새로운 경제적·사회적 가치를 창출하는 혁신 체계이다.

이러한 혁신을 실현하기 위해서는 인간과 AI 의 협업 역량뿐 아니라 다양한 분야의 과학적 지식과 기술, 산업 전문성, 연구개발 자원 및 사업화 역량이 필요하다.

제 1 장부터 제 11 장까지는 수요 주도형 AI 혁신의 기본 개념과 7 단계 실행 방법론을 정립하였으며, 제 12 장에서는 이러한 방법론을 실제로 실행하기 위한 Craftem AI 혁신 OS 의 개념과 구조를 설명하였다.

그러나 복합적인 산업현장의 미충족 수요를 해결하기 위해 필요한 모든 전문역량과 기술 및 자원을 하나의 개인이나 조직이 독립적으로 확보하기는 어려울 수 있다. 특히 새로운 과학적 지식의 발견과 원천기술 개발, 산업 특화 제품 및 서비스의 개발과 기술사업화를 추진하기 위해서는 서로 다른 전문성과 자원을 보유한 혁신 주체의 협력이 필요하다.

SyenaHub AI 혁신 생태계는 이러한 필요를 충족하기 위한 개방형 협력 체계이다.

산업현장의 검증된 미충족 수요를 중심으로 수요기업과 대학 및 연구기관, 과학자와 수리과학자, AI 기술기업과 개발자, 산업 전문가 및 사업화 전문가의 전문성과 자원을 결합하여 공동 연구개발과 실증 및 기술사업화를 추진하고 새로운 가치를 창출하는 것을 지향한다.

또한 개별 혁신 활동에서 확보한 지식과 기술 및 전문역량을 후속 혁신에 활용하고 새로운 혁신 인재의 성장을 지원함으로써 지속적인 공동 가치 창출 및 확산 체계를 구축하고자 한다.

본 장에서는 SyenaHub 의 개념과 운영 원칙, 생태계의 구성 및 참여 주체의 역할, 파트너 프로그램, 수요 주도형 공동 혁신 실행 프로세스와 다학제적 연구개발 및 기술사업화 체계를 설명한다. 또한 공동 창출 가치의 귀속과 배분, 지속 가능한 생태계 운영, SyenaHub Cura 를 통한 인재 성장 및 Craftem AI 혁신 OS 와 연계한 가치 확산 구조를 제시한다.

본 장에서 설명하는 세부 운영 체계는 기존에 정립한 SyenaHub 의 개념과 운영 방향을 기반으로 구체화한 목표 생태계 설계를 포함하며, 모든 협력 프로그램과 운영 기능이 이미 구축되거나 검증되었음을 의미하지 않는다.



도표 13-1. 수요 주도형 AI 혁신 통합 실행 체계에서 SyenaHub 의 위치

13.1. SyenaHub AI 혁신 생태계의 정의 및 목적

SyenaHub 의 정의

SyenaHub 는 개인과 조직의 AI 혁신을 위한 개방형 협력 생태계이다.

SyenaHub AI 혁신 생태계(SyenaHub AI Innovation Ecosystem)는 개인과 조직 및 산업현장의 미충족 수요를 기반으로 다양한 전문성과 기술 및 자원을 보유한 혁신 주체를 연결하고, 공동 연구개발과 실증 및 기술사업화를 통해 새로운 경제적·사회적 가치를 창출하고 확산하는 개방형 협력 체계이다.

SyenaHub 는 단순히 전문가와 기업 및 연구기관 사이의 교류를 지원하는 네트워크에 한정되지 않는다. 실제 산업현장의 문제를 공동으로 정의하고 해결하기 위해 필요한 전문역량을 결합하고, 구체적인 혁신 과제를 구성하며, 연구개발과 실증 및 사업화의 결과를 실제 가치 창출로 연결하는 실행 지향적인 협력 생태계를 지향한다.

AI 혁신의 대상은 기존 업무의 효율성과 품질을 향상하는 업무혁신뿐 아니라 과학적 연구와 원천기술 개발, 새로운 제품과 서비스의 창조 및 비즈니스 모델 혁신을 포함한다.

따라서 SyenaHub 의 참여 주체와 협력 범위도 기존 AI 업무혁신에 필요한 산업 전문가와 AI 엔지니어 및 교육·컨설팅 전문가에 한정되지 않는다.

과학자, 수리과학자, 대학과 연구기관, 산업 특화 기술기업, 전문 소프트웨어 개발자, 사업화 전문가 및 새로운 전문역량을 확보하고자 하는 인재 등 다양한 혁신 주체가 자신의 전문성과 성장 목적에 따라 참여할 수 있는 구조를 지향한다.

SyenaHub 의 목적

SyenaHub 의 궁극적인 목적은 인간의 전문성과 창의적 역량을 결합하고 AI 를 통해 이러한 역량을 확장하여 단일 개인이나 조직의 한계를 넘어 새로운 가치를 창출하는 데 있다.

산업현장에는 기존의 기술과 제품 및 업무 수행 방식으로 충분히 해결하지 못한 다양한 미충족 수요가 존재할 수 있다.

이러한 미충족 수요를 해결하기 위해서는 해당 산업의 실제 문제에 관한 이해와 과학적 지식 및 수리적 분석 능력, 적절한 AI 기술과 전문 소프트웨어 및 연구개발과 사업화 역량이 필요하다.

그러나 이러한 전문역량은 여러 개인과 기업 및 대학과 연구기관에 분산되어 있을 수 있다.

SyenaHub 는 이러한 분산된 전문성과 자원을 검증된 미충족 수요를 중심으로 연결하여 공동의 혁신 활동을 추진할 수 있는 기반을 제공하고자 한다.

이를 위해 다음과 같은 역할을 수행하는 것을 지향한다.

첫째, 산업현장의 실제 문제와 미충족 수요를 발굴하고 검증하는 협력 체계를 구축한다.

둘째, 검증된 수요를 해결하기 위해 필요한 과학적 지식과 수리과학적 방법 및 AI 기술과 산업 전문역량을 결합한다.

셋째, 공동 연구개발과 기술개발 및 실증을 통해 새로운 혁신 모델을 실현한다.

넷째, 검증된 연구개발 성과와 기술 및 제품과 서비스를 실제 산업현장에 적용하고 기술사업화와 새로운 가치 창출로 연결한다.

다섯째, 공동 혁신 활동을 통해 확보한 지식과 기술 및 전문역량을 후속 혁신에 활용하고 다양한 산업과 조직으로 확산한다.

여섯째, 새로운 AI 혁신 전문인재가 성장하고 산업현장의 실제 가치 창출에 참여할 수 있는 환경을 조성한다.

개방형 혁신 생태계의 개념

개방형 혁신(Open Innovation)은 조직의 내부 자원과 역량에만 의존하지 않고 외부의 지식과 기술 및 협력 관계를 활용하여 혁신을 추진하는 접근이다.

개방형 혁신의 관점에서는 조직의 경계를 넘어 지식과 기술을 활용하고, 내부에서 개발한 기술을 외부의 사업화 경로와 연결하는 활동도 중요한 혁신 방식이 될 수 있다.

혁신 생태계(Innovation Ecosystem)는 서로 다른 전문성과 역할을 보유한 참여 주체들이 상호의존적인 관계를 형성하고 공동의 가치제안을 실현하는 구조로 이해할 수 있다.

SyenaHub 는 이러한 개방형 혁신과 혁신 생태계의 일반적인 개념을 수요 주도형 AI 혁신 방법론과 결합한다.

특히 기술의 공급과 연구개발 성과 자체를 중심으로 협력을 구성하기보다 실제 산업현장에서 검증한 미충족 수요를 공동 혁신의 출발점으로 설정한다.

다만 개방형이라는 개념은 참여자의 모든 지식과 기술 및 데이터가 제한 없이 공개되거나 무료로 이용될 수 있음을 의미하지 않는다.

개별 참여자의 전문성과 자율성, 지식재산권 및 정보보호 요구사항을 존중하고, 상호 합의한 협력 조건과 책임 구조에 따라 공동 혁신을 추진해야 한다.

이러한 권리와 책임의 존중은 개방형 협력과 지속 가능한 공동 가치 창출을 위한 기본적인 조건이다.

13.2. SyenaHub 의 추진 배경 및 해결 대상

AI 기술의 발전은 개인과 조직이 기존에는 수행하기 어려웠던 복합적인 업무와 연구개발 및 창작 활동을 수행할 수 있는 가능성을 확대하고 있다.

그러나 AI 기술을 활용할 수 있다는 사실만으로 산업현장의 복합적인 문제가 해결되는 것은 아니다.

실제 미충족 수요를 해결하기 위해서는 문제의 구조와 근본 원인을 이해하고 필요한 과학적 지식과 기술 및 전문역량을 결합하며 실제 적용과 사업화에 필요한 조건을 확보해야 한다.

SyenaHub 는 이러한 혁신 과정에서 발생할 수 있는 구조적 제약을 개방형 협력을 통해 해결하기 위한 생태계로 기획되었다.

개별 조직의 전문역량 및 자원의 한계

복합적인 산업현장의 문제를 해결하기 위해 필요한 전문역량은 하나의 학문이나 기술분야에 국한되지 않을 수 있다.

예를 들어 새로운 의료 진단 기술을 개발하기 위해서는 의료현장의 실제 요구사항과 임상적 전문성뿐 아니라 질병의 생물학적 특성에 관한 과학적 지식, 수리과학과 데이터 분석 및 AI 기술, 진단 기술의 개발과 검증 및 사업화 역량이 필요할 수 있다.

하나의 의료기관이나 기술기업이 이러한 전문성과 연구개발 자원을 모두 독립적으로 확보하는 것은 어려울 수 있다.

건축설계 분야에서도 설계와 엔지니어링에 관한 전문지식, BIM 데이터 처리 및 전문 알고리즘과 AI 기술, 실제 업무 프로세스의 이해 및 소프트웨어의 구현과 운영 역량을 결합해야 할 수 있다.

이러한 문제를 해결하기 위해서는 단일 조직의 내부 역량을 확대하는 것뿐 아니라 필요한 외부 전문성을 적절하게 활용하고 공동 혁신의 구조를 설계하는 방법이 필요하다.

산업현장의 수요와 연구개발 활동 사이의 단절

산업현장의 수요자는 실제 문제와 기존 해결 방안의 한계를 경험하고 있지만, 해당 문제를 과학적 또는 기술적 연구 문제로 정의하는 데 필요한 전문역량을 충분히 확보하지 못할 수 있다.

반면 대학과 연구기관은 다양한 과학적 지식과 연구개발 역량 및 기술을 보유하고 있지만, 이러한 역량을 활용할 수 있는 구체적인 산업현장의 미충족 수요를 확보하는 데 어려움을 경험할 수 있다.

이러한 구조에서는 산업현장의 문제와 과학적 연구 및 기술개발 활동이 서로 충분히 연결되지 못할 수 있다.

SyenaHub 는 산업현장의 미충족 수요를 발굴하고 검증하며 그 근본 원인과 구조적 제약을 분석하여 실제 공동 연구개발 과제로 발전시키는 협력 구조를 지향한다.

다학제적 연구개발의 어려움

서로 다른 전문분야의 연구자와 기술 전문가가 공동의 문제를 해결하기 위해서는 각 분야가 보유한 전문지식과 연구 방법의 차이를 이해하고 이를 하나의 혁신 목표와 연결해야 한다.

과학자가 정의하는 연구 문제와 수리과학자가 분석하는 수리적 구조, AI 엔지니어가 구현하는 모델 및 소프트웨어의 기능과 산업 전문가가 요구하는 실제 적용 조건은 서로 다른 관점에서 정의될 수 있다.

이러한 차이가 충분히 조율되지 않는 경우 개별 연구개발 활동이 성공하더라도 전체적인 혁신 목표를 달성하기 어려울 수 있다.

따라서 다학제적 공동 연구개발에서는 공통적인 미충족 수요와 혁신 목표를 정의하고 연구개발 요구사항과 검증 기준 및 역할을 명확하게 관리할 필요가 있다.

수요 주도형 AI 혁신 방법론과 Craftem AI 혁신 OS 는 이러한 공동 연구개발 활동을 연결하기 위한 공통적인 실행 방법과 기술적 기반으로 활용할 수 있다.

연구개발과 기술사업화 사이의 단절

과학적 연구와 기술개발을 통해 새로운 지식과 기술을 확보하더라도 해당 성과가 실제 제품과 서비스 및 산업현장의 운영 성과로 연결되는 데에는 추가적인 조건이 필요하다.

기술의 실제 적용 가능성과 현장 실증, 제품화에 필요한 기술개발과 공급 역량, 지식재산권과 관련 인허가 및 경제적 지속 가능성과 시장 진입 등이 이에 해당한다.

연구기관이 이러한 모든 사업화 역량을 독립적으로 확보하기는 어려울 수 있으며, 기술기업 역시 충분한 과학적 연구와 산업현장의 실증 환경을 자체적으로 확보하지 못할 수 있다.

SyenaHub 는 연구개발의 초기 단계부터 수요기업과 연구기관 및 기술개발 기업과 사업화 전문가의 협력을 통해 연구성과와 실제 기술사업화 사이의 단절을 줄이고자 한다.

전문지식과 기술자산의 분산 및 재사용의 한계

개별 연구개발 및 혁신 프로젝트에서 확보한 전문지식과 데이터 및 기술과 소프트웨어 및 업무 수행 방법은 후속 혁신 활동에 활용할 수 있는 중요한 자산이다.

그러나 이러한 자산이 특정 연구자나 개발자 및 조직에 분산되어 관리되고 재사용 조건과 검증 범위가 충분히 정의되지 않는다면 다른 혁신 과제에서 활용하기 어려울 수 있다.

공동 혁신 활동을 통해 개발한 기술과 전문지식을 적절한 이용 권한과 검증 조건에 따라 Craftem Resource 와 Agent Template 등으로 구성함으로써 후속 혁신에서의 재사용 가능성을 높일 수 있다.

이러한 자산화와 재사용은 공동 혁신의 성과를 특정 프로젝트에 한정하지 않고 생태계의 지속적인 혁신 역량으로 발전시키기 위한 중요한 활동이다.

AI 시대의 전문인재 성장 경로 변화

AI 기술의 발전에 따라 기업의 업무 수행 방식과 필요한 전문역량이 변화할 수 있다.

특히 초기 경력 인재가 기존에 수행하던 업무가 AI 를 활용한 새로운 업무 구조로 전환되는 경우, 기존의 업무 경험을 통해 전문지식과 문제 해결 능력을 확보하던 경력 성장 경로에도 변화가 발생할 수 있다.

이러한 변화에 대응하기 위해서는 학생과 초기 경력 인재가 AI 의 활용 기술을 습득하는 것뿐 아니라 실제 산업현장의 미충족 수요를 이해하고 전문적인 문제 해결과 혁신 활동에 참여할 수 있는 성장 기회를 확보해야 한다.

SyenaHub 는 대학과 기업 및 다양한 전문가의 협력을 통해 산업현장의 혁신 수요를 인재 성장 및 실무 프로젝트와 연결하고자 한다.

이를 통해 교육과 실제 산업현장의 업무 및 연구개발과 가치 창출 사이의 연계를 강화할 수 있는 성장 체계를 발전시키는 것을 지향한다.

구조적 문제	SyenaHub 의 해결 방향
개별 조직의 전문역량 부족	다양한 전문가 및 참여기관의 역량 결합
산업 수요와 연구개발의 단절	검증된 미충족 수요 기반 공동 R&D
다학제적 연구개발의 어려움	공통 방법론 및 실행 플랫폼 활용
연구성과와 사업화의 단절	수요기업·연구기관·사업화 파트너 연계
전문지식 및 기술의 분산	혁신 자산의 공동 개발 및 재사용
AI 시대 인재 성장 기회의 부족	산업 연계 실무 프로젝트 및 멘토링

도표 13-2. AI 혁신의 구조적 문제와 SyenaHub 의 해결 방향

SyenaHub 가 해결하고자 하는 이러한 구조적 문제는 기존 산학협력과 연구개발 및 기술사업화 체계의 성과를 부정하는 것이 아니다.

기존에 확보된 전문성과 협력 역량을 수요 주도형 AI 혁신 방법론 및 실행 플랫폼과 연결하여 실제 산업현장의 문제 해결과 지속적인 공동 가치 창출을 지원하는 데 목적이 있다.

13.3. SyenaHub 의 핵심 가치 및 운영 원칙

SyenaHub 는 크림슨앰버의 핵심가치인 인간 중심의 가치 창출(Human-Centered Value Creation)을 지향한다.

인간은 자신의 전문성과 창의적 역량을 활용하여 새로운 가치를 창출하는 주체이며, AI 는 이러한 인간의 역량을 확장하는 기술적 기반이다.

개방형 협력 생태계에서는 개인의 전문성과 창의적 역량을 존중하는 것과 함께 서로 다른 전문성을 보유한 참여 주체의 협력을 통해 새로운 가치를 창출할 수 있는 환경을 확보해야 한다.

이를 위해 크림슨앰버의 기존 운영 원칙인 존중, 실증, ROI, 투명, 보안, 확산 및 지속개선을 기반으로 다음의 생태계 운영 원칙을 적용하는 것을 제안한다.

인간 중심성

SyenaHub 의 혁신 활동은 인간의 전문성과 창의성 및 자율성을 존중하고 개인과 조직의 역량을 강화하며 더 나은 경제적·사회적 가치를 창출하는 것을 목적으로 한다.

참여자를 단순히 공동 프로젝트의 실행에 필요한 인적 자원으로 취급하지 않고 자신의 전문성과 성장 목표 및 가치 창출 목적을 가진 독립적인 혁신 주체로 존중한다.

수요 주도성

공동 혁신 과제는 산업현장에서 발굴하고 검증한 미충족 수요를 기반으로 추진한다.

개발 가능한 기술이나 참여기관이 보유한 기술을 일률적으로 적용하기보다 실제 수요의 근본 원인과 구조적 제약을 분석하고 문제 해결에 필요한 전문성과 기술을 선정한다.

개방성 및 자발적 참여

SyenaHub 는 다양한 산업과 학문 및 기술분야의 전문성을 보유한 개인과 조직이 자발적으로 참여하고 협력할 수 있는 개방형 생태계를 지향한다.

특정 조직이나 전문분야에 참여를 제한하기보다 실제 혁신 과제에 필요한 전문성과 기여 가능성을 중심으로 협력 관계를 형성한다.

다만 개방적인 참여 구조와 특정 프로젝트의 참여 자격 및 정보 접근 권한은 구분한다.

전문성 및 상호 존중

복합적인 AI 혁신은 과학자와 수리과학자, AI 엔지니어와 산업 전문가 및 사업화 전문가 등 서로 다른 전문성을 보유한 참여 주체의 협력을 필요로 할 수 있다.

각 전문분야의 역할과 전문적 판단을 존중하고 특정 기술이나 학문이 다른 모든 전문성을 대체할 수 있다는 전제에서 혁신을 추진하지 않는다.

상호보완적 협력

참여 주체가 보유한 지식과 기술 및 자원을 결합하여 개별 개인이나 조직이 독립적으로 해결하기 어려운 문제를 공동으로 해결한다.

협력 관계는 동일한 기능을 가진 참여자를 단순히 확대하는 것보다 서로 다른 전문성과 자원을 결합하여 새로운 해결 가능성을 확보하는 데 중점을 둔다.

객관적 실증

공동 연구개발과 혁신 활동의 성과는 참여기관의 명성과 기술의 잠재적 가능성만을 근거로 판단하지 않는다.

과학적 연구 및 기술개발의 결과와 현장 적용 및 사업화 성과를 검증 가능한 객관적인 증거에 기반하여 평가한다.

검증되지 않은 연구 가설과 기술적 예측 및 잠재적 사업 기회를 실제 확보한 성과로 제시하지 않는다.

성과 및 가치 중심성

공동 혁신의 목적은 연구개발 과제를 수행하거나 새로운 기술과 제품을 개발하는 것 자체에 있지 않다.

실제 산업현장의 미충족 수요를 해결하고 개인과 조직의 성과 및 새로운 경제적·사회적 가치를 창출하는 것을 궁극적인 판단 기준으로 설정한다.

경제적 투자성과가 중요한 과제에서는 실제 편익과 비용을 검증하고 사회적 가치가 중요한 과제에서는 해당 수혜자의 변화와 사회적 편익을 적절하게 평가한다.

투명성 및 공정성

공동 혁신 활동의 목적과 참여 주체의 역할 및 책임, 비용 부담과 지식재산권 및 경제적 가치의 배분에 관한 조건을 명확하게 정의한다.

공동으로 창출한 성과의 평가와 권리의 귀속 및 경제적 가치의 배분은 관련 당사자 사이의 합의와 계약 및 객관적인 근거를 기반으로 관리한다.

보안 및 책임성

참여 주체가 보유한 기밀정보와 개인정보 및 연구데이터와 기술 및 지식재산권을 보호한다.

개방형 협력이라는 이유로 승인되지 않은 정보의 접근과 이용 및 외부 제공을 허용하지 않는다.

공동 연구개발 및 사업화 과정에서 발생할 수 있는 연구윤리와 안전 및 사회적 위험을 검토하고 필요한 전문적인 판단과 책임 구조를 확보한다.

지속적 성장 및 가치 확산

공동 혁신 활동에서 확보한 지식과 기술 및 연구개발 결과와 실제 성과를 적절한 조건에 따라 후속 혁신에 활용한다.

또한 새로운 혁신 인재의 성장을 지원하고 참여 주체의 전문성과 협업 역량을 지속적으로 강화함으로써 개별 혁신의 성과가 생태계의 지속적인 가치 창출로 연결되도록 한다.

이러한 운영 원칙은 SyenaHub 가 일회성 전문가 교류와 개별 사업의 협력을 넘어 인간 중심의 지속적인 공동 혁신 생태계로 발전하기 위한 기본적인 방향을 제공한다.

13.4. SyenaHub AI 혁신 생태계의 전체 구조

SyenaHub AI 혁신 생태계는 산업현장의 미충족 수요와 이를 해결하기 위해 필요한 과학적 지식 및 기술과 전문역량, 연구개발 및 실증과 사업화 역량을 연결하는 협력 구조이다.

이러한 생태계의 구성은 참여기관의 조직적 분류뿐 아니라 실제 공동 혁신에서 수행하는 기능과 역할을 중심으로 이해할 필요가 있다.

13.4.1. 수요 주도형 개방형 혁신 생태계

SyenaHub 의 핵심적인 구조는 검증된 미충족 수요를 중심으로 다양한 전문성과 기술 및 자원을 결합하는 수요 주도형 개방형 혁신이다.

기술 중심의 혁신에서는 특정한 과학적 발견이나 기술개발 성과를 기반으로 해당 기술이 적용될 수 있는 시장과 수요를 탐색할 수 있다.

이러한 접근은 새로운 과학기술의 가능성을 실현하는 중요한 혁신 방식이다. 그러나 기술의 실제 적용 가능성과 수요자의 문제 해결에 필요한 조건이 충분히 검증되지 않는 경우에는 연구개발 성과와 실제 가치 창출 사이의 단절이 발생할 수 있다.

수요 주도형 AI 혁신에서는 산업현장의 미충족 수요를 발굴하고 검증한 후 해당 문제의 근본 원인을 분석하고, 필요한 과학적 연구와 기술개발 및 업무 재설계의 범위를 정의한다.

이후 실제 해결 방안을 실현하는 데 필요한 전문성과 기술 및 자원을 확보하고 공동 혁신을 추진한다.

SyenaHub 는 이러한 수요 주도형 혁신의 실행 과정에 필요한 외부 전문성과 협력 관계를 확보할 수 있도록 하는 생태계이다.

이미 개발된 기술이나 연구성과도 새로운 수요를 해결하는 데 적합하다는 근거가 확보된다면 공동 혁신에 활용할 수 있다.

따라서 수요 주도형 혁신은 기존 기술의 활용을 배제하는 개념이 아니라 기술의 선택과 개발 및 사업화의 판단 기준을 실제 미충족 수요에 두는 접근이다.

13.4.2. 생태계의 5 대 기능적 구성 영역

SyenaHub 의 전체 구조는 수요 발굴 및 검증, 과학 및 전문지식, 기술 및 솔루션 개발, 실증 및 사업화, 인재 성장 및 가치 확산의 다섯 가지 기능적 영역으로 구성할 수 있다.

수요 발굴 및 검증 영역

수요 발굴 및 검증 영역은 산업현장의 실제 문제와 기존 해결 방안의 한계 및 혁신 필요성을 파악하는 역할을 수행한다.

수요기업과 산업 전문가 및 실제 서비스의 수혜자는 문제의 발생 조건과 영향, 기존의 업무 및 기술적 제약과 기대 성과에 관한 정보를 제공할 수 있다.

이러한 정보를 수요 주도형 AI 혁신 방법론에 따라 분석하여 실제 공동 혁신 과제로 발전시킬 수 있는 미충족 수요를 정의한다.

과학 및 전문지식 영역

과학 및 전문지식 영역은 검증된 미충족 수요의 근본 원인을 이해하고 창의적 해결 방안을 설계하는 데 필요한 과학적 지식과 수리과학적 방법 및 산업 전문지식을 제공한다.

대학과 연구기관 및 과학자와 수리과학자, 산업 전문가와 자문 전문가 등이 해당 영역의 주요 참여 주체가 될 수 있다.

이 영역의 역할은 기존 지식의 제공뿐 아니라 필요한 경우 새로운 과학적 연구와 수리적 모델링 및 전문적인 문제 해결 방법을 개발하는 활동을 포함한다.

기술 및 솔루션 개발 영역

기술 및 솔루션 개발 영역은 과학적 지식과 수리적 방법 및 AI 기술을 실제로 구현하여 미충족 수요를 해결할 수 있는 기술 및 제품과 서비스와 업무 실행 구조를 개발하는 역할을 수행한다.

AI 기술기업과 소프트웨어 개발자 및 산업 특화 기술기업과 연구개발자 등이 이 영역에 참여할 수 있다.

Craftem Agent 와 Resource 및 Human-Agent Workflow 의 개발도 이러한 기술 및 솔루션 개발 영역에 포함할 수 있다.

실증 및 사업화 영역

실증 및 사업화 영역은 공동 연구개발을 통해 확보한 기술과 혁신 모델을 실제 산업현장의 환경에서 검증하고 제품화 및 서비스화와 기술이전 및 시장 공급으로 연결하는 역할을 수행한다.

수요기업과 실증 참여기관, 산업 전문가와 기술지원 및 사업화 파트너가 주요 역할을 담당할 수 있다.

이 영역에서는 기술적 성능뿐 아니라 실제 업무 및 산업현장에 대한 적합성과 운영 가능성 및 경제적·사회적 가치 실현 가능성을 검토한다.

인재 성장 및 가치 확산 영역

인재 성장 및 가치 확산 영역은 공동 혁신을 통해 확보한 지식과 기술 및 전문적인 업무 수행 역량을 지속적으로 활용하고 새로운 혁신 활동으로 연결하는 역할을 수행한다.

교육·컨설팅 파트너와 전문 멘토 및 대학과 연구기관, 산업현장의 전문인력과 성장 단계의 인재가 참여할 수 있다.

SyenaHub Cura 와 같은 성장 프로그램과 공동 연구개발 및 실무 프로젝트를 연계하여 인간의 전문역량을 강화하고 검증된 혁신 자산의 산업 내외부 확산을 지원하도록 구성한다.

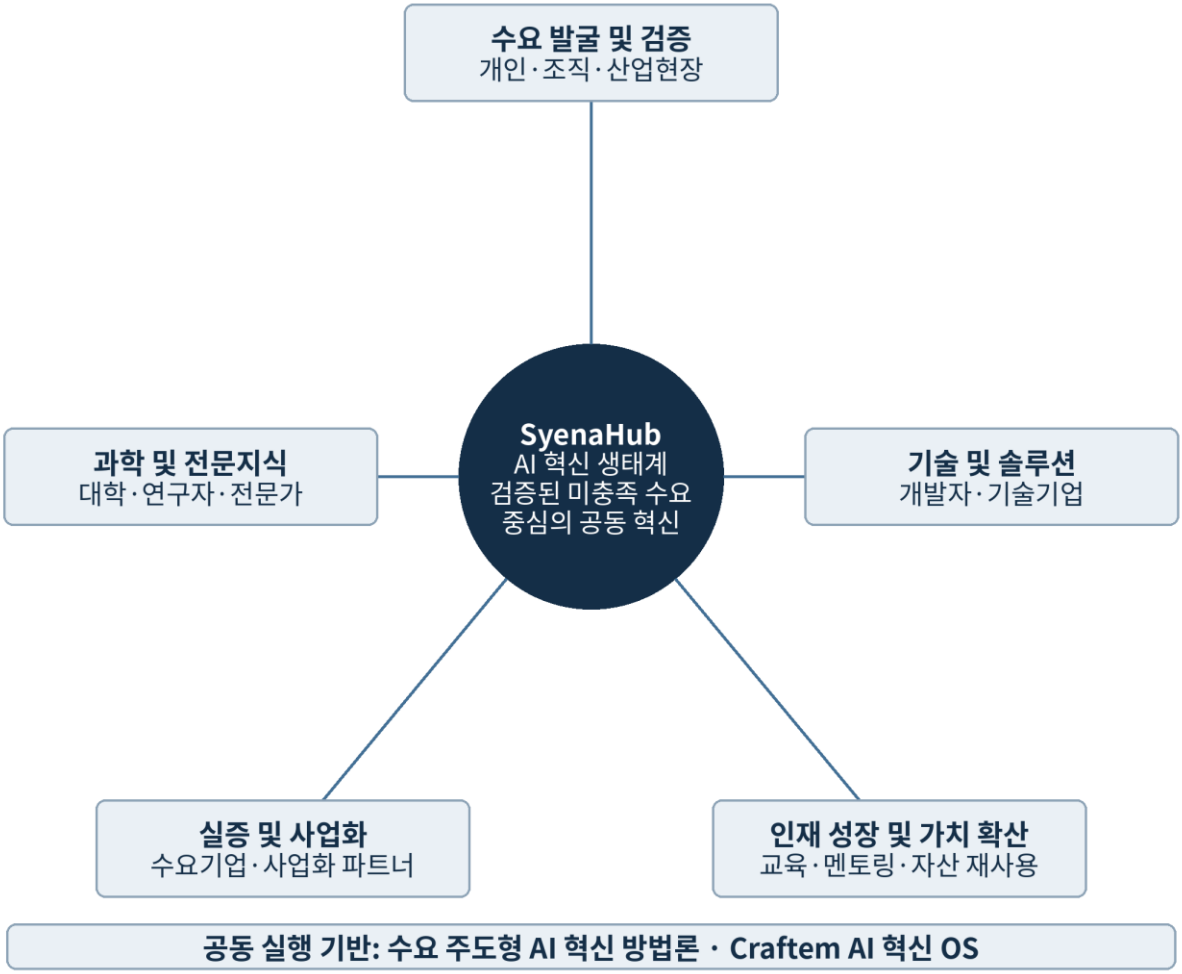


도표 13-3. SyenaHub AI 혁신 생태계의 5 대 기능적 구성 영역

이러한 다섯 가지 구성 영역은 고정적인 조직이나 별도의 법인 구조를 의미하지 않는다. 공동 혁신 활동에서 필요한 기능과 참여 주체 사이의 관계를 설명하기 위한 논리적인 구성이다.

13.4.3. 생태계 참여 주체 간 상호작용

SyenaHub 의 공동 혁신 활동에서는 각 참여 주체가 보유한 전문성과 자원을 혁신 과제의 목적에 적합하게 결합한다.

수요기업이 실제 산업현장의 문제와 업무 및 기술 환경을 제공하면 과학자와 수리과학자 및 연구기관은 해당 문제의 과학적·수리적 구조를 분석하고 필요한 연구개발 방법을 제안할 수 있다.

AI 기술기업과 개발자는 이러한 연구개발 요구사항과 전문지식을 기반으로 필요한 기술과 소프트웨어 및 Agent 와 Resource 를 구현할 수 있다.

산업 전문가와 수요기업은 구현한 기술의 실제 현장 적용 가능성과 업무 및 운영의 적합성을 검토하고 실증과 가치 검증에 참여할 수 있다.

사업화 파트너는 검증된 기술과 혁신 모델의 제품화 및 시장 진입과 공급에 필요한 역량을 제공할 수 있다.

이러한 협력 관계는 반드시 순차적으로 이루어지는 것은 아니다.

과학적 연구와 기술개발 및 현장 실증 과정에서 새로운 문제와 제약이 발견되면 참여 주체가 다시 협력하여 문제의 정의와 연구개발 방향 및 해결 방안을 개선할 수 있다.

또한 하나의 기업이나 연구기관 및 개인이 복수의 역할을 수행할 수 있으며 혁신 과제의 진행에 따라 필요한 전문성과 참여 주체의 구성이 변화할 수도 있다.

13.4.4. 생태계와 혁신 프로젝트의 관계

SyenaHub 는 다양한 혁신 주체가 지속적으로 참여하고 협력할 수 있는 개방형 생태계이다.

반면 공동 혁신 프로젝트는 특정한 미충족 수요를 해결하고 정의된 혁신 목표를 달성하기 위해 구성한 실행 단위이다.

생태계 전체에 참여하는 것과 특정 공동 혁신 프로젝트에 참여하는 것은 구분해야 한다.

생태계에 참여하는 개인과 조직은 자신의 전문성과 관심 분야 및 협력 가능 범위에 따라 다양한 혁신 기회를 탐색할 수 있다.

특정 혁신 프로젝트에 참여하는 주체는 해당 프로젝트의 목적과 범위 및 역할과 책임, 필요한 연구개발 자원 및 지식재산권과 관련한 조건에 합의하고 실제 혁신 활동을 수행한다.

따라서 공동 혁신 프로젝트마다 독립적인 실행 및 의사결정 구조를 구성하고 해당 프로젝트의 참여 조건과 권리 및 책임을 명확하게 정의해야 한다.

이러한 구조를 통해 생태계의 개방성과 참여자의 자율성을 유지하면서 개별 공동 혁신 프로젝트에 필요한 실행 책임과 성과 검증 체계를 확보할 수 있다.

13.5. SyenaHub 의 주요 참여 주체 및 역할

SyenaHub 의 공동 혁신 활동은 다양한 전문성과 자원 및 실행 역량을 보유한 참여 주체의 협력을 기반으로 한다.

각 참여 주체의 역할은 소속기관이나 직업의 명칭만으로 결정되는 것이 아니라 실제 혁신 과제에서 필요한 기능과 기여 및 책임을 중심으로 정의한다.

13.5.1. 수요자 및 수요기업

수요자는 기존의 기술과 제품 및 서비스와 업무 수행 방식으로 충분히 해결하지 못한 미충족 수요를 보유한 개인이나 조직을 의미한다.

수요기업은 실제 산업현장의 문제와 업무 및 기술적 제약을 경험하고 해당 문제의 해결을 통해 경제적·사회적 가치를 창출할 수 있는 기업이다.

수요기업은 개발한 기술이나 제품을 구매하는 최종 고객에 한정되지 않는다.

산업현장의 미충족 수요에 관한 정보를 제공하고 문제의 실제 발생 조건과 기존 해결 방안의 한계를 설명하며, 혁신 목표와 요구사항의 정의 및 실증과 실제 가치 검증에 참여할 수 있는 공동 혁신 주체이다.

특히 수요 주도형 AI 혁신에서는 실제 수요자의 참여를 통해 개발한 기술과 혁신 모델이 현장의 문제 및 요구사항과 일치하는지를 지속적으로 검토하는 것이 중요하다.

다만 실제 사용자가 항상 비용을 부담하는 고객이나 최종 구매 의사결정자인 것은 아니다.

공동 혁신 과제에서는 문제를 경험하는 수요자와 실제 사용 주체, 구매 및 투자 의사결정자 및 경제적·사회적 가치의 수혜자를 구분할 필요가 있다.

13.5.2. 과학자·수리과학자 및 대학·연구기관

과학자는 산업현장의 복합적인 문제를 과학적인 연구 문제로 구체화하고 관련 현상의 발생 원인과 기전을 분석하며 새로운 과학적 지식을 확보하는 역할을 수행할 수 있다.

기존 과학적 지식만으로 문제의 근본 원인을 충분히 설명하기 어려운 경우에는 새로운 연구 가설을 설정하고 적절한 연구 및 검증 방법을 통해 해당 가설을 평가한다.

수리과학자는 이러한 과학적 현상과 산업 문제를 정량적으로 분석하고 해결할 수 있는 수리적 구조로 정식화하는 역할을 수행할 수 있다.

수리적 정식화에는 관련 변수와 변수 사이의 관계, 목적함수와 제약조건, 확률적 특성과 불확실성 및 필요한 검증 조건의 정의 등이 포함될 수 있다.

또한 연구개발의 특성에 따라 인과관계 모델링, 확률 및 통계 모델링, 수치해석, 최적화, 시뮬레이션 및 검증 방법의 설계 등에 기여할 수 있다.

수리과학자의 역할은 단순히 연구데이터에 통계 분석을 수행하거나 AI 모델의 학습을 지원하는 데 한정되지 않는다.

실제 산업현장의 문제를 해결 가능한 수리적 문제로 전환하고 과학적 가설과 AI 기반 해결 방안의 타당성을 분석하며, 새로운 기술개발 및 최적화의 가능성을 탐색하는 중요한 전문역량이다.

대학과 연구기관은 과학자와 수리과학자 및 연구개발 인력의 전문성과 연구데이터 및 연구시설과 과학기술 연구의 경험을 제공하는 협력 주체가 될 수 있다.

공동 연구개발에 참여하는 경우 연구의 학술적 가치와 산업현장의 미충족 수요 해결 및 실제 기술사업화의 목적을 적절하게 연결하고 연구윤리와 연구성과의 공개 및 권리에 관한 조건을 검토해야 한다.

13.5.3. AI 기술기업·개발자 및 솔루션 공급기업

AI 기술기업과 개발자는 공동 혁신 과제에서 필요한 AI 모델과 알고리즘 및 전문 소프트웨어와 업무 실행 구조를 개발하고 검증하는 역할을 수행할 수 있다.

개별 기술과 소프트웨어의 구현뿐 아니라 다양한 AI 모델과 Data, Tool, Skill 및 Workflow Resource 를 결합하여 실제 Human-AI Work 를 수행할 수 있는 Craftem Agent 및 전문 Agent Template 을 개발할 수 있다.

산업 특화 솔루션 공급기업은 이러한 기술과 소프트웨어 및 Agent 를 실제 고객의 업무 및 산업 환경에 적합하게 구현하고 기존 시스템과 통합하며 운영과 유지관리 및 기술지원을 수행할 수 있다.

예를 들어 건설산업의 AI 혁신에서는 BIM 데이터 분석 및 설계 기준 검증과 전문적인 품질검토 기술을 실제 건축설계사무소의 데이터 및 업무 환경과 통합하는 역량이 필요할 수 있다.

이러한 역할은 새로운 AI 모델이나 원천기술을 개발하는 활동과 기존에 검증된 기술을 활용하여 실제 해결 방안을 구현하는 활동을 모두 포함한다.

공동 혁신 과제에서는 미충족 수요의 해결에 필요한 기술적 요구사항과 연구개발의 불확실성 및 경제성을 고려하여 자체 개발과 외부 기술 활용 및 공동 개발의 적절한 조합을 선택해야 한다.

13.5.4. 혁신 아키텍트·산업 전문가 및 자문 전문가

혁신 아키텍트(Innovation Architect)는 검증된 미충족 수요와 핵심 근본 원인 및 혁신 목표를 기반으로 실제 혁신 모델과 필요한 전문역량 및 기술의 구성을 설계하는 역할을 수행한다.

복합적인 공동 혁신 과제에서는 여러 분야의 전문성이 독립적으로 활용되는 것만으로 전체 혁신 목표를 달성하기 어려울 수 있다.

혁신 아키텍트는 필요한 과학적 연구와 수리과학적 분석 및 AI 기술과 산업 전문역량을 연결하고, 각 연구개발 활동과 업무 실행 및 검증 결과가 최초의 미충족 수요와 일관된 관계를 유지하도록 지원한다.

산업 전문가는 해당 산업의 실제 업무와 기술 및 시장 및 규제 환경에 관한 전문지식을 제공하고 개발한 해결 방안의 현장 적합성과 업무 품질 및 운영 가능성을 검토하는 역할을 수행한다.

자문 전문가는 과학기술과 경영 및 재무와 사업화, 지식재산권 및 관련 법률과 제도 등 전문적인 분야의 검토와 의사결정을 지원할 수 있다.

혁신 아키텍트는 각 분야의 전문적인 판단을 대신하는 것이 아니라 전체 혁신 목표를 중심으로 서로 다른 전문분야의 활동을 통합하는 역할을 수행한다.

13.5.5. 사업화·지원기관 및 인재 성장 참여자

사업화 전문가는 공동 연구개발과 실증을 통해 확보한 기술 및 혁신 모델이 실제 제품과 서비스 및 사업으로 발전할 수 있도록 지원하는 역할을 수행한다.

시장 및 고객 분석, 가치제안과 비즈니스 모델의 설계, 제품화 및 공급 전략, 기술이전 및 라이선싱과 사업화 자원의 확보 등에 기여할 수 있다.

공공기관과 산업 지원기관 및 투자기관 등은 과제의 특성과 실제 지원 조건에 따라 연구개발 자원 및 실증 환경과 사업화 지원과 투자 등을 제공할 수 있는 잠재적 협력 주체이다.

학생과 초기 경력 인재 및 성장 단계의 전문인력은 산업현장의 실제 문제를 기반으로 학습과 실무 프로젝트 및 연구개발 활동에 참여할 수 있다.

이들은 단순한 교육의 수혜자에 한정되지 않고 자신의 전문성과 창의적 역량을 발전시키면서 적절한 지도와 검증 및 책임 구조 아래 새로운 혁신 활동에 기여할 수 있는 성장 주체이다.

다만 학생과 성장 단계의 인재에게 전문적인 책임과 위험성이 높은 업무를 충분한 지도와 승인 없이 맡기지 않도록 해야 한다.

참여 주체	주요 기여	기대 가치
수요기업	미충족 수요·현장 데이터·실증 환경	문제 해결·경쟁력 강화
과학자 및 연구기관	과학적 지식·연구개발 역량	연구성과·기술사업화
수리과학자	문제 정식화·모델링·최적화	수리과학의 산업적 가치 실현
AI 기술기업 및 개발자	기술개발·Agent·Resource 구현	기술 공급·사업 기회
혁신 아키텍트 및 전문가	혁신 설계·전문 검토·실행 조율	전문역량의 확장
사업화 및 지원기관	시장·공급·연구개발 지원	사업성과·산업 발전
학생 및 성장 인재	학습·연구·실무 프로젝트	전문역량·경력 성장

도표 13-4. SyenaHub 의 주요 참여 주체 및 공동 가치 창출 역할

이러한 참여 주체의 구분은 협력 구조를 설계하기 위한 기능적 분류이다.

특정 참여 주체가 모든 혁신 프로젝트에 반드시 포함되어야 하는 것은 아니며 실제 미충족 수요와 해결 방안 및 연구개발 요구사항에 따라 적절한 전문성과 참여 주체의 구성을 결정한다.

13.6. SyenaHub 의 7 대 산업별 AI 혁신 생태계

산업현장의 미충족 수요는 각 산업의 기술적 특성과 업무 수행 방식, 시장 구조 및 제도적 조건에 따라 서로 다른 형태로 나타난다.

따라서 수요 주도형 AI 혁신의 공통 방법론과 실행 플랫폼을 활용하면서 각 산업에 필요한 전문성과 기술 및 협력 관계를 확보할 수 있는 산업별 생태계의 구성이 필요하다.

SyenaHub 는 건설, 보건의료, 금융, 제조, 유통, 콘텐츠 및 교육의 일곱 가지 산업을 주요 협력 영역으로 설정한다.

이러한 산업별 구분은 초기 생태계의 협력 범위와 전문역량의 구성을 설명하기 위한 것이며, 다른 산업이나 복합적인 산업 분야에 대한 혁신 활동을 제한하기 위한 것은 아니다.

건설산업

건설산업은 건축설계와 엔지니어링 및 시공과 시설관리 등 다양한 전문 업무와 기술 및 이해관계자가 연결되는 산업이다.

이러한 산업에서는 설계 및 시공 과정의 품질과 안전성, 복합적인 전문정보의 활용, 업무 및 데이터의 연계와 전문인력의 역량 활용 등에 관한 미충족 수요가 발생할 수 있다.

SyenaHub 건설산업 AI 혁신 생태계는 건축설계사무소와 엔지니어링 기업, 건설기업 및 BIM 과 전문 소프트웨어 기업, 건설 분야 연구자와 AI 기술기업 및 산업 전문가의 협력을 지향한다.

BIM 모델 및 설계도서의 품질검토, 설계 기준과 시방서의 검증, 전문적인 엔지니어링 분석 및 설계와 시공 및 유지관리 업무의 재설계 등을 공동 혁신의 대상으로 검토할 수 있다.

기존 산업 소프트웨어와 데이터 환경을 활용하면서 Human-AI Work Redesign 과 전문 Agent 및 Resource 를 개발하고 실제 산업현장의 적용과 가치 창출을 지원하는 협력 구조를 구성한다.

보건의료산업

보건의료산업의 AI 혁신은 의료기관의 업무 효율화뿐 아니라 질병의 발생과 진행에 관한 과학적 연구, 새로운 진단 및 치료 기술의 개발, 정밀의료와 의료서비스의 혁신까지 포함할 수 있다.

SyenaHub 보건의료산업 AI 혁신 생태계는 연구중심병원과 의과대학 및 기초과학 연구기관, 과학자와 수리과학자 및 생물정보학 전문가, 제약기업과 의료기술기업 및 AI 기술기업의 협력을 지향한다.

특히 의료현장의 미충족 수요를 연구개발의 출발점으로 설정하는 역중개의학적 접근과 과학적 연구성과를 실제 의료현장의 활용으로 연결하는 중개의학적 접근을 통합적으로 고려할 수 있다.

새로운 진단 표적의 발굴과 검증, 기능성 단백질 및 관련 기술의 연구개발, 환자 및 질병 관련 데이터의 분석과 정밀의료 연구 등을 공동 혁신의 대상으로 검토할 수 있다.

다만 보건의료 분야의 공동 연구개발 및 기술사업화는 연구윤리와 개인정보 보호, 임상적 검증 및 관련 인허가와 안전조건 등 해당 분야의 요구사항을 충족해야 한다.

금융산업

금융산업에서는 복합적인 금융 데이터의 분석과 위험의 평가 및 의사결정의 정확성, 금융서비스의 효율성과 접근성 및 새로운 금융 비즈니스 모델 등이 AI 혁신의 대상이 될 수 있다.

SyenaHub 금융산업 AI 혁신 생태계는 금융기관과 금융 분야 전문가, 수리과학자와 데이터 과학자, 금융기술 및 AI 기술기업과 관련 연구기관의 협력을 지향한다.

수리적 모델링과 확률 및 통계 분석, 예측 및 위험관리 모델, 전문적인 의사결정 지원과 Human-AI Work 의 실행 구조를 결합하여 실제 금융산업의 미충족 수요를 해결할 수 있는 혁신 모델을 탐색한다.

금융 분야의 혁신은 예측 성능과 업무 효율성뿐 아니라 고객 보호, 정보보호, 공정성 및 전문적인 감독과 책임 조건을 함께 고려해야 한다.

제조산업

제조산업의 AI 혁신은 생산공정과 품질관리 및 공급망의 효율화뿐 아니라 새로운 소재와 제품 및 제조기술의 개발까지 포함할 수 있다.

SyenaHub 제조산업 AI 혁신 생태계는 제조기업과 소재 및 제품개발 연구기관, 공학 및 수리과학 분야의 연구자, 산업 설비 및 전문 소프트웨어 기업과 AI 기술기업의 협력을 지향한다.

제품 및 공정의 생성 설계와 최적화, 제조 데이터 분석, 품질 및 설비 상태의 평가와 새로운 소재 및 제조기술의 연구개발 등을 공동 혁신의 대상으로 검토할 수 있다.

물리적 생산공정과 산업 설비를 활용하는 경우에는 실제 설비의 검증된 제어 시스템과 안전관리 및 운영 책임을 유지하면서 AI 기반 분석 및 업무 수행을 통합하도록 한다.

유통산업

유통산업에서는 수요의 변화와 공급망 및 재고관리와 물류의 효율성, 고객 요구사항의 이해 및 서비스의 품질과 새로운 비즈니스 모델 등이 중요한 혁신 영역이 될 수 있다.

SyenaHub 유통산업 AI 혁신 생태계는 유통기업과 물류 및 공급망 전문기업, 수리과학자 및 데이터 과학자, 고객 서비스 및 산업 소프트웨어 전문가와 AI 기술기업의 협력을 지향한다.

수요 예측과 재고 및 물류의 최적화, 고객의 미충족 수요 분석, 서비스 제공 방식의 혁신과 새로운 사업 기회의 탐색 등을 공동으로 추진할 수 있다.

예측과 최적화의 기술적 성과가 실제 재고 비용 및 물류 비용의 감소와 고객 가치 향상 및 사업 성과로 연결되는지를 검증하는 것이 중요하다.

콘텐츠산업

콘텐츠산업에서는 인간의 창의적 역량과 AI 의 생성 및 제작 역량을 결합하여 기존 제작 방식의 효율성과 새로운 콘텐츠의 창조 가능성을 확대할 수 있다.

SyenaHub 콘텐츠산업 AI 혁신 생태계는 창작자와 콘텐츠 제작기업, 예술 및 문화 분야의 전문가, AI 기술기업과 전문 소프트웨어 개발자 및 사업화 전문가의 협력을 지향한다.

원천 콘텐츠와 지식재산권의 창출, 창작과 제작 업무의 재설계, 콘텐츠 제작 및 유통 방식의 혁신과 새로운 서비스 및 사업 모델을 공동 혁신의 대상으로 검토할 수 있다.

인간의 창작 목적과 표현 및 전문적 판단을 가치 창출의 중심에 두고 AI 를 통해 인간의 창의적 역량을 확장하는 방향을 유지한다.

또한 창작자의 권리와 저작권 및 데이터의 이용 조건과 실제 콘텐츠의 품질 및 시장성과를 함께 검토한다.

교육산업

교육산업의 AI 혁신은 AI 기반 교육 콘텐츠와 학습 지원 기능의 개발뿐 아니라 인간이 전문역량을 확보하고 실제 산업현장의 가치 창출에 참여할 수 있는 성장 경로의 혁신을 포함한다.

SyenaHub 교육산업 AI 혁신 생태계는 대학과 교육기관, 산업현장의 수요기업, 전문 멘토와 교육·컨설팅 전문가 및 AI 기술기업의 협력을 지향한다.

학생과 초기 경력 인재가 실제 산업현장의 미충족 수요를 기반으로 전문지식과 AI 협업 및 창의적 문제 해결 능력을 확보할 수 있도록 교육과 실무 프로젝트 및 멘토링을 연결한다.

SyenaHub Cura 는 이러한 인간 중심의 인재 성장 및 산업 연계 혁신 활동을 지원하는 프로그램으로 활용할 수 있다.

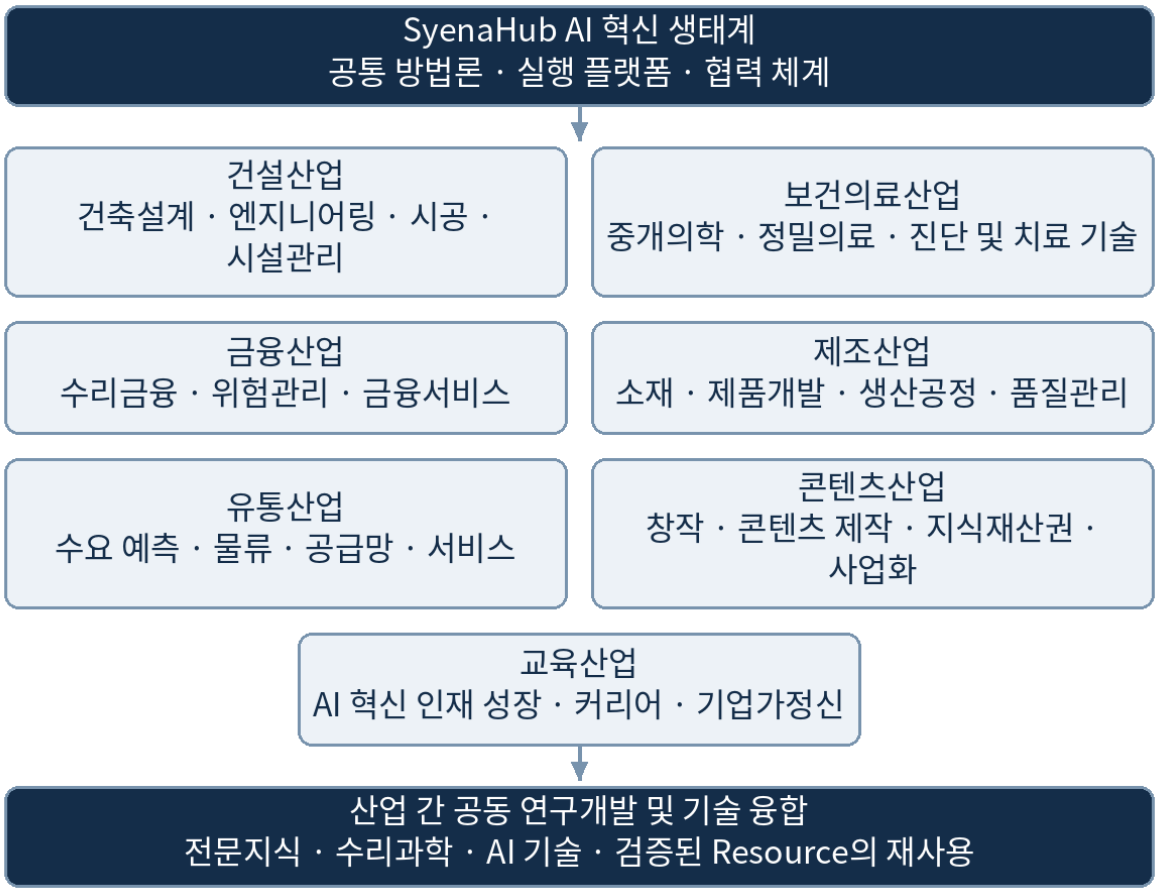


도표 13-5. SyenaHub 의 7 대 산업별 AI 혁신 생태계

일곱 가지 산업별 생태계는 서로 독립적인 폐쇄형 조직으로 운영하는 것이 아니라 공통적인 AI 혁신 방법론과 실행 플랫폼 및 전문역량의 협력을 기반으로 연결되는 구조를 지향한다.

특정 산업에서 개발한 수리적 분석 방법과 데이터 처리 및 전문적인 업무 실행 구조가 다른 산업의 미충족 수요를 해결하는 데 활용될 수도 있다.

이러한 산업 간 기술 및 지식의 융합 가능성은 새로운 수요와 적용 환경에 대한 검증을 통해 구체화한다.

13.7. SyenaHub 파트너 프로그램

SyenaHub 의 공동 혁신 활동을 지속적으로 추진하기 위해서는 실제 혁신 과제에 필요한 전문성과 기술 및 자원을 제공할 수 있는 참여 주체와 협력 관계를 형성할 필요가 있다.

SyenaHub 파트너 프로그램은 이러한 협력 관계를 체계적으로 구성하고 참여자의 전문역량과 공동 혁신의 목적을 연결하기 위한 프로그램이다.

13.7.1. SyenaHub AI 혁신 파트너의 정의

SyenaHub AI 혁신 파트너는 수요 주도형 AI 혁신의 목적과 운영 원칙을 공유하고, 자신이 보유한 전문지식과 기술 및 자원을 활용하여 공동 혁신 활동과 새로운 가치 창출에 참여하는 개인 또는 조직이다.

SyenaHub 의 일반적인 생태계 참여자는 AI 혁신에 관한 관심과 전문지식 및 협력의 가능성을 기반으로 교류하고 다양한 활동에 참여할 수 있다.

반면 공식적인 AI 혁신 파트너는 해당 전문성과 협력 가능 범위 및 역할에 관한 상호 확인과 합의를 기반으로 지속적인 협력 관계를 형성한 참여 주체이다.

파트너십의 형성은 참여자의 전문성과 공동 혁신 활동에 대한 협력 의지를 확인하고 새로운 혁신 과제의 추진 가능성을 탐색하기 위한 것이다.

공식 파트너가 되었다는 사실만으로 특정 공동 연구개발 프로젝트에 참여할 권리나 일정한 사업 수익 및 독점적인 사업화 권리를 자동으로 확보하는 것은 아니다.

특정 혁신 프로젝트에 대한 참여 조건과 역할 및 책임과 경제적 권리는 실제 과제의 필요성과 관련 당사자의 합의에 따라 결정한다.

13.7.2. 6 대 파트너 유형 및 역할

SyenaHub 의 파트너 프로그램은 기존에 정립한 교육·컨설팅, R&D, 공급사, 기술지원, 자문역 및 솔루션 개발·공급의 여섯 가지 파트너 유형을 기반으로 구성한다.

교육·컨설팅 파트너

교육·컨설팅 파트너는 개인과 조직이 AI 혁신의 개념과 방법론을 이해하고 실제 혁신 과제를 발굴하며 실행할 수 있도록 전문적인 교육과 컨설팅을 제공하는 역할을 수행할 수 있다.

산업현장의 미충족 수요 발굴 및 검증과 Human-AI Work Redesign, 혁신 모델의 설계 및 AI 도입과 성과관리 등에 관한 전문역량을 활용할 수 있다.

또한 기업과 기관의 AI 혁신 전문인재 성장 및 조직의 지속적인 혁신 역량 강화에 기여할 수 있다.

R&D 파트너

R&D 파트너는 검증된 미충족 수요의 해결에 필요한 과학적 연구와 수리과학적 분석 및 핵심 기술개발과 실증에 참여하는 역할을 수행할 수 있다.

대학과 연구기관 및 과학자와 수리과학자, AI 연구자 및 산업 기술개발 기업 등이 참여할 수 있다.

과제의 성격에 따라 기존 과학적 지식과 기술을 활용하거나 새로운 연구 가설 및 핵심 기술을 공동으로 개발할 수 있다.

공급사 파트너

공급사 파트너는 공동 혁신 활동과 실제 Human-AI Work 의 실행에 필요한 AI 모델과 데이터 및 전문 소프트웨어와 기술 및 컴퓨팅 자원 등을 제공하는 역할을 수행할 수 있다.

공급하는 기술과 자원의 기능 및 이용 조건과 비용 및 보안과 지원 범위를 명확하게 정의하고, 실제 혁신 과제에 적합한 방식으로 활용할 수 있도록 협력한다.

기술지원 파트너

기술지원 파트너는 개발한 혁신 모델과 AI 솔루션을 실제 고객 및 산업현장의 시스템과 업무 및 데이터 환경에 적합하게 구현하고 운영할 수 있도록 지원하는 역할을 수행할 수 있다.

시스템 통합과 구축 및 배포, 데이터 연계, 운영과 유지관리, 사용자 지원 및 기술적 문제 해결 등이 주요 협력 범위에 해당한다.

자문역

자문역은 산업과 과학기술, 수리과학과 경영 및 사업화와 법률 및 재무 등 전문적인 분야의 지식과 경험을 기반으로 공동 혁신 활동의 검토와 의사결정을 지원할 수 있다.

자문역의 역할은 실제 혁신 과제의 특성과 전문적인 검토 필요성에 따라 정의하며, 자문을 제공하는 범위와 최종 의사결정 및 실행 책임을 구분한다.

솔루션 개발·공급 파트너

솔루션 개발·공급 파트너는 검증된 미충족 수요를 기반으로 전문 Agent 및 Resource 와 산업 특화 제품 및 서비스를 개발하고 공급하는 역할을 수행할 수 있다.

Craftem Studio 및 Resource 공급 환경을 활용하거나 기존의 전문 소프트웨어와 AI 기술을 결합하여 실제 고객의 요구사항을 충족하는 솔루션을 구현할 수 있다.

솔루션의 개발과 검증 및 공급, 고객지원과 관련 지식재산권 및 경제적 가치의 배분에 관한 조건은 실제 협력 과제에 따라 정의한다.

파트너 유형	주요 역할
교육·컨설팅 파트너	AI 혁신 교육·컨설팅·혁신 과제 발굴 및 실행 지원
R&D 파트너	과학적 연구·수리과학·핵심 기술의 공동 연구개발
공급사 파트너	AI 모델·데이터·전문 소프트웨어·기술 및 자원 공급
기술지원 파트너	시스템 통합·구현·배포·운영 및 기술지원
자문역	산업·과학기술·경영·법률·재무·사업화 관련 전문 자문
솔루션 개발·공급 파트너	전문 Agent·Resource·산업 특화 솔루션 개발 및 공급

도표 13-6. SyenaHub 의 6 대 파트너 유형 및 주요 역할

각 파트너 유형은 상호 배타적인 분류가 아니다.

하나의 기업이나 연구기관 및 전문가가 보유한 전문성과 협력 범위에 따라 복수의 파트너 유형에 해당하는 활동을 수행할 수 있다.

13.7.3. 파트너의 참여 및 협력 관계 관리

파트너 프로그램의 지속 가능성을 확보하기 위해서는 파트너의 수를 확대하는 것뿐 아니라 실제 공동 혁신 과제에 기여할 수 있는 전문성과 협력 적합성을 확보하는 것이 중요하다.

파트너의 참여 과정에서는 해당 개인이나 조직이 보유한 전문지식과 기술 및 자원과 협력 가능 범위 및 참여 의지를 확인한다.

필요한 경우 관련 연구개발 및 사업 수행 경험, 전문적인 자격과 기술의 검증 수준, 실제 공동 혁신 활동을 수행할 수 있는 자원과 운영 역량 등을 검토할 수 있다.

파트너와의 협력 관계가 형성된 이후에는 관심 산업과 전문 분야 및 참여 가능한 혁신 활동과 역할을 관리하고 적절한 공동 혁신 과제의 추진 가능성을 탐색한다.

특정 혁신 프로젝트에 참여하는 경우에는 해당 프로젝트의 목적과 요구사항 및 역할과 책임을 별도로 정의한다.

또한 공동 혁신 활동에서 실제 확보한 성과와 협력 과정의 품질 및 개선 요구사항을 검토하여 지속적인 파트너십의 발전에 활용할 수 있다.

파트너의 자발적인 지식 교류와 전문적인 자문 및 계약에 기반한 유상 연구개발 및 사업 활동은 구분하여 관리한다.

SyenaHub 파트너 프로그램의 구체적인 등록과 검증 및 계약과 참여 조건, 협력 관계의 변경 및 종료와 관련한 사항은 별도의 운영 정책과 당사자 간 합의를 통해 정의한다.

13.8. SyenaHub 의 협력 방식 및 공동 혁신 모델

산업현장의 미충족 수요를 해결하기 위해 필요한 협력의 규모와 형태는 혁신 과제의 특성과 전문역량의 확보 수준 및 연구개발의 불확실성과 실제 사업화의 목적에 따라 달라질 수 있다.

SyenaHub 는 모든 공동 혁신 활동을 동일한 조직이나 계약 구조로 추진하기보다 과제의 목적에 적합한 협력 방식을 선택하고 필요에 따라 결합할 수 있는 구조를 지향한다.

13.8.1. 전문가 협력 및 프로젝트 기반 협업

전문가 협력 및 프로젝트 기반 협업은 특정한 산업 문제와 혁신 과제를 해결하기 위해 필요한 전문지식과 경험 및 기술을 보유한 전문가들이 공동으로 업무를 수행하는 협력 방식이다.

미충족 수요의 검증과 근본 원인 분석, 과학적 가설과 수리적 모델의 검토, 전문적인 해결 방안 설계 및 Human-AI Work Redesign, 기술의 적용 가능성 분석 등이 이러한 협력의 대상이 될 수 있다.

이 방식은 필요한 전문적 업무의 범위가 비교적 명확하거나 특정 분야의 전문역량을 외부 협력을 통해 확보해야 하는 경우에 활용할 수 있다.

예를 들어 건축설계사무소의 품질검토 업무를 재설계하는 과제에서는 건축설계 전문가와 BIM 소프트웨어 개발자 및 AI 엔지니어가 공동으로 업무 구조와 필요한 기술 및 검증 기준을 정의할 수 있다.

또한 기존 기술을 활용하여 산업현장의 미충족 수요를 해결할 수 있는지 평가하기 위해 관련 산업 전문가와 기술 및 사업화 전문가의 자문과 분석을 활용할 수 있다.

전문가 협력에서는 자발적인 지식 교류와 구체적인 업무 결과를 요구하는 전문 서비스 및 유상 프로젝트를 구분해야 한다.

실제 업무 수행에 필요한 역할과 책임 및 산출물과 이용 권리 및 보상에 관한 조건을 적절하게 정의함으로써 지속 가능한 협력 관계를 확보하도록 한다.

13.8.2. 산학연 공동 연구개발 및 컨소시엄

산학연 공동 연구개발은 기업과 대학 및 연구기관이 공동으로 과학적 연구와 기술개발 및 실증을 수행하여 복합적인 산업현장의 미충족 수요를 해결하는 협력 방식이다.

기존의 기술과 전문지식만으로 해결하기 어려운 문제를 해결하기 위해 새로운 과학적 연구와 수리적 방법 및 핵심 기술개발이 필요한 경우 이러한 협력 방식을 활용할 수 있다.

공동 연구개발에서는 최초의 미충족 수요와 연구개발 목적을 명확하게 정의하고 각 참여기관이 담당할 연구개발 범위와 필요한 자원 및 연구결과의 검증과 활용 조건을 정립해야 한다.

필요에 따라 주관기관과 공동 연구개발기관 및 실증 참여기관과 사업화 파트너 등으로 구성된 컨소시엄을 형성할 수 있다.

공동 연구개발 컨소시엄은 생태계 전체의 고정된 조직이 아니라 해당 혁신 과제의 연구개발 및 사업화 목적에 따라 구성한 협력 단위이다.

따라서 SyenaHub 자체를 모든 공동 연구개발의 계약 당사자나 연구 주관기관으로 일률적으로 설정하지 않는다.

실제 연구개발의 추진 주체와 계약 관계 및 자원의 부담과 권리의 귀속 및 의사결정 구조는 참여기관의 역량과 과제의 지원 조건 및 당사자 간 합의를 기반으로 정의한다.

13.8.3. 공동 솔루션 개발·공급 및 기술사업화

공동 솔루션 개발·공급 및 기술사업화는 다양한 전문성과 기술 및 공급 역량을 보유한 참여 주체가 공동으로 혁신 모델을 구현하고 실제 수요기업과 시장에 공급하는 협력 방식이다.

이러한 협력은 새로운 기술의 공동 연구개발을 통해 확보한 성과를 사업화하는 경우뿐 아니라 이미 검증된 기술과 전문지식을 결합하여 새로운 제품과 서비스 및 산업 특화 솔루션을 개발하는 경우에도 활용할 수 있다.

Craftem AI 혁신 OS 를 기반으로 전문 Agent 와 Tool, Skill 및 Workflow Resource 를 공동으로 개발하고 검증하여 공급하는 방식도 이러한 공동 사업화에 포함될 수 있다.

공동 솔루션의 개발과 공급을 추진하기 위해서는 먼저 실제 고객의 미충족 수요와 요구사항 및 적용 환경을 확인하고 참여 주체별 개발 범위와 기술 및 자원의 제공 조건을 정의한다.

이후 제품화와 실증 및 공급과 고객지원 및 운영에 관한 역할을 구성하고 지식재산권과 경제적 가치의 귀속 및 배분과 관련한 조건을 정립한다.

공동 사업화는 참여 주체가 개발한 기술과 전문성을 결합하여 단일 기업이나 전문가가 독립적으로 확보하기 어려운 새로운 사업 기회를 실현할 수 있도록 하는 협력 방식이다.

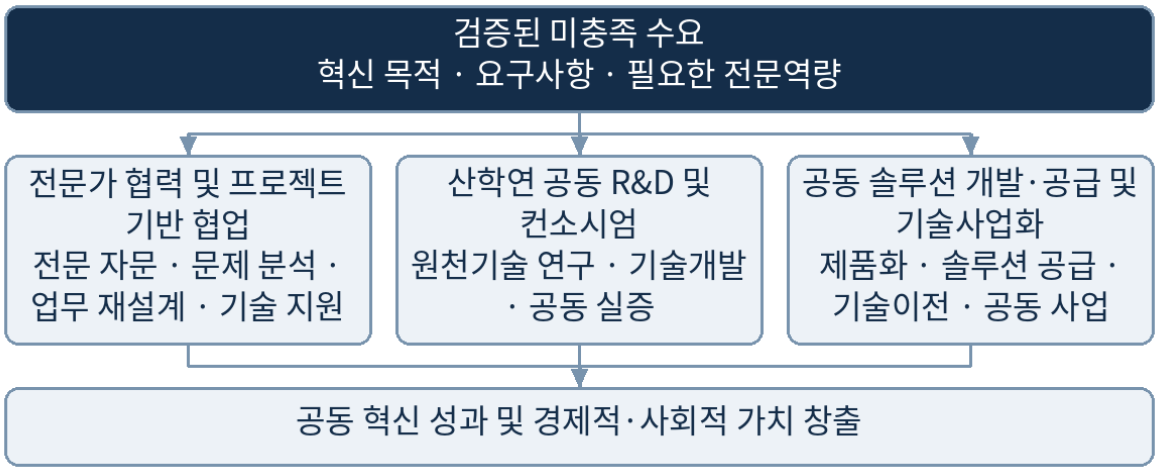


도표 13-7. SyenaHub 의 주요 공동 혁신 협력 방식

세 가지 협력 방식은 과제의 특성에 따라 선택하거나 결합할 수 있으며 순차적인 필수 절차를 의미하지 않는다.

이러한 협력 방식의 선정은 참여기관의 수나 공동 프로젝트의 규모를 확대하기 위한 것이 아니라 실제 미충족 수요를 해결하는 데 필요한 전문역량과 자원을 효율적으로 확보하기 위한 것이다.

기존 기술과 소규모 전문가 협력을 통해 해결할 수 있는 문제에 불필요하게 대규모 공동 연구개발 구조를 적용하지 않는다.

반대로 새로운 과학적 연구와 핵심 기술개발이 필요한 문제를 기존 솔루션의 단순한 공급 및 구축만으로 해결할 수 있다고 가정하지 않는다.

13.9. 수요 주도형 AI 혁신 공동 실행 프로세스

SyenaHub 는 산업현장의 미충족 수요에서 출발하여 공동 혁신 과제의 선정과 연구개발 및 실증, 상용화 및 기술사업화와 가치 확산으로 연결하는 공동 실행 체계를 지향한다.

기존에 정립한 SyenaHub 의 수요 주도형 기술사업화 5 단계 추진 체계를 기반으로 수요 주도형 AI 혁신 방법론의 일곱 단계와 연결하는 공동 실행 구조를 구성한다.

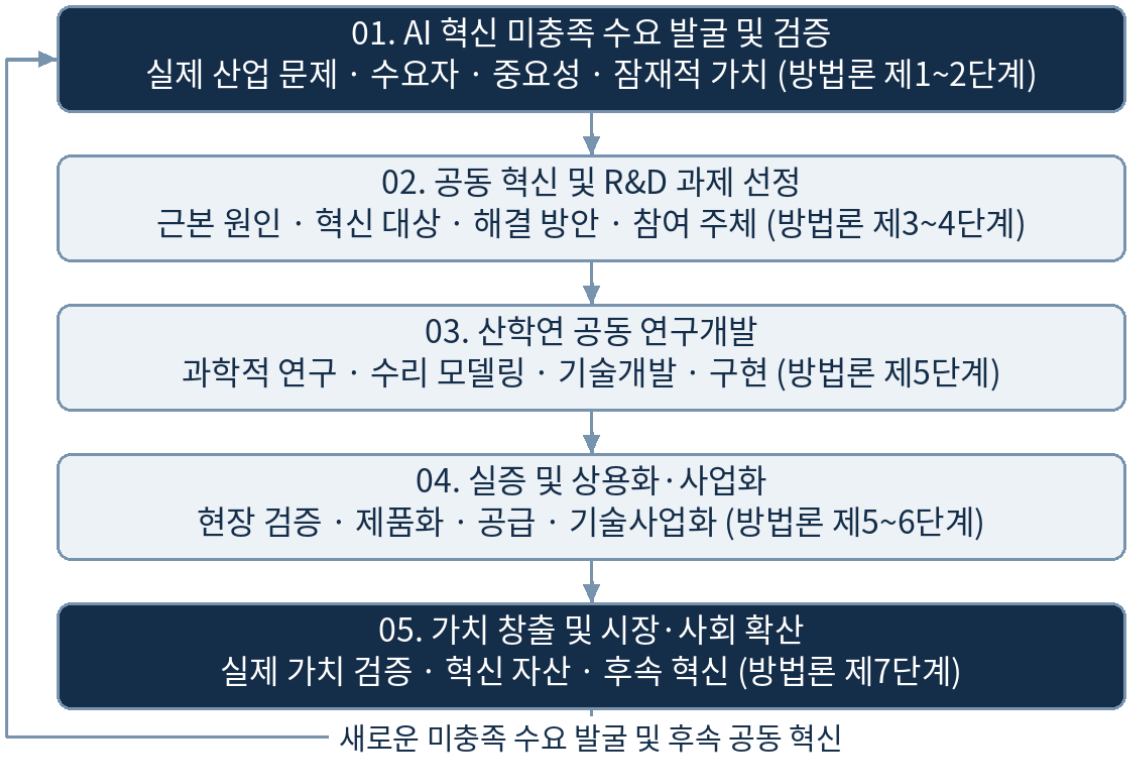


도표 13-8. SyenaHub 수요 주도형 AI 혁신 공동 실행 프로세스

13.9.1. 산업현장의 미충족 수요 발굴 및 검증

공동 혁신의 출발점은 산업현장의 실제 미충족 수요이다.

수요기업과 산업 전문가 및 연구자, 교육·컨설팅 파트너와 기술기업 등은 자신의 업무와 연구 및 산업현장의 경험을 기반으로 기존의 기술과 업무 수행 방식으로 충분히 해결하지 못한 문제를 발굴할 수 있다.

이러한 미충족 수요는 단순한 문제 제안이나 기술개발에 관한 아이디어와 구분하여 관리한다.

실제 문제의 발생 조건과 영향을 받는 수요자, 기존 해결 방안과 그 한계, 문제의 중요성 및 해결을 통해 창출할 수 있는 잠재적 가치에 관한 근거를 확보하고 수요의 실재성과 혁신 필요성을 검증한다.

이 과정에서 수요기업과 실제 사용자의 참여를 확보하는 것이 중요하다.

연구자와 기술기업이 예상하는 산업현장의 문제와 실제 수요자가 경험하는 미충족 수요 사이에 차이가 존재할 수 있기 때문이다.

또한 산업현장의 미충족 수요를 검증할 때에는 이미 개발된 기술이나 제품의 공급 가능성을 우선적인 판단 기준으로 설정하지 않는다.

먼저 실제 문제의 구조와 해결 필요성을 확인하고 해당 수요를 해결하기 위해 필요한 혁신의 방향을 검토한다.

미충족 수요의 구체적인 발굴과 검증은 제 5 장 및 제 6 장에서 정립한 방법론을 활용하며 필요에 따라 Craftem 의 단계별 전문 Agent 및 Resource 를 활용할 수 있다.

13.9.2. 공동 혁신 과제의 선정 및 협력팀 구성

검증된 미충족 수요를 공동 혁신 과제로 발전시키기 위해서는 해당 문제를 발생시키거나 지속시키는 근본 원인과 구조적 제약을 분석해야 한다.

이러한 분석을 통해 새로운 과학적 연구가 필요한지, 기존 기술의 한계를 해결하기 위한 핵심 기술개발이 필요한지, 기존 기술을 결합하고 Human-AI Work 를 재설계하는 방식으로 해결할 수 있는지 검토한다.

이후 적절한 해결 방안과 혁신 모델을 설계하고 이를 실현하기 위해 필요한 전문성과 기술 및 연구개발 자원과 실제 검증 조건을 정의한다.

공동 혁신 과제의 선정

모든 검증된 미충족 수요를 반드시 산학연 공동 연구개발 과제로 추진하는 것은 아니다.

기존 기술과 소프트웨어를 활용하고 업무 수행 구조를 재설계하여 문제를 충분히 해결할 수 있다면 필요한 전문가 협력 및 솔루션 구현과 실증을 중심으로 추진할 수 있다.

반면 현재의 과학적 지식과 기술만으로 해결하기 어려운 문제는 새로운 과학적 연구와 수리적 모델링 및 기술개발을 포함하는 공동 연구개발 과제로 구성할 필요가 있다.

공동 혁신 과제의 선정에서는 미충족 수요의 중요성과 실제 해결 가능성, 필요한 연구개발 및 자원의 범위, 경제적·사회적 가치 창출 가능성 및 참여 주체의 실행 역량 등을 종합적으로 검토한다.

필요한 전문역량의 정의

공동 혁신 과제의 참여 주체를 구성하기 이전에 해당 과제를 실현하기 위해 필요한 전문역량을 정의해야 한다.

과학적 연구와 수리과학적 분석, AI 모델 및 전문 소프트웨어 개발, 산업현장의 전문적 판단, 실제 실증 및 운영과 기술사업화 등 혁신 과제를 구성하는 주요 업무를 분석하고 필요한 역할을 식별한다.

이를 기반으로 적합한 전문가와 기업 및 대학과 연구기관의 참여 가능성을 검토한다.

특정 참여기관이나 전문가가 보유한 기술을 먼저 선정한 후 해당 기술에 맞추어 혁신 목표를 변경하는 방식은 지양한다.

공동 혁신 협력팀의 구성

공동 혁신 협력팀은 필요한 전문성을 보유한 참여 주체의 역할과 책임을 기반으로 구성한다.

과제의 특성에 따라 연구개발의 주관 및 참여기관, 혁신 아키텍트와 산업 전문가, 수요기업 및 실증 참여기관, 기술개발 및 사업화 파트너를 포함할 수 있다.

참여 주체가 확보해야 하는 성과와 필요한 연구개발 자원 및 일정과 검증 기준, 공동 연구개발 및 사업화에 관한 권리와 책임을 정의한다.

이러한 공동 혁신 과제의 설계와 선정은 제 7 장 및 제 8 장의 근본 원인 분석과 AI 기반 해결 방안 설계의 결과를 기반으로 추진한다.

13.9.3. 공동 연구개발·실증 및 사업화의 연계

공동 혁신 과제와 참여 주체가 구성되면 해당 혁신 모델을 실현하기 위해 필요한 연구개발과 구현 및 검증 활동을 수행한다.

공동 연구개발 과정에서는 과학적 연구와 수리과학적 분석 및 핵심 기술개발, 전문적인 AI 모델 및 소프트웨어와 Human-Agent Workflow 의 구현 등 각 참여 주체의 업무를 전체 혁신 목표와 연결한다.

이 과정에서 확보한 연구성과와 기술개발 결과는 관련 연구개발 요구사항과 검증 기준에 따라 평가한다.

실제 산업현장에 적용하기 위해서는 수요기업 및 실증 참여기관과 협력하여 기술적 성능뿐 아니라 실제 업무 및 운영 환경에 대한 적합성과 미충족 수요의 해결 수준을 검증해야 한다.

실증을 통해 확보한 결과를 기반으로 제품화와 서비스화 및 실제 운영 전환, 기술이전과 공동 사업화 및 시장 공급 등 적절한 사업화 경로를 결정한다.

연구개발과 실증 및 사업화 활동을 연계하더라도 각 단계의 완료 기준과 필요한 의사결정은 구분하여 관리한다.

기술적 실증의 성공을 근거로 모든 상용화와 사업화가 승인된 것으로 판단하지 않으며, 실제 고객의 도입과 지속적인 운영 및 경제적·사회적 가치의 실현 여부를 별도로 검증한다.

13.9.4. 가치 검증 및 새로운 공동 혁신의 발굴

공동 연구개발과 실증 및 사업화를 통해 확보한 실제 성과와 가치를 평가한다.

수요기업이 최초에 경험하던 미충족 수요가 실제로 어느 정도 해결되었는지 검토하고 기술개발 및 제품과 서비스의 성과 및 경제적·사회적 가치를 분석한다.

참여기관의 연구개발과 사업화 및 전문역량의 성장에 관한 편익을 해당 혁신 과제의 실제 성과 및 가치와 구분하여 평가한다.

또한 공동 혁신 과정에서 확보한 과학적 지식과 기술 및 전문 Agent 와 Resource 및 검증된 업무 수행 구조를 적절한 이용 조건에 따라 후속 혁신 활동에 활용한다.

실제 가치 검증 과정에서 발견한 새로운 문제와 구조적 제약은 후속 미충족 수요로 정의하고 새로운 공동 혁신 과제로 발전시킬 수 있다.

이러한 순환 구조를 통해 개별 공동 혁신의 성과가 생태계의 지속적인 혁신 역량 및 새로운 경제적·사회적 가치 창출로 이어질 수 있도록 한다.

SyenaHub 의 5 단계 공동 실행 체계와 수요 주도형 AI 혁신의 7 단계 실행 방법론은 서로 다른 관점에서 동일한 혁신 활동을 지원하는 체계이다.

7 단계 방법론은 실제 혁신 과제의 전문적인 실행과 검증 및 의사결정의 방법을 제공한다. SyenaHub 의 공동 실행 체계는 이러한 혁신 활동에 필요한 전문성과 참여 주체 및 자원을 확보하고 공동 연구개발과 실증 및 사업화 및 가치 확산을 추진하기 위한 생태계 차원의 협력 구조를 제공한다.

13.10. 다학제적 공동 연구개발 체계

복합적인 산업현장의 미충족 수요는 단일한 기술이나 전문분야의 접근만으로 해결하기 어려울 수 있다.

특히 새로운 과학적 지식과 핵심 기술 및 산업 특화 솔루션을 개발하기 위해서는 과학적 문제의 이해와 수리적 정식화 및 AI 와 공학적 기술의 구현, 실제 산업현장의 전문적 요구사항에 대한 검증이 필요하다.

SyenaHub 는 이러한 전문분야의 역량을 검증된 미충족 수요를 중심으로 결합하는 다학제적 공동 연구개발 체계를 지향한다.

13.10.1. 산업 문제의 과학적·기술적 연구 문제 전환

산업현장에서 경험하는 미충족 수요와 실제로 해결해야 하는 과학적 및 기술적 문제는 동일하지 않을 수 있다.

수요자는 기존 제품과 서비스 및 업무 수행 방식의 한계를 경험하고 새로운 해결 방안을 필요로 하지만 해당 문제를 발생시키는 과학적 원인과 기술적 제약 및 적절한 해결 원리를 충분히 이해하지 못할 수 있다.

따라서 공동 연구개발의 첫 번째 중요한 활동은 산업현장의 문제를 실제로 연구하고 해결할 수 있는 과학적·수리적·기술적 문제로 구체화하는 것이다.

이 과정에서는 최초 미충족 수요의 발생 조건과 영향 및 기존 해결 방안의 한계를 분석한다.

문제의 근본 원인이 과학적 지식의 부족에 있는지, 기존 기술의 성능과 기능적 한계에 있는지 또는 데이터와 업무 및 운영 체계와 경제적·제도적 조건에 있는지를 구분한다.

새로운 과학적 연구가 필요한 경우에는 관련 현상의 발생 원인과 기전 및 변수 사이의 관계를 이해하기 위한 연구 문제와 가설을 정의한다.

수리적 분석이 필요한 경우에는 실제 문제의 구조를 변수와 목적함수 및 제약조건과 검증 조건으로 표현할 수 있도록 정식화한다.

기술개발이 필요한 경우에는 새로운 기술의 기능 및 성능과 실제 적용 환경 및 인터페이스 및 검증에 관한 요구사항을 정의한다.

예를 들어 새로운 의료 진단 기술에 대한 미충족 수요는 특정 질병의 발생 및 진행에 관한 연구와 진단에 활용할 수 있는 분자 표적의 발굴 및 검증, 적절한 검출 기술의 개발 및 실제 의료 환경에서의 검증과 같은 서로 다른 연구개발 문제로 구체화할 수 있다.

이러한 문제의 구체화를 통해 산업현장의 미충족 수요와 공동 연구개발의 실제 목표 사이의 연결 관계를 확보한다.

13.10.2. 과학과 수리과학 및 AI 의 결합

과학과 수리과학 및 AI 는 다학제적 공동 연구개발에서 서로 다른 기능을 수행하면서 상호보완적으로 활용될 수 있다.

과학의 역할

과학은 실제 자연현상과 생물학적 현상 및 다양한 산업현상의 특성과 발생 원인 및 기전을 이해하고 새로운 지식을 확보하는 역할을 수행한다.

산업현장의 문제를 해결하기 위해 기존의 과학적 지식을 활용할 수 있으며, 기존 지식으로 충분히 설명할 수 없는 문제에 대해서는 새로운 연구 가설과 검증 방법을 설계할 수 있다.

과학적 연구의 결과는 새로운 기술의 개발과 해결 방안의 타당성을 검토하기 위한 중요한 근거가 된다.

수리과학의 역할

수리과학은 과학적 현상과 산업 문제를 정량적으로 분석하고 설명하거나 해결할 수 있는 구조로 전환하는 역할을 수행한다.

복합적인 문제를 수리적으로 정식화하는 과정에서는 문제의 핵심 변수와 상호관계 및 제약조건을 정의하고 필요한 분석 및 검증 방법을 설정한다.

수리과학적 모델링은 과학적 연구에서 제시한 가설의 정량적 검토와 예측 및 불확실성의 분석을 지원할 수 있으며, 최적화와 수치해석 및 시뮬레이션을 통해 새로운 해결 방안의 탐색과 평가에 활용할 수 있다.

또한 실제 기술개발 과정에서 AI 모델의 목적과 학습 및 평가 조건, 문제의 수리적 구조와 결과의 타당성을 분석하는 데 기여할 수 있다.

AI 및 공학의 역할

AI 는 다양한 지식과 연구데이터의 탐색 및 분석, 복합적인 패턴의 식별과 예측, 새로운 해결 방안과 설계 후보의 생성 및 연구개발 업무의 수행을 지원할 수 있다.

공학적 기술은 이러한 과학적 지식과 수리적 방법 및 AI 의 기능을 실제로 활용할 수 있는 기술과 소프트웨어 및 제품과 서비스의 형태로 구현한다.

AI 기반 예측과 생성 설계는 연구개발의 탐색 범위를 확대하고 인간의 창의적인 문제 해결을 지원할 수 있으나 생성한 결과가 실제 과학적 사실이나 검증된 기술적 성과를 의미하는 것은 아니다.

따라서 관련 과학적 연구와 수리적 분석 및 실험과 산업현장의 검증을 통해 결과의 타당성을 확인해야 한다.

이러한 과학과 수리과학 및 AI 의 결합은 반드시 과학적 연구 이후 수리적 모델링을 수행하고 다시 AI 기술을 구현하는 일방향의 과정으로 이루어지는 것은 아니다.

AI 를 활용하여 탐색한 새로운 연구 가능성이 과학적 가설의 설정으로 이어질 수 있으며, 수리적 분석과 실제 실험 결과가 AI 모델 및 기술의 개선에 활용될 수 있다.

이러한 상호작용을 통해 연구개발의 가설과 해결 방안 및 검증 구조를 지속적으로 개선할 수 있다.

13.10.3. 공동 연구개발의 역할 및 실행 구조

다학제적 공동 연구개발에서는 서로 다른 전문분야의 활동을 하나의 공동 혁신 목표와 연결할 수 있는 실행 구조가 필요하다.

수요기업과 혁신 아키텍트는 최초 미충족 수요와 공동 연구개발의 목적 및 혁신 목표 사이의 정합성을 관리하고 필요한 전문역량과 연구개발 요구사항을 정의한다.

과학자는 과학적 연구 문제와 가설 및 검증 방법을 정의하고 필요한 연구를 수행한다.

수리과학자는 문제의 수리적 정식화와 모델링 및 최적화와 불확실성 분석 및 검증 방법의 설계를 수행하거나 지원한다.

AI 연구자와 엔지니어는 필요한 AI 모델과 알고리즘 및 데이터 분석과 전문 소프트웨어 및 업무 실행 구조를 개발하고 검증한다.

산업 전문가는 공동 연구개발의 결과가 실제 산업현장의 요구사항과 업무 및 기술 환경에 적합한지를 검토한다.

사업화 전문가는 연구개발 과정에서 확보한 기술과 혁신 모델의 실제 제품화와 시장 및 고객의 요구사항, 기술사업화의 가능성 및 관련 조건을 검토할 수 있다.

이러한 참여 주체의 업무는 각각 독립적인 전문성을 유지하면서 전체 혁신 과제의 목표와 연구개발 요구사항 및 검증 증거를 통해 연결되어야 한다.

Craftem AI 혁신 OS 는 이러한 연구개발 활동을 Human-AI Work 로 정의하고 적합한 전문 Agent 및 Model, Data, Tool, Skill 및 Workflow Resource 를 활용하여 업무의 실행과 연구개발 결과의 관리 및 검증을 지원하는 플랫폼으로 활용할 수 있다.



도표 13-9. 과학·수리과학·AI 기반 다학제적 공동 연구개발 체계

공동 연구개발의 실행 과정에서 중요한 것은 모든 연구자에게 동일한 연구 방법이나 기술을 적용하는 것이 아니다.

각 전문분야에 적합한 연구개발 방법과 검증 기준을 유지하면서 연구성과와 기술개발 결과를 전체 혁신 과제의 목적 및 후속 연구개발 활동과 연결하는 데 있다.

13.10.4. 보건의료 분야의 통합 공동 연구개발 적용 예시

보건의료산업은 의료현장의 미충족 수요를 해결하기 위해 기초과학 및 임상의학과 수리과학 및 AI 기술, 의료기술 및 제약산업의 연구개발과 사업화 역량을 결합해야 할 수 있는 대표적인 분야이다.

본 절에서는 췌장암 조기 진단 및 피부 항노화 기능성 단백질 연구개발을 다학제적 공동 혁신의 적용 시나리오로 설명한다.

두 사례는 공동 연구개발 체계의 적용 가능성을 설명하기 위한 기획 모델이며 실제 과학적 유효성과 임상적 성과 및 기술사업화 실적이 확인된 운영 사례를 의미하지 않는다.

췌장암 조기 진단을 위한 통합 공동 연구개발

췌장암 조기 진단에 관한 의료현장의 미충족 수요를 해결하기 위해서는 새로운 AI 모델의 개발이나 진단 기술의 구현만으로 충분하지 않을 수 있다.

관련 질병의 생물학적 특성과 발생 및 진행에 관한 과학적 이해, 실제 진단에 활용할 수 있는 분자 표적의 발굴 및 검증과 적절한 검출 기술의 개발이 필요하다.

본 방법론에서는 이러한 연구개발을 다음 세 가지 연구 영역을 결합하는 통합 연구개발 과제로 구성할 수 있다.

첫 번째 연구 영역은 발암 인자 및 췌장암의 발생과 진행 기전에 관한 연구이다.

임상의와 기초의과학자 및 관련 연구자는 의료현장의 미충족 수요와 질병의 특성을 분석하고 기존의 과학적 지식과 연구데이터를 기반으로 새로운 연구 가설을 설정하며 이를 검증하는 연구를 수행할 수 있다.

두 번째 연구 영역은 조기 진단에 활용할 수 있는 분자 표적의 발굴 및 검증이다.

생물학적 연구와 관련 데이터의 분석 및 과학적·수리적 방법을 활용하여 실제 진단 목적에 적합한 표적 후보를 탐색하고 그 타당성을 평가하는 연구를 수행할 수 있다.

이때 질병의 발생에 인과적으로 기여하는 발암 인자와 질병을 검출하는 데 활용할 수 있는 진단 분자 표적은 서로 구분해야 한다. 진단에 유용한 표적이 반드시 질병의 발생 원인이어야 하는 것은 아니다.

세 번째 연구 영역은 발굴하고 검증한 분자 표적을 선택적으로 검출하기 위한 표적 결합 단백질 및 관련 진단 기술의 AI 기반 설계와 검증이다.

과학적 지식과 수리적 분석 및 AI 기반 설계 기술과 관련 전문 도구를 활용하여 새로운 후보 기술의 탐색과 평가를 지원할 수 있다.

수리과학자는 각 연구 영역에서 필요한 문제의 정식화와 데이터 분석, 후보의 평가 및 최적화와 불확실성 분석과 검증 구조의 설계에 기여할 수 있다.

이러한 연구 영역은 각각 독립적인 과학적 목적을 가지면서도 실제 조기 진단이라는 공통된 미충족 수요와 연결되어야 한다.

연구중심병원과 의과대학 및 대학의 기초과학과 수리과학 연구자, AI 기술기업과 진단 기술 및 제약기업 등의 협력을 통해 필요한 전문성과 연구개발 자원을 결합할 수 있다.

다만 새로운 진단 기술의 임상적 성능과 실제 환자에게 제공하는 편익 및 관련 인허가와 사업화 가능성은 각각 적절한 검증과 평가를 통해 확인해야 한다.

피부 항노화 기능성 단백질 설계 및 기술사업화

피부 항노화와 관련한 미충족 수요를 해결하기 위한 혁신 과제에서도 새로운 기능성 소재나 단백질을 설계하는 기술만을 독립적으로 개발하기보다 피부 노화의 과학적 기전과 관련 분자 표적 및 기능성 단백질의 연구개발과 실제 기술사업화를 연결하는 통합적 접근을 검토할 수 있다.

피부 노화의 생물학적 특성과 관련 기전을 연구하고 실제 혁신 목적에 적합한 분자 표적의 발굴 및 검증을 수행할 수 있다.

이러한 과학적 연구 결과를 기반으로 AI 와 수리과학적 방법을 활용한 기능성 단백질 후보의 설계 및 평가와 관련 연구개발을 추진할 수 있다.

이 과정에서 피부과학 및 분자생물학과 단백질 연구 및 수리과학과 AI 기술 및 관련 제품개발과 사업화 역량을 결합할 필요가 있다.

최종적인 기술 및 제품 개발에서는 해당 기능성 단백질과 관련 기술의 실제 성능과 안전성 및 제품화 가능성과 경제적 지속 가능성을 검증해야 한다.

또한 개발 대상의 실제 제품 분류와 관련 규제 및 검증 요구사항에 따라 적절한 연구개발과 기술사업화 경로를 설정한다.

두 사례는 기존의 AI 업무 수행 방식 개선에 한정되지 않고 과학적 연구와 핵심 기술개발 및 실제 기술사업화를 통합하는 수요 주도형 AI 혁신의 적용 범위를 보여준다.

13.11. 공동 실증 및 산업현장 적용 체계

공동 연구개발을 통해 확보한 과학적 지식과 핵심 기술 및 혁신 모델은 실제 산업현장의 문제를 해결하는 데 적합한지를 검증해야 한다.

공동 실증은 기술적인 기능과 성능을 확인하는 활동에 그치지 않고 실제 수요자의 업무와 기술 및 운영 환경에 대한 적합성과 미충족 수요의 해결 가능성을 평가하는 공동 혁신 활동이다.

SyenaHub 는 수요기업과 연구개발 및 기술기업과 산업 전문가 및 실증 참여기관의 협력을 통해 이러한 검증 활동을 추진할 수 있는 구조를 지향한다.

13.11.1. 수요기업 중심의 실증 환경 확보

실제 산업현장의 미충족 수요를 해결하기 위한 혁신 모델은 가능한 범위에서 해당 수요가 발생하는 환경과 유사한 조건 또는 실제 산업현장에서 검증해야 한다.

이를 위해 수요기업은 업무와 데이터 및 기존 소프트웨어와 기술 환경과 사용자 및 운영 조건 등 실증에 필요한 자원과 전문성을 제공할 수 있다.

연구기관과 기술기업은 검증할 기술과 혁신 모델의 기능 및 성능에 관한 정보를 제공하고 필요한 기술적 시험과 현장 적용을 지원할 수 있다.

실증을 수행하기 이전에는 다음과 같은 사항을 명확하게 정의해야 한다.

- 실증의 목적과 적용 대상 및 범위
- 기존 성과의 기준선과 혁신 목표
- 기술적·업무적 성능 및 품질 검증 기준
- 실제 적용 환경과 필요한 데이터 및 시스템
- 참여 주체별 역할과 검증 책임
- 정보보호와 안전 및 관련 법적·제도적 조건
- 실증 결과의 활용 및 후속 사업화 조건

실증에 참여하는 수요기업과 연구기관 및 기술기업은 각자의 책임과 권한을 확인하고 실제 데이터와 기술의 이용 조건 및 검증 결과의 활용 범위에 합의해야 한다.

특히 수요기업이 실증 환경을 제공하였다는 사실만으로 해당 기술이나 제품을 반드시 구매하거나 실제 상용 운영에 적용해야 하는 의무가 발생하는 것은 아니다.

실증과 상용 운영 및 구매에 관한 조건은 각각 구분하여 정의한다.

13.11.2. 공동 실증 및 검증 책임 체계

공동 실증의 신뢰성을 확보하기 위해서는 기술개발의 책임과 실증 환경의 제공 및 실제 검증의 책임을 적절하게 구분해야 한다.

기술개발 주체는 개발한 기술과 혁신 모델의 기능 및 성능과 관련 검증 자료를 제공하고 실증 과정에서 발생하는 기술적 문제의 해결을 지원한다.

수요기업과 실증 참여기관은 실제 사용 환경과 업무 및 기술적 조건을 제공하고 현장 적용과 관련한 요구사항 및 성과 데이터를 확보할 수 있도록 협력한다.

산업 전문가와 검증 책임자는 사전에 정의한 검증 기준을 기반으로 개발한 혁신 모델의 실제 성능과 업무 및 운영 적합성과 품질 및 안전조건 등을 평가한다.

실증 결과의 신뢰성에 영향을 미칠 수 있는 이해상충과 평가 조건의 차이 및 데이터의 부족 등을 고려하고 중요한 평가에서는 필요한 독립적인 검토를 확보하도록 한다.

공동 실증의 완료 여부는 제 9 장에서 정립한 연구개발 및 실증의 검증 기준과 Gate 5 의 의사결정 구조를 활용하여 판단할 수 있다.

다만 산업별 실증의 요구사항은 서로 다를 수 있다.

보건의료 분야의 임상적 검증과 의료기술의 안전성 및 연구윤리와 관련 인허가에 필요한 조건은 일반적인 업무 소프트웨어의 현장 실증과 구분해야 한다.

산업 설비와 물리적 시스템의 제어를 포함하는 기술도 실제 안전관리와 독립적인 제어 및 검증 구조를 확보해야 한다.

13.11.3. 실증 성과의 상용 운영 전환

공동 실증을 통해 기술과 혁신 모델의 타당성을 확인한 이후에는 해당 결과를 실제로 지속적인 운영 및 사업화로 전환하기 위한 조건을 확보해야 한다.

상용 운영으로의 전환에서는 기존 업무 및 산업 시스템과의 통합, 실제 사용자와 운영 조직의 준비, 데이터의 접근 및 보호 조건, 기술의 배포 및 유지관리, 실제 실행 비용과 공급 역량 등을 검토한다.

특히 Human-AI Work 의 실행을 지원하는 기술과 전문 Agent 및 Resource 의 경우에는 실증 환경과 실제 운영 환경 사이의 데이터와 사용자 및 업무 조건의 차이를 고려해야 한다.

공동 실증에서 확보한 검증된 기술 및 Resource 를 실제 운영에 적용할 수 있도록 필요한 변경과 회귀시험 및 승인과 기술지원의 범위를 정의한다.

SyenaHub 는 이러한 상용 운영 전환에 필요한 수요기업과 기술기업 및 기술지원 파트너와 사업화 전문가의 협력을 지원하는 역할을 수행할 수 있다.

실증의 완료는 기술적 및 현장 적용의 타당성에 관한 증거를 확보한 것을 의미하며, 실제 상용 운영의 준비가 완료되었는지와 지속적인 경제적·사회적 가치가 창출되는지는 별도로 평가해야 한다.

13.12. 수요 주도형 AI 혁신 기술사업화 체계

공동 연구개발 및 실증을 통해 확보한 과학적 지식과 핵심 기술 및 혁신 모델은 새로운 경제적·사회적 가치를 창출할 수 있는 잠재적인 기반이다.

이러한 성과를 실제 산업현장의 문제 해결과 제품 및 서비스의 공급, 기술이전 및 사업 성과로 연결하기 위해서는 연구개발과 사업화를 통합적으로 고려하는 기술사업화 체계가 필요하다.

SyenaHub 는 수요 주도형 AI 혁신 방법론을 기반으로 산업현장의 검증된 미충족 수요와 공동 연구개발 및 실증 및 기술사업화 활동을 연결하는 구조를 지향한다.

13.12.1. 수요 주도형 AI 혁신 기술사업화의 정의 및 원칙

SyenaHub 수요 주도형 AI 혁신 기술사업화(Demand-Driven AI Innovation Commercialization)란 개인과 조직 및 산업현장의 검증된 미충족 수요를 기반으로 필요한 과학적 연구와 핵심 기술개발을 공동으로 수행하고, 그 결과를 실증·제품화·상용화 및 시장 확산으로 연결하여 새로운 경제적·사회적 가치를 창출하는 기술사업화 체계이다.

수요 주도형 기술사업화의 기본 원칙은 기술을 먼저 개발하고 해당 기술을 활용할 수 있는 수요를 탐색하는 것이 아니라 검증된 미충족 수요를 기반으로 문제 해결에 필요한 기술을 개발하고 사업화하는 것이다.

다만 이미 확보한 과학적 지식과 기술 및 연구개발 성과를 활용하는 방식도 배제하지 않는다.

기존 기술이 검증된 미충족 수요의 근본 원인과 구조적 제약을 해결하는 데 적합하다면 해당 기술을 활용하고 필요한 추가 연구개발과 검증을 수행할 수 있다.

수요 주도형 기술사업화에서는 실제 시장과 고객의 문제 및 사용 환경과 필요한 기능과 성능 및 경제적 조건을 연구개발 과정에 반영한다.

과학적 연구와 기술개발의 초기 단계부터 기술의 실제 활용 목적과 적용 범위 및 검증 요구사항을 고려함으로써 연구성과와 기술사업화 사이의 연결을 강화하고자 한다.

그러나 모든 과학적 연구의 목적을 단기적인 사업화 및 수익 창출로 제한하지 않는다.

새로운 과학적 지식의 확보와 원천기술 연구는 장기적인 가치 창출에 중요한 역할을 수행할 수 있으며 과제의 특성과 연구개발 목적에 적합한 평가 및 지원 구조를 적용해야 한다.

13.12.2. 공동 기술사업화의 주요 경로

공동 연구개발을 통해 확보한 혁신 성과를 실제 가치로 전환하는 방법은 과제의 특성과 기술적 성숙도 및 수요자의 요구사항과 관련 권리 및 공급 역량에 따라 달라질 수 있다.

제 10 장에서 정립한 상용화 및 사업화의 주요 경로를 기반으로 SyenaHub 의 공동 기술사업화에서는 다음과 같은 방식을 활용할 수 있다.

수요기업 내부 적용

공동으로 개발하고 검증한 기술과 혁신 모델을 실제 수요기업의 업무와 연구개발 및 생산과 운영 환경에 적용하는 방식이다.

이러한 방식은 새로운 기술이나 솔루션을 외부에 직접 판매하는 것이 아니라 해당 수요기업의 업무 및 기술과 운영을 혁신하여 비용 절감과 품질 향상 및 경쟁력 강화와 새로운 사업 기회의 실현 등 경제적 가치를 창출하는 데 중점을 둔다.

수요기업과 기술개발 및 기술지원 파트너는 실제 업무 환경에 적합한 구현과 운영 및 성과 검증을 위해 협력할 수 있다.

제품 및 서비스 공급

공동 연구개발을 통해 확보한 기술과 혁신 모델을 여러 고객이 활용할 수 있는 제품과 서비스 및 산업 특화 솔루션으로 개발하고 공급하는 방식이다.

검증된 Craftem Agent 와 Resource 및 Human-Agent Workflow 를 활용한 전문적인 업무 및 연구개발 지원 솔루션도 이러한 공급 방식에 포함할 수 있다.

특정 고객의 요구사항에 특화된 기능과 여러 고객이 공통적으로 활용할 수 있는 기능을 구분하여 반복적인 공급과 운영이 가능한 제품 및 서비스의 구조를 확보해야 한다.

기술이전 및 라이선싱

연구기관과 기술기업이 공동 연구개발을 통해 확보한 핵심 기술이나 지식재산권을 실제 제품 및 서비스의 개발과 공급 역량을 보유한 기업에 이전하거나 적절한 이용 권리를 제공하는 방식이다.

연구기관이 모든 제품개발 및 시장 공급과 운영 기능을 독립적으로 확보하지 않더라도 사업화 역량을 가진 기업과 협력하여 기술의 경제적·사회적 가치 실현을 추진할 수 있다.

기술이전 및 라이선싱의 구체적인 범위와 조건 및 관련 권리와 수익은 실제 기술의 특성과 검증 수준 및 당사자 간 합의에 따라 정의한다.

공동 사업화 및 신규 사업

여러 참여 주체가 각자의 기술과 전문성 및 자원을 결합하여 새로운 제품과 서비스 및 사업을 공동으로 추진하는 방식이다.

필요한 경우 별도의 공동 사업 계약이나 새로운 사업 주체를 구성하고 기술개발과 제품화 및 시장 공급과 운영에 관한 역할 및 투자와 경제적 가치의 배분 및 책임 구조를 정의할 수 있다.

공동 연구개발에 참여한 모든 기관이 반드시 동일한 방식으로 공동 사업화에 참여해야 하는 것은 아니며 실제 사업화의 목적과 필요한 역량 및 참여 조건을 고려한다.

공공 및 사회적 적용

공동 연구개발을 통해 확보한 기술과 혁신 모델을 공공서비스 및 사회적 문제 해결에 활용하는 방식이다.

공공 및 사회혁신의 목적은 직접적인 영리사업의 수익 창출뿐 아니라 인간의 삶의 질과 사회적 편익 및 서비스의 접근성과 지속 가능성을 향상하는 데 있을 수 있다.

이러한 적용 방식에서도 실제 운영에 필요한 재원과 전문역량 및 공급과 유지관리 구조를 확보하고 사회적 가치와 경제적 지속 가능성을 적절하게 검증해야 한다.

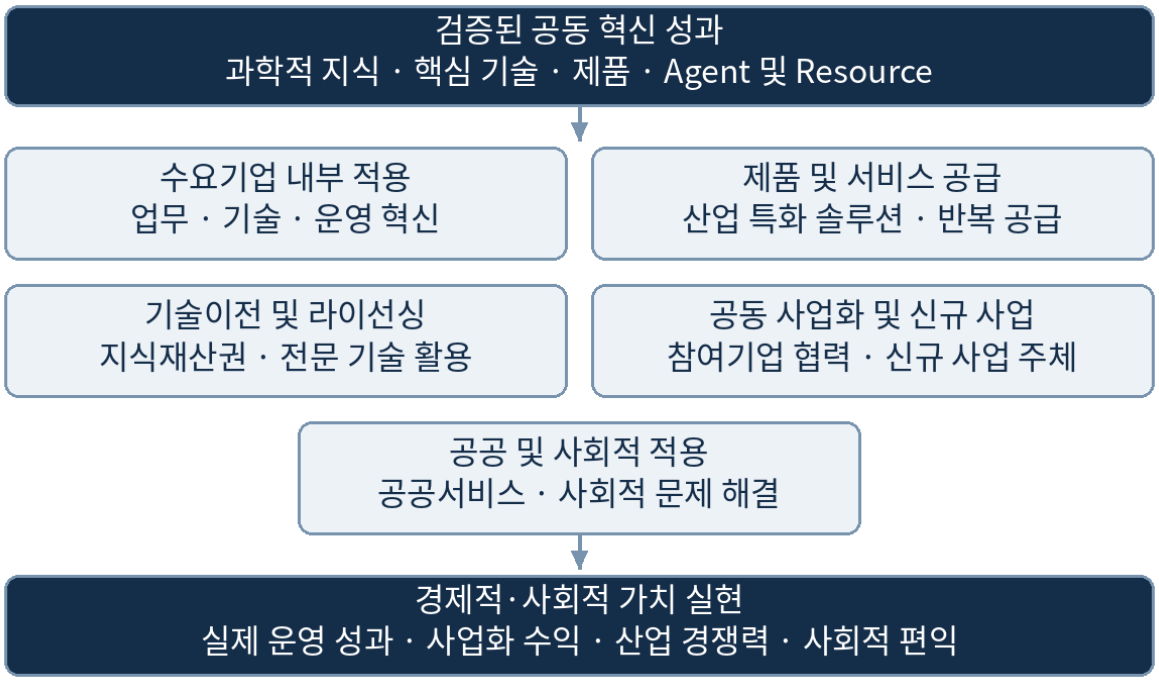


도표 13-10. SyenaHub 기반 공동 기술사업화의 주요 경로

이러한 사업화 및 가치 실현 경로는 서로 상호 배타적이지 않다.

특정 수요기업의 내부 혁신을 위해 개발한 기술을 충분한 검증과 권리의 확인을 거쳐 외부 고객에게 공급하거나 기술이전 및 공동 사업화의 대상으로 활용할 수 있다.

13.12.3. 기술사업화의 지속 가능성 및 시장 확산

공동 기술사업화의 지속 가능성을 확보하기 위해서는 개별 혁신 프로젝트에서 확보한 성과를 실제 수요와 적용 조건에 적합한 방식으로 반복적으로 활용하고 공급할 수 있어야 한다.

특정 고객의 미충족 수요를 해결하기 위해 개발한 기술과 업무 수행 구조에는 해당 고객의 특수한 요구사항과 산업 전체에서 공통적으로 활용할 수 있는 기능이 함께 포함될 수 있다.

이러한 요소를 분석하여 재사용 가능한 공통 기술과 전문지식 및 Agent 와 Resource 를 자산화하고 다른 고객 및 산업에 적용할 수 있는 가능성을 검토한다.

다만 기존 혁신 모델이 특정 고객의 환경에서 검증되었다고 해서 다른 고객의 데이터 및 기술적 환경과 업무 요구사항에서도 동일한 성능과 가치를 실현할 수 있다는 의미는 아니다.

새로운 수요기업에 적용하는 경우에는 실제 요구사항과 적용 조건 및 필요한 추가 검증과 운영 비용을 고려해야 한다.

또한 기술의 공급 및 유지관리와 고객지원, Resource 의 지속적인 개선과 버전관리 등에 필요한 전문역량 및 재원을 확보할 필요가 있다.

공동 기술사업화의 성공 여부는 개발한 기술과 제품의 수 또는 체결한 협력 관계의 수만으로 평가하지 않는다.

실제 산업현장의 미충족 수요 해결과 고객의 지속적인 활용, 경제적·사회적 가치 창출 및 사업화의 지속 가능성을 중심으로 평가한다.

13.13. 공동 혁신의 가치 창출 및 귀속·배분 체계

공동 혁신은 다양한 전문성과 기술 및 자원을 보유한 참여 주체가 협력하여 새로운 가치를 창출하는 활동이다.

이러한 공동 혁신을 지속적으로 추진하기 위해서는 각 참여 주체가 제공한 기여와 실제 창출한 가치 및 관련 지식재산권과 사업화 권리의 관계를 명확하게 정의할 필요가 있다.

가치 창출과 가치의 귀속 및 경제적 가치의 배분은 서로 밀접한 관계를 갖지만 동일한 개념은 아니다.

13.13.1. 공동 가치 창출 및 참여 주체별 기여

공동 혁신의 성과는 특정 기술의 개발이나 제품의 판매에만 의존하지 않는다.

최초의 산업현장 미충족 수요를 발굴하고 검증하는 활동, 과학적 지식과 수리과학적 분석 방법의 제공, 핵심 기술 및 소프트웨어의 개발, 현장 데이터 및 실증 환경의 제공과 사업화 및 공급 역량 등이 복합적으로 가치 창출에 기여할 수 있다.

따라서 참여 주체의 기여를 평가할 때에는 직접적인 연구개발비의 부담과 기술의 개발뿐 아니라 전문적인 지식과 연구개발 자원 및 실제 적용 환경과 사업화의 기여 등을 함께 고려할 수 있다.

지식 및 전문역량의 기여는 과학적 지식과 수리적 분석 방법, 산업 전문지식과 연구개발 및 혁신 모델의 설계 등을 포함한다.

기술적 기여는 AI 모델과 알고리즘, 핵심 기술과 전문 소프트웨어 및 Agent 와 Resource 의 개발과 검증을 포함할 수 있다.

연구개발 자원의 기여는 연구비와 전문인력, 데이터와 연구시설 및 컴퓨팅 자원의 제공 등을 포함할 수 있다.

실증 및 운영의 기여는 실제 산업현장의 적용 환경과 전문적인 검토 및 사용자 참여와 성과 검증 및 운영 지원 등을 포함한다.

사업화의 기여는 고객 확보와 제품화 및 시장 진입과 판매 및 공급, 지속적인 기술지원 및 운영에 관한 책임과 자원의 제공 등을 포함할 수 있다.

이러한 기여는 혁신 과제의 특성과 실제 성과 및 권리 구조에 따라 서로 다른 의미와 중요성을 가질 수 있다.

다만 참여 주체의 기여도를 분석한 결과가 해당 주체의 지식재산권이나 사업화 권리 및 경제적 수익 배분율을 자동으로 결정하는 것은 아니다.

기여의 평가와 권리의 귀속 및 경제적 가치의 배분은 관련 당사자의 사전 합의 및 계약과 실제 적용되는 법적·제도적 조건에 따라 관리해야 한다.

13.13.2. 지식재산권 및 사업화 권리의 귀속

공동 연구개발을 수행하는 경우 참여기관이 기존에 보유한 기술과 연구개발 결과 및 데이터와 공동으로 새롭게 창출한 지식과 기술을 구분하여 관리해야 한다.

기존 지식재산권(Background IP)은 해당 공동 연구개발 이전에 참여기관이 보유하고 있거나 별도로 확보한 지식재산권을 의미한다.

공동 연구개발을 통해 새롭게 창출한 지식재산권(Foreground IP)은 해당 연구개발의 수행 과정에서 새롭게 발생한 기술 및 연구성과와 관련된 지식재산권을 의미한다.

이러한 구분은 공동 연구개발 과정에서 활용한 기존 기술의 권리와 새롭게 확보한 연구성과 및 기술의 권리를 명확하게 관리하기 위한 것이다.

공동 연구개발에 참여하기 위해 기존에 보유한 기술과 데이터를 제공하였다고 해서 해당 자산의 모든 권리가 다른 참여기관에게 자동으로 이전되는 것은 아니다.

또한 공동 연구개발 과정에서 새롭게 확보한 기술과 연구성과가 모든 참여기관의 공동 소유가 되거나 각 참여기관에 동일한 사업화 권리를 부여하는 것도 아니다.

공동 연구개발 성과의 권리 관리

공동 연구개발에서는 기존 기술과 연구데이터의 이용 범위 및 신규 연구성과와 기술의 권리 귀속 및 보호 방법을 명확하게 정의해야 한다.

특히 과학적 연구 결과의 공개와 논문 발표, 특허 등의 지식재산권 확보와 기술이전 및 실제 사업화의 목적이 서로 충돌할 수 있으므로 필요한 조건과 절차를 사전에 검토할 필요가 있다.

공동 연구개발에 활용한 소프트웨어와 AI 모델 및 데이터의 권리와 라이선스, 외부 기술 및 제 3 자의 지식재산권도 함께 고려해야 한다.

사업화 및 후속 혁신에 관한 권리

연구개발 결과를 실제 제품 및 서비스의 개발과 공급에 활용하는 권리, 기술이전 및 라이선싱의 권리, 후속 연구개발과 기술의 개선 및 파생 결과물의 활용 권리는 각각 구분하여 정의해야 한다.

공동 개발한 Agent 와 Resource 를 특정 참여기관 내부에서 활용하는 것과 외부 고객에게 공급하거나 다른 산업 및 혁신 프로젝트에 재사용하는 것은 서로 다른 이용 범위를 의미할 수 있다.

따라서 공동 혁신 과제의 협력 조건에는 기존 지식재산권의 사용과 신규 연구개발 성과의 권리 귀속, 데이터의 이용 및 공유와 사업화 및 후속 연구개발과 기술 개선에 관한 권리를 포함하여 검토한다.

구체적인 권리의 귀속과 보호 및 이용에 관한 조건은 해당 과제의 계약과 연구개발 지원 조건 및 적용되는 법적 요구사항에 따라 결정한다.

13.13.3. 경제적 가치의 배분 및 사회적 가치 평가

공동 기술사업화에서는 제품 및 서비스의 판매 수익, 기술이전 및 라이선스 수입, 전문 Agent 및 Resource 의 공급에 따른 수익, 공동 사업의 성과 등 다양한 경제적 가치가 발생할 수 있다.

이러한 경제적 가치를 참여 주체별로 배분하기 위해서는 실제 매출과 비용 및 이익의 범위를 명확하게 정의해야 한다.

전체 매출을 기준으로 배분하는 방식과 관련 비용을 차감한 순수익을 기준으로 배분하는 방식은 서로 다른 경제적 결과를 가져올 수 있다.

또한 초기 연구개발비와 기술개발 및 공급 비용, 실제 영업과 운영 및 유지관리 비용을 어떤 주체가 부담하는지에 따라 참여기관의 경제적 성과가 달라질 수 있다.

경제적 가치의 배분은 참여 주체의 연구개발 기여와 지식재산권 및 기술의 제공 조건, 고객 확보와 공급 및 기술지원의 책임과 투자 및 비용의 부담 등을 고려하여 관련 당사자의 합의와 계약에 따라 결정한다.

모든 공동 혁신 과제에 동일한 수익 배분율을 적용하지 않는다.

공동 가치의 평가 관점

수요기업이 확보한 비용 절감과 생산성 향상 및 사업 성과, 기술 공급기업의 매출과 수익, 연구기관의 기술이전 수익과 연구성과 및 사회 전체의 편익은 서로 다른 평가 관점에 해당한다.

예를 들어 수요기업이 기술 공급기업에 지급한 솔루션 이용료는 수요기업의 비용이면서 공급기업의 매출에 해당할 수 있다.

따라서 생태계 전체의 경제적 가치를 평가하는 경우 이러한 참여기관 사이의 거래를 실제 사회적 자원 절감 및 새로운 경제적 편익과 구분하여 중복 산정을 방지해야 한다.

사회적 가치의 평가에서는 인간의 역량 강화와 삶의 질, 서비스 접근성 및 사회적 문제 해결과 같은 실제 수혜자의 변화와 장기적인 편익을 검토한다.

이러한 사회적 가치는 개별 참여기관의 수익 배분과 동일한 방식으로 평가할 수 없으며 실제 수혜자와 사회 전체의 관점에서 적절한 방법을 활용하여 별도로 검증해야 한다.

공동 창출 가치의 평가는 제 11 장에서 정립한 실제 가치 검증 및 인과적 기여 평가와 편익의 중복 산정 방지 원칙을 적용한다.

13.14. SyenaHub 의 지속 가능한 생태계 운영 및 경제적 구조

개방형 협력 생태계가 지속적으로 공동 혁신을 추진하기 위해서는 참여 주체의 자발적인 참여 의지와 전문성뿐 아니라 실제 공동 연구개발 및 운영에 필요한 자원과 경제적 지속 가능성을 확보해야 한다.

SyenaHub 의 운영 구조는 전문가와 기업의 교류 및 공동체 활동과 함께 공동 혁신 프로젝트의 수행과 연구개발 및 기술사업화와 전문적인 서비스 공급 및 인재 성장 활동을 지원할 수 있도록 구성할 필요가 있다.

지속 가능한 생태계의 운영 조건

혁신 생태계의 지속 가능성은 참여자의 수와 협력 관계의 규모에 의해서만 결정되지 않는다.

실제 미충족 수요를 해결할 수 있는 공동 혁신 기회가 지속적으로 발생하고, 참여 주체가 자신의 전문성과 자원을 활용하여 의미 있는 가치를 확보할 수 있으며, 공동 혁신의 실행과 운영에 필요한 비용 및 책임을 관리할 수 있어야 한다.

참여자가 지속적으로 협력할 수 있는 구조를 확보하기 위해서는 각 참여 주체가 기대하는 가치와 실제 기여 및 공동 혁신에 필요한 조건 사이의 균형을 유지해야 한다.

수요기업은 실제 문제의 해결과 경쟁력 강화를 기대할 수 있으며, 연구기관은 과학적 연구성과와 새로운 연구개발 및 기술사업화 기회를 확보할 수 있다.

기술기업과 개발자는 전문기술과 Resource 의 개발 및 공급과 새로운 사업 기회를 확보할 수 있으며, 산업 전문가와 자문 전문가는 자신의 전문성을 활용하여 공동 혁신에 기여하고 새로운 전문역량을 확보할 수 있다.

또한 학생과 성장 단계의 인재는 실제 산업현장의 문제와 연구개발 및 혁신 활동을 경험하고 자신의 전문성과 경력 성장 가능성을 발전시킬 수 있다.

이러한 참여 동기는 서로 다를 수 있으므로 모든 참여 주체에게 동일한 경제적 목적이나 협력 방식 및 성과 기준을 적용하지 않는다.

공동 혁신 과제의 재원 확보

공동 혁신 과제의 실행에는 연구개발 인력과 전문기술 및 데이터와 연구시설, AI Resource 와 소프트웨어 및 실증과 사업화에 필요한 자원이 투입될 수 있다.

이러한 자원을 확보하기 위해서는 과제의 목적과 연구개발 단계 및 실제 사업화의 가능성을 고려하여 적절한 재원 확보 방법을 검토해야 한다.

수요기업이 실제 산업현장의 문제 해결을 위해 연구개발과 솔루션 구축 및 실증에 필요한 비용을 부담하는 방식은 수요 주도형 공동 혁신의 주요 재원 확보 방식이 될 수 있다.

대학과 연구기관 및 기술기업이 각자의 연구개발 자원과 전문인력 및 연구시설을 제공하거나 공동 연구개발비를 부담하는 방식도 활용할 수 있다.

과학적 연구와 핵심 기술개발 및 산업적·사회적 문제 해결을 목적으로 하는 과제에서는 정부와 공공기관의 연구개발 지원사업 및 관련 산업 지원 프로그램을 검토할 수 있다.

기술사업화의 가능성이 확보된 과제에서는 민간 투자와 공동 사업화 및 제품과 서비스의 공급 수익을 활용하여 후속 연구개발과 시장 확산을 추진할 수 있다.

사회적 가치 창출과 전문인재 성장 및 교육과 멘토링을 목적으로 하는 활동에서는 기업과 기관 및 개인의 후원을 활용하는 방식도 검토할 수 있다.

다만 이러한 재원은 실제로 확보가 확정되었음을 의미하지 않으며 해당 과제의 지원 조건과 참여 주체의 합의 및 필요한 심사와 의사결정에 따라 확보 여부가 결정된다.

생태계 참여자의 경제적 참여 동기

SyenaHub 의 개방형 협력은 참여자가 반드시 자신의 모든 전문지식과 기술 및 업무 수행 능력을 무상으로 제공해야 한다는 의미가 아니다.

자발적인 지식 교류와 멘토링 및 공동체 활동은 참여자의 의사와 해당 활동의 목적에 따라 수행할 수 있다.

반면 구체적인 연구개발 업무와 소프트웨어 개발 및 전문 컨설팅과 기술지원 및 제품과 서비스의 공급을 수행하는 경우에는 필요한 업무의 범위와 책임 및 경제적 대가를 관련 당사자 사이의 계약과 합의를 기반으로 정의할 수 있다.

이러한 구분을 통해 자발적인 참여와 전문적인 업무에 대한 적절한 보상 및 지속 가능한 경제적 협력 구조가 서로 충돌하지 않도록 해야 한다.

지속 가능한 운영 및 사업 모델

SyenaHub 생태계 내에서는 다양한 유형의 공동 혁신 및 사업 활동이 이루어질 수 있다.

AI 혁신에 관한 교육 및 컨설팅은 기업과 개인이 수요 주도형 AI 혁신 방법론을 이해하고 실제 미충족 수요를 발굴하며 혁신 과제를 설계하고 실행할 수 있도록 지원하는 활동이다.

공동 연구개발과 혁신 프로젝트는 검증된 미충족 수요를 해결하기 위해 필요한 과학적 연구와 기술개발 및 실증을 수행하는 활동이다.

전문 Agent 와 Resource 의 개발 및 공급은 산업 전문가와 기술기업 및 개발자가 보유한 전문성과 기술을 실제 업무에서 재사용할 수 있는 구조로 구현하고 공급하는 활동이다.

산업 특화 솔루션의 구축과 기술지원은 검증된 혁신 모델을 실제 고객의 업무 및 기술 환경에 적합하게 구현하고 지속적으로 운영할 수 있도록 지원하는 활동이다.

기술이전 및 라이선싱과 공동 제품 및 서비스 사업화는 공동 연구개발과 혁신 활동을 통해 확보한 기술 및 지식재산권을 경제적 가치로 전환하는 활동이다.

기업과 기관의 후원에 기반한 인재 성장 활동은 새로운 전문역량을 보유한 인재의 성장과 사회적 가치 창출을 지원하는 활동이다.

이러한 활동에서 발생하는 매출과 수익 및 비용은 실제 해당 활동을 수행하는 주체와 관련 계약 및 권리 구조에 따라 관리한다.

SyenaHub 자체의 개방형 협력 활동과 크림슨앰버 및 개별 참여기업의 영리사업을 구분해야 한다.

생태계에 참여하는 모든 기관의 사업 성과와 수익이 특정 조직에 자동으로 귀속되는 것은 아니다.

또한 자발적인 공동체 및 후원 기반의 인재 성장 활동은 일반적인 영리사업의 매출과 수익성 중심 운영과 구분하여 해당 활동의 목적에 적합하게 관리해야 한다.

13.15. 신뢰 기반 협력 및 생태계 거버넌스

개방형 혁신 생태계에서는 다양한 개인과 조직이 서로 다른 전문성과 목적 및 권리와 책임을 보유한 상태에서 공동 혁신 활동에 참여한다.

이러한 협력이 지속되기 위해서는 공동 혁신의 성과뿐 아니라 참여 주체 사이의 신뢰와 전문성의 존중 및 협력 조건의 투명성을 확보해야 한다.

SyenaHub 의 생태계 거버넌스는 이러한 신뢰 기반의 협력을 지원하고 참여자의 자율성과 권리 및 책임을 보호하며 지속적인 공동 가치 창출을 가능하게 하기 위한 운영 원칙 및 관리 체계를 의미한다.

참여자의 자율성과 독립성

SyenaHub 에 참여하는 개인과 조직은 각자의 전문성 및 목적과 독립적인 의사결정 및 운영 구조를 유지한다.

생태계에 참여한다는 사실만으로 특정 조직의 내부 구성원이나 고용 관계 또는 독점적인 사업 협력 관계가 자동으로 형성되는 것은 아니다.

공동 혁신 활동에 참여할지 여부와 협력의 범위는 각 참여 주체의 의사와 실제 과제의 필요성 및 상호 합의를 기반으로 결정한다.

일반적인 생태계 참여와 공식 파트너십 및 개별 공동 혁신 프로젝트에 관한 계약 관계를 구분하여 관리한다.

전문역량 및 협력 적합성 검토

공동 혁신 과제를 성공적으로 수행하기 위해서는 참여 주체가 해당 과제의 실제 요구사항을 충족할 수 있는 전문성과 실행 역량을 보유하고 있는지를 검토해야 한다.

필요한 경우 전문적인 자격과 연구개발 및 사업 수행 경험, 해당 기술과 솔루션의 검증 결과, 실제 업무를 수행할 수 있는 인력과 기술적 자원 및 운영 역량 등을 확인할 수 있다.

다만 공식적인 파트너의 명칭이나 기존의 연구개발 및 사업 수행 경험만으로 모든 분야의 전문성과 기술적 성능 및 신뢰성을 보증하지 않는다.

각 혁신 과제의 특성과 위험 수준에 따라 필요한 전문역량과 실제 검증 조건을 정의해야 한다.

협력 조건 및 의사결정의 투명성

공동 혁신의 목적과 연구개발 및 사업화의 범위, 참여 주체의 역할과 책임, 필요한 자원과 비용의 부담 및 연구성과와 지식재산권과 경제적 가치의 귀속에 관한 조건을 명확하게 정의한다.

중요한 연구개발과 사업화 및 투자 의사결정에 대해서는 관련 판단의 근거와 검토 및 승인 과정 및 결과를 관리할 필요가 있다.

협력 조건이나 역할 및 책임이 변경되는 경우에는 해당 변경이 다른 참여 주체와 전체 혁신 목표에 미치는 영향을 검토하고 필요한 합의를 수행한다.

이러한 투명성은 참여 주체 사이의 불필요한 오해와 분쟁을 줄이고 지속 가능한 협력을 확보하기 위한 중요한 조건이다.

이해상충 및 분쟁 예방

공동 혁신 활동에서는 참여 주체의 전문성과 역할 및 경제적 이해관계가 서로 다를 수 있다.

연구개발 과제의 선정과 참여기관의 구성, 외부 기술의 선정과 구매 및 공급, 연구성과의 평가 및 사업화 권리와 경제적 가치의 배분 등에 이해상충이 발생할 수 있다.

예를 들어 특정 기술을 공급하는 기업이 해당 기술의 선정과 검증 및 최종 구매 의사결정에 모두 직접 관여하는 경우에는 이해상충의 가능성을 검토할 필요가 있다.

중요한 의사결정에 대해서는 관련 이해관계를 공개하고 필요에 따라 해당 판단에서의 역할 제한과 독립적인 검토 및 관련 당사자 사이의 협의를 수행하도록 한다.

분쟁이 발생할 가능성이 있는 권리 및 비용과 성과의 배분 및 협력 관계의 종료 조건은 사전에 정의하고 실제 분쟁이 발생한 경우 적용할 수 있는 해결 방법을 관련 계약에 반영한다.

연구윤리 및 보안

공동 연구개발 및 산업혁신의 과정에서 활용하는 데이터와 기술 및 연구성과는 적절한 권리 및 이용 조건과 연구윤리와 정보보호 및 안전관리 요구사항에 따라 관리해야 한다.

공동 연구개발 프로젝트에 참여하는 개인과 기관에 해당 프로젝트의 모든 데이터와 기술에 대한 접근 권한을 일률적으로 부여하지 않는다.

참여자의 역할과 업무 수행에 필요한 범위에 따라 접근 및 이용 권한을 정의하고 외부 AI 모델과 도구를 활용하는 과정에서도 승인되지 않은 데이터의 이전과 이용이 발생하지 않도록 관리한다.

연구성과의 공개와 외부 기술의 활용 및 연구 및 실증 과정에서 발생할 수 있는 위험은 해당 분야의 전문적인 판단과 연구윤리 및 관련 제도에 따라 검토해야 한다.

특히 보건의료와 금융 및 물리적 산업 설비 등 위험 수준이 높은 혁신 활동에서는 해당 분야의 전문적인 검증과 책임 및 안전조건을 별도로 확보해야 한다.

생태계의 품질 및 신뢰 관리

SyenaHub 의 협력 품질은 공동 혁신 활동을 실제로 수행하는 과정에서 확인하고 지속적으로 개선해야 한다.

공동 연구개발과 기술사업화 및 실증의 결과와 참여 주체별 역할의 수행 및 실제 수요자의 성과와 협력 과정에서 발생한 문제를 검토할 수 있다.

이러한 검토 결과는 향후 공동 혁신 과제의 구성과 필요한 전문역량의 확보, 협력 조건의 개선과 파트너 프로그램의 발전에 활용할 수 있다.

협력 과정에서 중대한 문제나 권리 침해와 안전 관련 위험이 발생하는 경우에는 적절한 대응 및 관련 협력 활동의 제한이나 중단을 검토해야 한다.

생태계의 개방성은 모든 협력 활동을 제한 없이 허용하는 것을 의미하지 않으며 참여 주체의 권리와 실제 수요자 및 사회의 안전과 신뢰를 보호하는 조건 위에서 유지되어야 한다.

본 절에서 설명하는 생태계 거버넌스는 참여자의 협력 관계와 개방형 혁신 생태계의 신뢰 및 책임에 관한 기본 운영 체계이다.

개별 공동 혁신 프로젝트의 관리 조직과 역할 및 의사결정 권한과 단계별 승인 및 위험관리와 같은 구체적인 프로젝트 거버넌스는 제 14 장에서 설명한다.

13.16. AI 혁신 인재 성장 및 SyenaHub Cura

수요 주도형 AI 혁신 생태계가 지속적으로 발전하기 위해서는 현재 확보한 기술과 전문지식의 활용뿐 아니라 새로운 전문역량을 가진 인간의 성장이 필요하다.

AI 기술의 발전은 인간이 수행하는 업무와 연구개발 및 창작 활동의 구조를 변화시키고, 개인과 조직이 확보해야 하는 전문역량 및 실제 경력 성장 경로에도 영향을 미칠 수 있다.

SyenaHub 는 이러한 변화에 대응하여 대학과 산업현장 및 전문인력의 협력을 기반으로 AI 혁신 전문인재의 지속적인 성장을 지원하고자 한다.

13.16.1. AI 시대의 인재 성장 및 경력 경로 재설계

기존의 경력 성장 구조에서는 새로운 구성원이 비교적 기초적인 업무부터 수행하면서 해당 직무의 전문지식과 경험을 확보하고 점차 복합적인 업무와 전문적인 의사결정을 수행할 수 있는 역량을 발전시키는 과정이 중요하였다.

그러나 AI Agent 가 이러한 기초 업무와 반복적인 분석 및 정보 탐색과 문서 작성 등 일부 활동을 수행하게 되는 경우 기존의 경력 성장 경로에도 변화가 발생할 수 있다.

기초적인 업무의 수행 기회가 감소하거나 업무 수행 방식이 크게 변화할 경우 초기 경력 인재가 실제 업무를 통해 전문적인 판단과 문제 해결 능력을 확보할 기회가 제한될 수 있기 때문이다.

이러한 위험은 모든 산업과 직무에서 동일하게 발생한다고 단정할 수 없으며 실제 업무 구조와 조직의 인재 육성 방식 및 노동시장 환경에 따라 달라질 수 있다.

따라서 AI 시대의 인재 성장에 관한 문제는 단순히 기존 업무에 필요한 AI 도구의 사용법을 교육하는 것만으로 해결하기 어렵다.

인간이 실제 산업현장의 미충족 수요를 이해하고 자신의 전문지식과 AI 의 역량을 결합하여 창의적인 해결 방안을 설계하고 실행하며 결과를 검증하는 새로운 성장 경로를 마련할 필요가 있다.

AI 혁신 인재의 핵심 역량

AI 혁신 인재는 AI 모델이나 도구의 활용에 익숙한 사람에 한정되지 않는다.

자신의 전문성을 기반으로 실제 문제를 정의하고 인간과 AI 의 협업을 통해 새로운 가치를 창출할 수 있는 인간 중심의 혁신 주체이다.

이를 위해서는 먼저 실제 산업 및 직무에 관한 전문지식을 확보해야 한다.

산업현장의 미충족 수요와 문제를 이해하기 위해서는 해당 분야의 업무 및 기술과 시장 및 제도적 환경에 관한 전문적인 이해가 필요하기 때문이다.

또한 문제 정의와 근본 원인 분석 능력을 확보해야 한다.

AI 가 제공하는 해결 방안을 활용하기 이전에 실제 해결해야 하는 문제가 무엇인지, 기존 해결 방안이 문제를 충분히 해결하지 못하는 이유가 무엇인지를 판단할 수 있어야 한다.

과학적·수리적 사고 능력은 문제의 구조를 논리적으로 분석하고 연구 가설과 검증 방법을 설정하며 적절한 모델과 데이터를 활용하는 데 필요하다.

AI 협업 역량은 사람과 AI Agent 가 수행해야 하는 역할과 업무 실행 구조를 설계하고 필요한 AI Resource 를 활용하며 결과를 적절하게 검토하고 개선하는 능력을 의미한다.

창의적 문제 해결 역량은 기존에 존재하는 해결 방안을 활용하는 것에 그치지 않고 새로운 기술과 제품 및 서비스와 업무 수행 방식 및 비즈니스 모델을 설계할 수 있는 능력을 포함한다.

기업가정신은 이러한 창의적 해결 방안을 실제 고객과 사회의 가치 창출 및 새로운 사업 기회로 발전시키는 능력과 태도를 의미한다.

또한 전문적인 판단과 책임 및 윤리와 객관적인 성과 검증 역량을 확보해야 한다.

AI 혁신 인재의 성장은 이러한 역량을 이론적으로 학습하는 것과 함께 실제 산업현장의 문제 해결과 프로젝트 수행을 통해 발전시킬 수 있도록 설계할 필요가 있다.

13.16.2. SyenaHub Cura 의 개념 및 역할

SyenaHub Cura(시에나허브 큐라)는 대학 재학생과 취업준비생 및 새로운 경력 성장을 준비하는 사람들이 전문역량과 창의적 문제 해결 능력 및 기업가정신을 확보할 수 있도록 지원하는 성장 및 멘토링 프로그램이다.

Cura 는 인간에 대한 전인적 배려(Cura Personalis)와 자발적인 성장 의지(Growth Grit)를 중요한 가치로 설정한다.

전인적 배려는 참여자를 특정한 교육 성과나 직무 역량의 평가 대상으로만 바라보지 않고 각자의 성장 목표와 가능성 및 상황을 가진 독립적인 인간으로 존중하는 접근이다.

자발적인 성장 의지는 참여자가 자신의 성장 목적과 방향을 설정하고 필요한 지식과 경험 및 전문역량을 지속적으로 확보하기 위해 능동적으로 노력하는 태도를 의미한다.

Cura 의 목적은 참여자가 AI 활용 기술을 습득하거나 정해진 교육과정을 이수하는 것 자체에 있지 않다.

참여자가 스스로 실제 문제를 정의하고 전문지식과 AI 의 역량을 활용하여 창의적인 해결 방안을 탐색하고 실현하며, 이러한 경험을 자신의 커리어와 새로운 가치 창출 역량으로 발전시키는 데 있다.

이를 위해 대학과 산업현장의 수요기업 및 전문 멘토와 연구자와 기술기업의 협력을 통해 실제 산업현장의 문제와 교육 및 실무 프로젝트와 전문적인 멘토링을 연결할 수 있다.

Cura 는 자발적인 참여자와 후원단체로 구성되는 공동체라는 운영 방향을 기반으로 한다.

운영의 목적과 참여자의 권리 및 활동 조건, 후원의 이용과 실제 운영 및 의사결정 구조는 참여자와 후원단체 및 관련 운영규정에 따라 정의한다.

따라서 Cura 를 크림슨앰버가 직영하는 영리 교육사업으로 일률적으로 정의하지 않는다.

13.16.3. SyenaHub Cura 의 3 대 성장 프로그램

SyenaHub Cura 는 인간의 커리어 성장과 기업가정신의 발전 및 전문적인 성장 지원을 위해 Cura Career, Cura Venture 및 Cura Mentoring 의 세 가지 프로그램으로 구성한다.

각 프로그램은 서로 다른 성장 목적을 가지면서 참여자의 전문역량 강화와 실제 가치 창출 및 지속적인 경력 성장을 상호보완적으로 지원한다.

Cura Career

Cura Career 는 AI 시대에 필요한 직무 전문성과 Human-AI 협업 역량 및 실제 산업현장의 문제 해결 경험을 확보하여 참여자의 커리어 성장을 지원하는 프로그램이다.

참여자는 자신이 관심을 갖고 있는 산업 및 직무의 전문지식을 학습하고 해당 분야의 실제 미충족 수요와 업무 및 기술적 요구사항을 탐색할 수 있다.

또한 Human-AI Work Redesign 방법론을 활용하여 사람과 AI Agent 의 업무 수행 구조를 설계하고 필요한 AI Resource 와 전문 도구를 활용하여 실제 업무와 프로젝트를 수행할 수 있다.

이러한 활동은 단순히 AI 를 활용하여 결과물을 생성하는 능력을 평가하는 것이 아니라 문제의 정의와 전문지식의 활용, 업무의 실행 및 결과의 검증과 개선 능력을 확보하는 데 중점을 둔다.

실제 산업현장의 프로젝트 경험과 전문 멘토의 검토 및 지속적인 학습을 통해 초기 경력 단계에서 필요한 전문적 문제 해결 능력과 커리어의 성장 가능성을 발전시키고자 한다.

Cura Venture

Cura Venture 는 산업현장의 미충족 수요를 발견하고 새로운 해결 방안을 설계하며 실제 경제적·사회적 가치 창출과 사업 기회를 실현할 수 있는 기업가정신의 성장을 지원하는 프로그램이다.

기업가정신(Entrepreneurship)은 새로운 기업을 설립하는 활동에만 국한되지 않는다.

기존의 문제와 제약을 새로운 관점에서 분석하고 창의적인 해결 방안을 설계하며 필요한 자원과 전문성을 확보하여 새로운 가치를 실현하는 역량과 태도를 포함한다.

따라서 Cura Venture 는 창업뿐 아니라 기존 조직 내에서 새로운 사업과 서비스 및 업무혁신을 추진하는 조직 내 기업가정신(Intrapreneurship)의 발전도 지원할 수 있다.

참여자는 실제 산업현장의 미충족 수요를 기반으로 문제의 근본 원인을 분석하고 창의적인 해결 방안과 가치제안을 설계하며 필요한 연구개발 및 프로토타입의 구현과 검증 활동을 수행할 수 있다.

이러한 활동을 통해 실제 혁신 모델과 사업화의 가능성을 탐색하고 관련 전문가와 멘토의 지원을 받아 자신의 기업가적 역량과 새로운 사업 기회에 관한 이해를 발전시킬 수 있다.

Cura Mentoring

Cura Mentoring 은 다양한 산업과 전문분야의 경험을 보유한 멘토가 참여자의 전문역량과 커리어 및 기업가정신의 성장 활동을 지속적으로 지원하는 프로그램이다.

멘토는 참여자의 성장 목표와 현재 보유한 역량 및 산업현장의 요구사항을 함께 검토하고 필요한 학습과 실무 경험 및 전문적인 문제 해결 활동의 방향을 탐색하도록 지원할 수 있다.

또한 실제 프로젝트의 수행 과정에서 전문적인 조언과 결과에 대한 검토 및 개선 방향을 제공하고 참여자가 자신의 경험과 성과를 지속적인 성장으로 연결할 수 있도록 지원한다.

멘토링은 참여자의 모든 성장 활동과 진로 및 의사결정을 멘토가 대신 결정하는 관계가 아니다.

참여자가 자신의 성장 목표와 의사결정 및 실행에 관한 책임을 유지하면서 전문적인 경험과 조언을 활용하여 더 나은 판단과 성장 활동을 수행할 수 있도록 하는 협력 관계이다.

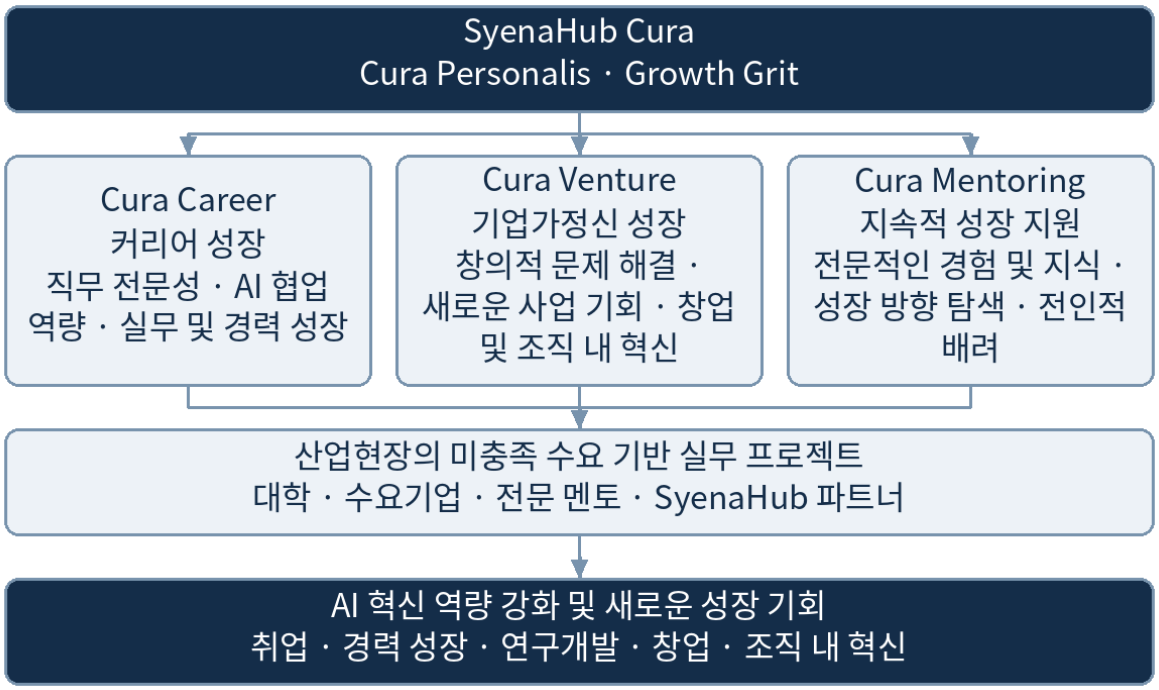


도표 13-11. SyenaHub Cura 의 3 대 인재 성장 프로그램

세 가지 프로그램은 참여자의 성장 목표와 전문성 및 관심 분야에 따라 연계하여 활용할 수 있다.

프로그램의 구체적인 참여 조건과 교육 및 프로젝트의 운영 방식과 멘토링 및 평가와 수료 조건은 별도의 운영규정과 기수별 프로그램 계획에서 정의한다.

13.16.4. 산업 연계 실무 프로젝트 및 인재 성장 성과

AI 혁신 인재의 실제 전문역량을 발전시키기 위해서는 학습한 지식과 기술을 산업현장의 문제 해결에 활용할 수 있는 경험이 중요하다.

SyenaHub Cura 는 수요기업과 대학 및 전문가의 협력을 통해 산업현장의 미충족 수요를 기반으로 하는 실무 프로젝트를 구성할 수 있다.

산업현장의 미충족 수요 기반 프로젝트

수요기업은 자신의 산업 및 업무 환경에서 충분히 해결하지 못한 문제와 혁신의 필요성을 실무 프로젝트의 후보 과제로 제안할 수 있다.

참여자는 자신의 전문성 및 관심 분야와 성장 목표를 고려하여 해당 프로젝트에 자발적으로 참여할 수 있다.

멘토와 산업 전문가 및 연구자는 참여자가 실제 미충족 수요의 특성과 기존 해결 방안의 한계를 이해하고 문제를 분석하며 적절한 해결 방안을 설계할 수 있도록 지원한다.

프로젝트의 특성에 따라 과학적 연구 및 수리적 분석과 AI 기반 해결 방안 설계 및 프로토타입의 구현, 사용자 및 산업현장의 검토와 필요한 실증을 수행할 수 있다.

참여자는 이러한 실행 과정에서 Human-AI Work 를 정의하고 Craftem Agent 및 Resource 를 활용하는 업무 수행 구조를 경험할 수 있다.

다만 실무 프로젝트는 참여자의 성장과 전문역량 개발을 지원하기 위한 활동이라는 목적을 유지해야 한다.

실제 기업의 업무와 연구개발을 수행하는 경우에는 참여자의 역할과 지도 및 감독과 책임 및 연구성과의 권리와 이용 조건을 명확하게 정의하고, 필요한 경우 적절한 보상과 보호 조건을 별도로 고려해야 한다.

커리어 성장 및 창업 활동과의 연계

실무 프로젝트를 통해 참여자는 자신이 보유한 전문지식과 업무 수행 능력 및 창의적 문제 해결 역량을 실제 결과물을 통해 확인할 수 있다.

수요기업과 전문 멘토 및 연구기관은 참여자의 문제 해결 과정과 전문성과 협업 역량 및 성장 가능성을 평가할 수 있다.

이를 기반으로 참여자의 관심과 역량 및 관련 기업과 기관의 실제 요구사항에 따라 인턴십과 취업 및 후속 연구개발 활동과 창업 지원 등 새로운 성장 기회를 탐색할 수 있다.

그러나 특정 프로젝트에 참여하거나 성장 프로그램을 이수하였다는 사실만으로 실제 취업이나 창업 및 연구개발 참여가 보장되는 것은 아니다.

관련 기업과 연구기관 및 지원기관의 독립적인 선발과 검토 및 의사결정 절차를 거쳐야 한다.

인재 성장 성과의 평가

SyenaHub Cura 의 성과는 참여자와 멘토의 수, 교육 및 멘토링 시간과 프로젝트의 수 및 수료율 등 활동과 산출물의 규모만으로 평가하지 않는다.

참여자의 전문지식과 문제 정의 및 분석 능력, AI 협업과 창의적 문제 해결 및 실제 업무 수행 능력이 어떠한 변화를 보였는지를 평가해야 한다.

또한 실제 프로젝트의 결과와 참여기업의 문제 해결에 대한 기여, 새로운 연구개발 및 사업 기회의 탐색과 참여자의 장기적인 경력 성장 및 창업과 조직 내 혁신 활동 등을 검토할 수 있다.

참여자의 기존 전문역량과 성장 의지 및 학습 경험과 외부 노동시장 환경이 실제 경력 성장에 미치는 영향도 함께 고려한다.

이러한 성과 평가는 제 11 장에서 정립한 산출물과 실제 성과 및 장기적인 사회적 영향의 구분과 가치 검증 원칙을 적용한다.

Cura 의 지속적인 발전은 개별 참여자의 전문역량과 성장 기회를 확대하는 것뿐 아니라 새로운 AI 혁신 인재가 산업현장의 공동 혁신과 가치 창출에 참여할 수 있는 기반을 형성하는 데 의의가 있다.

13.17. Craftem AI 혁신 OS 와 SyenaHub 의 통합 실행 체계

수요 주도형 AI 혁신을 지속적으로 실현하기 위해서는 혁신 과제의 실행 방법과 실제 업무 수행을 지원하는 기술적 기반 및 필요한 전문성과 자원을 확보하는 협력 체계가 서로 연결되어야 한다.

크림슨앰버의 수요 주도형 AI 혁신 방법론은 산업현장의 미충족 수요를 해결하고 새로운 가치를 창출하기 위한 공통적인 실행 방법을 제공한다.

Craftem AI 혁신 OS 는 사람과 AI Agent 의 업무를 설계하고 실행하며 다양한 AI Resource 와 전문지식 및 혁신 자산을 활용할 수 있는 기술적 실행 기반을 제공한다.

SyenaHub 는 이러한 혁신 과제를 실제로 추진하기 위해 필요한 전문성과 기술 및 자원을 보유한 다양한 참여 주체를 연결하는 개방형 협력 생태계이다.

공동 혁신 프로젝트의 실행

SyenaHub 를 통해 구성한 공동 혁신 과제는 최초의 미충족 수요와 혁신 목표를 기반으로 필요한 연구개발 및 업무와 검증과 사업화 활동을 정의한다.

각 활동은 Human-AI Work 로 구체화하고 실제 업무를 수행하는 Crafter 와 필요한 Craftem Agent 및 Resource 와 Human-Agent Workflow 를 연결할 수 있다.

수요 발굴 및 검증, 근본 원인 분석 및 해결 방안 설계, 연구개발 및 실증, 상용화 및 사업화와 새로운 가치 창출에 필요한 전문적인 업무는 Craftem 의 7 단계 전문 Agent 체계를 활용하여 지원할 수 있다.

이러한 구조에서 SyenaHub 는 실제 공동 혁신 활동에 필요한 전문역량과 참여 주체의 협력을 지원하며 Craftem 은 해당 참여 주체가 수행하는 사람과 AI 의 업무 실행을 지원한다.

공동 혁신 프로젝트의 모든 연구개발 활동을 반드시 Craftem 내부에서 수행해야 하는 것은 아니다.

대학과 연구기관 및 기술기업은 기존의 과학적 연구 환경과 전문 소프트웨어 및 연구시설을 활용할 수 있으며 필요한 업무와 산출물 및 검증 증거를 적절한 인터페이스와 정보 이용 조건을 통해 연결할 수 있다.

전문 Agent 및 Resource 의 공동 개발

SyenaHub 의 다양한 참여 주체가 보유한 전문지식과 기술은 공동 연구개발과 Human-AI Work Redesign 을 통해 실제 실행 가능한 Craftem Agent 와 Resource 로 발전할 수 있다.

산업 전문가는 실제 업무의 목적과 수행 방법 및 검증 기준을 정의할 수 있으며, 과학자와 수리과학자는 관련 연구 지식과 모델 및 분석과 검증 방법을 제공할 수 있다.

AI 엔지니어와 개발자는 이러한 전문지식과 기술을 Model, Data, Tool, Skill 및 Workflow Resource 와 Agent Template 으로 구현할 수 있다.

Craftem Studio 는 이러한 전문 Agent 와 Resource 의 개발과 시험 및 등록을 지원하는 환경으로 활용할 수 있다.

공동 개발한 Resource 를 실제 업무에서 활용하기 위해서는 필요한 기능과 품질 및 보안과 이용 권리 및 적용 범위를 검증하고 적절한 승인 및 운영 조건을 확보해야 한다.

이를 통해 공동 연구개발에서 확보한 전문지식과 기술이 특정한 연구보고서나 소프트웨어의 결과물에 한정되지 않고 다른 Crafter 와 조직의 실제 업무 및 혁신 활동에서 재사용할 수 있는 실행 자산으로 발전할 수 있다.

공동 연구개발 데이터 및 검증 증거 관리

다양한 연구자와 기술기업 및 수요기업이 참여하는 공동 혁신 프로젝트에서는 각 참여 주체가 수행한 연구개발과 검증 활동의 결과를 전체 혁신 목표와 연결하여 관리할 필요가 있다.

제 12 장에서 설명한 Craftem 의 혁신 프로젝트 및 데이터 관리 체계는 이러한 연결을 지원하기 위한 기술적 기반으로 활용할 수 있다.

최초 미충족 수요의 정의와 검증 결과 및 근본 원인과 혁신 대상, 해결 방안과 연구개발 요구사항 및 시험과 실증 결과 및 실제 상용 운영 성과를 관련 식별자와 검증 증거를 통해 연결할 수 있도록 설계한다.

이러한 추적성을 확보함으로써 공동 연구개발의 주요 결과가 어떠한 산업현장의 미충족 수요 및 혁신 목표와 연결되는지를 확인하고 후속 연구개발과 사업화 및 가치 검증의 근거로 활용할 수 있다.

다만 공동 연구개발의 추적성을 확보한다는 것이 참여기관의 모든 데이터와 연구성과를 하나의 저장소에 통합하거나 모든 참여자에게 공개해야 한다는 의미는 아니다.

각 참여기관의 데이터와 연구성과 및 전문기술에 관한 권리와 보안 및 이용 조건을 유지하면서 실제 공동 혁신에 필요한 정보와 검증 증거를 승인된 범위에서 활용하도록 한다.

혁신 자산의 공동 활용 및 공급

공동 연구개발과 실증 및 사업화를 통해 확보한 전문지식과 기술 및 Agent 와 Resource 는 후속 혁신 활동의 중요한 기반이 될 수 있다.

검증된 혁신 자산을 적절한 이용 조건과 검증된 적용 범위에 따라 조직 내부에서 활용하거나 공동 연구개발 참여기관과 승인된 협력기관 및 외부 수요기업에 제공할 수 있다.

이러한 공동 활용 및 공급에는 Craftem Resource Store 와 같은 리소스 공급 환경을 활용할 수 있도록 기획한다.

Resource 의 공급 및 재사용 과정에서는 관련 지식재산권과 데이터 및 전문기술의 이용 권한, 개발 및 운영의 책임과 경제적 가치의 배분을 명확하게 관리해야 한다.

SyenaHub 의 개방형 협력 생태계와 Craftem 의 실행 및 Resource 공급 환경을 연계하면 새로운 미충족 수요의 발굴과 공동 연구개발, 검증된 혁신 자산의 개발 및 활용과 기술사업화를 연결하는 지속적인 실행 구조를 구축할 수 있다.

13.18. SyenaHub 의 발전 방향 및 지속적 가치 확산

SyenaHub 의 장기적인 발전은 참여자의 수와 협력 관계 및 공동 혁신 프로젝트의 규모를 확대하는 것에만 목적을 두지 않는다.

개별 혁신 과제에서 확보한 실제 가치와 전문지식 및 기술자산을 후속 혁신에 활용하고, 새로운 전문성과 협력 관계를 지속적으로 확보하여 인간과 조직 및 산업현장의 혁신 역량을 발전시키는 데 목적이 있다.

이를 위해 개별 혁신에서 생태계 차원의 혁신으로 확장하고 산업 간 지식과 기술의 융합 및 전문인재의 지속적인 성장과 혁신 자산의 축적을 추진하는 구조가 필요하다.

개별 혁신에서 생태계 혁신으로의 확장

개별 혁신 프로젝트는 특정 수요자의 미충족 수요를 해결하고 실제 성과와 경제적·사회적 가치를 창출하는 것을 목적으로 한다.

그러나 이러한 프로젝트를 통해 확보한 지식과 기술 및 전문적인 업무 실행 구조는 최초의 적용 환경에만 한정되지 않을 수 있다.

동일하거나 유사한 미충족 수요를 보유한 다른 기업과 기관에서 해당 혁신 모델의 공통적인 해결 원리와 검증된 기술 및 Resource 를 활용할 수 있기 때문이다.

이러한 가치 확산을 실현하기 위해서는 개별 프로젝트의 특수한 조건과 여러 조직 및 산업에 적용할 수 있는 공통적인 기술 및 업무 구조를 구분할 필요가 있다.

또한 기술과 전문지식의 검증된 적용 범위와 필요한 데이터 및 업무 환경, 관련 지식재산권과 이용 조건을 명확하게 정의해야 한다.

SyenaHub 는 이러한 검증된 혁신 자산과 후속 미충족 수요를 연결하고 새로운 적용에 필요한 전문성과 공급 및 실증과 기술지원의 협력 구조를 확보하는 방향으로 발전할 수 있다.

이를 통해 개별 공동 혁신의 성과가 생태계 내 다른 참여 주체의 혁신과 실제 산업 경쟁력 강화로 확장될 수 있도록 한다.

산업 간 지식 및 기술의 융합

서로 다른 산업은 각자의 전문지식과 기술 및 업무 수행 환경을 갖지만 실제 미충족 수요를 해결하기 위해 활용하는 분석 방법과 수리적 모델 및 AI 기술과 소프트웨어의 기능 및 실행 구조에는 공통적인 요소가 존재할 수 있다.

예를 들어 건축설계 분야에서 개발한 비정형 전문문서와 구조화된 모델의 비교 및 검증 기술은 제조 분야의 제품 설계 명세와 구조화된 데이터의 적합성 검토에 활용할 가능성이 있다.

제조 및 유통 분야에서 활용하는 수리적 최적화와 데이터 분석 방법은 다른 산업의 자원 배분과 일정 및 운영 구조의 최적화에도 활용할 수 있다.

보건의료 분야의 과학적 연구 및 연구 가설 검증과 수리 모델링 및 연구데이터 분석의 업무 실행 구조는 다른 과학기술 분야의 연구개발 활동에도 활용할 수 있다.

콘텐츠 분야의 생성 설계와 인간의 창의적 활동을 지원하는 업무 수행 방식은 제품과 서비스의 기획 및 설계와 새로운 해결 방안의 탐색에도 적용할 수 있다.

이러한 산업 간 지식 및 기술의 융합은 새로운 과학적·기술적 가능성과 혁신 기회를 탐색하는 데 중요한 역할을 수행할 수 있다.

다만 특정 산업에서 검증한 기술과 업무 수행 방식이 다른 산업에서도 동일한 성능과 안전성 및 경제적 가치를 제공하는 것은 아니다.

새로운 산업 및 적용 환경의 실제 미충족 수요와 전문적인 요구사항, 데이터와 기술 및 업무 환경과 관련 제도적 조건을 다시 검토하고 필요한 추가 연구개발과 검증을 수행해야 한다.

혁신 인재와 혁신 자산의 지속적인 축적

SyenaHub 의 지속적인 혁신 역량은 생태계가 활용할 수 있는 AI 기술과 전문 소프트웨어 및 데이터와 연구성과에만 의존하지 않는다.

공동 혁신 활동에 참여하는 인간의 전문성과 창의적 문제 해결 능력 및 협업과 연구개발 및 사업화의 경험은 중요한 혁신 자산이다.

공동 연구개발과 실증 및 기술사업화의 과정에서 참여 주체는 자신의 기존 전문지식뿐 아니라 다른 전문분야의 지식과 기술 및 문제 해결 방법을 활용하는 경험을 확보할 수 있다.

또한 공동 혁신의 성공과 실패 및 실제 산업현장의 적용 과정에서 새로운 지식과 전문적인 판단 및 협력 역량을 축적할 수 있다.

이러한 인간의 전문역량과 공동 혁신의 경험을 후속 연구개발과 산업혁신에 활용할 수 있도록 지속적인 학습 및 전문성의 교류와 협력 구조를 발전시킬 필요가 있다.

SyenaHub Cura 와 교육·컨설팅 파트너 및 공동 연구개발 프로젝트는 새로운 전문인재가 성장하고 해당 인재가 실제 산업현장의 혁신 활동에 참여할 수 있는 기반으로 연계할 수 있다.

Craftem 의 Agent 와 Resource 및 혁신 데이터 관리 체계는 검증된 전문지식과 기술 및 업무 수행 구조를 후속 혁신에서 활용할 수 있도록 지원하는 기술적 기반으로 활용할 수 있다.

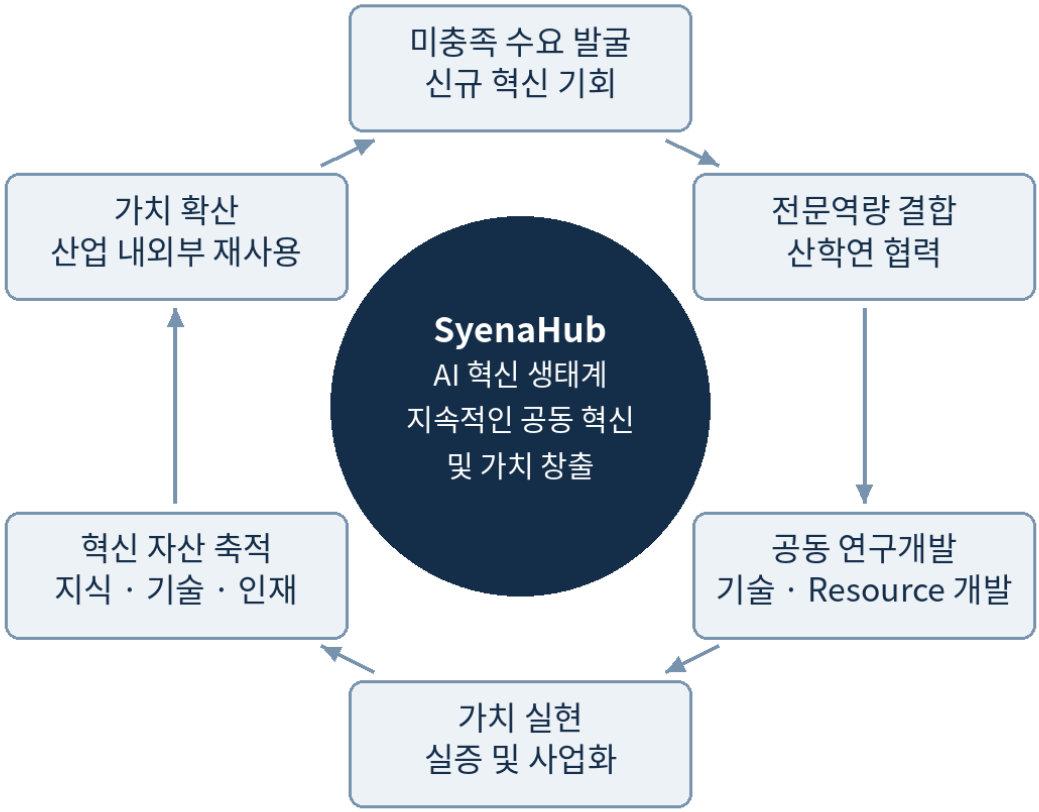


도표 13-12. SyenaHub 의 지속적인 공동 혁신 및 가치 확산 순환 체계

공동 혁신에서 확보한 성과와 전문역량을 새로운 미충족 수요의 해결에 활용하는 생태계 차원의 순환 구조이다.

생태계의 성과 평가 및 발전 방향

SyenaHub 의 발전 성과를 평가하기 위해서는 생태계의 참여 규모와 실제 공동 혁신을 통해 확보한 성과 및 가치를 구분해야 한다.

파트너와 참여기관의 수 및 공동 연구개발 프로젝트와 교육 및 교류 활동의 수는 생태계의 활동 규모와 참여 수준을 파악하는 데 활용할 수 있다.

그러나 이러한 지표만으로 실제 미충족 수요가 해결되었거나 새로운 경제적·사회적 가치가 창출되었다고 판단하기는 어렵다.

생태계의 실제 성과는 다음과 같은 평가 영역을 중심으로 검토할 수 있다.

미충족 수요 해결 성과는 산업현장에서 검증한 미충족 수요가 공동 혁신 활동을 통해 실제로 어느 정도 해결되었는지를 평가한다. 최초의 혁신 목표와 실제 운영 및 검증 결과 사이의 관계를 검토하고 필요한 경우 NFR 을 활용한다.

공동 연구개발 성과는 과학적 지식과 연구 가설의 검증, 핵심 기술의 개발과 실제 구현 및 검증 증거의 확보 등 공동 연구개발 활동에서 실현한 성과를 평가한다.

논문과 특허 및 연구 산출물의 확보와 실제 기술적 및 산업적 가치 실현을 구분하여 관리한다.

기술사업화 성과는 검증된 기술과 혁신 모델의 실제 제품화 및 서비스화와 고객 도입 및 상용 운영, 기술이전 및 라이선싱과 공동 사업화의 실제 결과를 평가한다.

기대 시장 규모와 예상 매출 및 실제 사업 성과를 구분하고 공급 및 운영의 지속 가능성을 함께 검토한다.

혁신 자산의 축적 및 재사용 성과는 공동 연구개발을 통해 확보한 검증된 전문지식과 기술 및 Agent 와 Resource 가 후속 혁신 활동에서 실제로 활용되고 새로운 가치를 창출하는 데 어떠한 기여를 하였는지를 평가한다.

단순한 Resource 의 등록 수와 실제 검증 및 재사용 성과를 구분한다.

참여 주체별 가치 창출 성과는 수요기업과 연구기관 및 기술기업과 전문가가 공동 혁신 활동을 통해 실제로 확보한 경제적·전문적 편익을 평가한다.

참여 주체의 가치가 전체 생태계의 경제적 가치와 중복되어 산정되지 않도록 평가 관점을 명확하게 설정한다.

인간 역량 및 인재 성장 성과는 공동 연구개발 및 실무 프로젝트와 교육 및 멘토링 활동을 통해 참여자의 전문성과 AI 협업 및 창의적 문제 해결 능력이 어떠한 변화를 보였는지를 평가한다.

또한 실제 경력 성장과 새로운 혁신 활동 및 연구개발과 창업 기회의 확보에 관한 성과를 적절한 기간 동안 검토한다.

생태계 지속 가능성은 공동 혁신 과제에 필요한 전문성과 자원 및 재원의 확보, 참여 주체 사이의 협력의 지속성과 신뢰 및 후속 혁신 기회의 발굴과 추진 가능성을 평가한다.

사회적 가치 확산 성과는 공동 혁신을 통해 실제 수혜자의 삶과 역량 및 서비스 접근성과 사회적 문제의 해결 수준에 어떠한 변화가 발생하였는지를 평가한다.

이러한 평가 영역은 SyenaHub 의 생태계 운영과 발전을 검토하기 위한 방법론적 평가 구조이다.

별도의 가중치 기반 종합 점수를 신설하기보다 제 11 장에서 정립한 NFR, VRR, ROI 및 VCS 와 가치 검증의 기본 원칙을 각 혁신 과제의 목적과 평가 범위에 따라 활용한다.

생태계 전체의 성과를 평가할 때에는 개별 프로젝트의 성과를 단순히 합산하기보다 평가 대상과 기간 및 가치의 귀속 주체와 기여 관계를 검토하고 중복 산정과 과대평가를 방지해야 한다.

SyenaHub 자체의 운영과 발전에도 수요 주도형 AI 혁신 방법론을 적용할 수 있다.

참여 주체와 산업현장의 새로운 미충족 수요를 발굴하고 기존 협력 체계의 구조적 제약을 분석하며 필요한 운영 방식과 기술 및 프로그램을 설계하고 실제 성과를 검증하여 생태계의 운영 체계를 지속적으로 개선한다.

이러한 발전을 통해 SyenaHub 는 개별적인 전문가 교류와 기술 협력 및 공동 연구개발의 범위를 넘어 인간의 전문성과 창의적 역량 및 다양한 조직의 협력을 기반으로 새로운 경제적·사회적 가치를 지속적으로 창출하고 확산하는 개방형 AI 혁신 생태계로 발전하는 것을 지향한다.

제 14 장에서는 이러한 공동 혁신 활동을 실제로 추진하는 데 필요한 프로젝트의 실행 조직과 관리 체계 및 단계별 의사결정과 위험관리 및 책임 구조를 포함하는 AI 혁신 프로젝트 관리 및 거버넌스 체계를 설명한다.

관련 참고자료(장별 기존 목록 기준): [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 73, 75, 76, 80]. 직접 인용 외 배경·추가 참고자료를 포함한다.
자체 방법론 및 제품은 제 3·4·12 장, SyenaHub 와 Cura 는 본 장의 관련 절 및 통합 참고문헌 R10 을 참조한다.

제 14 장. AI 혁신 프로젝트 관리 및 거버넌스

AI Innovation Project Management and Governance

수요 주도형 AI 혁신은 검증된 미충족 수요를 해결하고 새로운 경제적·사회적 가치를 창출하기 위한 실행 체계이다. 제 5 장부터 제 11 장까지 정립한 일곱 단계의 방법론은 혁신 과제에서 수행해야 하는 활동과 검증 증거 및 단계별 의사결정의 기준을 제시한다. 제 12 장의 Craftem AI 혁신 OS 는 사람과 AI Agent 의 업무 실행을 지원하며, 제 13 장의 SyenaHub 는 필요한 전문성과 기술 및 자원을 연결하는 개방형 협력 생태계이다.

이러한 체계를 실제 프로젝트로 실행하려면 혁신의 목적과 범위, 연구개발 활동, 전문인력과 리소스, 일정과 비용 및 위험과 성과를 통합적으로 관리해야 한다. 특히 새로운 과학적 지식과 기술의 탐색에서는 초기 계획을 그대로 수행하는 것보다 연구와 검증을 통해 확보한 지식에 따라 계획을 개선하는 능력이 중요하다. 반면 투자와 안전 및 책임에 관한 주요 판단은 명확한 권한과 검증 근거에 기반해야 한다.

본 장에서는 프로젝트 관리와 거버넌스를 기존 7 단계의 후속 단계가 아닌 전체 혁신 과정에 적용되는 횡단적 관리 체계로 정립한다. 실행의 유연성과 책임 있는 의사결정을 결합하고, 최초 미충족 수요에서 실제 가치 실현에 이르는 추적성을 확보하는 것을 핵심 목적으로 설정한다. 본 장에서 제안하는 PMO 운영 및 AI Agent 자율성 모델과 관리 전문 Agent 는 자체 방법론적 설계이며 실제 구현이나 국제표준 적합성이 검증되었다는 의미는 아니다.

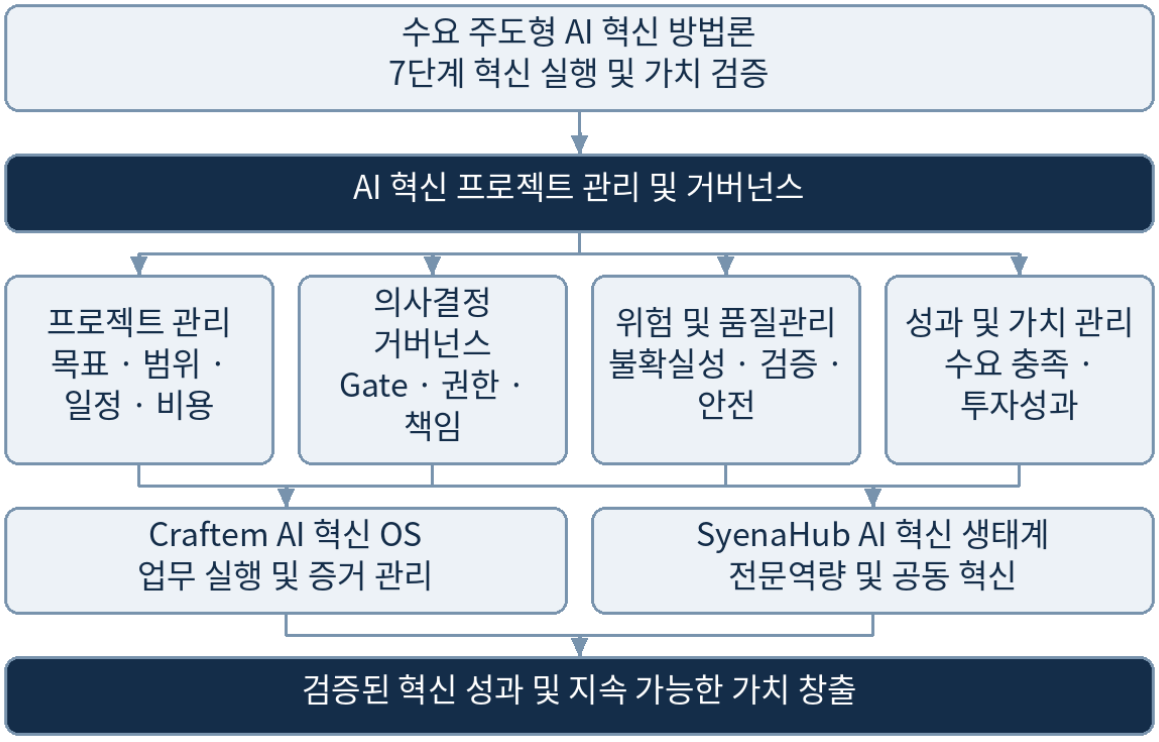


도표 14-1. AI 혁신 프로젝트 관리 및 거버넌스의 통합 실행 체계

14.1. AI 혁신 프로젝트 관리 및 거버넌스의 정의와 목적

AI 혁신 프로젝트의 정의

AI 혁신 프로젝트(AI Innovation Project)란 개인과 조직 및 산업현장의 검증된 미충족 수요를 해결하고 새로운 경제적·사회적 가치를 창출하기 위해 필요한 과학적 연구, 기술개발, Human-AI Work Redesign, 실증 및 상용화와 사업화 활동을 체계적으로 수행하는 혁신 실행 단위이다.

혁신 프로젝트는 AI 모델 개발이나 소프트웨어 구축에 한정되지 않는다. 업무 수행 방식의 개선, 원천기술 연구, 제품 및 서비스의 창조와 비즈니스 모델의 혁신은 서로 다른 목적과 실행 조건을 갖지만 미충족 수요와 가치 창출이라는 공통 기준을 적용할 수 있다. 수요의 발굴과 검증 이전에는 탐색 활동을 별도의 제한된 범위로 승인할 수 있으며, 본격적인 연구개발 투자는 해당 수요와 해결 방향의 타당성을 검토한 후 결정한다.

프로젝트 관리의 정의

AI 혁신 프로젝트 관리(AI Innovation Project Management)란 검증된 미충족 수요를 해결하고 정의된 혁신 목표와 가치 창출 목적을 달성하기 위해 필요한 전문인력과 AI Agent 및 기술과 자원, 연구개발 활동, 일정과 비용, 위험과 품질 및 혁신 성과를 통합적으로 계획·실행·관리·개선하는 체계이다.

프로젝트 관리의 대상은 실행 활동 자체뿐 아니라 업무 간 의존관계와 연구개발에서 확보한 증거 및 실제 성과를 포함한다. 프로젝트 관리자는 계획 대비 편차를 확인하고 자원의 재배분과 후속 실행을 조율하며, 승인된 권한을 초과하는 변경은 의사결정 책임자에게 상정한다.

거버넌스의 정의

AI 혁신 거버넌스(AI Innovation Governance)란 AI 혁신 프로젝트의 목적과 전략적 방향 및 투자와 자원 배분, 단계별 의사결정, 권한과 책임, 위험 및 윤리와 안전, 성과와 가치 검증을 체계적으로 관리하고 감독하기 위한 의사결정 및 책임 체계이다.

프로젝트 관리가 승인된 목적과 계획에 따라 업무를 수행하는 방법에 집중한다면 거버넌스는 무엇을 추진할 것인지, 누가 어떤 권한으로 결정할 것인지, 어떤 증거가 확보되어야 추가 투자를 승인할 것인지를 규정한다. 관리자가 실행 과정의 오류를 수정할 수 있다고 해서 사업 목표나 안전 기준을 독자적으로 변경할 권한을 갖는 것은 아니다. 반대로 승인 조직은 개별 기술적 판단을 모두 대신하기보다 해당 판단의 전문성과 근거 및 책임 구조를 검토한다.

궁극적인 목적

프로젝트의 성공은 일정과 예산의 준수 및 개발 결과물의 인수 여부만으로 판단하지 않는다. 실제 미충족 수요의 해결과 경제적·사회적 가치의 실현 및 지속 가능성을 종합적으로 평가한다. 연구 가설을 기각하고

불필요한 후속 투자를 방지하는 활동도 과제의 탐색 목적에 부합하는 성과가 될 수 있다. 이러한 기준은 혁신 실패를 은폐하거나 모든 활동을 성과로 인정하는 것이 아니라 승인된 검증 목표와 실제 증거를 비교하는 데 적용한다.

14.2. AI 혁신 프로젝트의 특성 및 기존 프로젝트 관리와의 차이

14.2.1. AI 혁신 프로젝트의 구조적 특성

AI 혁신 과제에는 문제의 정의, 해결 원리, 기술적 실현 가능성 및 가치 실현에 관한 불확실성이 존재할 수 있다. 수요자가 경험하는 현상을 확인하였더라도 이를 발생시키는 근본 원인이 충분히 규명되지 않았을 수 있으며, 초기 연구 가설과 기술적 요구사항은 연구 결과에 따라 변경될 수 있다.

또한 AI 모델의 출력은 입력 데이터와 실행 조건에 따라 변화할 수 있다. 외부 모델과 도구의 업데이트 및 데이터 분포의 변화가 실제 업무의 성능과 비용에 영향을 미치기도 한다. 따라서 정해진 기능의 구현뿐 아니라 적용 조건에서의 성능, 오류의 영향과 인간의 검토 능력 및 운영 중 변화에 대한 대응을 검증해야 한다.

복합적인 혁신에서는 과학자, 수리과학자, AI 엔지니어, 산업 전문가 및 사업화 담당자가 서로 다른 연구개발 활동을 수행한다. 각 활동의 성공이 전체 혁신의 성공을 의미하지 않으므로 공통 목표와 인터페이스 및 검증 기준을 유지해야 한다. 마지막으로 기술적 성과가 실제 경제적·사회적 가치로 전환되려면 별도의 운영 및 사업적 조건이 필요하다.

14.2.2. 기존 IT 구축 프로젝트와 AI 혁신 프로젝트의 비교

일반적인 IT 구축 프로젝트에서는 비교적 명확한 시스템 요구사항을 바탕으로 검증된 기술을 선택하고 구현, 통합 및 인수에 필요한 계획을 수립할 수 있다. 탐색적 AI 혁신 프로젝트에서는 무엇을 구현할 것인지 자체가 연구와 검증의 대상이 될 수 있다. 따라서 요구사항의 변경을 무조건 최소화하기보다 변경의 근거와 영향 및 승인 조건을 관리하는 것이 중요하다.

비교 항목	일반적인 IT 구축 프로젝트	탐색적 AI 혁신 프로젝트
출발점	정보화 및 시스템 구축 요구사항	검증된 미충족 수요
문제 정의	비교적 명확한 업무 및 시스템 요구	근본 원인의 추가 분석 필요
해결 방안	검증된 기술과 구현 방식 중심	기존 기술 활용 및 새로운 해결 원리 탐색
요구사항	초기 정의 후 변경관리	연구 및 검증 결과에 따라 발전
실행 방식	계획 및 구현 중심	탐색·연구·개발·실증의 반복
전문인력	업무 전문가·IT 개발자 중심	과학자·수리과학자·AI 엔지니어·산업 전문가 등
주요 불확실성	구현·통합·일정·비용	과학적·기술적·수요·사업화 불확실성
완료 기준	시스템 구현 및 인수 조건	실제 수요 충족 및 혁신 가치 검증
성과 평가	기능·품질·일정·예산	기능·품질·연구성과·경제적·사회적 가치

도표 14-2. 일반적인 IT 구축 프로젝트와 탐색적 AI 혁신 프로젝트의 비교

이 비교는 상대적인 관리 특성을 설명하기 위한 것이며 모든 IT 프로젝트가 예측 가능하거나 모든 AI 프로젝트가 탐색적이라는 의미는 아니다. 기존 기술을 활용하는 AI 업무혁신 프로젝트는 일반적인 구축 관리 방식을 상당 부분 활용할 수 있다. 반대로 AI 를 활용하지 않는 과학기술 연구개발도 높은 불확실성을 갖는다. 관리 방식은 기술의 명칭보다 실제 과제의 불확실성과 위험 및 의존관계에 따라 선정한다.

14.2.3. 혁신 유형 및 불확실성에 따른 관리 방식

기존 기술을 활용하는 Human-AI Work Redesign 과제에서는 업무의 기준선과 목표, 시스템 통합 범위 및 인수 조건을 비교적 명확히 설정할 수 있다. 이러한 과제에서는 상세한 실행 일정과 예산 및 검증 계획을 수립하고 변경을 통제하는 방식이 적합할 수 있다.

원천기술 연구에서는 초기 가설과 검증 목적을 정의하고 제한된 자원으로 탐색한 결과에 따라 후속 연구 방향과 투자 범위를 결정한다. 제품 및 서비스 개발에서는 탐색과 구현 및 현장 검증의 특성을 구분하여 예측형 관리와 적응형 관리를 결합한다. 투자 규모가 작더라도 안전이나 개인정보 및 연구윤리와 관련한 위험이 높은 경우에는 독립적 검증과 승인 수준을 강화한다.

14.3. AI 혁신 프로젝트 관리 및 거버넌스의 기본 원칙

본 방법론은 크림슨앰버의 인간 중심 가치 창출 철학 및 기존 혁신 실행 원칙을 프로젝트 관리에 적용하기 위해 다음 열 가지 원칙을 제안한다.

인간 중심성

인간의 전문성과 창의적 판단을 혁신의 중심에 두고 AI Agent 의 업무 수행 범위와 인간의 검토 및 승인 책임을 명확히 한다. 인간의 개입이 필요한 활동은 일정과 자원 계획에 반영하여 실질적인 감독이 가능하도록 한다.

미충족 수요 중심성

모든 연구개발 및 구현 활동을 최초 검증된 수요와 연결한다. 초기 수요에 관한 가정이 변경된 경우 이를 은폐하거나 기존 기술에 맞추어 수요를 변경하지 않고 관련 선행 검증을 재수행한다.

가치 중심성

산출물의 수나 기술의 구현 완료에만 집중하지 않고 실제 수요 충족과 가치 실현 조건을 관리한다. 잠재적 가치와 실현된 가치 및 실제 검증한 성과를 구분한다.

증거 기반 의사결정

주요 판단의 근거와 검증 방법 및 결과를 기록한다. 검증하지 못한 항목과 불확실성을 명확히 표시하며 AI 가 생성한 결과나 종합 평가 점수만으로 중요한 의사결정을 승인하지 않는다.

단계적 투자 및 자원 배분

연구개발의 불확실성과 예상 가치에 맞추어 필요한 자원을 단계적으로 투입한다. 후속 투자에 필요한 증거와 조건을 미리 정의하며 이미 지출한 비용을 이유로 타당성이 낮은 활동을 지속하지 않는다.

적응형 실행

실행에서 확보한 지식과 연구 및 실증 결과를 반영하여 계획을 개선한다. 변경의 필요성과 영향 및 승인 범위를 기록하고, 검증된 학습에 따른 변경과 무분별한 범위 확대를 구분한다.

명확한 권한 및 책임

참여자의 업무 범위와 판단 권한, 산출물의 검토와 최종 승인 책임을 정의한다. AI Agent 의 실행 권한은 사람이나 조직이 위임한 범위에서 관리하며 독립적인 법적 책임 주체로 설정하지 않는다.

추적성 및 투명성

미충족 수요와 혁신 목표, 요구사항, 실행 결과 및 의사결정의 근거를 연결한다. 다기관 프로젝트에서는 필요한 정보의 공유와 각 기관의 권리 및 보안 조건을 동시에 유지한다.

위험 기반 관리

과제의 규모뿐 아니라 과학적·기술적 불확실성과 안전, 법적·윤리적 위험 및 영향 범위를 기준으로 관리 수준을 결정한다. 허용할 수 없는 위험은 경제적 편익이나 높은 종합 점수로 상쇄하지 않는다.

지속적 학습 및 개선

성공과 실패의 경험을 검증된 지식과 기술 및 업무 실행 자산으로 축적한다. 후속 프로젝트의 계획과 평가 및 실행 방식에 학습 결과를 반영하고 변경의 효과를 다시 검증한다.

14.4. AI 혁신 프로젝트의 통합 관리 체계

14.4.1. 혁신 프로젝트의 계층적 관리 구조

혁신 포트폴리오(Innovation Portfolio)는 조직의 전략적 목적과 전체 혁신 투자 및 자원 배분을 관리하는 단위이다. 혁신 프로그램(Innovation Program)은 연관된 여러 프로젝트를 조율하여 개별 프로젝트를 독립적으로 수행할 때보다 공통의 편익을 실현하기 위한 관리 단위이다. 혁신 프로젝트는 특정 미충족 수요와 혁신 목표를 중심으로 구성한다.

프로젝트의 실제 실행은 구체적인 Human-AI Work 로 구성할 수 있다. Work 는 현실 세계의 업무 목적과 책임 및 성과 기준을 포함하며, Human-Agent Workflow 는 해당 Work 를 컴퓨터 기반의 실행 구조로 구현한다. 하나의 Work 에서 복수의 Workflow 를 활용할 수 있고 다른 프로젝트에서도 검증된 Workflow Resource 를 재사용할 수 있다.



도표 14-3. AI 혁신의 전략·프로젝트·업무 계층적 관리 구조

이 구조는 모든 조직에 다섯 개의 별도 관리 조직을 요구하는 것이 아니다. 소규모 조직에서는 프로그램이나 포트폴리오 관리 기능을 경영진과 PM 이 통합적으로 수행할 수 있다. 프로젝트와 Workflow 사이의 연결도 물리적인 소프트웨어 계층이나 일대일 관계를 의미하지 않는다.

14.4.2. 7 단계 혁신 방법론과 프로젝트 관리의 관계

7 단계 혁신 방법론은 각 단계의 목적과 실행 절차, 전문 산출물과 검증 기준을 정의한다. 프로젝트 관리는 이러한 활동에 필요한 일정과 인력 및 자원과 위험 및 품질을 관리하고 실제 실행을 조율한다. 거버넌스는 확보한 성과와 증거를 검토하고 후속 단계의 추진 여부 및 투자 범위를 결정한다.

예를 들어 근본 원인 분석 단계의 전문적인 산출물은 원인 가설과 검증 결과 및 혁신 대상이다. PM 은 전문가의 업무 수행과 일정 및 자원을 조율하고, 혁신 아키텍트는 분석 결과와 최초 수요의 정합성을 확인하며, 승인 책임자는 해당 증거를 근거로 해결 방안 설계의 추진 여부를 결정한다. 이러한 역할 구분을 모든 혁신 단계에 일관되게 적용한다.

14.4.3. 혁신 포트폴리오 및 투자 우선순위 관리

복수의 혁신 과제를 추진하는 조직은 전략적 적합성, 수요의 중요성, 예상 가치, 실행 가능성 및 투자 규모와 위험을 함께 검토해야 한다. 특정 과제가 높은 잠재적 가치를 가지더라도 핵심 전문인력과 기술이 확보되지 않았거나 다른 프로젝트의 결과에 의존한다면 착수 시점과 범위를 조정할 필요가 있다.

포트폴리오의 검토에서는 개별 과제의 평가 기준과 성숙도 및 증거 수준을 비교한다. CVS 와 IPS, SFS 및 이후 단계의 평가 점수는 서로 다른 목적을 가진 지표이므로 단순히 합산하거나 순위로 환산하지 않는다. 경영진은 현재의 투자 여력과 후속 가치 실현 및 대체 과제의 기회비용을 고려하여 우선순위를 결정하고 그 근거를 기록한다.

14.5. AI 혁신 프로젝트의 실행 조직 및 역할과 책임

14.5.1. 프로젝트 실행 조직의 기본 구조

표준 실행 조직은 혁신 스폰서와 운영위원회 또는 승인 책임자, 프로젝트 관리자, 혁신 아키텍트, 전문 연구개발 및 실행팀과 품질 및 위험 검토 및 운영지원 기능으로 구성할 수 있다. 역할은 조직의 직책이 아니라 필요한 책임을 기준으로 정의한다.

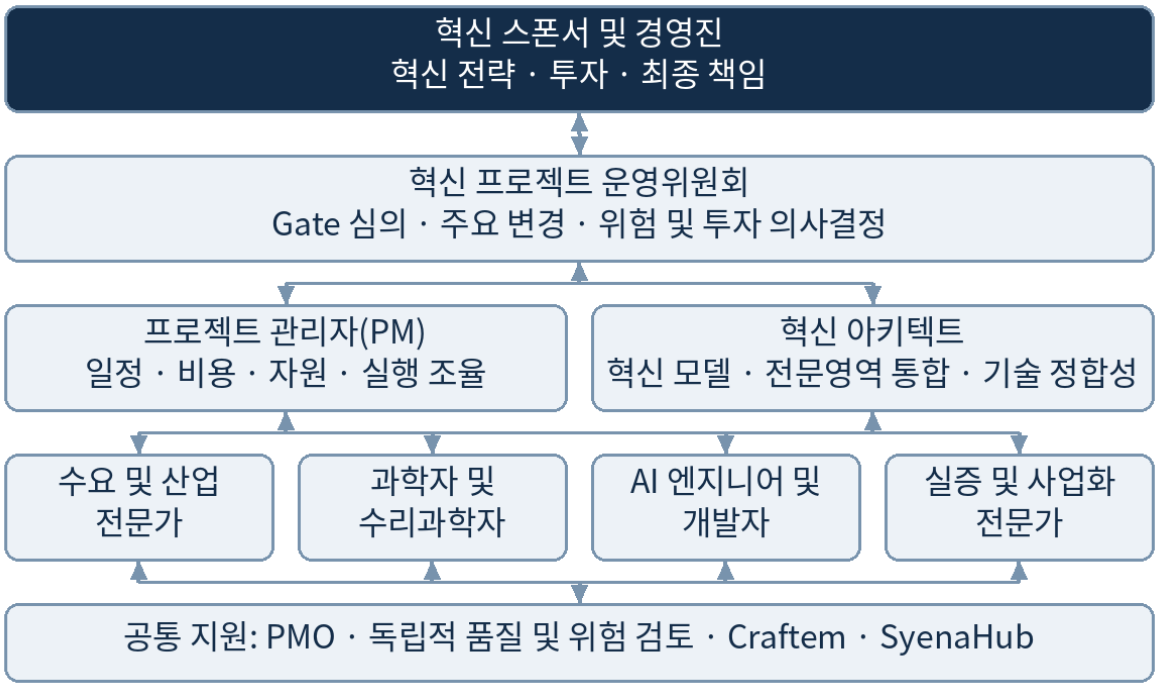


도표 14-4. AI 혁신 프로젝트의 표준 실행 조직 및 책임 구조

소규모 과제에서는 여러 역할을 동일한 사람이 수행할 수 있다. 다만 중요한 안전이나 연구윤리 및 투자 판단에 대해서는 필요한 독립적인 검토를 확보하고, 전문적인 판단 권한은 실제 자격과 책임을 보유한 사람에게 부여한다. 공동 연구개발에서는 각 참여기관의 책임자와 전체 프로젝트의 조율 책임자를 구분한다.

14.5.2. 혁신 스폰서 및 의사결정 조직

혁신 스폰서(Innovation Sponsor)는 조직의 전략적 목적과 혁신 목표를 연결하고 필요한 투자 및 자원을 확보하며 주요 의사결정과 가치 실현에 대한 책임을 담당한다. 스폰서는 단순히 초기 예산을 승인하는 역할에 그치지 않고 실제 운영 조직이 혁신 결과를 활용하여 가치를 실현할 수 있도록 지원한다.

운영위원회(Steering Committee)는 주요 단계별 심의와 투자 및 범위 변경, 위험의 수용과 후속 사업화에 관한 판단을 수행하도록 구성할 수 있다. 위원회의 구성과 의결 권한 및 보고 방식은 과제의 규모와 위험에 따라 결정한다. 법적·전문적 책임이 별도로 규정된 판단은 위원회의 일반적인 승인으로 대체하지 않는다.

14.5.3. 프로젝트 관리자와 혁신 아키텍트

프로젝트 관리자(Project Manager, PM)는 승인된 프로젝트의 실행 계획과 일정 및 비용, 전문인력과 Resource 및 참여기관 사이의 협업을 관리한다. 실제 진행 상태와 편차를 확인하고 실행상 장애를 해결하며 필요한 경우 계획 변경 및 추가 투자를 승인 책임자에게 요청한다.

혁신 아키텍트(Innovation Architect)는 미충족 수요와 근본 원인 및 혁신 목표를 기반으로 적절한 해결 방안과 기술 및 전문역량과 Human-AI Work 를 통합적으로 설계한다. 개별 전문영역의 연구개발 결과가

전체 혁신 모델과 정합성을 유지하는지 검토하고, 새로운 증거가 핵심 가정을 변경하는 경우 영향 분석과 재설계를 지원한다.

PM 은 실행의 효과성과 자원 조율에, 혁신 아키텍트는 해결 구조의 타당성과 전문영역 사이의 정합성에 중점을 둔다. 두 역할은 상호보완적이며 소규모 프로젝트에서는 동일한 사람이 수행할 수 있으나 판단의 목적과 책임을 구분한다.

14.5.4. 전문 연구개발 및 실행팀

실제 미충족 수요와 해결 방안에 따라 산업 전문가, 과학자, 수리과학자, AI 연구자 및 엔지니어와 개발자, 실증 및 사업화 전문가를 구성한다. 과학자는 연구 문제와 가설의 검증을, 수리과학자는 문제 정식화와 모델링 및 최적화와 불확실성 분석을 지원한다. AI 엔지니어는 모델과 소프트웨어 및 Resource 와 업무 실행 구조의 구현을 담당하며 산업 전문가는 실제 적용 조건과 전문적 판단을 제공한다.

필요한 전문역량이 내부에 존재하지 않는 경우 SyenaHub 를 통해 외부 협력을 확보할 수 있다. 참여자는 자신의 전문영역에서 수행할 산출물과 검증 기준 및 책임을 확인하고, 다른 활동의 결과에 의존하는 경우 필요한 입력과 전달 조건을 정의한다.

14.5.5. 사람과 AI Agent 의 역할 및 책임 배분

사람과 AI Agent 의 업무는 Human-AI Work Redesign 을 통해 정의한다. AI Agent 는 승인된 범위에서 자료 탐색, 분석, 생성, 계산 및 도구 실행을 수행할 수 있다. 인간은 전문적 판단과 중요 실행의 승인 및 결과 검증을 담당한다.

역할	주요 책임
혁신 스폰서	전략적 방향·투자·가치 실현 책임
운영위원회 또는 승인 책임자	주요 단계별 의사결정 및 위험 검토
프로젝트 관리자	프로젝트 실행 및 자원 관리
혁신 아키텍트	혁신 모델 설계 및 전체 정합성 관리
산업 및 연구개발 전문가	전문적인 연구개발 및 판단과 검증
품질·위험 검토 책임자	독립적 검토 및 필수 조건 확인
AI Agent	승인된 분석·탐색·생성·실행 업무 지원

도표 14-5. AI 혁신 프로젝트의 주요 역할 및 책임

업무별 책임을 정의할 때 RACI(Responsible, Accountable, Consulted, Informed)와 같은 역할 매트릭스를 활용할 수 있다. 실제 수행자와 최종 책임자, 협의 대상 및 정보 공유 대상을 구분하고 하나의 승인 대상에 대한 최종 책임을 명확히 지정한다. AI Agent 는 위임된 수행 역할을 지원할 수 있지만 최종적인 조직 승인이나 법적 책임을 부담하지 않는다. 상세 매트릭스는 과제별 문서 또는 부록의 양식을 활용한다.

14.6. AI 혁신 PMO 의 개념 및 운영 체계

14.6.1. AI 혁신 PMO 의 정의 및 목적

AI 혁신 PMO(AI Innovation Project Management Office)란 개인과 조직의 미충족 수요를 기반으로 추진하는 AI 혁신 프로젝트의 선정과 실행 및 성과관리를 지원하고, 공통 방법론과 전문역량 및 자원과 거버넌스를 관리하여 조직의 지속적인 혁신 역량과 가치 창출을 지원하는 프로젝트 관리 조직 또는 기능이다.

PMO 는 모든 프로젝트를 직접 수행하거나 승인하는 조직일 필요는 없다. 조직의 혁신 전략과 개별 과제의 실행을 연결하고 공통적인 관리 기준 및 정보와 전문역량을 제공하는 역할을 수행할 수 있다. 실제 결정 권한은 조직의 위임과 거버넌스 체계에 따라 달라진다.

14.6.2. AI 혁신 PMO 의 핵심 기능

PMO 는 산업현장의 미충족 수요와 혁신 과제 후보를 체계적으로 관리하고 과제의 선정 및 실행을 지원한다. 공통 방법론과 표준 산출물 및 검증 기준을 제공하여 프로젝트 간 관리의 일관성과 정보의 비교 가능성을 확보한다.

또한 혁신 포트폴리오 및 투자 우선순위의 검토와 일정 및 비용, 전문인력과 Resource 의 배분을 지원한다. 각 프로젝트의 Gate 심의에 필요한 전문 산출물과 증거 및 위험 정보를 확인하고 승인 책임자에게 적절한 의사결정 자료를 제공한다.

연구개발 및 운영 과정의 품질과 위험 및 주요 변경을 모니터링하고 실제 성과와 투자 및 가치 실현의 검증을 지원한다. 프로젝트의 완료와 중단 및 후속 혁신에서 확보한 지식과 경험을 축적하여 재사용할 수 있도록 관리한다. 이러한 기능은 여덟 가지 핵심 기능으로 정리할 수 있으며 각각 별도의 부서를 설치할 필요는 없다.

14.6.3. 내부 PMO·외부 PMO 및 하이브리드 운영 모델

내부 PMO 는 조직의 전략 및 업무 환경에 대한 이해와 내부의 책임 구조를 기반으로 혁신 과제를 관리한다. 외부 PMO 는 자체적으로 확보하기 어려운 혁신 아키텍처와 전문적 프로젝트 관리 및 기술 검토 역량을 제공하는 방식이다. 하이브리드 PMO 는 내부의 의사결정 책임과 외부 전문성을 결합한다.

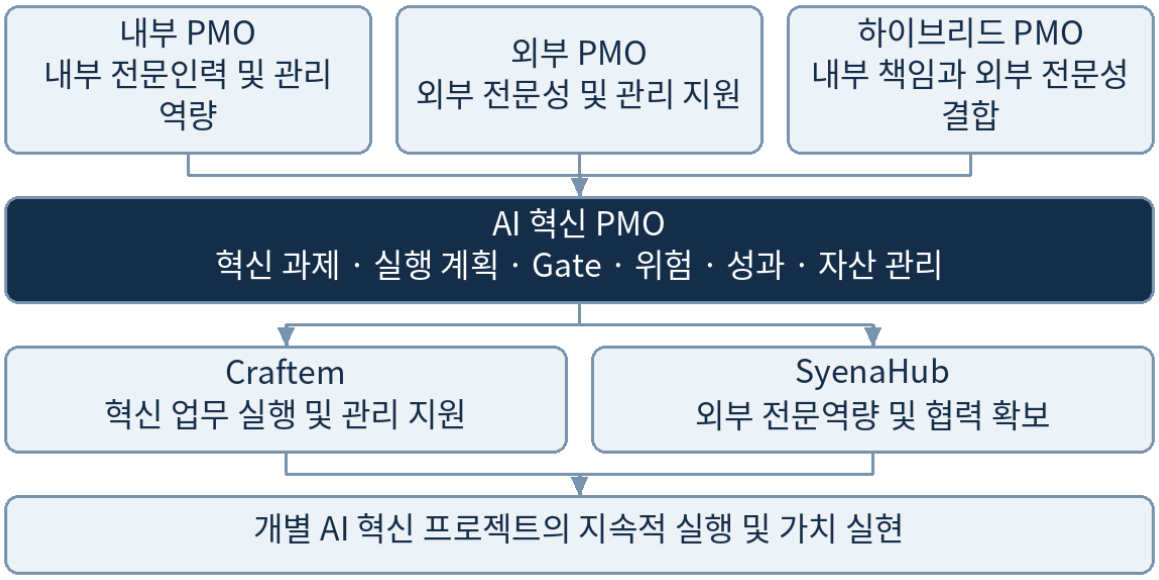


도표 14-6. AI 혁신 PMO 의 운영 모델 및 통합 지원 구조

중소기업은 전담 PMO 를 구축하기보다 필요한 관리 기능을 외부 전문가와 공동으로 수행할 수 있다. 크림슨앰버의 방법론과 Craftem 및 SyenaHub 를 결합한 PMO 서비스도 이러한 운영 모델의 한 가지 제안이다. 외부 PMO 의 지원 범위와 산출물, 접근 권한, 비밀유지 및 이해상충 관리와 종료 시 인계 조건을 계약에서 정한다. 외부 서비스를 활용하더라도 조직의 투자와 위험 수용 및 최종 경영 의사결정 책임이 자동으로 외부에 이전되지는 않는다.

14.7. 7 단계 Stage-Gate 기반 혁신 의사결정 체계

14.7.1. Stage-Gate 의 개념 및 적용 원칙

Stage 는 혁신 활동의 목적과 실행 범위 및 산출물을 정의한 단계이며 Gate 는 해당 단계에서 확보한 성과와 증거를 검토하고 후속 실행의 타당성을 판단하는 의사결정 관문이다. 기존 제품혁신의 Stage-Gate 개념을 참고하되 본 방법론에서는 수요의 발굴과 검증부터 실제 가치 창출까지의 일곱 단계에 적용한다.

Gate 는 형식적인 보고회의가 아니다. 승인된 검증 목표와 실제 결과를 비교하고 남아 있는 불확실성과 위험을 검토하며 다음 활동에 투입할 자원과 책임 및 조건을 결정하는 구조이다. 필요에 따라 심의 시점을 조정하거나 선행 단계의 검증을 다시 수행할 수 있다. 이미 확보된 선행 산출물을 활용하는 경우에도 필요한 검증 기준의 충족 여부를 확인해야 한다.

14.7.2. 수요 주도형 AI 혁신의 7 개 의사결정 관문



도표 14-7. 수요 주도형 AI 혁신의 7 단계 Stage-Gate 의사결정 체계

각 Gate 에서 필요에 따라 선행 단계로 환류하거나 추진을 보류 및 중단할 수 있다.

Gate 1 에서는 미충족 수요 후보와 발굴 근거 및 추가 검증의 필요성을 평가한다. 이 판정은 수요가 이미 검증되었다는 의미가 아니라 수요 검증에 필요한 활동을 추진할 수 있는지 판단하는 것이다.

Gate 2 에서는 수요의 실재성과 중요성 및 기존 해결 방안의 한계와 혁신 필요성을 검토한다. 관련 수요자와 근거 및 기대 가치의 범위를 확인하고 근본 원인 분석을 추진할 조건을 결정한다.

Gate 3 에서는 핵심 근본 원인과 인과적 타당성 및 혁신 대상을 검토한다. 과학적 가설과 확인된 원인을 구분하고 남아 있는 불확실성을 기록하여 해결 방안 설계의 범위를 결정한다.

Gate 4 에서는 선정한 혁신 모델과 요구사항 및 연구개발의 타당성을 검토한다. 핵심 가설과 실현에 필요한 기술 및 검증 계획과 자원의 확보 가능성을 평가하고 후속 연구개발 및 실증에 필요한 투자를 승인한다.

Gate 5 에서는 연구개발 결과와 기술적 성능 및 현장 실증의 증거를 평가한다. 상용화 및 사업화에 필요한 조건을 검토하되 이 판정이 실제 시장 판매나 규제 대상 제품의 사용에 필요한 별도 허가를 대신하지 않는다.

Gate 6 에서는 상용 운영과 사업화의 성과 및 지속 가능성에 관한 증거를 검토한다. 가치 창출의 검증 요구사항과 실제 운영 기반을 확인하고 후속 가치 측정 및 개선의 범위를 결정한다. 장기적인 경제적·사회적 가치가 이미 확보되었다는 의미는 아니다.

Gate 7 에서는 실제 미충족 수요의 충족 수준과 경제적·사회적 가치 및 투자성과와 지속 가능성을 검토한다. 지속 운영, 개선, 확산 또는 새로운 혁신의 추진과 선행 단계 재검토 및 보류·중단 여부를 결정한다.

14.7.3. Gate 판정 유형 및 후속 실행 조건

Go 는 다음 단계의 추진에 필요한 조건을 충족하여 승인하는 결정이다. Conditional Go 는 필수 통과 조건을 충족한 상태에서 남은 보완 요구와 제한된 실행 범위를 명시하여 후속 활동을 승인하는 결정이다. Rework 는 현재 단계의 보완과 추가 검증을 요구하는 결정이며 Pivot 은 해결 방안 또는 혁신 방향을 변경하는 결정이다. Return 은 선행 단계의 핵심 가정이나 산출물을 재검토하도록 하는 판정이다. Hold 는 증거 또는 자원 확보까지 추진을 보류하며 Stop 은 과제의 추진을 중단한다.

판정 유형의 구체적 적용은 제 5~11 장의 단계별 기준을 유지한다. Gate 7 에서는 Sustain, Scale, Improve, Reinnovate, Return, Hold 및 Stop 의 판정 체계를 활용한다. 지속 운영과 개선 및 확산은 서로 다른 실행 범위에서 병행할 수 있으므로 각 판정의 대상과 책임을 명시한다.

조건부 승인은 필수적인 안전과 법적 및 연구윤리 조건의 미충족을 허용하는 수단이 아니다. 예를 들어 필요한 검증이 완료되지 않은 기술은 위험이 통제된 내부 연구의 범위에서 추가 시험을 승인할 수 있으나 실제 고객에게 공급하거나 환자에게 적용하는 권한까지 자동 부여하지 않는다.

14.7.4. Gate 심의 및 승인 책임 체계

PM 과 혁신 아키텍트 및 전문 실행팀은 해당 단계의 산출물과 검증 증거, 목표 대비 결과, 위험 및 불확실성, 후속 활동과 필요한 예산을 심의 자료로 준비한다. 관련 전문가는 과학적·기술적 타당성과 실제 현장 적합성 및 필수 조건의 충족 여부를 검토한다. 승인 책임자는 권한의 범위 안에서 판정하고 판단 근거를 기록한다.

Gate 의사결정 기록에는 심의 대상의 식별자와 버전, 평가 기준, 주요 증거, 미확인 사항과 잔여 위험, 판정 결과, 승인 범위 및 예산, 후속 요구사항과 책임자 및 재검토 시점을 포함한다. 조건부 승인에서는 조건 충족의 확인 책임과 미충족 시의 대응을 명확히 한다. AI Agent 는 심의 자료의 수집과 분석 및 작성에 활용하되 최종 승인자가 되지 않는다.

14.8. 적응형 AI 혁신 프로젝트 관리

14.8.1. 예측형 및 적응형 프로젝트 관리의 적용

예측형 프로젝트 관리는 요구사항과 구현 방법이 비교적 명확하고 실행의 의존관계를 계획할 수 있는 경우 상세한 범위와 일정 및 예산을 중심으로 관리하는 방식이다. 적응형 프로젝트 관리는 초기의 지식과 가정이 충분하지 않은 경우 실행과 검증을 반복하면서 새로운 정보를 계획에 반영하는 방식이다.

실제 혁신 프로젝트에는 두 방식이 함께 필요할 수 있다. 건축설계 검토 도구의 배포와 사용자 교육은 비교적 명확한 일정에 따라 관리할 수 있지만 검토 기준의 자동 해석에 관한 정확성과 오류 유형은 반복 시험을 통해 개선할 수 있다. 과학적 연구에서는 가설 검증과 대안 탐색에 적응형 방식을 적용하고 연구시설의 이용 및 데이터 관리와 안전 절차는 명확한 계획으로 통제한다.

14.8.2. Stage-Gate 와 Agile 및 반복적 연구개발의 결합

프로젝트 전체의 투자 및 단계별 진입과 종료에 관한 의사결정은 Stage-Gate 로 관리하며, 각 단계 내부에서는 짧은 계획과 실행 및 검토와 개선의 반복을 활용한다. Agile 의 반복적 개발 원리와 과학적 연구의 가설 검증 및 실험의 반복을 과제 특성에 적합하게 적용한다.

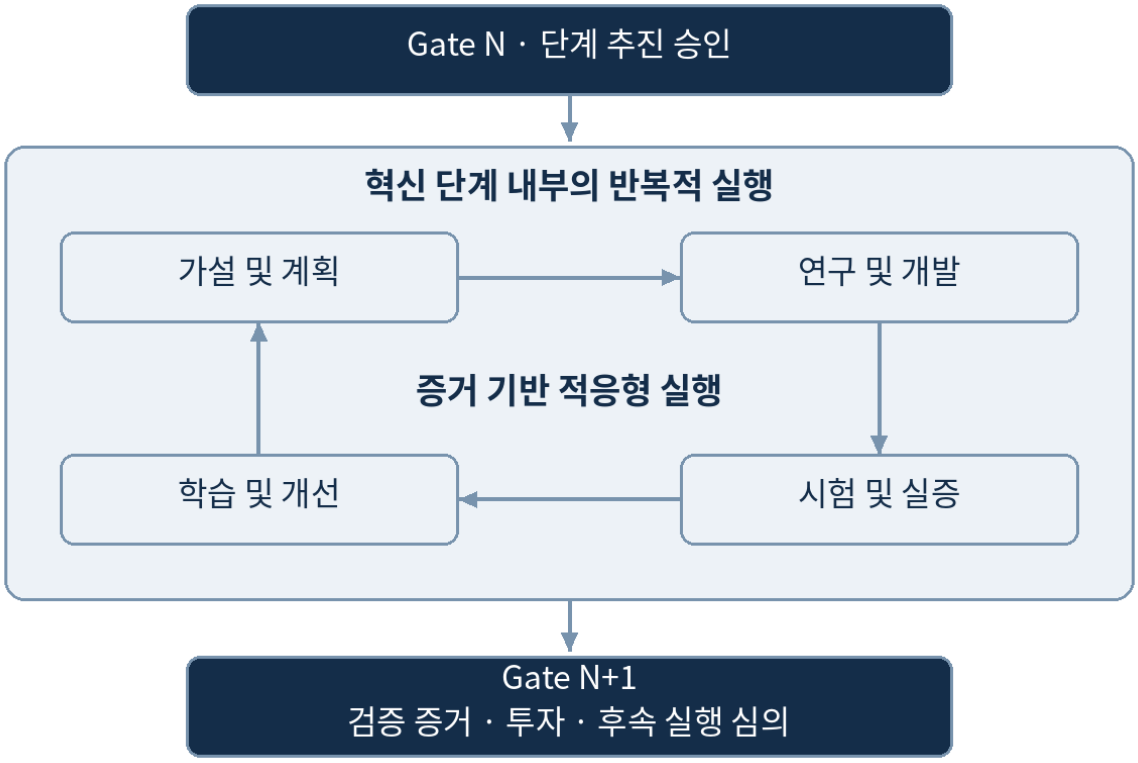


도표 14-8. Stage-Gate 와 적응형 연구개발 관리의 결합 구조

단계 내부의 반복에서는 검증해야 할 가설과 업무 목표, 예상 산출물 및 완료 기준을 정의한다. 실행 결과가 가정을 지지하지 못하는 경우 대안을 탐색하고 검증 계획을 개선한다. 반복 실행은 승인된 비용과 위험 및

범위의 한도 안에서 수행하며 중요한 목표 및 위험 조건의 변경은 별도 심의를 거친다. 이와 같이 전략적 통제와 실무적 적응성을 결합한 모델을 자체 방법론으로 제안한다.

14.8.3. 연구개발의 불확실성과 단계적 투자 관리

초기에는 핵심 불확실성을 해소하는 데 필요한 탐색과 검증의 범위를 설정하고 제한된 자원을 투입한다. 연구개발의 진행에 따라 확인된 가설과 기술적 가능성 및 비용과 예상 가치를 재평가하여 후속 투자 규모를 결정한다.

예를 들어 원천기술 연구에서 초기 검증이 핵심 가설을 지지하지 않는다면 기존의 구현 계획을 그대로 수행하는 대신 대안의 검토와 추가 탐색 또는 중단을 결정할 수 있다. 가설의 기각 자체가 관리 실패를 의미하지는 않는다. 승인한 연구 목적과 검증 방법을 충실히 수행하여 불확실성을 줄였다면 유의미한 학습 결과가 확보된 것이다. 반대로 부정적 결과를 숨기거나 검증 없이 투자 규모를 확대하는 것은 관리상의 문제이다.

14.9. 혁신 목표·범위 및 요구사항 관리

14.9.1. 혁신 프로젝트의 목표 및 범위 정의

혁신 프로젝트는 최초 검증한 수요와 핵심 근본 원인 및 혁신 대상을 기반으로 목표를 설정한다. 대상 수요자와 적용 환경, 해결하고자 하는 문제와 기대 성과, 연구개발 및 구현의 범위와 제외 범위를 명확하게 정의한다.

목표는 단순한 기능의 개발이나 AI 모델의 활용 여부보다 실제 해결해야 하는 성과 격차와 가치 실현 조건을 포함해야 한다. 초기 단계에서 확정하기 어려운 연구 목표와 기술적 가정은 확정된 요구사항과 구분하여 관리한다. 이후 연구와 검증 결과에 따라 목표를 변경할 경우 최초 수요와의 정합성을 재검토한다.

14.9.2. 혁신 요구사항 및 성과 기준 관리

혁신 요구사항은 수요 및 가치에 관한 요구사항과 연구개발 및 기술적 요구사항, Human-AI Work 의 실행 요구사항, 데이터와 Resource 의 이용 조건, 안전과 검증 기준을 포함한다. 각각의 요구사항에 식별자와 근거, 검증 방법 및 책임자를 연결한다.

예를 들어 설계 품질검토 혁신에서 검토 시간의 단축은 성과 요구사항이며 BIM 데이터 분석과 오류 후보의 표시 및 전문가 검토는 이를 실현하기 위한 기능과 업무 실행 요구사항에 해당한다. 검토 시간만을 줄이기 위해 필수 검토 범위나 오류 검출 성능을 낮추어서는 안 된다. 성과 목표와 품질 및 안전의 필수 조건을 함께 관리해야 한다.

14.9.3. 혁신 범위의 변경 및 재정의

새로운 연구 결과와 데이터 및 현장 요구사항의 변화에 따라 기존 범위를 변경할 필요가 있다. 변경 요청에는 변경의 원인과 근거, 영향받는 요구사항과 검증 증거, 일정 및 비용과 위험, 실제 기대 가치 및 필요한 승인 조건을 포함한다.

검증 과정에서 확보한 학습에 따른 범위의 변경은 혁신의 중요한 일부이다. 그러나 가치 창출 목적과 무관하게 새로운 기능을 계속 추가하거나 승인 없이 일정과 비용을 확대하는 Scope Creep 은 통제해야 한다. 최초 수요 또는 핵심 원인의 가정이 부정되는 경우에는 관련 선행 단계로 환류하고 필요한 수요 및 원인 검증을 수행한다.

14.10. 실행 계획·일정 및 자원 관리

14.10.1. 혁신 프로젝트의 실행 계획 및 업무 분해

업무분해구조(Work Breakdown Structure, WBS)는 프로젝트의 전체 범위와 산출물을 관리할 수 있는 업무 단위로 분해하는 구조이다. AI 혁신 프로젝트에서는 주요 단계와 연구개발 과제 및 산출물을 기반으로 관리 가능한 업무 패키지를 정의하고 이를 Human-AI Work 의 설계와 연결할 수 있다.



도표 14-9. WBS 와 Human-AI Work Redesign 을 연계한 업무 실행 구조

각 업무 패키지에는 목적과 산출물, 실행 및 검토 책임, 필요한 전문인력과 Resource, 입력 및 출력과 의존관계 및 검증 기준을 정의한다. Human-AI Work Redesign 을 통해 사람과 AI Agent 의 역할을 설계하며 필요한 경우 Workflow Specification 과 실행 가능한 Workflow Resource 를 구현한다. WBS 가 업무 범위의 분해를 표현한다면 Workflow 는 해당 업무를 실제로 수행하는 실행 구조를 표현하므로 두 개념을 동일하게 취급하지 않는다.

14.10.2. 혁신 일정 및 마일스톤 관리

마일스톤은 의미 있는 연구개발 결과의 확보와 주요 검증 완료 및 의사결정의 시점을 나타낸다. 과제의 일정은 업무의 의존관계와 전문인력 및 연구시설의 이용 가능성, 외부 실험 결과와 사람의 검토 및 승인 기간을 고려하여 수립한다.

과학적 연구에서는 장기 일정의 불확실성을 명시하고 가까운 실행 기간은 상세하게 계획하며 이후 기간은 검증 결과에 따라 구체화하는 점진적 계획 방식을 활용할 수 있다. 진행률은 경과한 기간이나 실행 횟수만으로 평가하지 않고 실제 검증된 산출물과 핵심 가설의 해소 및 후속 실행의 준비 수준을 확인한다.

14.10.3. 전문인력 및 AI Resource 관리

전문인력과 Model, Data, Tool, Skill 및 Workflow Resource, 연구시설과 외부 기술은 업무 목적과 요구사항에 따라 확보하고 배분한다. 인력의 전문성과 가용 시간 및 외부 협력 조건을 검토하고 Resource 의 이용 권한, 검증 범위와 버전 및 의존관계와 사용 비용을 관리한다.

내부에서 확보하기 어려운 역량은 SyenaHub 의 협력 구조를 통해 확보할 수 있다. AI Agent 를 활용하여 일부 업무의 실행을 지원하더라도 전문가의 검토 및 승인과 예외 대응에 필요한 인력과 시간은 계획에 포함해야 한다. Resource 의 변경이나 이용 중단이 프로젝트에 영향을 미치는 경우 대체 자원과 필요한 재검증 및 일정 변경을 검토한다.

14.11. 혁신 비용 및 투자 관리

혁신 프로젝트의 비용 구조

AI 혁신 프로젝트의 비용은 수요 발굴과 검증 및 해결 방안 설계, 과학적 연구와 기술개발 및 실증, 전문인력, 모델과 데이터 및 Tool Resource, 컴퓨팅 환경, 시스템 구축과 통합 및 운영과 유지관리 및 조직 변화관리 비용으로 구성될 수 있다. 과제의 목적과 평가 관점에 따라 직접 비용과 공통 비용 및 추가적으로 발생하는 비용을 구분하고 비용 산정의 기준과 기간을 명확히 한다.

단계별 예산 및 투자 승인

초기 탐색 예산은 수요와 근본 원인 및 핵심 가정을 검증하는 데 필요한 범위로 설정한다. 후속 연구개발 및 실증과 사업화 투자에 대해서는 각 Gate 에서 확보한 증거와 위험 및 기대 가치와 자원의 확보 가능성을 검토하여 승인한다. 단계별 예산에는 승인 범위와 사용 조건, 예산 변경 권한, 예비비의 사용 기준 및 추가 승인에 관한 조건을 포함한다.

프로젝트 관리자는 승인 예산과 실제 지출 및 확정된 지출 약정, 완료까지 필요한 추가 비용을 구분하여 관리한다. 비용의 증가가 발생할 경우 단순히 기존 계획의 집행률을 확인하는 데 그치지 않고 해당 비용이 실제 검증 목적과 가치 창출에 기여하는지를 평가한다.

개발 비용과 상용 운영 비용의 구분

Craftem 을 활용하는 경우 개발 및 시험 환경의 Resource 사용 기록과 실제 운영 환경의 사용 기록을 구분한다. 모델의 추론 및 도구의 실행과 컴퓨팅 자원의 사용량을 해당 Work 및 프로젝트에 연결하고 인력과 외부 서비스 및 운영지원 비용과 함께 분석한다. 공급기업의 연구개발 투자와 고객의 도입 비용 및 운영비는 서로 다른 관점에서 평가한다.

투자성과 및 추가 투자 판단

추가 투자는 이미 투입한 비용을 회수하려는 목적이 아니라 앞으로 투입할 자원에 비해 실현할 수 있는 증분 가치와 위험 및 대체 기회를 기준으로 판단한다. 매몰비용을 근거로 불확실성이 해소되지 않은 프로젝트를 지속하지 않도록 한다. 다만 중단 또는 전환에 필요한 비용과 계약상 의무는 미래에 발생할 비용이므로 별도로 고려한다.

제 10 장의 사업화 경제성 및 제 11 장의 TCO, ROI, NPV 및 투자회수기간을 활용하여 예상 및 실제 투자성과를 비교한다. 재무적 편익과 사회적 편익의 평가 단위를 구분하고 불확실성이 큰 경우 시나리오와 민감도 분석을 활용한다. 투자 승인 이후에도 가정의 변화와 실제 비용 및 성과의 차이를 검토하여 후속 투자 방향을 개선한다.

14.12. 위험 및 불확실성 관리

14.12.1. 위험과 불확실성의 구분

위험(Risk)은 프로젝트의 목적과 성과 및 안전에 영향을 미칠 수 있는 불확실한 사건이나 조건을 의미한다. 불확실성(Uncertainty)은 문제의 원인과 해결 가능성 및 기술적 성능과 사업성과 등에 관한 정보가 충분하지 않아 결과를 판단하기 어려운 상태이다. 일부 위험은 발생 가능성과 영향을 추정할 수 있지만 새로운 과학적 연구와 원천기술의 탐색에서는 확률과 결과의 범위를 충분히 알기 어려운 경우도 존재한다.

확률과 영향의 근거가 확보된 위험에는 정량적 분석을 활용할 수 있으며, 정보가 부족한 불확실성에는 연구 가설의 검증과 대안 탐색 및 제한된 실험과 시나리오 분석을 적용할 수 있다. 근거가 부족한 확률을 임의로 부여하여 정밀한 예측처럼 제시하지 않는다.

14.12.2. AI 혁신 프로젝트의 주요 위험 유형

AI 혁신의 위험은 모델의 기술적 성능뿐 아니라 수요 및 전략, 과학적 가설, 데이터와 AI, 자원과 실행, 사업화 및 경제성, 안전과 보안, 법적·윤리적 문제 및 공동 협력과 조직의 책임 구조 등에서 발생할 수 있다.

위험 유형	주요 발생 가능성	대응 방향
수요 및 전략 위험	실제 수요의 부족·목표 불일치	수요 재검증·전략 검토
과학적 위험	연구 가설의 기각·근거 부족	가설 검증·대안 탐색
기술적 위험	구현 실패·성능 및 통합 문제	단계적 검증·기술 대안 확보
데이터 및 AI 위험	데이터 부족·오류·편향·모델 변화	데이터 검증·모델 평가·인간 감독
실행 및 자원 위험	인력 부족·일정 지연·비용 증가	자원 조정·실행 계획 개선
사업화 및 경제적 위험	고객 도입 부족·공급 비용 증가	시장 검증·경제성 재평가
안전 및 보안 위험	정보유출·권한 초과·물리적 위해	실행 통제·독립적 안전관리
법적·윤리적 위험	권리 침해·연구윤리·규제 위반	전문 검토·필수 통과 조건
협력 및 조직 위험	기관 갈등·책임 불명확·이해상충	계약·역할 정의·독립적 검토

도표 14-10. AI 혁신 프로젝트의 주요 위험 유형 및 대응 방향

위험 유형의 분류는 식별의 누락을 줄이기 위한 기준이다. 하나의 위험이 여러 유형에 해당할 수 있으며 위험 간 의존성과 복합적인 영향을 고려해야 한다. 위험을 발생시킨 원인과 실제 위험 사건 및 발생 시 결과를 구분하여 관리한다.

14.12.3. 위험의 식별·평가 및 대응 체계

위험관리의 기본 절차는 위험 식별, 분석 및 평가, 대응 계획 수립, 실제 대응 및 모니터링, 잔여 위험 검토로 구성한다. 위험관리대장에는 위험의 식별자와 원인 및 사건과 영향, 평가 근거, 위험 소유자, 대응 방안과 기한, 잔여 위험 및 승인 여부를 기록한다.

발생 가능성과 영향을 서열척도로 평가하는 경우 상대적인 검토 우선순위를 지원하기 위해 다음 산식을 사용할 수 있다.

여기서 P_i 는 위험 발생 가능성의 평가값이고 I_i 는 위험 발생 시 영향의 평가값이다. 예를 들어 사전에 정의한 1~5 점 척도에서 가능성 3 점과 영향 4 점인 위험의 상대적 평가값은 12 점이다. 이 값은 실제 확률이나 기대손실 금액을 의미하지 않으며 동일한 점수라도 영향의 성격과 대응 필요성이 다를 수 있다.

위험 대응에는 위험의 회피, 발생 가능성 또는 영향의 감소, 계약이나 보험 등을 통한 일부 위험의 이전, 승인된 범위의 위험 수용 등을 검토할 수 있다. 치명적인 안전 위험이나 허용할 수 없는 법적·윤리적 위험에는 종합 점수와 관계없이 필수 통제 조건을 적용한다. 특히 핵심 불확실성에 대해서는 어떤 증거를 확보하면 후속 판단이 가능해지는지를 정의한다.

14.12.4. 위험관리와 Gate 의사결정의 연계

각 Gate 에서 기존 위험의 대응 상태와 새로운 위험 및 불확실성, 잔여 위험과 필요한 추가 검증 및 대응 비용을 검토한다. 승인 책임자는 허용 범위 내에서 후속 활동을 승인하거나 추가 검증과 계획 변경 또는 보류 및 중단을 결정한다.

중대한 위험이 새롭게 확인되거나 핵심 연구 가정이 부정되면 정기 심의 시점까지 기다리지 않고 실행을 제한하고 관련 책임자에게 보고한다. 위험관리의 목적은 모든 불확실성을 제거하는 것이 아니라 허용 가능한 조건에서 창의적 탐색과 연구개발을 수행하고 실제 위해와 불필요한 자원 투입을 방지하는 데 있다.

14.13. 품질·검증 증거 및 혁신 데이터와 변경 관리

14.13.1. 혁신 프로젝트의 품질 및 검증 관리

AI 혁신의 품질은 미충족 수요 및 문제 정의의 타당성과 과학적 연구의 신뢰성, 수리적 분석과 기술의 기능 및 성능, Human-AI Work 의 실행 품질, 실제 산업현장의 적합성과 가치 검증의 신뢰성을 포함한다.

각 단계에서 확보해야 하는 성과와 평가 조건을 사전에 정의하고 실제 산출물 및 증거를 기준에 따라 검토한다. 기술적 시험의 통과와 실제 업무 목적의 달성을 구분하며, 필요한 경우 독립적인 전문가의 검토를 수행한다. 검증 결과가 미흡한 경우 결함의 수정과 추가 검증 및 관련 선행 가정의 재검토를 추진한다.

14.13.2. 검증 증거 및 혁신 산출물의 추적성

최초 수요와 근본 원인 및 혁신 대상에서 해결 방안과 연구개발 요구사항, 검증 결과와 실제 운영 및 가치 평가까지의 참조 관계를 관리한다. 각 판단에 활용한 자료의 출처와 버전, 검증 방법 및 조건과 판단 책임자를 기록한다.

Craftem 의 혁신 데이터 관리 체계를 활용하면 해당 요구사항에 관련된 연구개발 및 실증 결과와 실행 기록을 연결할 수 있다. 다만 정보의 연결이 인과적 관계의 검증을 보장하지는 않는다. 민감한 데이터는 원본을 무조건 통합하기보다 승인된 참조와 검증 가능한 증거의 공유를 통해 추적성을 확보한다.

14.13.3. 형상관리·버전관리 및 변경 통제

형상관리는 혁신 모델 및 요구사항과 소프트웨어, 모델 및 데이터와 도구, 스킬, Workflow 및 Agent 의 승인된 구성과 변경을 관리하는 활동이다. 실제 실증과 운영에서 활용한 구성의 버전과 의존관계 및 시험 결과를 기록하여 변경의 영향을 분석할 수 있도록 한다.

새로운 모델이나 데이터 및 Tool Resource 를 도입하는 경우 기존 검증 결과의 유효성을 검토하고 필요한 회귀시험과 재검증을 수행한다. 변경 요청에는 변경 목적과 영향받는 산출물 및 비용과 일정 및 위험을

포함하며 위임된 범위를 초과하는 변경은 별도 승인을 거친다. 외부 시스템의 변경은 내부 소프트웨어 버전의 복구만으로 원상회복되지 않을 수 있으므로 복구 및 보상 가능성을 검토한다.

14.14. 책임 있는 AI 혁신 및 AI 거버넌스

14.14.1. 인간의 판단 및 책임 체계

인간은 혁신의 가치 창출 목적을 정의하고 전문적 판단과 중요한 의사결정을 수행하며 그 결과에 관한 책임을 부담한다. AI Agent 는 탐색과 분석 및 생성과 실행 및 검증을 지원하지만 혁신 목표의 최종 결정, 과학적 판단, 투자 및 자원 배분, 안전과 전문적 업무 및 사업화 승인 및 실제 가치 확정에 관한 인간의 책임을 대신하지 않는다.

인간의 감독은 형식적인 승인에 머물러서는 안 된다. 검토자는 적절한 전문성과 권한, 결과의 근거에 접근할 수 있는 조건, 검토에 필요한 시간 및 실행을 제한하거나 중단할 수 있는 권한을 갖추어야 한다. 책임과 승인 조건은 실제 Human-Agent Workflow 및 프로젝트 관리 체계에 반영한다.

14.14.2. AI Agent 의 자율성 및 실행 권한 관리

AI Agent 의 실행 자율성은 업무의 영향 범위와 위험 수준 및 검증 가능성을 고려하여 결정한다. 본 방법론은 보조형 실행, 승인 기반 실행, 제한적 자율 실행 및 감독 기반 자율 실행의 네 가지 수준을 제안한다.



도표 14-11. AI Agent 의 실행 자율성 및 인간 감독 수준

자율성 수준은 우열이나 국제표준 등급을 의미하지 않는다.

Level 1 에서는 AI 가 정보를 분석하고 결과를 제안하되 인간이 실제 업무와 의사결정을 수행한다. Level 2 에서는 정의된 실행안에 대한 인간의 사전 승인을 거쳐 AI 가 업무를 수행한다. Level 3 에서는 승인된

범위와 정책 및 비용과 위험 한도 내에서 AI 가 제한적으로 자율 실행한다. Level 4 에서는 검증된 복합 업무를 위임된 범위에서 수행하면서 예외나 위험 발생 시 인간이 개입하고 통제하도록 구성한다.

이 모델은 국제적으로 표준화된 자율성 등급이 아니라 자체 관리 설계안이다. 높은 자율성은 우수한 성과나 안전성을 의미하지 않으며 업무별로 필요한 수준을 선정하고 권한과 종료 조건 및 예외 대응을 명시한다. 고위험 의료 및 금융 판단과 물리적 설비 제어 및 중요한 법적·재무적 결정에는 별도의 전문적 승인 및 독립적인 안전조건을 적용한다.

14.14.3. 데이터 보호·연구윤리 및 법적·사회적 책임

공동 혁신 과정에서 활용하는 개인정보와 기밀정보 및 연구데이터, 전문지식과 지식재산권의 이용 범위를 정의한다. 데이터의 저장 위치뿐 아니라 실제 AI 모델과 외부 도구를 호출할 때 발생하는 정보의 이전과 처리 조건을 관리한다. 최소 권한과 승인된 데이터 흐름을 적용하며 신뢰할 수 없는 외부 문서나 도구 응답이 시스템의 권한 및 승인 정책을 변경하지 못하도록 통제한다.

연구윤리와 안전 및 공정성 및 관련 법적 요구사항은 산업 및 적용 환경에 따라 달라질 수 있다. 보건의료 연구에서는 연구윤리 및 임상적 검증과 관련 승인 조건을, 금융에서는 고객 보호와 공정성 및 감독을, 건설과 제조에서는 안전과 전문적 책임 및 물리적 제어 조건을 고려한다. 관련 법령과 규제의 구체적인 적합성은 해당 프로젝트에서 전문적인 검토를 통해 확인한다.

NIST AI RMF, ISO/IEC 42001 및 ISO/IEC 23894 등의 AI 관리 및 위험관리 체계와 ISO/IEC 27001 의 정보보호 관리 개념은 이러한 관리 원칙을 구체화하기 위한 참고 기반으로 활용할 수 있다. 본 방법론의 적용 자체가 해당 표준의 인증이나 법적 적합성을 보장하지 않는다.

14.15. 혁신 성과 및 가치 창출 관리

프로젝트 실행 성과와 혁신 성과의 구분

일정 준수와 예산 집행 및 Resource 사용, 연구개발 활동과 산출물의 확보는 프로젝트 실행 성과에 해당한다. 기술적 성능의 향상과 실제 업무 및 조직 운영의 개선, 고객의 문제 해결과 경제적·사회적 가치의 실현은 혁신 성과에 해당한다. 두 성과는 연관되어 있지만 프로젝트가 계획대로 수행되었다는 사실만으로 혁신의 성공을 확정할 수 없다.

성과 가치사슬 및 가치 실현 관리

제 11 장의 성과 가치사슬을 적용하여 개인의 성과가 조직의 역량과 운영 성과로 전환되고, 조직의 성과가 실제 사업 성과로 연결되는지를 검토한다. 개인 성과에서 조직 성과로의 단절은 업무의 표준화와 지식

자산화 및 업무 통합을 통해 해소할 수 있다. 조직 성과에서 사업 성과로의 단절은 확보한 역량을 고객 가치와 자원 재배분 및 사업 전략에 연결하여 해소할 수 있다.

과학적 연구와 기술 및 제품과 서비스 혁신에서도 각각의 가치 실현 경로와 전환 조건을 분석한다. 프로젝트 관리자는 기술적 산출물의 완료와 실제 운영 및 가치 실현의 준비 수준을 구분하고 혁신 아키텍트와 가치 실현 책임자는 후속 전환의 제약을 검토한다.

단계별 평가 지표의 통합 관리

수요 검증 지표는 미충족 수요의 실재성과 중요성을, CVS 는 근본 원인의 인과적 타당성을, IPS 는 혁신 대상의 우선순위를 평가한다. SFS 는 해결 방안의 예비적 타당성을, VPS 는 연구개발 및 실증 결과를, CPS 는 상용화 및 사업화의 성과를 검토하는 데 활용한다.

NFR 은 개별 성과 지표의 목표 격차 해소 수준을, VRR 은 목표 가치 대비 실제 실현된 가치의 수준을 나타낸다. ROI 는 경제적 투자성과를 검토하며 VCS 는 경제적·사회적 가치 및 지속 가능성 등 여러 평가 관점을 종합적으로 검토하기 위한 자체 방법론적 지표이다. 각 지표의 정의와 산정 조건은 기존 장에서 정립한 기준을 유지한다. 서로 다른 평가 목적을 가진 점수를 합산하여 프로젝트 성공 확률을 추정하지 않으며 필수 안전 및 법적 조건을 별도로 관리한다.

가치 실현 책임 및 지속적인 성과관리

혁신 스폰서와 사업 및 운영 책임자는 개발이 완료된 이후 실제 운영에서 가치를 실현하기 위한 계획과 책임을 확보한다. 예를 들어 업무 시간이 줄어들었더라도 실제 인건비의 절감이나 추가 사업의 공헌이익이 발생하지 않았다면 잠재적 생산성 가치와 실현된 경제적 가치를 구분해야 한다.

가치 측정에 필요한 기준선과 목표 및 자료 수집과 인과적 기여의 검증 방법을 사전에 정하고 운영 과정에서 실제 증거를 확보한다. 프로젝트를 종료하더라도 필요한 가치 측정과 개선 활동은 운영 조직에 인계한다. 제 11 장의 실제 가치 검증과 편익 및 비용의 중복 산정 방지 원칙을 적용한다.

14.16. Craftem 및 SyenaHub 기반 통합 프로젝트 실행 체계

14.16.1. Craftem 기반 혁신 프로젝트 관리

Craftem AI 혁신 OS 는 혁신 프로젝트의 목적과 요구사항, Human-AI Work 및 전문 Agent 와 Resource 및 Workflow 의 실행과 산출물 및 검증 증거를 연결하는 실행 기반으로 활용할 수 있다.

프로젝트 관리자는 실행 상태와 업무 결과 및 리소스 사용량과 비용을 확인하고 연구개발 및 실증의 결과를 관련 요구사항 및 단계별 심의와 연결할 수 있도록 한다. 개별 Workflow 의 기술적 실행 완료와 산출물의 전문적인 검증 및 프로젝트 단계의 승인을 서로 구분한다.

Craftem 은 기존 프로젝트 관리 소프트웨어의 모든 기능을 대체하는 것으로 정의하지 않는다. 일정 및 재무 및 협업 관리 시스템과 승인된 인터페이스를 통해 필요한 정보를 연결하고 실제 혁신 업무의 실행과 검증 증거의 관리에 중점을 둔다.

14.16.2. SyenaHub 기반 외부 전문역량 및 공동 혁신 관리

SyenaHub 의 협력 생태계를 활용하여 실제 미충족 수요를 해결하는 데 필요한 과학자와 수리과학자, 산업 전문가, AI 기술기업과 대학 및 연구기관과 사업화 파트너의 참여를 확보할 수 있다.

공동 혁신의 실행 조직은 과제별로 구성하고 각 참여기관의 업무 범위와 책임, 산출물과 검증 기준, 비용 부담과 권리 및 정보 접근 조건과 주요 의사결정 구조를 합의한다. 제 13 장의 신뢰 기반 협력 및 가치 귀속과 배분 원칙을 실제 프로젝트의 계약과 실행 관리에 반영한다.

SyenaHub 는 협력에 필요한 전문성과 자원을 연결하고 Craftem 은 이러한 참여자가 수행하는 Human-AI Work 와 혁신 데이터 및 검증 증거를 관리하도록 지원한다. 최종 프로젝트 승인 및 계약상 책임은 해당 권한을 보유한 참여기관과 인간 책임자가 담당한다.

14.16.3. Craftem AI Innovation Project Management Agent

Craftem AI Innovation Project Management Agent 는 수요 주도형 AI 혁신 프로젝트의 목표와 실행 계획 및 전문인력과 Resource, 일정과 비용, 연구개발 및 검증 결과와 위험 및 단계별 의사결정과 실제 가치 창출 성과의 통합 관리를 지원하는 Craftem AI Agent 이다.

이 Agent 는 7 단계의 전문 Agent 와 구분되는 횡단적 관리 지원 Agent 이며 제 8 단계의 혁신 Agent 가 아니다. 프로젝트 기획과 업무분해 및 일정 및 자원 관리, Gate 심의 자료의 준비, 위험과 변경의 영향 분석, 실제 성과 및 투자와 가치의 모니터링, 혁신 데이터와 검증 증거의 추적성 및 공동 혁신의 협업 지원과 지속적 개선을 주요 기능으로 제안한다.

Model Resource 는 정보의 분석과 추론 및 예측 지원에 활용할 수 있다. Data Resource 는 프로젝트 계획과 요구사항 및 연구개발과 실증 및 운영 성과와 위험 및 비용 데이터를 포함할 수 있다. Tool Resource 는 일정 및 비용 계산과 통계 분석, 프로젝트 관리 시스템과의 연계 및 검증 도구 등을 포함할 수 있다. Skill Resource 는 프로젝트 계획 및 위험 검토와 단계별 심의 및 가치 평가 방법을 포함하고 Workflow Resource 는 실제 관리 업무와 인간의 검토 및 승인 절차를 구현하도록 구성한다.

전문 Agent Template 으로 Project Planning, Resource and Cost Management, Stage-Gate Review Support, Risk and Change Analysis, Performance and Value Monitoring, Integrated Innovation Project Management 등을 구성할 수 있다. 각 Template 의 적용 환경과 입력 및 출력 및 역할 및 권한과 검증 조건은 별도로 정의한다.

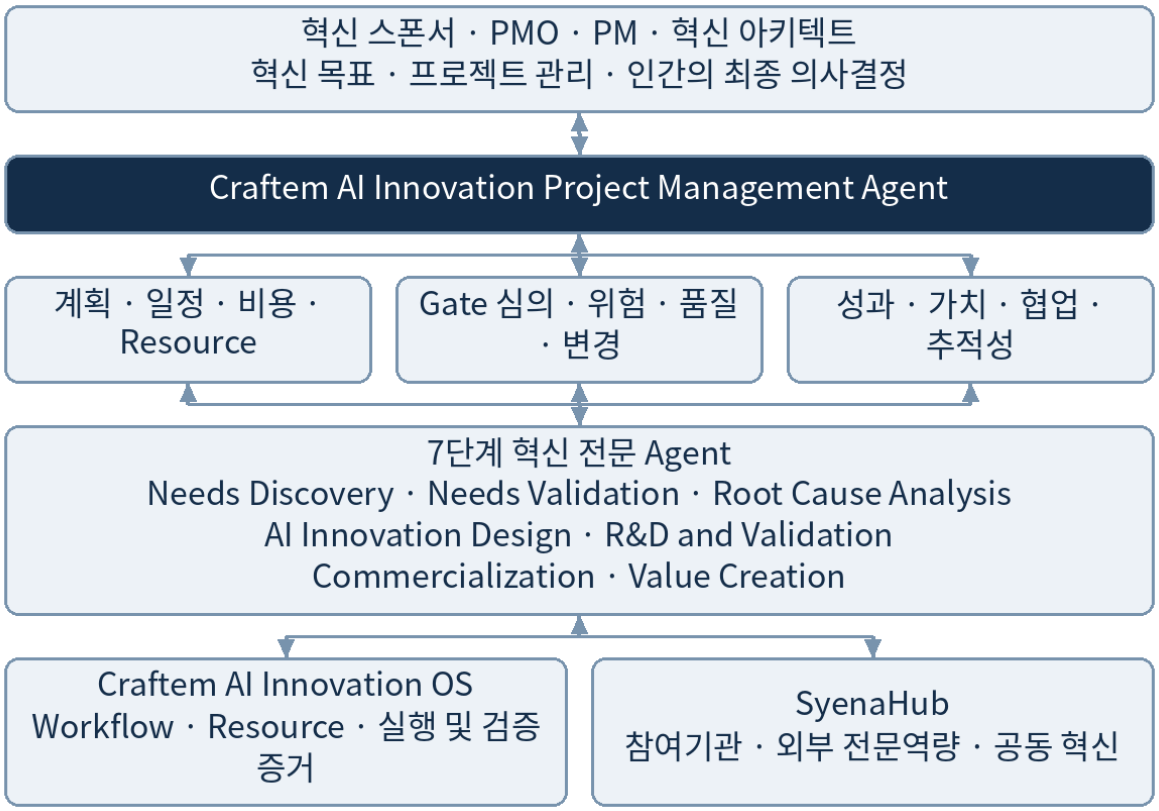


도표 14-12. Craftem 기반 AI 혁신 프로젝트 관리 Agent 의 통합 실행 구조

AI Agent 는 자료를 분석하고 실행 계획 및 의사결정의 대안을 제안할 수 있으나 예산의 추가 집행과 위험의 수용 및 Gate 의 최종 승인을 독자적으로 결정하지 않는다. 본 Agent 와 Template 의 기능은 목표 제품 설계이며 실제 개발 및 운영이 완료되었음을 의미하지 않는다.

14.17. AI 혁신 프로젝트의 표준 산출물 및 관리 문서 체계

프로젝트 관리 표준 산출물

본 방법론은 혁신 프로젝트의 실행과 관리 및 의사결정에 필요한 다음 열두 가지 표준 산출물을 제안한다. 이러한 관리 산출물은 제 5~11 장의 단계별 전문 산출물과 구분하여 활용한다.

AI 혁신 프로젝트 헌장(AI Innovation Project Charter)은 프로젝트의 목적과 최초 미충족 수요, 혁신 목표와 초기 범위, 주요 책임자 및 착수의 근거와 승인된 자원을 정의한다.

혁신 프로젝트 통합 실행 계획서(Innovation Project Management Plan)는 단계별 활동과 검증 목표, 실행 전략 및 일정과 비용 및 자원 관리와 위험 및 품질관리와 의사결정 방식을 통합적으로 정의한다.

혁신 조직 및 역할·책임 명세서(Roles and Responsibilities Specification)는 스폰서와 승인 책임자, PM 과 혁신 아키텍트 및 전문 실행팀과 외부 참여기관의 역할 및 권한과 책임을 정의한다.

혁신 범위 및 요구사항 관리서(Scope and Requirements Management Document)는 프로젝트의 수행 및 제외 범위, 요구사항과 관련 근거 및 성과와 검증 기준과 변경 내용을 관리한다.

업무분해 및 일정 관리서(WBS and Schedule Management Document)는 업무 패키지와 Human-AI Work 의 관계 및 업무 간 의존관계와 마일스톤 및 실제 진행 상태를 관리한다.

혁신 예산 및 Resource 관리서(Budget and Resource Management Document)는 승인된 투자와 지출, 예상 추가 비용, 전문인력 및 AI Resource 의 확보와 사용량 및 비용을 관리한다.

위험 및 불확실성 관리대장(Risk and Uncertainty Register)은 식별한 위험과 불확실성의 평가 근거와 대응 방안 및 책임자와 잔여 위험의 상태를 기록한다.

품질 및 검증 관리 계획서(Quality and Validation Management Plan)는 단계별 검증 기준과 시험 및 실증 방법과 검토 책임 및 필수 통과 조건을 정의한다.

혁신 변경 관리대장(Innovation Change Register)은 요구사항과 혁신 모델 및 기술과 운영 조건의 변경 사유와 영향 및 승인과 재검증 결과를 관리한다.

단계별 Gate 심의 및 의사결정 기록서(Stage-Gate Decision Record)는 검토 대상과 주요 증거 및 판정의 근거와 승인 범위, 후속 실행 조건 및 책임자를 기록한다.

프로젝트 성과 및 가치 실현 관리서(Performance and Value Realization Record)는 실행 성과와 혁신 성과를 구분하고 실제 수요 충족과 경제적·사회적 가치 및 투자성과와 후속 측정 계획을 관리한다.

프로젝트 종료 및 후속 혁신 인계서(Project Closure and Innovation Handover Report)는 완료 또는 중단 시 확보한 산출물과 관련 권리 및 운영 책임, 미해결 위험과 가치 측정 및 후속 혁신의 인계 조건을 기록한다.

과제의 규모와 위험에 따라 여러 문서를 통합할 수 있다. 문서를 통합하더라도 필요한 검증과 승인 및 책임에 관한 기록은 유지해야 한다. 연구개발 및 실증 보고서와 같은 전문 산출물은 해당 단계의 전문성을 검증하는 자료이며 관리 문서는 그 실행 및 승인과 자원 및 위험의 관계를 기록한다.

프로젝트 관리 데이터의 추적성

Project ID, Program ID, Portfolio ID, Work ID, Risk ID, Change ID, Gate Decision ID, Budget ID 및 Responsibility ID 등을 활용하여 관리 대상 및 의사결정과 전문 산출물 사이의 참조 관계를 유지하도록 제안한다. 기존 장에서 정의한 식별자가 존재하는 경우 이를 재사용하고 동일한 대상을 위한 별도의 식별 체계를 중복하여 생성하지 않는다.

개별 위험과 변경 및 승인 기록은 관련 프로젝트와 Work 및 요구사항과 Evidence ID 및 실제 가치 평가에 연결할 수 있다. 변경 및 승인 기록의 버전과 시점 및 책임자를 관리하여 후속 검토와 감사가 가능하도록 한다. 데이터 관리의 상세 구현은 제 12 장의 플랫폼 설계와 연계한다.

상세 실무 양식의 부록 연계

프로젝트 헌장과 역할 및 책임 매트릭스, 일정과 예산 관리표, 위험관리대장, Gate 심의서와 변경관리대장 등의 상세 양식은 백서 부록과 연계한다. 과제별로 필요한 항목을 조정하되 필수적인 검증 및 권한과 책임 및 정보보호 관련 항목을 임의로 생략하지 않는다.

14.18. 프로젝트 관리의 적용 수준 및 지속적 개선

과제 유형별 관리 체계의 적용

본 방법론에서는 경량형, 표준형 및 확장형의 세 가지 관리 적용 모델을 제안한다. 경량형은 기존 기술의 활용과 비교적 소규모 업무혁신을 대상으로 실제 업무 성과와 간소화된 실행 및 승인에 중점을 둔다. 필요한 전문인력과 승인 책임자를 지정하고 통합 문서를 활용할 수 있다.

표준형은 조직 단위 혁신과 제품 및 서비스 개발을 대상으로 통합 실행 계획 및 단계별 검증과 투자성과 관리를 적용한다. PM 과 혁신 아키텍트 및 전문 실행팀의 역할을 구분하고 주요 변경과 위험을 체계적으로 관리한다.

확장형은 다학제 공동 연구개발과 원천기술 및 고위험 혁신을 대상으로 연구개발의 불확실성과 기관 간 협력과 독립적인 검증 및 책임과 위험관리를 강화한다. 필요에 따라 별도의 PMO 와 공동 혁신 운영위원회를 구성하고 단계적 투자 및 전문적 검토를 적용한다.

관리 적용 수준은 프로젝트의 투자 규모만으로 결정하지 않는다. 실제 위험과 영향 범위 및 연구개발 불확실성, 참여기관 및 데이터의 특성과 법적·윤리적 요구사항을 고려한다. 소규모 과제라는 이유로 필수 안전 및 전문적 검증을 생략하지 않는다.

프로젝트 관리의 적용 사례

건축설계 품질검토 혁신은 건축설계 전문가와 BIM 기술 및 AI 엔지니어가 참여하는 업무혁신 과제의 예시이다. PM 은 현장 데이터와 설계 기준 및 검토 업무의 분석과 구현 및 검증 일정을 조율하고 혁신 아키텍트는 기존 기준과 실제 검토 목적 및 기술적 실행 구조의 정합성을 관리한다. 앞선 장의 가상 사례에서 기존 검토 시간 40 시간, 목표 8 시간, 상용 운영 10 시간은 검토 시간 목표 격차의 93.75% 해소를 나타낸다. 다만 오류 검출률과 검토 범위 및 전문가의 최종 판단을 함께 검증해야 하며 실제 경제적 가치의 실현은 후속 운영에서 별도로 확인한다.

췌장암 조기 진단 연구개발은 다학제 공동 연구개발 및 고위험 혁신에 관한 적용 시나리오이다. 임상의와 과학자 및 수리과학자, AI 연구자와 기술기업은 질병의 발생 및 진행 기전 연구, 분자 표적 발굴 및 검증, 표적 결합 단백질과 관련 진단 기술의 설계 및 검증이라는 세 연구 영역을 공통 수요와 연결한다. 연구개발 책임자와 PM 은 가설 및 검증 증거와 연구개발 자원 및 단계적 투자를 관리하며 관련 전문가의 판단과 연구윤리 및 임상 검증과 인허가 조건을 별도로 검토한다. 기술적 가능성이나 실증 결과만으로 환자의 건강 개선이나 실제 사업화가 입증된 것으로 판단하지 않는다.

SyenaHub Cura 의 산업 연계 실무 프로젝트는 인재 성장 및 사회적 가치 창출을 위한 적용 시나리오이다. 수요기업이 실제 문제를 제안하고 학생과 멘토가 적절한 지도 및 검토와 책임 구조 아래 문제 정의와 해결 방안 설계 및 프로젝트를 수행한다. Cura Career, Cura Venture 및 Cura Mentoring 의 성장 목적과 연계하고 참여자의 권리와 자발적 참여 및 적절한 보호와 필요한 보상 조건을 고려한다. 프로젝트 결과물과 실제 역량 향상 및 장기적 경력 성과를 구분하여 평가한다. 세 사례는 실제 운영 실적이 아니라 관리 체계의 설명을 위한 시나리오이다.

프로젝트 종료 및 운영 체계로의 인계

프로젝트의 종료에서는 승인된 산출물 및 관련 Resource 와 버전 및 검증 증거, 운영 책임과 기술지원 조건, 미해결 위험 및 가치 측정 계획을 후속 운영 조직에 전달한다. Gate 7 의 결정에 따라 지속 운영과 개선 및 확산 또는 새로운 혁신에 대한 실행 범위와 책임을 정의한다. 프로젝트의 종료는 장기적인 성과 측정이 종료되었다는 의미가 아니다.

보류 또는 중단한 과제에서도 연구 결과와 실패 및 검증 경험을 관련 권리 및 보안 조건에 따라 관리한다. 계약과 비용 및 외부 시스템과 데이터의 처리 및 남아 있는 책임을 확인하여 종료에 따른 위험을 관리한다.

프로젝트 관리 역량의 지속적 개선

실제 프로젝트의 실행 경험과 연구 및 실증의 성공과 실패 및 가치 실현 결과를 분석하여 공통 관리 방법과 검증 기준 및 업무 구조를 개선한다. 새로운 관리 방식이나 Gate 기준을 적용할 때에는 변경의 근거와 적용 범위를 기록하고 실제 개선 효과를 검증한다.

Craftem 의 검증된 Agent 와 Resource 및 혁신 자산과 SyenaHub 의 공동 혁신 및 전문역량을 후속 프로젝트에 활용한다. 이러한 지속적인 학습은 프로젝트 관리와 거버넌스를 창의성을 제한하는 행정 절차가 아니라 인간과 AI 의 지속적인 가치 창출을 지원하는 조직적 실행 역량으로 발전시키는 기반이다.

제 15 장에서는 이러한 방법론과 실행 플랫폼 및 협력 생태계와 프로젝트 관리 체계를 산업별 미충족 수요의 특성에 적용하는 활용 사례 및 적용 모델을 설명한다.

본 장의 관리 및 거버넌스 개념을 보완하는 자료는 말미의 통합 참고문헌에 수록한다. 자체 방법론의 신규 설계와 외부 표준의 요구사항은 구분하며, 실제 적용에 필요한 판본과 세부 조항 및 적합성은 별도로 확인한다.

관련 참고자료(장별 기존 목록 기준): [6, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 48]. 직접 인용 외 배경·추가 참고자료를 포함한다.

자체 방법론과 실행 및 협력 체계는 제 1~13 장을 참조한다.

PART IV. 산업별 적용 및 지속적 혁신

제 15 장. 산업별 AI 혁신 활용 사례 및 적용 모델

Industry-specific AI Innovation Use Cases and Application Models

수요 주도형 AI 혁신은 특정 산업이나 기술분야에 한정되는 혁신 체계가 아니다. 개인과 조직 및 산업현장의 미충족 수요를 발굴하고 검증하며, 그 근본 원인을 분석하여 AI 기반의 창의적 해결 방안을 설계하고 실현함으로써 새로운 경제적·사회적 가치를 창출하는 범산업적 혁신 체계이다.

제 1 장부터 제 11 장까지는 이러한 혁신의 기본 개념과 일곱 단계의 실행 방법론을 정립하였다.
제 12 장부터 제 14 장까지는 혁신 활동의 실행을 지원하는 Craftem AI 혁신 OS 와 다양한 전문성과 기술 및 자원을 결합하는 SyenaHub AI 혁신 생태계, 그리고 실제 혁신 프로젝트를 체계적으로 추진하기 위한 프로젝트 관리 및 거버넌스 체계를 설명하였다.

본 장에서는 이러한 방법론과 실행 플랫폼 및 협력 생태계를 실제 산업현장의 다양한 미충족 수요에 적용하기 위한 활용 사례와 적용 모델을 제시한다.

AI 혁신의 적용 범위는 기존 업무의 생산성과 품질을 향상하는 업무혁신뿐 아니라 새로운 과학적 지식과 핵심 기술의 개발, 새로운 제품과 서비스의 창조 및 비즈니스 모델의 혁신을 포함한다.

따라서 산업별 AI 혁신은 기존의 업무를 AI 로 자동화하거나 특정 AI 모델 및 Agent 를 산업현장에 적용하는 활동에 한정되지 않는다. 실제 산업현장의 문제를 발생시키는 과학적·기술적·업무적·경제적·제도적 원인을 분석하고, 이러한 원인을 해결하기 위해 필요한 전문성과 기술 및 업무 수행 구조를 결합하는 혁신 활동이다.

본 장에서는 SyenaHub 의 일곱 가지 주요 산업별 협력 영역인 건설, 보건의료, 금융, 제조, 유통, 콘텐츠 및 교육산업을 대상으로 각각 두 개의 대표적인 AI 혁신 활용 사례를 제시한다.

또한 건축설계 품질검토 혁신, 췌장암 조기 진단 기술의 통합 공동 연구개발 및 AI 시대 초기 경력 성장 경로의 재설계를 대표적인 심층 분석 사례로 선정하여 서로 다른 유형의 AI 혁신이 실제로 어떻게 실현될 수 있는지를 설명한다.

본 장에서 제시하는 활용 사례와 적용 모델은 수요 주도형 AI 혁신 방법론의 산업별 적용 가능성을 설명하기 위한 기획 및 연구개발 시나리오이다. 별도의 검증 증거가 제시되지 않은 경우 해당 사례의 미충족 수요와 근본 원인은 검증이 필요한 가설이며, 기대 성과는 실제로 확보한 운영 성과나 입증된 경제적·사회적 가치를 의미하지 않는다.



도표 15-1. 수요 주도형 AI 혁신의 산업별 통합 적용 체계

15.1. 산업별 AI 혁신 활용 사례의 정의 및 목적

15.1.1. AI 혁신 활용 사례의 정의

AI 혁신 활용 사례(AI Innovation Use Case)란 개인과 조직 및 산업현장의 미충족 수요를 기반으로 그 근본 원인을 분석하고, AI 기반의 창의적 해결 방안을 통해 업무, 기술, 제품, 서비스 및 비즈니스 모델을 혁신하여 새로운 경제적·사회적 가치를 창출할 수 있도록 제안하는 혁신 활용 시나리오이다.

AI 혁신 활용 사례는 특정 AI 기술이나 소프트웨어의 기능이 어떠한 업무에 활용될 수 있는지를 설명하는 기술 활용 사례와 구분할 필요가 있다. 기술 활용 사례는 이미 확보한 기술의 기능과 성능을 출발점으로 설정하고 해당 기술을 활용할 수 있는 업무와 산업 환경을 탐색할 수 있다. 반면 수요 주도형 AI 혁신 활용 사례는 실제 산업현장의 문제와 미충족 수요를 출발점으로 설정한다. 특정 AI 모델이나 기술의 활용 여부는 미충족 수요의 근본 원인과 혁신 목표 및 해결 방안의 타당성을 검토한 이후 결정한다.

예를 들어 건축설계 품질검토 업무에서 특정 언어모델을 활용하여 설계 기준을 분석할 수 있다는 기술적 가능성만으로 해당 업무의 혁신 모델을 확정하지 않는다. 실제 건축설계사무소가 품질검토 과정에서 경험하는 문제와 기존 소프트웨어 및 업무 수행 방식의 한계를 분석하고, 필요한 전문지식과 기하학적 분석 도구 및 AI 모델과 인간 전문가의 업무 수행 구조를 결합하여 해결 방안을 설계한다.

보건의료 분야에서도 특정 단백질 설계 AI 모델을 활용할 수 있다는 사실을 출발점으로 설정하기보다 의료현장의 진단 및 치료 관련 미충족 수요를 정의하고, 해당 문제를 해결하기 위해 필요한 과학적 연구와 기술개발 및 검증 활동을 분석한다. 이러한 접근을 통해 AI 혁신 활용 사례를 개별 기술의 적용 가능성에 관한 설명이 아니라 실제 새로운 가치 창출의 가능성을 탐색하는 혁신 과제로 발전시킬 수 있다.

AI 혁신 활용 사례는 산업현장의 실제 문제와 미충족 수요를 구체적인 AI 혁신 과제로 발전시키고, 근본 원인과 구조적 제약을 분석하여 새로운 혁신의 가능성을 제시하며, 필요한 과학적 지식과 기술 및 전문역량과 Human-AI Work 의 실행 구조를 탐색하는 목적을 가진다. 또한 연구개발 및 실증과 사업화의 요구사항과 검증 기준 및 협력 구조를 정의하고, 검증된 성과를 후속 혁신 활동의 기반으로 활용한다.

15.1.2. AI 혁신 적용 모델의 정의

AI 혁신 적용 모델(AI Innovation Application Model)이란 특정 산업현장의 미충족 수요를 해결하기 위한 혁신 모델의 연구개발, Human-AI Work, 기술적 구성, 참여 주체, 실증 및 사업화와 가치 창출의 실행 구조를 구체화한 모델이다.

활용 사례가 어떠한 혁신이 가능할 것인지를 설명한다면 적용 모델은 해당 혁신을 실제로 어떻게 실현할 것인지에 관한 실행 구조를 설명한다. 적용 모델에는 미충족 수요와 혁신 목표, 핵심 해결 원리와 연구개발 요구사항, 사람과 AI Agent 의 업무 수행 구조 및 모델과 데이터와 도구 및 전문 스킬의 구성, 참여 주체의 역할과 협력 관계 등을 포함할 수 있다. 연구개발 결과의 검증 방법과 현장 실증 조건 및 상용화와 기술사업화의 경로, 경제적·사회적 가치 평가 방법도 고려한다.

기존 기술을 활용하는 업무혁신에서는 Human-AI Work Redesign 과 기존 소프트웨어 및 데이터 환경의 통합, 현장 적용과 업무 성과의 검증이 중요하다. 새로운 과학적 지식과 원천기술의 개발이 필요한 혁신에서는 과학적 연구 가설과 수리적 정식화, 기술적 해결 원리의 탐색, 다학제 공동 연구개발 및 단계적인 실증과 기술사업화가 중요하다. 서비스혁신 및 비즈니스 모델 혁신에서는 실제 수요자의 요구사항과 새로운 가치제안, 서비스 제공 구조 및 비용과 수익 구조, 참여 주체 사이의 협력과 가치 배분에 관한 설계가 중요할 수 있다. 따라서 적용 모델은 미충족 수요의 특성과 혁신 목표 및 기술적 불확실성에 적합하게 구성한다.

15.1.3. 활용 사례에서 운영 사례로의 발전

AI 혁신 활용 사례(Use Case)와 AI 혁신 운영 사례(Operational Case)는 서로 구분되는 개념이다. 활용 사례는 미충족 수요를 해결하고 새로운 가치를 창출할 수 있는 혁신 시나리오를 제안하는 단계에 해당한다. 운영 사례는 개발하고 검증한 혁신 모델을 실제 산업현장의 업무 및 기술 환경에 구현하고 상용 운영하여 실제 성과를 확보한 사례이다. 따라서 활용 사례에 포함된 기술적 해결 방안과 예상 성과를 운영 사례의 실제 결과와 동일하게 취급해서는 안 된다.

활용 사례를 구체적인 혁신 과제로 발전시키기 위해서는 먼저 미충족 수요의 실재성과 중요성 및 가치 창출 가능성을 검증해야 한다. 이후 근본 원인 분석과 해결 방안 설계를 수행하고 필요한 과학적 연구와 기술개발 및 Human-AI Work 의 구현과 실증을 통해 혁신 모델의 타당성을 검증한다. 검증한 혁신 모델을 실제 산업현장에 적용하여 지속적으로 운영하고 객관적인 성과 데이터를 확보한 경우 운영 사례로 발전시킬 수 있다.

운영 사례에서도 기술적 성능과 업무 성과의 향상 및 경제적·사회적 가치의 실현은 각각 구분하여 검증해야 한다. 특정 업무의 실행시간이 단축되었다는 사실은 업무 성과에 해당하지만 실제 인건비의 감소나 추가적인 매출 및 이익의 창출을 의미하는 것은 아니다. 새로운 진단 기술의 분석적 성능을 검증하였다는 사실도 실제 환자의 건강성과 향상을 의미하지 않는다.

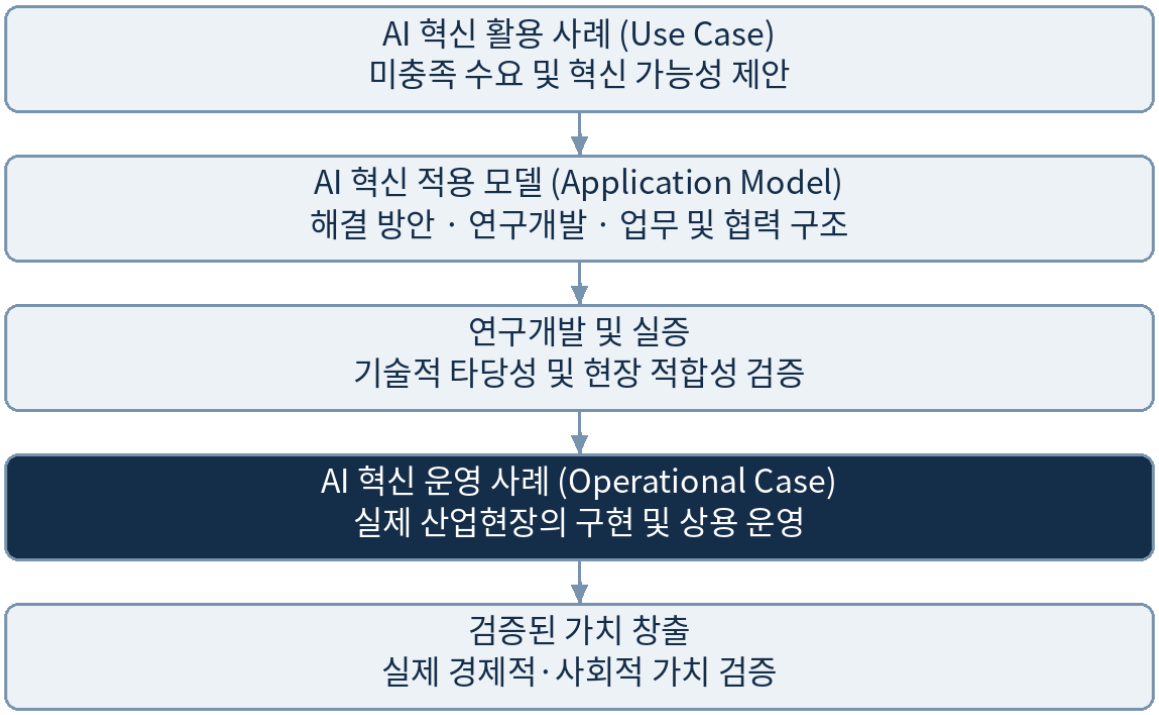


도표 15-2. AI 혁신 활용 사례에서 실제 운영 사례 및 가치 창출로의 발전 구조

각 단계의 검증 결과에 따라 개선·재설계·보류 또는 중단할 수 있다.

활용 사례를 운영 사례로 발전시키는 과정에서 기존에 설정한 미충족 수요와 근본 원인 및 해결 방안과 기대 성과가 변경될 수 있다. 새로운 연구개발 결과와 실증 증거를 기반으로 기존의 가정과 해결 방안을 수정하고 필요에 따라 해당 혁신 과제를 보류하거나 중단할 수도 있다. 이러한 검증과 개선의 과정은 활용 사례를 실제 가치 창출에 기여하는 신뢰성 있는 혁신 자산으로 발전시키기 위한 기본적인 조건이다.

15.2. 산업별 AI 혁신 활용 사례의 표준 분석 체계

산업별 AI 혁신 활용 사례는 해당 산업의 특성과 미충족 수요 및 기술적 환경에 따라 서로 다른 내용을 포함할 수 있다. 그러나 활용 사례의 개발과 검증 및 실제 혁신 과제의 선정과 실행을 체계적으로 수행하기

위해서는 공통적인 분석 구조가 필요하다. 표준 분석 체계는 서로 다른 산업의 문제를 동일한 기술이나 해결 방식으로 접근하기 위한 것이 아니라 각 산업의 고유한 문제와 요구사항을 일관된 방법으로 분석하고 적절한 혁신 모델을 설계하기 위한 구조이다.

15.2.1. 산업별 활용 사례의 표준 구성

산업별 AI 혁신 활용 사례는 산업적 배경, 미충족 수요, 수요 검증, 근본 원인, 혁신 영역, AI 기반 해결 방안, Human-AI Work Redesign, 연구개발 및 실증, 실행 및 협력 체계, 사업화 및 가치 창출의 열 가지 분석 항목을 중심으로 구성한다.

분석 항목	주요 분석 내용
산업적 배경	산업의 특성 및 혁신 필요성
미충족 수요	실제 수요자와 기존 해결 방안의 한계
수요 검증	수요의 실재성·중요성·잠재적 가치
근본 원인	과학적·기술적·업무적·경제적·제도적 제약
혁신 영역	업무·기술·제품·서비스·비즈니스 모델
AI 기반 해결 방안	새로운 해결 원리 및 혁신 모델
Human-AI Work Redesign	사람과 AI Agent 의 업무 재설계
연구개발 및 실증	필요한 기술개발 및 검증 방법
실행 및 협력 체계	Craftem·SyenaHub·프로젝트 관리
사업화 및 가치 창출	사업화 경로·성과 지표·경제적·사회적 가치

도표 15-3. 산업별 AI 혁신 활용 사례의 표준 분석 항목

산업적 배경의 분석에서는 해당 산업의 기술적 특성과 업무 수행 방식, 주요 수요자와 고객 및 시장 구조, 전문인력의 역할과 관련 제도적 환경을 이해한다. 미충족 수요의 정의에서는 실제 문제를 경험하는 수요자와 문제가 발생하는 환경 및 기존 해결 방안의 한계를 파악한다. 수요 검증에서는 문제가 실제로 존재하며 해결할 필요가 있는지를 판단하고, 중요성과 경제적·사회적 영향 및 해결 의지에 관한 근거를 확보한다. 근본 원인 분석에서는 핵심 원인과 구조적 제약을 규명한다.

혁신 영역의 정의에서는 업무·기술·제품·서비스·비즈니스 모델 중 필요한 혁신 영역을 분석한다. 해결 방안의 설계에서는 기존 기술과 전문지식의 활용 가능성과 새로운 과학적 연구 및 기술개발의 필요성을 검토한다. Human-AI Work Redesign 에서는 사람과 AI Agent 의 업무 수행 및 의사결정 구조를 재설계한다. 연구개발 및 실증에서는 실제 구현 및 적용 가능성을 검증하기 위한 조건과 방법을 정의한다. 실행 및 협력 체계에서는 Craftem 의 전문 Agent 및 Resource 와 SyenaHub 의 협력 구조 및 프로젝트 관리와 거버넌스의 활용 방안을 정의한다. 사업화 및 가치 창출에서는 검증된 혁신 모델의 실제 적용과 공급, 기술이전과 가치 실현 및 지속적인 확산의 가능성을 분석한다.

이러한 표준 분석 항목은 모든 사례에 동일한 수준의 연구개발 및 사업화 활동을 요구하는 것이 아니다. 혁신 과제의 성격과 규모 및 위험 수준에 따라 분석의 범위와 깊이를 조정하며 각 항목에 필요한 근거를 확보한다.

15.2.2. 7 단계 혁신 방법론과의 연계

산업별 활용 사례는 제 5 장부터 제 11 장까지 정립한 수요 주도형 AI 혁신의 일곱 단계와 연계하여 구체적인 혁신 과제로 발전시킬 수 있다. 제 1 단계에서는 미충족 수요를 발굴하고, 제 2 단계에서는 수요의 실재성과 중요성 및 가치 창출 가능성을 검증한다. 제 3 단계에서는 근본 원인과 구조적 제약을 규명하고 혁신 대상을 정의한다. 제 4 단계에서는 기존 기술의 활용 및 새로운 과학적 연구와 기술개발의 가능성을 검토하여 해결 방안과 혁신 모델을 설계한다. 제 5 단계에서는 연구개발과 구현 및 실증을 수행하고, 제 6 단계에서는 실제 산업현장에 적용하고 필요한 제품화와 서비스화 및 사업화를 추진한다. 제 7 단계에서는 실제 수요 충족 수준과 경제적·사회적 가치를 검증하고 후속 혁신과 가치 확산을 추진한다.

각 활용 사례를 분석할 때에는 일곱 단계의 활동을 형식적으로 모두 수행하는 것보다 현재 확보한 검증 증거와 앞으로 확보해야 하는 증거를 명확하게 구분하는 것이 중요하다. 이미 충분한 과학적 연구와 기술적 검증이 확보되어 있는 경우 해당 증거의 실제 적용 가능성과 유효성을 검토하고 필요한 혁신 단계부터 실행할 수 있다. 반대로 기존 기술이 존재하더라도 실제 수요와 적용 환경에 대한 검증이 충분하지 않다면 선행 단계의 검토와 검증을 수행해야 한다.

15.2.3. 활용 사례의 증거 수준 및 검증 상태

활용 사례의 관리 상태는 미충족 수요 후보 및 혁신 아이디어, 수요 검증 및 적용 타당성 분석, 해결 방안 설계 및 연구개발 기획, 기술적 검증 및 현장 실증, 실제 상용 운영 및 사업화, 경제적·사회적 가치 검증으로 구분할 수 있다. 첫 번째 상태는 문제와 혁신 가능성을 제안하지만 수요와 해결 가능성의 검증이 충분하지 않은 상태이다. 두 번째 상태는 수요의 실재성과 중요성 및 잠재적 가치에 관한 근거를 확보하고 초기 혁신 가능성을 검토한 상태이다. 세 번째는 근본 원인과 혁신 목표를 기반으로 해결 방안과 연구개발 및 실증 구조를 구체화한 상태이다. 네 번째는 기능과 성능 및 현장 적합성을 확인하는 시험과 실증을 수행하는 상태이다. 다섯 번째는 검증한 혁신 모델을 실제 산업현장에 구현하고 지속적으로 업무 수행이나 공급 및 사업화를 수행하는 상태이며, 여섯 번째는 실제 결과를 분석하여 수요 충족과 실현 가치를 객관적으로 평가하는 상태이다.

이러한 상태 구분은 활용 사례의 증거 수준을 명확하게 표시하기 위한 제안이며 제 14 장의 일곱 개 Stage-Gate 의사결정 체계를 대체하지 않는다. 각 상태와 검증 수준은 실제 확보한 산출물과 검증 증거 및 관련 의사결정을 통해 확인한다.

15.3. AI 혁신 유형별 산업 적용 모델

수요 주도형 AI 혁신은 미충족 수요와 근본 원인 및 혁신 목표에 따라 업무, 기술, 제품, 서비스 및 비즈니스 모델의 다섯 가지 혁신 영역에서 실현될 수 있다. 이러한 혁신 영역은 하나의 혁신 과제에서 복합적으로 결합될 수 있다.

15.3.1. 업무혁신 적용 모델

업무혁신 적용 모델은 인간과 AI Agent 의 업무 수행 구조를 재설계하여 기존 업무의 생산성과 품질 및 전문역량을 향상하는 모델이다. 기존 업무혁신에서는 소프트웨어와 정보기술을 활용하여 업무를 표준화하고 반복적인 활동을 자동화하거나 정보의 처리 및 전달 구조를 개선할 수 있다. Human-AI Work Redesign 에서는 인간의 전문적 판단과 창의적 활동 및 책임을 유지하면서 AI Agent 가 정보 탐색과 분석 및 생성과 다양한 도구의 실행을 수행하거나 지원하도록 업무 구조를 재설계한다.

건축설계 품질검토에서는 기준의 탐색과 BIM 검증 도구의 실행 및 결과의 정리를 사람과 AI Agent 및 전문 Tool Resource 의 협업 구조로 재설계할 수 있다. 금융에서는 재무자료와 산업 및 시장정보의 분석과 심사 자료의 작성에 AI 를 활용하고 전문가가 실제 위험 판단과 승인에 집중하도록 할 수 있다. 콘텐츠에서는 인간 창작자가 주제와 표현 및 창의적인 결정을 수행하고 AI Agent 가 자료 탐색과 설정의 관리 및 창작 대안의 분석을 지원한다. 업무혁신의 성과는 AI 활용량이 아니라 전체 Work 의 수행시간과 품질 및 인간의 역량과 조직 및 사업 성과를 중심으로 평가한다.

15.3.2. 기술혁신 적용 모델

기술혁신 적용 모델은 기존 과학적 지식과 기술의 한계를 극복하기 위해 새로운 과학적 연구와 수리적 분석 및 AI 기반 연구개발을 수행하여 새로운 기술이나 기존 기술의 개선을 실현하는 모델이다. 기존 지식으로 실제 문제의 원인을 충분히 설명하기 어려운 경우 새로운 과학적 연구와 가설의 검증이 필요할 수 있다. 기존 기술의 기능과 성능 및 비용 등의 한계가 핵심 원인이라면 수리적 모델링과 AI 기반 탐색 및 생성 설계와 공학적 기술개발을 통해 새로운 해결 방안을 모색한다. 새로운 진단 분자 표적과 표적 결합 단백질 및 관련 진단 기술의 개발과 새로운 물성을 가진 소재의 개발이 해당할 수 있다. AI 의 예측과 생성 결과의 타당성은 적절한 실험과 검증을 통해 확인해야 한다.

15.3.3. 제품혁신 적용 모델

제품혁신은 기존 제품의 기능과 성능 및 품질을 개선하거나 새로운 고객 가치를 제공하는 제품을 개발하는 모델이다. 물리적인 제품과 소재 및 의료 관련 제품뿐 아니라 AI 기반 소프트웨어와 전문 Agent 및 산업 특화 솔루션을 포함할 수 있다. 새로운 기능을 추가하는 것보다 고객의 미충족 수요와 필요한 기능과 성능 및 품질과 사용 조건을 정의하는 것이 중요하다. 기능성 소재의 개발에서는 물리적·화학적 특성과 제조 가능성,

적용 조건, 안전성 및 경제성을 검토한다. 산업 특화 AI 제품에서는 검증된 기능과 전문지식 및 Human-Agent Workflow 와 Resource 를 지속적으로 활용할 수 있는 제품으로 구성한다. 성과는 실제 기능과 품질 및 시장 활용과 경제적 가치 창출을 중심으로 검증한다.

15.3.4. 서비스혁신 적용 모델

서비스혁신은 기존 서비스의 제공 방식과 품질 및 접근성을 개선하거나 새로운 고객 가치를 제공하는 서비스를 개발하는 모델이다. AI 를 활용하여 기존에는 높은 비용이나 전문인력 부족으로 충분히 제공하기 어려웠던 전문적인 서비스를 보다 효율적으로 공급할 가능성을 탐색한다. 중소기업 재무 및 자금관리에서는 실제 요구사항과 회계 및 금융 데이터와 전문지식을 결합하여 분석 및 의사결정 지원을 제공할 수 있다. 교육에서는 참여자의 성장 목표와 전문성 및 산업현장의 요구사항을 연결하고 멘토 및 AI Agent 의 협업을 통해 교육과 실무 경험의 단절을 줄이는 서비스를 설계할 수 있다. 성과는 제공 비용과 운영 효율성뿐 아니라 수요자의 문제 해결과 경험 및 접근성, 서비스 품질과 지속적 이용 및 사회적 편익을 중심으로 평가한다.

15.3.5. 비즈니스 모델 혁신 적용 모델

비즈니스 모델 혁신은 AI 기술과 새로운 업무 및 제품과 서비스의 실행 구조를 활용하여 가치제안과 고객 관계 및 공급 구조와 비용 및 수익 구조를 혁신하는 모델이다. 특정 건축설계사무소의 업무혁신을 위해 개발한 전문 Agent 와 Resource 를 검증하고 여러 고객이 반복적으로 활용할 수 있는 솔루션으로 구성하면 새로운 공급 및 사업 기회로 발전할 수 있다. 원천 콘텐츠와 지식재산권을 개발한 이후 다양한 매체와 고객에게 제품 및 서비스를 공급하는 구조를 설계하는 것도 해당한다. 기술의 활용 가능성뿐 아니라 실제 고객의 요구사항과 구매 및 이용 의사, 비용과 수익 및 공급 역량과 경쟁 환경을 검토해야 한다. 후원과 공공 지원 기반의 사회적 가치 창출도 자원 확보와 가치 전달 및 지속 가능한 운영 구조라는 관점에서 고려할 수 있다.

15.3.6. 복합적인 AI 혁신 적용 모델

실제 산업현장의 복합적인 미충족 수요를 해결하기 위해서는 복수의 혁신 영역을 결합해야 할 수 있다. 새로운 과학적 지식과 기술은 새로운 제품과 서비스의 개발을 가능하게 할 수 있고, 제품과 서비스는 기존 업무 수행 방식과 시장 및 사업 모델의 변화를 요구할 수 있다. Human-AI Work Redesign 을 통해 확보한 업무 수행 역량은 과학적 연구와 기술개발 및 제품과 서비스의 창조를 지원할 수 있다. 췌장암 조기 진단 기술의 개발에서는 발생 및 진행 기전과 분자 표적 및 검출 기술이 기술혁신의 대상이며, 진단 제품 구현은 제품혁신, 실제 의료현장 적용과 진단 경로 개선은 서비스혁신으로 발전할 수 있다. 기술 공급과 기술이전 및 라이선싱은 비즈니스 모델 혁신으로 확장할 수 있다.

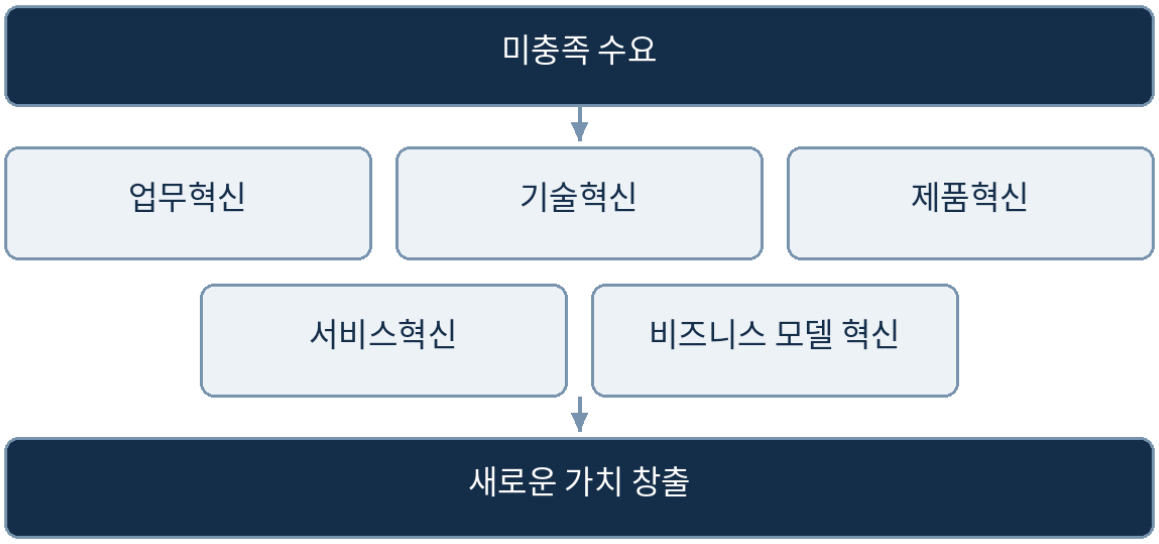


도표 15-4. 5 대 AI 혁신 영역의 산업별 복합 적용 구조

혁신 과제별 혁신 영역을 선택하고 결합한다.

복합적인 AI 혁신은 기존의 다섯 가지 혁신 영역을 결합하는 적용 방식이며 별도의 여섯 번째 혁신 영역을 의미하지 않는다. 산업별 사례에서는 실제 수요와 해결 방안 및 혁신 목표에 따라 필요한 영역을 정의하고 연구개발 및 실증과 가치 검증 결과에 따라 적용 범위를 조정한다.

15.4. 건설산업 AI 혁신 활용 사례

건설산업은 건축설계와 엔지니어링, 시공 및 시설관리 등 다양한 전문분야와 업무 및 기술이 상호 연결되는 산업이다. 개별 프로젝트의 요구사항과 설계 조건 및 관련 기준이 서로 다를 수 있으며, 다양한 참여 주체가 생성한 설계 및 기술정보를 종합적으로 활용해야 한다. 본 절에서는 건축설계 품질검토와 건축물 에너지 성능 최적 설계를 대표적인 활용 사례로 제시한다.

15.4.1. 건설산업의 미충족 수요 및 혁신 방향

건축설계 과정에서는 건축주의 요구사항과 설계 기준, 관련 법규와 시방서, 구조와 기계 및 전기설비 등 서로 다른 전문분야의 요구사항을 종합적으로 고려해야 한다. 설계도서와 BIM(Building Information Modeling) 모델에는 이러한 요구사항을 반영한 다양한 정보가 포함된다. 그러나 BIM 모델을 작성하고 활용할 수 있는 환경이 확보되었다고 해서 설계의 품질과 적합성이 자동으로 보장되는 것은 아니다. 실제 설계 품질을 확보하기 위해서는 설계 기준과 요구사항을 정확하게 이해하고 해당 기준이 실제 설계 결과에 적절하게 반영되었는지를 검토해야 한다.

설계 기준과 관련 기술정보가 여러 문서 및 시스템에 분산되어 있거나 검토 기준이 자연어 중심의 비정형 정보로 존재하는 경우 기존 소프트웨어의 기능만으로 모든 검토 업무를 효율적으로 수행하기 어려울 수

있다. 또한 설계 품질검토가 개별 전문가의 경험과 지식에 크게 의존하는 경우 조직 전체의 검토 품질과 업무 수행 방법을 일관되게 관리하기 어려울 수 있다.

건설산업의 또 다른 혁신 영역은 설계 대안의 탐색과 성능 평가이다. 건축물의 설계에서는 에너지 성능과 공사비 및 공간의 기능적 요구사항, 사용자 환경 및 관련 설계 기준 등을 동시에 고려해야 할 수 있다. 이러한 복합적인 설계 문제는 적합한 수리적 모델과 시뮬레이션 도구 및 전문적인 판단을 결합하여 다양한 설계 대안을 분석하고 평가할 필요가 있다. 따라서 건설산업의 AI 혁신은 단순히 설계도서의 작성과 문서 업무를 자동화하는 데 그치지 않고 기존 엔지니어링 소프트웨어와 전문지식 및 수리적 분석과 AI 기술을 통합하여 설계 및 검증 업무와 기술적 해결 방안을 혁신하는 방향으로 발전할 수 있다.

15.4.2. 활용 사례 01 — Human-AI 기반 건축설계 품질검토 혁신

UC-01. Human-AI Building Design Quality Review Innovation

미충족 수요 및 근본 원인

건축설계사무소의 품질검토 업무에서 발생할 수 있는 핵심 미충족 수요는 설계 오류를 조기에 발견하고 전문적인 검토 품질을 유지하면서 업무 수행에 필요한 시간과 비용을 줄이는 것이다. 설계 오류가 후속 설계 및 시공 단계에서 발견되는 경우 관련 설계 변경과 재검토 및 업무의 재수행이 필요할 수 있다. 또한 검토해야 하는 설계 기준과 BIM 모델 및 설계도서가 복잡할수록 개별 전문가가 모든 관련 정보를 탐색하고 분석하며 검토 결과를 일관되게 관리하는 데 어려움이 발생할 수 있다.

이러한 미충족 수요의 근본 원인 후보로는 설계 기준의 비정형성, BIM 모델과 전문문서 사이의 정보 연계 부족, 검토 규칙의 체계적인 관리 부족, 전문지식의 개인 의존성 및 품질검토 업무의 분산 등을 고려할 수 있다. 실제 혁신 프로젝트에서는 이러한 원인 후보를 건축설계사무소의 업무 관찰과 설계 및 검토 자료의 분석, 전문가 인터뷰 및 실제 오류와 재작업의 기록을 통해 검증해야 한다.

AI 기반 해결 방안

본 사례에서는 건축설계 품질검토 업무를 Human-AI Work 로 재설계하고 설계 기준의 분석과 BIM 모델의 검증 및 인간 전문가의 판단을 통합하는 혁신 모델을 제안한다. AI Agent 는 설계 기준과 시방서 및 관련 문서를 분석하고 검토해야 하는 항목을 식별하며, 적절한 전문 검증 도구를 활용하여 검토 결과를 분석하고 보고서의 작성을 지원한다. 전문 BIM 검증 도구는 기하학적 충돌 및 객체의 속성과 구조화된 요구사항의 적합성 등 컴퓨터가 검증할 수 있는 항목을 분석한다. 건축설계 전문가는 검토 범위와 적용 기준을 확정하고 AI Agent 와 검증 도구가 제시한 오류 후보를 검토하며 최종적인 설계 적합성과 후속 조치에 관한 판단을 수행한다.

Craftem 및 SyenaHub 적용

Craftem AI 혁신 OS 를 활용하여 BIM QA/QC Agent 와 BIM-Spec Validation Agent 및 Clash Detection Agent 등의 전문 Agent 와 Resource 를 구성할 수 있다. 설계 기준 및 BIM 모델을 Data Resource 로 연결하고 IFC 분석과 기하학적 검증 기능을 Tool Resource 로 구성하며, 건축설계 전문가의 검토 지식과 업무 수행 방법을 Skill Resource 로 구성할 수 있다. 이러한 Resource 를 Human-Agent Workflow 로 결합하여 설계 품질검토의 전체 업무 실행 구조를 구현한다. SyenaHub 를 통해 건축설계사무소와 건축설계 전문가, BIM 소프트웨어 개발자와 AI 엔지니어 등의 협력 구조를 구성하고 실제 산업현장에서 필요한 품질검토 기능과 전문적인 검증 기준을 확보할 수 있다.

기대 성과 및 가치 창출

기대 성과는 품질검토 소요시간의 감소, 검토 범위의 확대 및 검토 결과의 일관성 향상과 설계 오류의 조기 발견 등을 중심으로 정의한다. 실제 가치 검증에서는 오류 검출률과 오탐률 및 미검출 오류, 전체 검토시간과 전문가의 검토 및 수정에 필요한 시간을 함께 평가해야 한다. 또한 설계 오류의 조기 발견이 실제 재작업 비용의 감소와 설계 품질의 향상 및 조직의 추가적인 사업 수행 역량으로 전환되었는지를 검증해야 한다. 본 사례의 통합적인 Human-AI Work Redesign 및 Craftem 실행 구조와 경제적 가치 산정 모델은 제 15.11 절에서 상세히 설명한다.

15.4.3. 활용 사례 02 — AI 기반 건축물 에너지 성능 최적 설계

UC-02. AI-enabled Building Energy Performance Design Optimization

미충족 수요 및 근본 원인

건축물의 설계 초기 단계에서는 공간의 기능과 건축주의 요구사항 및 공사비, 건축물의 에너지 성능과 환경적 요구사항 및 관련 설계 기준을 종합적으로 고려해야 한다. 그러나 설계 대안의 수가 증가하고 각 대안의 성능을 평가하기 위한 시뮬레이션 및 전문적인 검토가 반복적으로 필요할 경우 충분한 설계 대안을 탐색하기 어려울 수 있다. 특정 성능을 개선하는 설계 변경이 다른 성능이나 비용 및 건축적 요구사항에 부정적인 영향을 미칠 가능성도 존재한다. 근본 원인 후보로는 복합적인 설계 변수와 성능 사이의 상호의존성, 반복적인 시뮬레이션 및 분석에 필요한 시간과 전문역량의 제약, 설계 정보와 성능 분석 환경 사이의 연계 부족 등을 고려할 수 있다.

AI 기반 해결 방안

본 사례는 건축물의 에너지 성능과 다양한 설계 요구사항을 수리적으로 정식화하고, 건축물 에너지 시뮬레이션 및 다목적 최적화와 AI 기반 생성 설계를 결합하여 설계 대안의 탐색과 평가를 지원하는 혁신 모델이다. 설계 문제를 수리적으로 정식화할 때에는 건축물의 형상과 방향, 외피의 특성, 공간 구성 및

설비와 운영 조건 등 해당 과제에서 변경하거나 분석할 수 있는 설계 변수를 정의한다. 건축비와 에너지 사용량 및 사용자 환경 등 서로 다른 평가 목표와 설계 기준 및 구조적 제약을 함께 고려한다. 다목적 최적화에서는 모든 평가 목표를 동시에 최선의 수준으로 달성하기 어려울 수 있으므로 서로 다른 성능과 비용의 절충 관계를 분석하고 적절한 설계 대안을 탐색한다.

AI Agent 는 설계 요구사항과 관련 데이터를 분석하고 시뮬레이션과 최적화 도구의 실행 및 결과의 비교를 지원할 수 있다. 건축설계 전문가와 에너지 엔지니어는 설계 조건과 분석 모델의 적합성을 검토하고 실제 건축적 요구사항과 전문적인 판단을 기반으로 최종 설계 대안을 결정한다.

연구개발 및 협력 체계

건축설계 전문가와 에너지 엔지니어 및 수리과학자, 시뮬레이션 소프트웨어 개발자와 AI 엔지니어가 공동으로 설계 요구사항과 수리적 모델 및 분석과 검증의 실행 구조를 구성할 수 있다. Craftem 에서는 BIM 및 설계 데이터를 Data Resource 로 활용하고 에너지 분석 및 최적화 소프트웨어를 Tool Resource 로 연결하며 관련 전문적인 설계 및 분석 방법을 Skill Resource 로 구성할 수 있다.

성과 및 가치 검증

주요 평가 대상으로는 설계 대안의 탐색 및 평가에 필요한 시간, 검증한 설계 대안의 수와 품질, 에너지 성능과 공사비 및 설계 요구사항의 충족 수준을 설정할 수 있다. 다만 시뮬레이션에서 예측한 에너지 절감량과 실제 건축물의 운영에서 확보한 에너지 절감량은 구분해야 한다. 실제 운영 성과는 기후와 사용자의 행동 및 건축물의 운영 조건과 설비 성능 등 다양한 요인의 영향을 받을 수 있기 때문이다. 검증된 혁신 모델은 건축설계 및 에너지 성능 분석 서비스와 산업 특화 설계 지원 솔루션으로 발전할 수 있다.

15.5. 보건의료산업 AI 혁신 활용 사례

보건의료산업은 인간의 건강과 삶의 질에 직접적인 영향을 미치는 산업이며, 다양한 과학적 지식과 의료기술 및 임상적 전문성과 연구개발 및 사업화 역량을 필요로 한다. 보건의료산업의 AI 혁신은 의료기관의 업무 효율화뿐 아니라 질병의 발생과 진행에 관한 과학적 이해와 새로운 진단 및 치료 기술의 연구개발, 정밀의료 및 의료 관련 제품과 서비스의 혁신을 포함할 수 있다. 본 절에서는 췌장암 조기 진단 기술의 통합 연구개발과 피부 항노화 기전 연구 및 기능성 단백질 설계를 대표적인 활용 사례로 제시한다.

15.5.1. 보건의료산업의 미충족 수요 및 혁신 방향

보건의료산업의 미충족 수요는 의료현장에서 현재의 과학적 지식과 의료기술 및 제품과 서비스로 충분히 해결하지 못한 문제에서 발생할 수 있다. 특정 질병의 발생 및 진행에 관한 과학적 지식이 충분하지 않거나 질병을 조기에 검출할 수 있는 기술의 성능과 실제 적용 가능성에 제약이 존재할 수 있다. 새로운 과학적 연구성과와 기술이 확보되더라도 실제 의료현장의 진단 및 치료와 제품 및 서비스의 공급으로 연결하기

위해서는 추가적인 연구개발과 임상적 검증 및 인허가와 사업화 활동이 필요할 수 있다. 따라서 보건의료산업의 AI 혁신은 의료현장의 미충족 수요와 과학적 연구 및 기술개발과 실제 의료현장의 적용 및 가치 창출을 연결하는 구조로 발전할 필요가 있다.

역중개의학 및 중개의학의 연계

역중개의학(Reverse Translational Medicine)은 의료현장에서 발생하는 문제와 환자 및 질병 관련 관찰을 기반으로 새로운 과학적 연구 문제를 발굴하고 기초연구 및 기술개발로 연결하는 접근이다. 중개의학(Translational Medicine)은 과학적 연구와 기술개발을 통해 확보한 지식 및 기술을 실제 의료현장의 진단과 치료 및 건강 관련 서비스에 적용할 수 있도록 발전시키는 접근을 포함한다. 이러한 두 접근은 서로 독립적인 활동으로만 이루어지는 것이 아니다. 의료현장의 문제로부터 새로운 과학적 연구를 시작하고, 해당 연구성과를 실제 의료현장에 적용하며, 그 결과에서 발견한 새로운 문제를 다시 과학적 연구로 연결할 수 있다. 수요 주도형 AI 혁신은 이러한 순환적 연구개발 체계를 산업현장의 미충족 수요 발굴과 검증 및 근본 원인 분석과 해결 방안 설계 및 실증과 기술사업화로 연결하는 공통적인 실행 방법을 제공한다.

15.5.2. 활용 사례 03 — 췌장암 조기 진단 기술의 통합 연구개발

UC-03. Integrated Research and Development for Early Detection of Pancreatic Cancer

의료현장의 미충족 수요

췌장암 조기 진단에 관한 핵심 미충족 수요는 실제 임상적 목적에 적합한 조건에서 질병을 보다 이른 시점에 신뢰성 있게 검출할 수 있는 기술을 확보하는 것이다. 미국 국립암연구소(NCI)는 평균적인 위험을 가진 사람을 대상으로 하는 표준적인 췌장암 선별검사가 확립되지 않았으며 일반 위험군에 대한 선별검사를 권장하지 않는다고 설명한다. 고위험군에서는 별도의 전문적인 선별 및 추적관리 전략을 고려할 수 있다.[65] 이러한 상황은 췌장암 조기 진단 기술의 연구개발 필요성을 검토할 수 있는 근거 중 하나이다. 다만 특정 진단 기술의 연구개발 필요성이 인정된다는 사실과 해당 기술이 일반 인구집단의 선별검사에 적합하다는 판단은 구분해야 한다. 실제 혁신 프로젝트에서는 목표 대상 집단과 진단 목적 및 기존 의료서비스의 한계, 요구하는 진단 성능과 임상적 유용성 및 경제성을 구체적으로 검토해야 한다.

통합 연구개발 모델

본 사례는 췌장암의 조기 진단에 관한 미충족 수요를 다음 세 가지 연구개발 영역으로 구체화한다. 첫 번째 연구 영역은 발암 인자 및 질병 발생과 진행 기전에 관한 과학적 연구이다. 두 번째 연구 영역은 조기 진단에 활용할 수 있는 분자 표적의 발굴 및 검증이다. 세 번째 연구 영역은 발굴한 분자 표적을 선택적으로 검출하기 위한 표적 결합 단백질 및 관련 진단 기술의 AI 기반 설계와 검증이다. 이러한 연구 영역을 하나의

통합 연구개발 과제로 구성함으로써 의료현장의 실제 진단 목적과 과학적 연구 문제 및 기술개발의 요구사항을 연결할 수 있다.

Craftem 및 SyenaHub 적용

Craftem AI 혁신 OS 를 활용하여 연구문헌 분석과 과학적 가설 검토, 연구데이터 및 관련 근거의 관리, 수리적 분석 및 단백질 설계 관련 전문적인 연구개발 업무를 지원하는 Human-AI Work 를 구성할 수 있다. SyenaHub 는 연구중심병원과 의과대학 및 기초과학 연구자, 수리과학자와 생물정보학 전문가, AI 연구자와 진단 기술기업 및 사업화 전문가의 협력 기반으로 활용할 수 있다.

기대 성과 및 가치 창출

기대 성과는 과학적 연구와 기술개발에 필요한 업무의 효율성과 검증의 추적성 향상, 유망한 진단 분자 표적과 검출 기술 후보의 탐색, 기술개발 및 제품화 가능성의 확보 등으로 설정할 수 있다. 그러나 새로운 기술의 분석적 성능과 임상적 유용성 및 실제 환자의 건강성과에 대한 기여는 각각 별도의 연구와 검증을 통해 확인해야 한다. 본 사례의 세 가지 통합 연구개발 영역과 수리과학자의 역할 및 실제 기술사업화의 검증 구조는 제 15.12 절에서 상세히 설명한다.

15.5.3. 활용 사례 04 — 피부 항노화 기전 연구 및 기능성 단백질 설계

UC-04. Skin Aging Mechanism Research and Functional Protein Design

미충족 수요 및 혁신 대상

피부 노화와 관련한 미충족 수요를 해결하기 위해서는 기존 제품과 소재의 기능과 성능 및 안전성뿐 아니라 실제 피부 노화의 과학적 특성과 관련 기전에 관한 이해가 필요할 수 있다. 새로운 기능성 소재를 개발하기 위해 이미 확보한 AI 모델을 활용하여 후보 물질이나 단백질을 생성하는 방식만으로는 해당 소재의 실제 기능과 적용 가능성을 확보하기 어려울 수 있다. 따라서 본 사례에서는 피부 노화의 과학적 기전 연구와 관련 분자 표적의 발굴 및 검증, 기능성 단백질의 설계 및 검증과 실제 제품화 및 기술사업화를 통합하는 연구개발 모델을 제안한다. 여기서 피부 항노화는 포괄적인 연구 및 제품개발 목적을 나타내며 특정한 생물학적 효과나 치료 효능이 입증되었음을 의미하지 않는다. 실제 연구개발 과제에서는 해결하고자 하는 구체적인 피부 관련 문제와 대상 사용자 및 기대 기능과 안전성, 제품의 적용 범위를 명확하게 정의해야 한다.

피부 노화 원천기술 연구

피부 노화의 생물학적 특성과 관련 현상의 발생 기전 및 환경적·생물학적 요인 사이의 관계를 연구한다. 기존 학술자료와 연구데이터를 분석하고 해당 연구 목적과 관련된 과학적 지식의 충분성 및 새로운 연구

가설의 필요성을 검토한다. 과학자와 수리과학자 및 관련 분야의 연구자는 필요한 연구 문제와 검증 방법을 정의하고 실제 연구결과가 최초 미충족 수요와 어떤 관련성을 가지는지 분석한다.

분자 표적의 발굴 및 기능성 단백질 설계

피부 노화 기전에 관한 과학적 연구결과와 관련 증거를 바탕으로 혁신 목적에 적합한 분자 표적의 발굴 및 검증을 수행할 수 있다. 이후 검증한 연구결과를 기반으로 해당 표적 및 목적에 적합한 기능성 단백질의 설계 가능성을 검토할 수 있다. 2026 년 10 월 21 일 Nature 에 발표된 Dai 등의 연구에서는 자연어로 표현한 기능적 요구를 바탕으로 단백질 후보를 생성하는 Pinal 모델과 일부 기능성 단백질의 실험적 검증 결과를 제시하였다. 이는 새로운 기능을 갖는 단백질 후보를 탐색하는 연구에서 자연어 기반 생성 설계 기술을 활용할 가능성을 보여준다.[63]

그러나 이러한 외부 연구의 성공이 피부 항노화 기능을 가진 단백질의 개발 가능성과 실제 기능 및 안전성을 직접적으로 입증하는 것은 아니다. 특정 기능성 단백질 후보를 실제 제품에 적용하기 위해서는 해당 목적에 적합한 과학적 검증과 기능 및 안전성 평가, 제조 가능성과 제품화 조건을 별도로 검토해야 한다.

다학제 공동 연구개발 및 기술사업화

본 사례는 피부과학과 분자생물학 및 단백질 연구, 수리과학과 AI 기술 및 관련 소재와 제품개발 분야의 전문성을 결합하는 공동 연구개발 과제로 구성할 수 있다. 수리과학자는 연구 문제의 정식화와 데이터 및 모델의 분석, 후보 평가와 최적화 및 불확실성의 분석 등에 기여할 수 있다. Craftem 은 이러한 다양한 연구개발 활동과 관련 전문 Agent 및 Resource 를 Human-AI Work 로 연결하고 검증 증거를 관리하는 실행 플랫폼으로 활용할 수 있다. SyenaHub 는 공동 연구개발에 필요한 과학적 전문성과 기술 및 제품개발과 사업화 역량을 확보하는 협력 기반으로 활용할 수 있다.

검증된 기술 및 기능성 단백질은 적절한 권리 확보와 제품의 분류 및 적용되는 규제와 제조 및 공급 조건을 검토한 후 소재 공급과 기술이전 및 제품화와 같은 사업화 경로로 발전할 수 있다. 본 사례의 핵심은 단순히 AI 기반 항노화 소재를 개발하는 것이 아니라 피부 노화의 원천기술 연구부터 기능성 단백질 설계 및 기술사업화까지 연결하는 수요 주도형 AI 혁신 체계를 구현하는 데 있다.

15.6. 금융산업 AI 혁신 활용 사례

금융산업은 경제적 자원의 배분과 자금의 조달 및 운용, 위험의 평가와 관리 및 다양한 금융서비스의 제공을 통해 개인과 기업의 경제활동을 지원하는 산업이다. 금융산업의 AI 혁신에서는 복합적인 데이터를 활용한 분석 및 의사결정의 품질과 효율성을 향상하고, 기존의 서비스 제공 구조에서 충분히 충족하지 못한 고객의 요구사항을 해결하는 것이 중요한 혁신 방향이 될 수 있다. 본 절에서는 기업 신용위험 분석 혁신과 중소기업 재무 및 자금관리 서비스 혁신을 대표적인 활용 사례로 제시한다.

15.6.1. 금융산업의 미충족 수요 및 혁신 방향

금융기관과 기업은 재무제표 및 거래정보와 시장 및 산업정보, 기업의 사업 구조와 경영환경 및 다양한 비정형 정보를 활용하여 경제적 위험과 기회를 분석한다. 그러나 이러한 정보가 여러 시스템과 문서에 분산되어 있거나 실제 의사결정에 필요한 정보의 품질과 최신성이 충분하지 않은 경우 분석의 효율성과 신뢰성을 확보하기 어려울 수 있다. 금융 분야의 전문적인 의사결정에서는 단순한 정보의 수집과 정리뿐 아니라 수리적 위험 모델과 전문적인 경제 및 금융 지식 및 인간의 판단을 결합할 필요가 있다.

특히 과거의 데이터를 기반으로 개발한 예측 모델은 경제환경과 산업구조 및 기업의 경영조건이 변화하는 경우 기존과 동일한 성능을 유지하지 못할 수 있다. 따라서 금융산업의 AI 혁신에서는 데이터 및 AI 모델의 기술적인 성능과 함께 실제 금융 의사결정의 타당성과 위험관리 및 고객 보호에 관한 요구사항을 고려해야 한다. 금융서비스의 혁신에서는 전문적인 금융 및 재무관리 서비스에 대한 접근성과 이용 비용 및 서비스의 적합성을 개선할 수 있는 가능성을 검토한다. 중소기업이나 개인이 전문적인 분석 인력과 시스템을 충분히 확보하지 못한 경우 인간 전문가와 AI Agent 의 협업을 통해 새로운 형태의 전문서비스를 제공할 수 있다.

15.6.2. 활용 사례 05 — Human-AI 기반 기업 신용위험 분석 혁신

UC-05. Human-AI Corporate Credit Risk Analysis Innovation

미충족 수요 및 근본 원인

기업의 신용위험을 분석하는 업무에서는 기업의 재무적 상태뿐 아니라 사업 구조와 현금흐름, 산업 및 시장의 변화, 경영환경 및 관련 위험 요인을 종합적으로 검토할 필요가 있다. 재무정보와 비정형 정보가 분산되어 있거나 관련 자료의 분석에 많은 시간이 필요한 경우 충분한 분석 범위를 확보하기 어려울 수 있다. 또한 개별 심사 담당자의 전문성과 경험에 따라 분석의 범위와 판단의 근거 및 보고서의 품질에 차이가 발생할 수 있다.

본 사례의 핵심 미충족 수요는 이러한 복합적인 기업정보를 효율적으로 분석하고 신뢰성 있는 위험 평가 및 전문적인 심사를 지원할 수 있는 업무 수행 체계를 확보하는 것이다. 근본 원인 후보로는 데이터의 분산 및 품질 문제, 비정형 정보의 활용 제약, 기존 위험 모델의 적용 범위와 한계, 금융 전문지식 및 분석 방법의 개인 의존성과 업무 수행 구조의 비효율성을 고려할 수 있다.

AI 기반 해결 방안 및 Human-AI Work Redesign

기업의 재무정보와 산업 및 시장정보 및 관련 비정형 자료를 수리적 위험 모델과 결합하여 분석하고 인간 전문가가 실제 신용위험 및 심사에 관한 판단을 수행하도록 업무 구조를 재설계한다. AI Agent 는 관련 기업정보 및 문서의 탐색과 분석, 재무지표의 산정을 위한 자료의 구조화, 주요 위험 요인의 탐색과 분석

결과의 설명 및 심사 보고서의 작성을 지원할 수 있다. 정확한 재무지표의 계산과 통계적 위험 모델의 실행은 검증된 계산 및 분석 도구를 활용하도록 한다.

금융 전문가는 데이터와 분석 결과의 타당성을 검토하고 해당 기업과 산업의 특수한 조건 및 수리적 위험 모델이 충분히 반영하지 못한 요소를 고려하여 실제 심사와 의사결정을 수행한다. 이러한 구조에서 AI 모델이 생성한 위험 관련 설명과 수리적 위험 모델이 산출한 예측값, 금융 전문가의 최종 판단을 구분하여 관리한다.

연구개발 및 실증

본 사례의 실증에서는 기존 신용위험 분석 업무의 수행시간 및 품질과 제안한 Human-AI Work 의 수행 결과를 비교할 수 있다. 위험 모델의 예측 성능과 실제 위험 발생의 관계, 데이터의 대표성과 편향 및 모델의 적용 범위와 설명 가능성을 검토한다. 미국 연방준비제도 등의 2026 년 4 월 17 일 개정 모델 위험관리 지침(SR 26-2)은 금융기관의 모델 활용에서 모델의 특성과 위험 수준에 적합한 검증 및 지속적인 성능관리의 중요성을 설명한다. 다만 해당 지침은 생성형 AI 와 Agentic AI 를 직접적인 적용 범위에 포함하지 않으므로 본 사례에서는 기존 정량적 위험 모델의 관리에 관한 참고자료로 활용한다. 생성형 AI 및 Agent 의 실행 위험은 별도로 관리해야 한다.[57, 58]

Craftem 및 SyenaHub 적용

Craftem 에서는 기업 신용위험 분석 Agent(Credit Risk Analysis Agent)를 개발 후보로 구성할 수 있다. 기업 및 산업 관련 데이터를 Data Resource 로 연결하고 재무 분석 및 통계적 위험 모델의 실행 기능을 Tool 또는 Model Resource 로 구성한다. 검증된 금융 분석 방법과 심사 업무의 전문적인 절차를 Skill Resource 로 관리하고 사람과 AI Agent 의 업무 수행 및 검토와 승인을 Workflow Resource 로 구현할 수 있다. SyenaHub 를 통해 금융기관과 금융 전문가 및 수리과학자와 데이터 과학자, AI 기술기업 등의 협력을 확보할 수 있다.

기대 성과 및 가치 창출

성과 평가에서는 분석과 심사 업무의 전체 수행시간, 자료의 정확성과 분석 범위 및 위험 예측의 적합성, 인간 전문가의 수정 및 검토 부담 등을 평가한다. 실제 위험관리의 경제적 가치를 검증하기 위해서는 개선된 분석 결과가 금융기관의 의사결정과 실제 손실 및 위험관리 성과에 어떠한 기여를 하였는지 분석해야 한다. 신용위험 평가에 활용하는 AI 의 결과가 고객에 대한 불합리한 차별이나 근거가 부족한 의사결정으로 이어지지 않도록 데이터 보호와 공정성 및 전문적인 검토와 책임 구조를 확보해야 한다.

15.6.3. 활용 사례 06 — 중소기업 재무 및 자금관리 서비스 혁신

UC-06. SME Financial and Cash Flow Management Service Innovation

미충족 수요 및 근본 원인

중소기업의 경영 활동에서는 미래의 자금 수요와 매출 및 비용의 변화를 이해하고 적절한 현금흐름과 재무적 안정성을 확보하는 것이 중요하다. 그러나 기업의 규모와 전문인력 및 정보시스템의 확보 수준에 따라 체계적인 재무 분석 및 자금관리와 시나리오 평가를 수행하기 어려울 수 있다. 회계 및 재무정보가 존재하더라도 해당 정보가 미래의 경영 의사결정과 연결되지 못하거나 기존의 재무관리 업무가 과거 실적의 기록과 보고에 집중될 수 있다. 본 사례에서는 전문적인 재무 및 자금관리 서비스에 대한 접근성과 실제 경영환경에 적합한 분석 및 의사결정 지원을 핵심 미충족 수요로 설정한다.

AI 기반 서비스 혁신 모델

기업의 회계 및 재무 데이터와 매출 및 비용의 변화, 계약과 채권·채무 및 향후 자금 수요에 관한 정보를 통합하여 재무적 상황과 현금흐름을 분석하는 Human-AI 기반 전문서비스를 구성한다. 수리적 예측 모델과 시나리오 분석 및 검증된 재무관리 방법을 활용하여 미래의 자금 수요와 잠재적 재무 위험을 탐색할 수 있도록 한다. AI Agent 는 관련 자료의 수집과 구조화 및 분석을 지원하고 다양한 경영 조건에 따른 재무적 변화와 주요 위험 요인을 이해할 수 있도록 정보를 제공한다. 재무 전문가와 기업의 경영진은 이러한 분석 결과를 기반으로 실제 사업의 운영과 자금조달 및 투자에 관한 의사결정을 수행한다.

Craftem 및 SyenaHub 적용

Craftem 은 기업의 회계 및 ERP 데이터와 관련 문서를 승인된 조건에 따라 활용하고, 현금흐름 예측 및 재무 분석 도구와 전문적인 재무관리 스킬을 결합할 수 있는 실행 기반으로 활용할 수 있다. SyenaHub 는 재무 및 회계 전문가, 중소기업 경영 전문가와 수리과학자 및 금융 소프트웨어와 AI 기술기업의 공동 서비스 개발을 지원하는 협력 기반으로 활용할 수 있다.

사업화 및 가치 검증

기존 전문적인 재무관리 서비스의 비용과 접근성에 관한 제약을 해결하기 위해 기업별 전문서비스의 제공과 공통적인 AI 분석 기능을 결합하는 공급 모델을 검토할 수 있다. 예를 들어 기업별 재무 및 데이터 환경에 적합한 초기 설정과 정기적인 분석 및 전문가의 검토를 결합하는 서비스 구조를 설계할 수 있다. 실제 사업화의 타당성은 중소기업의 문제 해결 수준과 서비스 이용 의사 및 제공 비용과 수익 구조, 전문적인 서비스의 품질 및 지속적인 이용 가능성을 검증하여 평가한다. 또한 AI Agent 가 제공하는 재무 분석과 실제 기업의 경영 및 금융 의사결정에 관한 책임을 구분하고 필요한 전문적인 검토와 데이터 보호 및 실행 통제 구조를 확보해야 한다.

15.7. 제조산업 AI 혁신 활용 사례

제조산업은 과학적 지식과 공학적 기술 및 생산공정과 다양한 물리적 자원을 활용하여 실제 제품을 개발하고 생산하는 산업이다. 제조산업의 AI 혁신은 생산 및 품질관리 업무의 효율성을 향상하는 것뿐 아니라 새로운 소재와 제품 및 제조기술을 개발하고 복합적인 생산 및 운영 문제를 해결하는 데 활용될 수 있다. 본 절에서는 제조공정 품질 및 운영 최적화와 신소재 탐색 및 제품개발 혁신을 대표적인 활용 사례로 제시한다.

15.7.1. 제조산업의 미충족 수요 및 혁신 방향

제조공정에서는 원재료와 생산 설비 및 공정 조건과 작업 환경 등 다양한 요소가 제품의 품질과 생산성 및 비용에 영향을 미칠 수 있다. 이러한 요소의 상호작용이 복합적이고 실제 운영 데이터와 전문지식이 서로 다른 시스템에 분산되어 있는 경우 문제의 원인과 적절한 개선 방안을 탐색하기 어려울 수 있다. 또한 새로운 소재 및 제품을 개발하는 과정에서는 요구하는 기능과 성능을 확보하기 위해 다양한 후보를 탐색하고 실제 실험과 시험 및 검증을 수행해야 할 수 있다.

따라서 제조산업의 AI 혁신은 다음 두 가지 방향에서 설명할 수 있다. 첫 번째 방향은 기존 제조공정과 품질관리 및 운영 업무를 Human-AI Work 로 재설계하고, 수리적 모델과 데이터 및 AI 기술을 활용하여 생산성과 품질 및 자원의 활용 효율을 개선하는 것이다. 두 번째 방향은 과학적 연구와 소재 및 제품의 물성에 관한 수리적 모델링과 AI 기반 후보 탐색 및 생성 설계와 실험 및 기술개발을 결합하여 새로운 소재와 제품의 개발을 실현하는 것이다.

15.7.2. 활용 사례 07 — AI 기반 제조공정 품질 및 운영 최적화

UC-07. AI-enabled Manufacturing Quality and Operations Optimization

미충족 수요 및 근본 원인

제조기업의 핵심적인 미충족 수요 중 하나는 실제 제품의 품질을 안정적으로 확보하면서 생산공정의 자원과 시간 및 비용을 효율적으로 관리하는 것이다. 품질 편차와 불량 및 재작업, 설비의 비효율적인 운영과 불필요한 자원 사용 등은 제조기업의 실제 운영 및 사업 성과에 영향을 미칠 수 있다. 이러한 문제의 근본 원인 후보로는 공정 변수 사이의 복합적인 상호작용과 품질 및 설비 데이터의 분산, 공정에 관한 지식의 개인 의존성, 기존의 분석 및 의사결정 방식의 제약 등을 고려할 수 있다. 실제 혁신 과제에서는 공정별 품질과 운영 데이터를 확보하고 불량 및 재작업과 생산성 저하의 원인을 분석하며 해당 원인이 개선 가능한 것인지를 검증해야 한다.

AI 기반 해결 방안

제조공정에서 확보한 운영 및 품질데이터를 활용하여 공정의 상태를 분석하고 잠재적인 이상 및 품질 변화를 예측하며 적절한 개선 방안을 탐색하는 Human-AI 기반 운영 모델을 구성한다. 시계열 분석과 통계적 품질관리, 수리적 최적화 및 AI 기반 예측 모델과 공정 시뮬레이션을 결합하여 실제 공정의 복합적인 문제를 분석할 수 있다. AI Agent 는 생산 및 품질 관련 데이터의 탐색과 분석, 주요 위험 요인의 식별 및 검토 대상의 정리와 개선 방안의 비교를 지원할 수 있다. 공정 전문가와 품질관리 담당자는 분석 결과와 실제 공정 상태를 검토하고 필요한 개선 활동 및 생산에 관한 의사결정을 수행한다.

Craftem 및 SyenaHub 적용

Craftem 의 Manufacturing Optimization Agent 를 개발 후보로 구성하고 제조공정과 설비 및 품질검사에 관한 데이터를 Data Resource 로 연결할 수 있다. 예측 모델을 Model Resource 로 관리하고 통계적 분석과 최적화 및 시뮬레이션 도구를 Tool Resource 로 활용하며 전문적인 공정 분석 및 품질관리 방법을 Skill Resource 로 구성할 수 있다. 이러한 Resource 를 Human-Agent Workflow 로 결합하여 제조 현장의 분석과 전문적인 검토 및 개선 의사결정을 지원하도록 설계한다. SyenaHub 를 통해 제조기업과 공정 전문가, 품질관리 전문가, 수리과학자 및 산업 소프트웨어와 AI 기술기업의 협력 구조를 구성할 수 있다.

성과 검증 및 실행 통제

제조공정 혁신의 성과는 AI 모델의 예측 정확도만으로 평가하지 않는다. 실제 불량률과 재작업량, 생산량과 자원 사용량 및 생산원가의 변화와 관련 작업자의 업무 수행시간 및 안전성을 평가해야 한다. 개선 전후의 제품 구성과 생산량 및 원재료와 운영 조건이 다른 경우 이러한 차이가 실제 성과에 미친 영향을 고려해야 한다. 또한 AI 기반 분석 및 최적화의 결과를 물리적 산업 설비의 동작에 적용하는 경우 검증된 독립적인 안전 제어 시스템과 승인된 실행 조건 및 전문적인 감독 체계를 확보해야 한다.

15.7.3. 활용 사례 08 — AI 기반 신소재 탐색 및 제품개발 혁신

UC-08. AI-enabled Materials Discovery and Product Development Innovation

미충족 수요 및 근본 원인

새로운 산업 제품을 개발하기 위해서는 기존 소재가 충분히 충족하지 못하는 기능과 성능 및 비용과 환경조건을 분석하고 필요한 소재의 특성을 정의해야 할 수 있다. 그러나 실제 소재의 물리적·화학적 특성은 구성과 구조 및 제조 조건 등 다양한 요소와 관련될 수 있으며 유망한 후보를 탐색하기 위해 상당한 연구개발과 실험이 필요할 수 있다. 본 사례에서는 요구하는 제품의 기능과 성능을 실현할 수 있는 소재 및 제조기술의 확보를 핵심 미충족 수요로 설정한다.

과학·수리과학·AI 기반 연구개발

과학적 연구를 통해 해당 소재의 물성과 구조 및 관련 현상의 특성을 분석하고 수리적 모델링과 시뮬레이션을 통해 필요한 성능과 물리적 제약 및 불확실성을 표현한다. AI 를 활용하여 관련 과학적 지식과 소재 데이터를 분석하고 새로운 소재 후보의 탐색과 물성 예측 및 생성 설계의 가능성을 검토한다. Merchant 등의 2023 년 Nature 연구는 대규모 그래프 신경망과 계산과학의 결합을 통해 새로운 무기 결정 구조의 탐색 효율을 높일 수 있는 가능성을 제시하였다. 이와 같은 연구는 AI 와 기존 과학적 계산 방법의 결합이 소재 연구의 탐색 범위를 확대하는 데 기여할 수 있음을 보여준다.[64]

다만 계산과 AI 의 예측을 통해 안정적인 소재 후보를 확보하였다는 사실과 해당 소재를 실제로 제조하고 필요한 산업적 성능을 확보할 수 있다는 판단은 구분해야 한다. 실제 연구개발에서는 소재의 실험적 검증과 목표 기능 및 성능, 제조 가능성과 안전성 및 공급과 경제성 등에 관한 추가 검증을 수행해야 한다.

공동 연구개발 및 기술사업화

본 사례는 소재 분야의 과학자와 공학자 및 수리과학자, AI 연구자와 제조기업의 공동 연구개발 과제로 구성할 수 있다. Craftem 은 관련 학술자료와 소재 데이터 및 수리적 모델과 전문적인 분석 및 시뮬레이션 도구를 활용하는 연구개발 업무의 실행 및 결과 관리를 지원할 수 있다. SyenaHub 는 과학적 연구와 소재 및 제품개발과 제조 및 실증에 필요한 다양한 전문역량을 결합하는 협력 기반으로 활용할 수 있다. 검증된 소재 기술과 관련 지식재산권은 소재의 공급 및 기술이전과 라이선싱, 새로운 제품의 개발 및 공동 사업화로 연결할 수 있다. 실제 혁신 성과는 연구개발 기간과 비용 및 검증된 기술의 확보와 제품 성능의 향상, 제조 및 공급의 경제성과 실제 시장 및 고객 가치 등을 종합적으로 검증하여 평가한다.

15.8. 유통산업 AI 혁신 활용 사례

유통산업은 상품 및 서비스의 수요와 공급을 연결하고 적절한 재고와 물류 및 고객 서비스를 제공함으로써 경제적 가치를 창출하는 산업이다. 수요의 불확실성과 복합적인 공급망 및 운영 조건, 고객별 요구사항의 다양성은 유통산업에서 해결해야 하는 중요한 혁신 문제에 해당할 수 있다. 본 절에서는 수요 예측 및 재고·공급망 최적화와 고객 미충족 수요 기반 맞춤형 유통서비스 혁신을 대표적인 활용 사례로 제시한다.

15.8.1. 유통산업의 미충족 수요 및 혁신 방향

유통기업은 실제 고객의 수요와 구매 행동 및 상품의 공급 조건을 기반으로 적절한 재고 수준과 물류 및 상품 공급을 관리해야 한다.

그러나 고객의 수요는 계절과 시장환경 및 가격의 변화와 다양한 외부 요인에 따라 변동할 수 있으며 공급망의 여러 단계에서 서로 다른 운영 제약이 발생할 수 있다.

수요 예측의 부정확성과 공급계획의 한계는 과잉재고와 품절 및 불필요한 물류 비용과 폐기 손실 등의 문제로 연결될 수 있다.

또한 고객에게 상품을 제공하는 기존 유통서비스에서는 고객의 실제 구매 목적과 다양한 요구사항을 충분히 이해하고 적절한 정보와 서비스 및 상품을 결합하여 제공하는 데 한계가 있을 수 있다.

따라서 유통산업의 AI 혁신은 수요 예측과 재고 및 공급망의 운영 구조를 개선하는 업무 및 기술혁신과 실제 고객의 미충족 수요를 해결하기 위한 서비스 및 비즈니스 모델 혁신을 함께 고려할 수 있다.

15.8.2. 활용 사례 09 — AI 기반 수요 예측 및 재고·공급망 최적화

UC-09. AI-enabled Demand Forecasting and Supply Chain Optimization

미충족 수요 및 근본 원인

유통기업의 주요 미충족 수요는 실제 수요의 변동에 효과적으로 대응하면서 품절과 과잉재고 및 물류 비용을 적절하게 관리할 수 있는 운영 체계를 확보하는 것이다.

이러한 문제의 근본 원인 후보로는 수요의 불확실성과 예측에 활용하는 데이터의 품질 및 분산, 공급망의 복합적인 의존관계, 공급과 재고 관련 의사결정의 분리 및 기존 운영 모델의 제약 등을 고려할 수 있다.

특히 수요 예측과 재고관리 및 물류계획을 개별적으로 수행하는 경우 각 업무의 성과가 전체 공급망의 운영 최적화로 연결되지 못할 수 있다.

예를 들어 품절의 감소를 위해 재고를 과도하게 확보하면 재고 보유 비용과 폐기 손실이 증가할 수 있으며, 재고 비용만을 최소화하면 실제 고객의 수요를 충족하지 못할 수 있다.

따라서 수요 예측의 정확성뿐 아니라 전체 공급망의 운영 및 비용과 고객서비스의 성과를 함께 고려하는 혁신 모델이 필요하다.

AI 기반 해결 방안

본 사례에서는 수요 예측과 재고관리 및 물류와 공급계획을 상호 연결된 Human-AI Work 로 재설계한다.

과거 판매 및 재고와 물류 데이터, 상품과 시장의 특성 및 실제 공급 조건을 활용하여 적절한 수요 예측 모델을 구성할 수 있다.

수리과학적 분석과 확률적 모델링 및 최적화 기법을 활용하여 수요의 불확실성과 공급 및 재고 관련 제약을 고려하는 운영 모델을 설계한다.

AI Agent 는 관련 데이터의 분석과 예측 결과의 비교 및 주요 변동 요인의 탐색, 재고 및 공급계획의 대안 분석과 운영 담당자의 의사결정 지원을 수행할 수 있다.

공급망 전문가와 운영 책임자는 이러한 분석 결과를 실제 공급 조건과 사업 목표 및 고객서비스의 요구사항과 비교하여 적절한 재고 및 공급계획을 결정한다.

Craftem 및 SyenaHub 적용

Craftem 에서는 Supply Chain Optimization Agent 를 개발 후보로 구성할 수 있다.

판매와 재고 및 물류 데이터를 Data Resource 로 활용하고 수요 예측 모델 및 통계 모델을 Model Resource 로 관리하며 재고 및 공급망 최적화 소프트웨어를 Tool Resource 로 구성할 수 있다.

전문적인 공급망 분석과 재고관리 및 운영 의사결정 방법은 Skill Resource 로 구성하고 관련 Human-AI Work 의 실행 구조를 Workflow Resource 로 구현한다.

SyenaHub 를 통해 유통기업과 물류 및 공급망 전문가, 수리과학자 및 데이터 과학자와 AI 기술기업의 공동 혁신 구조를 구성할 수 있다.

실증 및 가치 평가

실제 실증에서는 과거 데이터를 활용한 예측 검증과 함께 새로운 운영 환경에서 수요 및 공급계획의 성과를 확인한다.

수요 예측의 평균절대오차나 적합한 예측 성능 지표는 모델의 기술적 성과를 평가하는 데 활용할 수 있다.

그러나 예측 성능이 개선되었다는 사실만으로 실제 경제적 가치가 확보된 것은 아니다.

실제 재고 및 공급망 운영에서 품절의 감소와 재고 보유 비용 및 폐기 손실의 감소, 물류 비용과 고객서비스 수준의 변화 등을 평가해야 한다.

또한 수요의 계절적 변동과 상품 구성 및 가격과 프로모션 등의 변화가 실제 성과에 미친 영향을 고려하여 혁신 모델의 기여를 검증해야 한다.

15.8.3. 활용 사례 10 — 고객 미충족 수요 기반 맞춤형 유통서비스 혁신

UC-10. Demand-driven Personalized Distribution Service Innovation

미충족 수요 및 근본 원인

유통서비스의 수요자는 특정 상품을 구매하는 것뿐 아니라 자신이 해결하려는 문제와 목적에 적합한 상품과 전문정보 및 관련 서비스를 필요로 할 수 있다.

그러나 기존 상품 중심의 판매 구조에서는 고객이 여러 상품을 직접 탐색하고 비교하며 자신에게 필요한 정보를 별도로 확보해야 할 수 있다.

복합적인 구매 요구사항과 전문적인 정보가 필요한 경우 고객이 자신의 목적에 적합한 선택을 하는 데 어려움을 경험할 수 있다.

이러한 문제의 근본 원인 후보는 고객의 구매 이력만을 중심으로 하는 수요 분석, 실제 사용 목적과 요구사항에 관한 정보 부족, 상품정보와 전문적인 서비스 사이의 연계 부족 및 기존 공급 구조의 제약 등이다.

AI 기반 서비스 및 비즈니스 모델 혁신

본 사례는 고객의 실제 미충족 수요와 구매 목적 및 사용 환경을 이해하고 적합한 상품과 전문정보 및 서비스를 결합하여 제공하는 혁신 모델이다.

AI Agent 는 고객이 제공한 요구사항을 분석하고 실제 이용 목적과 관련된 정보를 탐색하며 다양한 상품 및 서비스의 특성을 비교하고 적절한 선택지를 구성할 수 있다.

전문적인 지식이나 안전 관련 판단이 필요한 경우 해당 분야의 전문가가 필요한 검토와 조언을 제공할 수 있도록 구성한다.

이러한 서비스 모델은 기존 상품 추천 기능의 개선에 한정되지 않고 고객의 실제 문제 해결을 중심으로 상품의 공급과 전문서비스 및 후속 지원을 결합하는 가치제안으로 발전할 수 있다.

Craftem 및 SyenaHub 적용

Craftem 은 고객 요구사항의 분석과 관련 상품 및 서비스 정보의 탐색, 전문적인 비교와 검토 및 서비스 제공에 필요한 Human-AI Work 를 실행하는 플랫폼으로 활용할 수 있다.

SyenaHub 는 유통기업과 상품 및 서비스 공급기업, 산업 전문가와 AI 기술기업의 협력을 통해 특정 수요자 집단의 요구사항에 적합한 서비스 모델을 공동으로 개발하는 데 활용할 수 있다.

사업화 및 가치 검증

실제 사업화에서는 고객이 해당 서비스로부터 확보하는 가치와 서비스 제공에 필요한 운영 비용 및 전문인력의 활용, 상품 공급과 서비스 수익의 구조를 검증해야 한다.

고객 만족도와 실제 구매 및 이용 결과, 반복적인 서비스 이용과 고객의 문제 해결 수준 등을 평가하고 새로운 서비스의 경제적 지속 가능성을 검토한다.

또한 고객의 개인정보 및 상품정보의 정확성과 추천 결과의 공정성 및 경제적 이해관계의 투명성을 확보해야 한다.

AI 의 개인화 기능이 고객의 필요보다 특정 상품의 판매 확대에만 활용되는 경우 최초 미충족 수요의 해결이라는 혁신 목적에서 벗어날 수 있으므로 서비스의 가치제안과 실제 실행의 정합성을 관리해야 한다.

15.9. 콘텐츠산업 AI 혁신 활용 사례

콘텐츠산업은 인간의 창의적 역량과 전문적인 창작 및 제작 활동을 통해 새로운 콘텐츠와 지식재산권을 창출하고 이를 다양한 형태의 제품과 서비스 및 사업으로 발전시키는 산업이다.

AI 기술은 창작자가 활용할 수 있는 지식과 정보 및 표현과 제작의 가능성을 확장할 수 있다.

그러나 콘텐츠산업의 혁신은 AI 가 생성하는 콘텐츠의 양과 제작 효율의 향상뿐 아니라 인간의 창의성과 작품의 품질 및 지식재산권과 지속적인 사업화 가능성을 중심으로 추진해야 한다.

15.9.1. 콘텐츠산업의 미충족 수요 및 혁신 방향

콘텐츠 창작과 제작에는 주제의 탐색과 연구, 세계관과 등장인물 및 서사의 구성, 작품의 표현 및 편집, 제작의 계획과 실행, 다양한 전문인력의 협력 및 시장과 고객에 관한 분석 등이 필요하다.

개별 창작자나 소규모 제작기업은 이러한 활동에 필요한 전문인력과 제작 자원 및 사업화 역량을 충분히 확보하지 못할 수 있다.

또한 하나의 원천 콘텐츠를 다양한 매체와 시장에 적합한 제품 및 서비스로 발전시키기 위해서는 추가적인 창작과 기술개발 및 제작과 사업화 역량이 필요할 수 있다.

이러한 미충족 수요를 해결하기 위해서는 AI 를 활용하여 기존 창작과 제작 업무의 실행 구조를 개선하고 인간의 창의적 역량을 확장하며 새로운 원천 콘텐츠와 지식재산권의 개발 및 사업화 가능성을 확보하는 혁신 모델을 검토할 수 있다.

15.9.2. 활용 사례 11 — Human-AI 기반 영화 원천 장르소설 및 영상 콘텐츠 개발

UC-11. Human-AI Development of Original Genre Fiction and Screen Content

미충족 수요 및 근본 원인

장편영화와 영상 콘텐츠의 개발에는 작품의 주제와 서사 및 등장인물과 세계관의 기획뿐 아니라 전문적인 시나리오 개발과 제작 및 사업화에 필요한 다양한 활동이 포함될 수 있다.

원천 콘텐츠의 창작 단계에서 이러한 복합적인 활동을 모두 독립적으로 수행하기 어려운 창작자나 소규모 제작기업은 필요한 전문성과 제작 자원의 확보에 제약을 경험할 수 있다.

본 사례에서는 인간 창작자의 작품에 대한 창의적 통제와 독창성 및 표현의 품질을 유지하면서 원천 콘텐츠의 개발 역량을 확대하는 것을 핵심 미충족 수요로 설정한다.

Human-AI Work Redesign 기반 창작 모델

영화의 원천 콘텐츠로 활용할 수 있는 장르소설의 개발을 중심으로 인간과 AI Agent 의 창작 협업 구조를 설계한다.

인간 창작자는 작품이 전달하고자 하는 주제와 핵심적인 서사 및 세계관과 등장인물의 성격과 관계, 표현의 방향과 작품의 창의적 의사결정을 수행한다.

AI Agent 는 창작에 필요한 전문자료와 시대적 및 사회적 배경의 탐색, 작품의 설정과 서사 구조의 관리, 다양한 창작 대안의 분석 및 설정의 일관성과 기존 문서 사이의 정합성 검토 등을 지원할 수 있다.

장편 콘텐츠의 개발에서는 작품의 전체 구성과 각 부분의 창작 목표 및 주요 설정을 체계적으로 관리하고 실제 작성한 내용과 기존 설정 사이의 관계를 지속적으로 검토해야 한다.

AI Agent 가 생성하거나 제안한 결과는 인간 창작자의 검토와 수정 및 선택을 통해 작품에 반영하도록 한다.

이를 통해 인간 창작자의 창의적 의사결정과 책임을 유지하면서 AI 를 활용하여 창작 및 개발 업무의 복잡성과 자원 제약을 줄일 수 있는 가능성을 탐색한다.

Craftem 및 SyenaHub 적용

Craftem 에서는 Creative Development Agent 와 같은 전문 창작 및 콘텐츠 개발 Agent 를 구성할 수 있다.

작품의 기획 자료와 세계관 및 등장인물의 설정, 서사 구조와 관련 연구자료를 Data Resource 로 관리하고 필요한 AI 모델과 문서 및 콘텐츠 관리 도구를 활용할 수 있다.

창작자가 정립한 전문적인 창작 방법과 편집 및 품질검토 기준을 Skill Resource 로 구성하고 작품의 기획과 창작 및 수정과 검토의 업무 구조를 Workflow Resource 로 구현할 수 있다.

SyenaHub 는 작가와 시나리오 전문가, 영상 및 영화 제작자와 관련 산업 전문가 및 AI 개발자의 협력을 통해 원천 콘텐츠의 개발과 후속 제작 및 사업화를 지원할 수 있다.

성과 및 지식재산권 검증

창작 업무의 수행시간과 창작 대안의 탐색 범위 및 설정 관리의 정확성은 업무혁신의 성과로 평가할 수 있다.

그러나 콘텐츠의 창의성과 독창성 및 작품의 완성도와 시장성과는 별도의 전문적 평가와 실제 고객 반응 등을 통해 검증해야 한다.

또한 인간의 창작 기여와 활용한 외부 자료 및 생성형 AI 의 역할과 결과물의 이용 권한을 관리할 필요가 있다.

미국 저작권청이 2025 년 1 월 29 일 발표한 AI 관련 보고서 제 2 부는 AI 를 창작 보조 수단으로 활용하는 것 자체가 저작권 보호를 배제하지 않지만, 보호를 판단하기 위해서는 인간이 충분한 표현적 요소를 결정하였는지를 검토해야 한다고 설명한다. 이는 인간의 창작 기여를 명확하게 관리할 필요성을 보여주는 참고 사례이다. 실제 권리의 인정과 이용 조건은 적용되는 국가의 법령과 구체적인 창작 과정 및 계약에 따라 별도로 검토해야 한다.[67]

15.9.3. 활용 사례 12 — AI 기반 원천 콘텐츠 IP 의 다중 사업화 혁신

UC-12. AI-enabled Multi-channel Commercialization of Original Content IP

미충족 수요 및 근본 원인

원천 콘텐츠와 지식재산권을 확보한 이후에도 해당 콘텐츠를 새로운 매체와 고객 및 시장에 적합하게 발전시키고 다양한 사업 기회를 실현하기 위해서는 별도의 전문역량과 제작 자원 및 사업화 구조가 필요하다.

특정 작품의 주제와 서사 및 등장인물과 세계관을 다른 매체에 적용하는 과정에서는 해당 매체의 표현 방식과 고객의 요구사항, 제작 비용 및 기술적 조건 등을 고려해야 한다.

본 사례에서는 원천 콘텐츠 IP 의 창작적 정체성과 권리를 유지하면서 다양한 제품 및 서비스와 시장에 적용하고 지속적인 경제적 가치를 창출할 수 있는 사업화 역량의 확보를 핵심 미충족 수요로 설정한다.

AI 기반 해결 방안 및 서비스 구조

원천 콘텐츠의 구성과 특징 및 활용 권리를 분석하고 다양한 매체와 시장에서 제공할 수 있는 새로운 가치제안을 설계한다.

예를 들어 원천 장르소설을 기반으로 출판과 영화 및 영상 콘텐츠와 기타 적합한 형태의 콘텐츠를 개발하고 각각의 시장 및 제작 환경에 적합한 창작과 제작 구조를 구성할 수 있다.

AI Agent 는 원천 콘텐츠의 구조와 설정 및 관련 자료를 분석하고 매체별 개발 요구사항과 콘텐츠 기획 및 제작계획, 관련 전문인력의 협업과 시장 및 고객 분석에 필요한 업무를 지원할 수 있다.

인간 창작자와 제작 전문가는 작품의 창의적 정체성과 새로운 표현의 방향, 실제 제작의 품질과 사업화에 관한 중요한 의사결정을 수행한다.

Craftem 및 SyenaHub 적용

Craftem 은 원천 콘텐츠와 관련 지식재산권 및 작품의 설정과 제작자료를 관리하고 다양한 개발 및 제작 활동을 Human-AI Work 로 연결하는 실행 기반으로 활용할 수 있다.

SyenaHub 는 콘텐츠 창작자와 출판 및 영상 제작기업, 전문기술 기업과 사업화 전문가의 협력을 통해 새로운 제작 및 공급과 사업화 구조를 구성하는 데 활용할 수 있다.

경제적 가치 및 지속 가능성 평가

콘텐츠의 생성 및 제작량의 증가 자체를 실제 경제적 성과로 평가하지 않는다.

검증된 작품의 품질과 실제 제작 비용 및 일정, 새로운 콘텐츠의 시장 공급과 고객 반응 및 관련 사업의 매출과 비용 및 수익성을 평가한다.

또한 원천 IP 의 권리와 새로운 콘텐츠의 제작 및 파생적 이용에 관한 권리, 참여 창작자와 제작기업의 책임 및 경제적 가치의 배분을 명확하게 관리해야 한다.

이러한 구조를 통해 개별 창작과 제작의 업무혁신을 새로운 콘텐츠 제품 및 서비스와 지속적인 비즈니스 모델 혁신으로 발전시킬 수 있는 가능성을 검토한다.

15.10. 교육산업 AI 혁신 활용 사례

교육산업은 인간이 지식과 전문역량 및 사회적·경제적 가치 창출 능력을 확보하도록 지원하는 산업이다.

AI 시대의 교육 혁신은 기존 교육의 효율성과 학습 지원 기능을 개선하는 것뿐 아니라 인간이 새로운 업무 환경에서 전문성과 창의적 문제 해결 능력을 확보하고 실제 산업현장의 가치 창출에 참여할 수 있는 성장 경로를 설계하는 데 중요한 의미를 갖는다.

본 절에서는 초기 경력 성장 경로의 재설계와 기업 전문인력의 재교육 및 직무혁신을 대표적인 활용 사례로 제시한다.

15.10.1. 교육산업의 미충족 수요 및 혁신 방향

산업현장에서 요구하는 전문지식과 업무 수행 능력은 과학기술의 발전과 산업구조의 변화에 따라 지속적으로 변화할 수 있다.

AI 기술은 기존에 인간이 직접 수행하던 정보 탐색과 분석 및 문서 작성 등 일부 업무의 실행 구조를 변화시킬 수 있으며, 새로운 직무 역량과 인간 및 AI 의 협업 능력에 대한 수요를 발생시킬 수 있다.

국제노동기구(ILO)의 2025 년 생성형 AI 직업 노출에 관한 연구는 생성형 AI 의 잠재적 영향이 다양한 전문직 및 기술직으로 확대되고 있으며, 많은 직업에서 인간의 역할이 여전히 필요하므로 직업 자체의 완전한 대체보다 업무의 변화가 더 일반적인 영향일 가능성을 제시한다.[72]

이러한 변화는 단순히 새로운 AI 도구의 사용법을 교육하는 것으로 충분히 대응하기 어려울 수 있다.

기존의 산업 및 직무 전문성과 Human-AI Work 의 설계 및 실행 능력, 과학적·수리적 사고 및 창의적 문제 해결과 책임 있는 전문적 판단 역량을 결합하는 교육 및 인재 성장 체계가 필요하다.

특히 대학 재학생과 취업준비생 및 초기 경력 인재가 실제 산업현장의 업무와 문제 해결을 경험할 수 있는 성장 경로와 기존 재직자가 새로운 업무 수행 구조에 적응하고 자신의 전문성을 지속적으로 발전시킬 수 있는 재교육 체계를 함께 고려할 필요가 있다.

15.10.2. 활용 사례 13 — AI 시대 초기 경력 성장 경로 재설계

UC-13. Redesigning Early-career Development Pathways in the AI Era

미충족 수요 및 근본 원인

기존의 초기 경력 성장 과정에서는 학생 및 신규 구성원이 기초적인 업무와 실무 경험을 통해 산업과 직무에 관한 전문지식을 확보하고 점차 높은 수준의 문제 해결과 의사결정을 수행할 수 있는 능력을 발전시켜 왔다.

AI 기술을 활용하여 이러한 기초 업무의 상당 부분을 수행할 수 있게 되는 경우 조직의 신규 인력 활용과 교육 및 전문인력 육성 방식에도 변화가 발생할 수 있다.

이러한 변화가 실제 초기 경력 인재의 성장 기회를 감소시키는지에 대해서는 산업별 및 직무별로 검증할 필요가 있다.

본 사례의 핵심 미충족 수요는 학생과 초기 경력 인재가 새로운 AI 기반 업무 환경에서 필요한 전문역량과 실무 경험 및 지속적인 경력 성장의 기회를 확보하는 것이다.

근본 원인 후보로는 교육과 실제 산업현장의 문제 해결 사이의 단절, 기존 기초 실무 경험 기회의 변화, 새로운 Human-AI Work 에 적합한 전문역량 교육의 부족 및 전문적인 멘토링과 실무 프로젝트의 접근성에 관한 제약 등을 고려할 수 있다.

AI 기반 성장 경로 혁신

본 사례에서는 실제 산업현장의 미충족 수요를 기반으로 전문적인 학습과 Human-AI Work 의 실행 및 실무 프로젝트와 멘토링 및 후속 경력 활동을 통합하는 성장 경로를 제안한다.

참여자는 실제 산업의 문제를 이해하고 자신의 전문지식을 활용하여 문제를 정의하며 AI Agent 와 협력하여 새로운 해결 방안을 탐색하고 필요한 기술개발 및 실무 프로젝트를 수행할 수 있다.

전문 멘토와 산업 전문가 및 수요기업은 참여자의 문제 해결 과정과 실제 결과를 검토하고 필요한 전문역량의 성장 및 개선을 지원할 수 있다.

SyenaHub Cura 적용

SyenaHub Cura 의 Cura Career, Cura Venture 및 Cura Mentoring 을 산업 연계 AI 혁신 프로젝트와 연결하여 인간 중심의 성장 모델을 구성할 수 있다.

Cura Career 는 실제 산업 및 직무 전문성과 Human-AI 협업 능력 및 실무 경험을 확보하도록 지원한다.

Cura Venture 는 산업현장의 미충족 수요를 해결하기 위한 창의적 문제 해결 능력과 기업가정신의 성장을 지원한다.

Cura Mentoring 은 전문 멘토와 참여자의 협력을 통해 전문성과 커리어 및 기업가정신의 지속적인 발전을 지원한다.

Craftem 은 참여자가 실제 Human-AI Work 를 설계하고 실행하며 필요한 Agent 및 Resource 를 활용하는 실무 경험을 확보할 수 있는 기술적 기반으로 활용할 수 있다.

기대 성과 및 가치 검증

참여자의 전문지식과 창의적 문제 해결 및 Human-AI 협업 능력과 실제 산업 연계 프로젝트의 성과를 평가할 수 있다.

또한 프로그램 참여 이후의 실무 활동과 인턴십 및 취업과 연구개발 및 창업 기회의 확보와 중장기 경력 성장에 관한 성과를 검토할 수 있다.

다만 프로그램의 참여 및 수료를 취업이나 창업의 성공과 동일하게 평가하지 않으며 실제 인재 성장과 사회적 가치는 적절한 기간 동안 검증해야 한다.

본 사례의 통합적인 성장 경로 및 실행 모델은 제 15.13 절에서 상세히 설명한다.

15.10.3. 활용 사례 14 — AI 기반 기업 전문인력 재교육 및 직무혁신

UC-14. AI-enabled Workforce Reskilling and Job Innovation

미충족 수요 및 근본 원인

기업의 기존 구성원은 산업 및 업무에 관한 다양한 전문지식과 실제 업무 수행 경험을 보유하고 있다.

AI 기술의 활용으로 업무의 일부를 새로운 방식으로 수행할 수 있게 되는 경우 이러한 기존 전문성과 AI 의 역량을 결합하여 새로운 Human-AI Work 를 수행할 수 있도록 하는 재교육 및 직무혁신이 필요할 수 있다.

그러나 기존 교육 프로그램이 개별 AI 모델의 사용법과 일반적인 활용 사례를 중심으로 구성되는 경우 실제 조직의 업무 및 기술과 데이터 환경에 적합한 업무혁신으로 연결되지 못할 수 있다.

본 사례의 핵심 미충족 수요는 기존 전문인력이 자신의 전문성을 유지하고 확장하며 실제 Human-AI Work 의 설계 및 실행과 개선을 수행할 수 있는 능력을 확보하는 것이다.

산업 및 직무 기반 재교육 모델

조직의 실제 직무와 업무를 분석하고 해당 업무에서 인간이 수행해야 하는 전문적인 판단과 창의적 활동 및 책임과 AI Agent 가 지원하거나 수행할 수 있는 활동을 정의한다.

이러한 Human-AI Work Redesign 의 결과를 기반으로 구성원에게 필요한 전문역량과 새로운 업무 수행 방법을 정의하고 적절한 교육과 실습 및 실제 업무 프로젝트를 구성한다.

재교육의 내용에는 AI 기술의 이해와 모델 및 도구의 활용뿐 아니라 업무 목적과 성과 기준의 정의, 데이터와 전문지식의 활용, AI Agent 의 결과 검증 및 업무의 실행과 개선 등이 포함될 수 있다.

기업의 실무자는 실제 업무의 미충족 수요를 발굴하고 해결 방안을 설계하며 적절한 전문 Agent 와 Resource 를 활용하여 새로운 업무 수행 구조를 경험할 수 있다.

Craftem 및 SyenaHub 적용

Craftem 을 활용하여 기업의 실제 업무와 산업 특화 전문 Agent 및 Skill 과 Workflow Resource 를 교육 및 실무 프로젝트에서 활용할 수 있도록 구성한다.

SyenaHub 의 교육·컨설팅 파트너와 산업 전문가 및 기술기업은 실제 직무와 산업 환경에 적합한 교육 내용과 실무 활동 및 전문적인 검토를 지원할 수 있다.

기업 대상 전문인력 재교육과 유상 컨설팅 및 교육 서비스의 운영 모델은 자발적 공동체와 후원 기반의 SyenaHub Cura 성장 프로그램과 구분한다.

실제 업무 성과 및 가치 검증

교육 프로그램의 성과는 교육 이수자 수와 교육시간 및 AI 도구의 활용 수준만으로 평가하지 않는다.

실제 Human-AI Work 의 수행 능력과 업무 결과의 품질 및 생산성, 새로운 문제의 해결과 조직의 전문지식 및 업무 수행 역량에 대한 기여를 평가해야 한다.

개별 구성원의 업무 수행 능력이 향상되었더라도 조직의 업무 구조와 실제 운영 및 성과관리 체계에 충분히 반영되지 않는 경우 조직적 성과와 사업 성과로 이어지지 못할 수 있다.

따라서 기업의 재교육과 직무혁신은 인간의 역량 강화와 실제 조직의 업무혁신 및 경제적 가치 창출을 연결하는 통합적인 혁신 과제로 추진할 필요가 있다.

산업별 AI 혁신 활용 사례의 종합 구성

본 장에서 제시한 열네 가지 활용 사례는 일곱 가지 산업의 대표적인 미충족 수요와 다양한 혁신 영역의 적용 가능성을 설명하기 위해 선정한 것이다.

각 사례의 혁신 영역은 현재 제안하는 핵심 적용 범위를 의미하며 실제 수요 검증과 해결 방안의 설계 및 연구개발 결과에 따라 변경될 수 있다.

사례 ID	산업	AI 혁신 활용 사례	주요 혁신 영역
UC-01	건설	Human-AI 기반 건축설계 품질검토	업무·기술·서비스
UC-02	건설	건축물 에너지 성능 최적 설계	업무·기술·서비스
UC-03	보건의료	췌장암 조기 진단 기술 통합 연구개발	기술·제품·서비스·BM
UC-04	보건의료	피부 항노화 기전 연구 및 기능성 단백질 설계	기술·제품·BM
UC-05	금융	Human-AI 기반 기업 신용위험 분석	업무·기술·서비스
UC-06	금융	중소기업 재무 및 자금관리 서비스	업무·서비스·BM
UC-07	제조	제조공정 품질 및 운영 최적화	업무·기술·제품
UC-08	제조	신소재 탐색 및 제품개발	기술·제품
UC-09	유통	수요 예측 및 재고·공급망 최적화	업무·기술
UC-10	유통	고객 미충족 수요 기반 맞춤형 유통서비스	서비스·BM
UC-11	콘텐츠	영화 원천 장르소설 및 영상 콘텐츠 개발	업무·제품·서비스
UC-12	콘텐츠	원천 콘텐츠 IP 의 다중 사업화	제품·서비스·BM
UC-13	교육	AI 시대 초기 경력 성장 경로 재설계	업무·서비스·BM
UC-14	교육	기업 전문인력 재교육 및 직무혁신	업무·서비스

도표 15-5. 7 대 산업별 14 개 AI 혁신 활용 사례 및 혁신 영역

BM: 비즈니스 모델 혁신. 사례 ID 는 본 장의 제안 식별자이다.

이러한 활용 사례는 각각의 산업에서 개별적으로 추진할 수 있으며, 서로 다른 산업의 전문지식과 기술 및 검증된 Resource 를 결합하여 새로운 복합적인 혁신 모델로 발전시킬 수도 있다.

실제 공동 혁신 과제로 추진하기 위해서는 해당 산업의 구체적인 수요자와 미충족 수요 및 관련 증거를 확보하고 제 5~11 장의 일곱 단계 혁신 방법론과 제 14 장의 프로젝트 관리 및 거버넌스 체계를 적용해야 한다.

15.11. 건축설계 품질검토 혁신의 통합 적용 모델

건축설계 품질검토 혁신은 기존의 전문 소프트웨어와 산업 데이터 및 전문지식을 AI Agent 와 결합하고, Human-AI Work Redesign 을 통해 실제 조직의 업무 수행 구조를 개선하는 대표적인 업무혁신형 적용 모델이다.

본 절에서는 UC-01 의 활용 사례를 수요 주도형 AI 혁신의 일곱 단계 실행 방법론에 따라 구체화하고, 실제 건축설계사무소의 업무 환경에 적용하기 위한 기술 및 Resource 구성과 실증 및 경제적 가치 평가 구조를 설명한다.

15.11.1. 미충족 수요 및 근본 원인 분석

건축설계 품질검토의 핵심 목적은 설계 결과가 건축주의 요구사항과 관련 설계 기준 및 프로젝트의 기술적 요구사항을 충족하는지를 확인하고 설계 오류와 불일치 및 누락을 조기에 발견하는 데 있다.

건축설계사무소의 품질검토 업무에서는 설계도서와 BIM 모델 및 프로젝트의 요구사항과 시방서 및 관련 전문적인 검토 기준을 함께 활용해야 할 수 있다.

이러한 업무에서 발생할 수 있는 미충족 수요는 다음과 같은 관점에서 정의할 수 있다.

첫째, 설계 오류와 불일치 및 정보의 누락을 보다 정확하고 효율적으로 발견할 수 있는 품질검토 체계가 필요하다.

둘째, 개별 건축설계 전문가의 경험과 전문지식에 의존하는 검토 업무의 품질과 수행 방법을 조직 차원에서 체계적으로 관리할 필요가 있다.

셋째, 설계 기준과 BIM 모델 및 설계도서 사이의 관계를 효과적으로 분석하고 검증할 수 있는 기술적 기반이 필요하다.

넷째, 품질검토에 필요한 업무시간과 인력을 효율적으로 활용하면서 실제 설계 품질과 전문적인 책임을 유지할 수 있는 새로운 업무 수행 구조가 필요하다.

미충족 수요의 검증

이러한 미충족 수요의 실제 중요성과 해결 필요성을 검증하기 위해서는 구체적인 건축설계사무소와 실제 업무 환경에 대한 자료를 확보해야 한다.

먼저 품질검토의 업무 범위와 수행 절차 및 담당자, 관련 데이터와 소프트웨어 및 검토 기준을 조사한다.

기존 업무에 필요한 전체 수행시간과 반복적인 검토 및 재작업에 필요한 시간, 발견한 오류와 후속 단계에서 발견한 미검출 오류 및 품질검토 결과의 활용 방법을 분석한다.

또한 건축설계 전문가와 품질관리 책임자 및 경영진의 요구사항을 확인하고 실제 설계 품질 향상과 업무 생산성 및 경제적 가치 창출에 관한 우선순위를 정의한다.

본 사례에서는 제 11 장에서 사용한 설명용 가상 성과 데이터를 경제적 가치의 산정 구조에 활용한다.

다만 해당 수치는 실제 건축설계사무소의 업무 데이터를 조사하여 확보한 결과가 아니며, 특정 고객의 검증된 미충족 수요와 운영 성과를 의미하지 않는다.

근본 원인 및 혁신 대상

품질검토 업무의 수행시간이 길거나 오류의 검출과 관리에 어려움이 발생하는 현상 자체를 근본 원인으로 판단하지 않는다.

실제 문제를 발생시키는 원인과 기존 업무 및 기술의 구조적 제약을 구분해야 한다.

설계 기준의 비정형성과 규칙의 구조화 부족은 기존 소프트웨어를 활용한 자동 검증의 범위를 제한할 수 있다.

BIM 모델과 설계도서 및 전문문서의 정보 연계 부족은 다양한 자료를 종합적으로 검토하는 데 추가적인 업무를 발생시킬 수 있다.

검토 방법과 전문지식의 개인 의존성은 조직의 검토 품질과 업무 수행 방식의 일관성을 확보하는 데 영향을 미칠 수 있다.

품질검토 결과와 후속 설계 수정 및 재검토의 연결 부족은 동일한 오류의 반복 및 검토 결과의 추적성 저하로 이어질 수 있다.

이러한 원인 후보를 실제 업무 데이터와 전문가의 검토를 통해 검증한 후 혁신 대상을 선정한다.

예를 들어 전문 검토 기준의 구조화, BIM 모델과 설계 기준의 통합 분석, 사람과 AI Agent 의 업무 수행 구조 및 품질검토 결과와 후속 설계 수정의 연계를 주요 혁신 대상으로 설정할 수 있다.

15.11.2. AI 기반 혁신 모델 및 Human-AI Work Redesign

기존 건축설계 품질검토 업무에서는 인간 전문가가 필요한 설계 기준과 BIM 모델 및 전문문서를 탐색하고 관련 소프트웨어의 기능을 실행하며 검토 결과를 분석한다.

이러한 기존 Human-Tool 기반 업무 구조는 전문적인 소프트웨어를 활용하더라도 업무 수행과 의사결정 사이의 연결 및 정보의 탐색과 전달 및 결과의 해석을 인간이 직접 수행해야 하는 경우가 많다.

Human-AI Work Redesign 에서는 이러한 업무의 목적과 전문적인 책임을 유지하면서 사람과 AI Agent 및 전문 소프트웨어 사이의 역할과 실행 구조를 재설계한다.

인간 전문가의 역할

건축설계 전문가는 품질검토의 목적과 적용 범위 및 전문적인 검토 기준을 확정한다.

검토 항목의 적용 가능성과 AI Agent 및 전문 도구가 제시한 오류 후보의 타당성을 검토하고 실제 설계 변경의 필요성과 후속 조치 및 최종적인 설계 적합성에 관한 판단을 수행한다.

특히 건축적 판단과 법적 및 기술적 책임을 필요로 하는 업무를 AI 모델의 결과만을 근거로 확정하지 않는다.

AI Agent 의 역할

AI Agent 는 승인된 설계 기준과 관련 문서를 탐색하고 검토 대상과 요구사항의 분석 및 구조화를 지원한다.

또한 검토 업무의 목적에 적합한 BIM 분석 및 검증 도구의 활용을 지원하고, 해당 도구에서 확보한 검토 결과를 분석하여 전문가가 검토할 수 있는 형태로 구성한다.

AI Agent 가 해석한 설계 기준이나 생성한 검토 규칙은 전문가가 승인한 범위와 조건에서 활용하도록 한다.

전문 소프트웨어 및 Tool Resource 의 역할

전문 BIM 분석 도구는 실제 BIM 모델의 객체와 속성 및 기하학적 구조를 분석하고 승인된 검토 규칙에 따라 컴퓨터가 처리할 수 있는 검증 업무를 수행한다.

기하학적 충돌 검출이나 구조화된 정보 요구사항의 검증과 같이 명확한 알고리즘과 규칙을 적용할 수 있는 업무는 적합한 전문 소프트웨어를 활용한다.

AI 모델의 추론 결과와 결정론적인 전문 알고리즘의 검증 결과를 구분하고, 각 결과가 어떠한 검토 기준과 데이터 및 도구를 기반으로 확보되었는지를 추적할 수 있도록 한다.

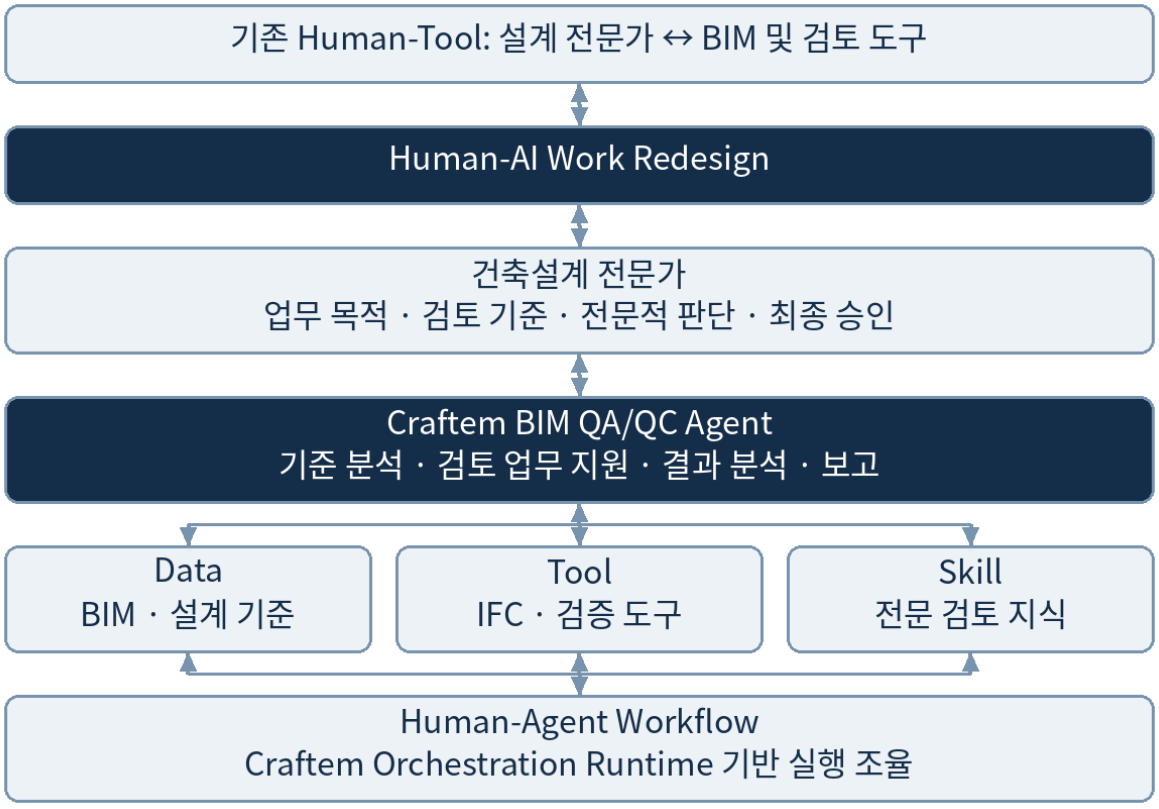


도표 15-6. 건축설계 품질검토의 Human-AI Work Redesign 적용 모델

이러한 업무 재설계는 건축설계 전문가를 단순히 AI Agent 로 대체하기 위한 것이 아니다.

전문가가 직접 수행하던 정보 탐색과 반복적인 도구 실행 및 검토 결과의 정리 등에 필요한 업무를 AI Agent 와 전문 소프트웨어가 지원하도록 하고, 인간은 설계 목적과 전문적인 판단 및 최종적인 품질과 책임에 집중할 수 있도록 하는 것이다.

15.11.3. Craftem 기반 기술 및 Resource 구성

건축설계 품질검토 혁신 모델을 구현하기 위해서는 실제 업무의 요구사항과 기존 건축설계 소프트웨어 및 데이터 환경에 적합한 Agent 와 Resource 를 구성해야 한다.

Craftem BIM QA/QC Agent 는 건축설계 품질검토 업무의 통합적인 실행을 지원하는 전문 Agent 의 개발 후보로 설정한다.

세부적인 업무 수행을 위해 BIM-Spec Validation Agent 와 Clash Detection Agent 및 전문 보고서 작성과 검토 이력 관리를 지원하는 Agent Template 등을 구성할 수 있다.

Model Resource

설계 기준과 관련 전문문서의 이해 및 분석, 검토 항목의 구조화와 결과의 설명 등에 필요한 AI 모델을 활용할 수 있다.

모델의 선정에서는 일반적인 언어 이해와 생성 성능뿐 아니라 실제 건축설계 전문문서에 대한 분석 품질과 데이터 보호 및 비용과 출력 결과의 검증 가능성을 고려한다.

Data Resource

건축설계사무소가 보유한 BIM 모델과 설계도서 및 시방서, 관련 설계 기준과 업무 지침 및 기존 검토 결과를 활용할 수 있도록 구성한다.

기업의 내부 NAS 와 공통데이터환경(CDE) 및 전문 소프트웨어가 관리하는 데이터는 해당 조직의 접근 권한과 데이터 보호 조건에 따라 연결한다.

BIM 모델의 버전과 검토 대상 설계도서 및 적용 기준의 버전을 명확하게 관리하여 서로 다른 시점의 데이터나 승인되지 않은 검토 기준이 혼용되지 않도록 한다.

Tool Resource

IFC 모델의 분석과 객체 및 속성의 검증, 기하학적 충돌 검출과 검토 결과의 처리 및 BCF 기반 이슈 관리 등 필요한 전문적인 기능을 Tool Resource 로 구성할 수 있다.

IFC(Industry Foundation Classes)는 건설 및 시설물 관련 데이터를 교환하기 위한 개방형 표준으로 활용할 수 있다. buildingSMART 의 공식 자료는 IFC 가 특정 소프트웨어 공급자에 종속되지 않는 데이터 표현 및 교환 기반을 제공한다고 설명한다.[61]

IDS(Information Delivery Specification)는 IFC 모델에 포함되어야 하는 객체 및 속성과 분류 등의 정보 요구사항을 컴퓨터가 해석할 수 있는 형태로 정의하는 데 활용할 수 있다. 다만 IDS 는 기하학적 검증을 포괄하지 않으므로 충돌 검출 및 공간적 관계에 관한 검증에는 별도의 적절한 분석 도구가 필요하다.[62]

BCF(BIM Collaboration Format)는 BIM 모델의 검토 이슈와 관련 객체 및 위치와 검토 의견 및 해결 상태를 참여 주체 사이에서 교환하고 관리하는 데 활용할 수 있다.[60]

Craftem 은 이러한 기존 기술 표준과 전문 도구를 활용하여 실제 설계 품질검토 업무를 지원하도록 구성할 수 있다.

다만 특정 표준에 대한 Craftem 의 직접적인 지원 여부와 기존 BIM 소프트웨어와의 실제 호환성은 별도의 개발 및 시험을 통해 확인해야 한다.

Skill Resource

건축설계 전문가가 활용하는 품질검토 방법과 전문적인 검토 기준 및 오류의 분류와 판단 방법, 검토 결과의 작성 및 후속 조치와 관련된 전문지식을 Skill Resource 로 구성한다.

설계 기준의 적용 범위와 검토 규칙 및 예외 조건을 관리하고 변경된 기준과 새로운 검증 결과를 반영하여 지속적으로 개선한다.

Workflow Resource

BIM 모델과 설계 기준의 확인, 검토 항목의 정의 및 승인, 전문 도구의 실행과 오류 후보의 생성, 전문가의 검토 및 승인, 검토 결과의 보고 및 후속 설계 변경과 재검토의 구조를 Human-Agent Workflow Specification 으로 정의한다.

해당 명세를 기반으로 실행 가능한 Workflow Resource 를 구현하고 Craftem Orchestration Runtime 을 통해 필요한 사람과 AI Agent 및 Resource 의 업무 실행을 조율한다.

실행 과정에서 발생하는 검토 결과와 오류 및 관련 근거와 검토 대상의 버전 및 사람의 승인 기록을 연결하여 관리한다.

15.11.4. 연구개발 및 현장 실증과 프로젝트 관리

건축설계 품질검토 혁신 프로젝트는 수요 주도형 AI 혁신의 일곱 단계에 따라 추진할 수 있다.

제 1 단계. 미충족 수요 발굴

건축설계사무소의 실제 품질검토 업무를 조사하고 설계 오류와 검토시간 및 검토 품질 및 관련 업무 수행 과정에서 발생하는 제약을 분석한다.

제 2 단계. 미충족 수요 검증

품질검토에 관한 문제의 실제 발생 여부와 중요성 및 경제적 영향을 확인한다.

해당 조직의 업무 데이터를 확보하고 검토 대상 및 업무 범위와 기존 성과의 기준선을 정의한다.

제 3 단계. 근본 원인 분석

설계 기준과 BIM 데이터 및 검토 도구와 기존 업무 실행 구조를 분석하고 실제 성과를 제한하는 핵심 근본 원인과 구조적 제약을 규명한다.

제 4 단계. AI 기반 해결 방안 설계

Human-AI Work Redesign 을 적용하여 건축설계 전문가와 AI Agent 및 전문 BIM 검증 도구의 역할을 정의하고 필요한 Agent 및 Resource 와 업무 실행 구조 및 실증 요구사항을 설계한다.

제 5 단계. 연구개발 및 실증

필요한 BIM 분석 및 검토 기능과 전문 Agent 및 Resource 와 Human-Agent Workflow 를 개발하고 실제 설계 데이터와 전문적인 검토 기준을 활용하여 기술적 및 업무적 타당성을 검증한다.

실증에서는 기존 전문가의 검토 결과를 단순히 정답으로 가정하기보다 필요한 독립적인 전문 검토를 통해 평가 기준과 기준 정답을 확보한다.

실제 오류의 검출률과 오탐률 및 미검출 오류의 위험 수준, 업무 수행시간 및 인간의 검토와 수정에 필요한 시간 등을 검증한다.

제 6 단계. 상용화 및 사업화

검증한 혁신 모델을 실제 건축설계사무소의 업무 및 데이터 환경과 통합하고 지속적인 품질검토 업무를 수행할 수 있도록 운영 체계를 구성한다.

기업 내부의 데이터 접근 및 보안과 실제 업무 수행 방법과 전문적인 책임 및 기술지원과 유지관리 조건을 확보한다.

제 7 단계. 새로운 가치 창출

실제 운영에서 확보한 업무시간과 설계 품질 및 재작업과 조직 성과의 변화를 측정하고 경제적 가치와 투자성과를 검증한다.

검증된 전문 Agent 와 Resource 및 업무 수행 구조를 후속 설계 프로젝트에 활용하고 필요한 개선과 새로운 활용 사례의 발굴을 수행한다.

프로젝트 관리 및 거버넌스

제 14 장에서 정립한 프로젝트 관리 및 거버넌스 체계를 적용하여 혁신 스폰서와 프로젝트 관리자 및 혁신 아키텍트와 건축설계 전문가 및 BIM 개발자와 AI 엔지니어의 역할을 정의한다.

각 혁신 단계의 핵심 산출물과 검증 증거를 확보하고 Gate 의사결정을 통해 후속 활동의 추진과 필요한 추가 투자 및 변경 여부를 판단한다.

특히 건축설계 품질검토의 정확성과 안전 관련 중요 항목은 비용과 업무시간의 감소와 별도로 검증하도록 한다.

15.11.5. 경제적 가치 및 사업화 모델

건축설계 품질검토 혁신의 실제 가치를 평가하기 위해서는 기술적 기능의 구현과 업무 성과의 향상 및 경제적 가치의 실현을 구분해야 한다.

본 절에서는 제 11 장에서 사용한 설명용 가상 데이터를 활용하여 업무 성과와 잠재적인 경제적 가치 및 실제 경제적 가치의 산정 구조를 설명한다.

품질검토 업무시간의 변화

기존 건축설계 품질검토 업무에 프로젝트당 40 시간이 소요되고 혁신 목표를 8 시간으로 설정한 상황을 가정한다.

파일럿 실증에서 프로젝트당 품질검토 업무시간이 12 시간으로 감소하고 실제 상용 운영에서 10 시간으로 감소한 가상 결과를 설정한다.

업무시간의 비교에는 동일하거나 비교 가능한 검토 범위와 품질 및 전문적인 검토와 오류 수정에 필요한 전체 시간을 포함하는 것을 전제로 한다.

기존 업무 대비 시간 감소율은 다음과 같다.

제 11 장에서 정의한 미충족 수요 충족률(NFR)을 적용하면 다음과 같다.

여기서 B 는 기존 성과의 기준선, T 는 목표 성과, A 는 실제 성과를 의미한다.

가상 상용 운영 결과에 적용하면 다음과 같다.

이는 최초 설정한 업무시간의 개선 목표 중 93.75%를 달성하였다는 의미이다.

업무시간이 75% 감소하였다는 결과와 목표 성과의 격차를 93.75% 해소하였다는 결과는 서로 다른 평가 지표이다.

잠재적인 생산성 가치

연간 100 건의 품질검토 업무를 수행한다고 가정하면 확보할 수 있는 연간 업무시간은 다음과 같다.

시간당 업무비용 환산 단가를 50,000 원으로 가정하면 잠재적인 생산성 가치는 다음과 같다.

따라서 연간 1 억 5,000 만원의 잠재적인 생산성 가치를 산정할 수 있다.

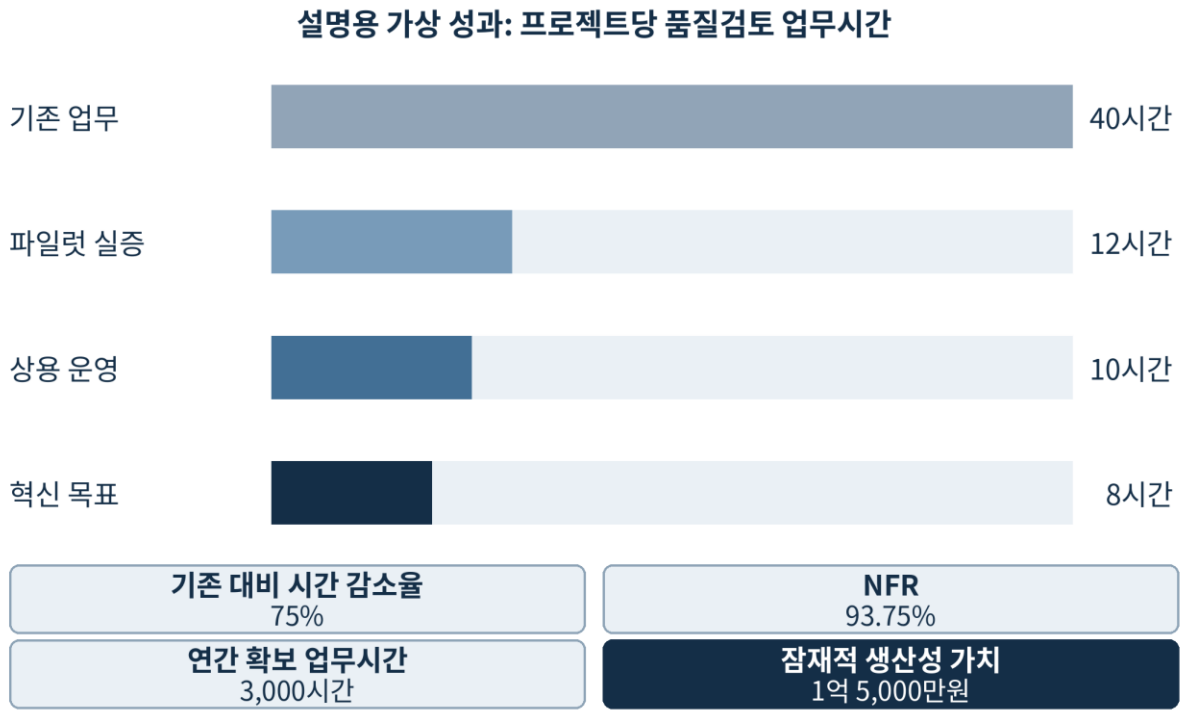


도표 15-7. 건축설계 품질검토 혁신의 성과 및 잠재적 경제적 가치 산정 예시

연간 100 건, 시간당 환산 단가 5 만원을 가정한 설명용 시나리오이며 실제 운영 실적이 아니다. 비교 가능한 검토 범위와 품질을 전제로 한다.

실제 경제적 가치의 실현

확보한 3,000 시간의 업무시간이 모두 실제 인건비의 절감으로 전환되는 것은 아니다.

기업이 기존 인력과 비용 구조를 유지하는 경우 업무시간이 감소하더라도 직접적인 현금 지출이 동일하게 유지될 수 있기 때문이다.

제 11 장의 가상 사례와 동일하게 확보한 업무시간의 40%가 실제 회피할 수 있는 비용에 해당하고, 실제 회피 가능한 시간당 비용도 50,000 원이라고 가정하면 다음과 같다.

이러한 가정에서는 연간 6,000 만원의 실제 회피 가능한 비용 절감 가능성을 산정할 수 있다.

나머지 1,800 시간은 직접적인 비용 절감으로 전환되지 않은 가용 업무역량으로 구분한다.

해당 업무역량을 추가적인 설계 프로젝트의 수행과 전문적인 설계 품질 향상 또는 새로운 서비스의 개발에 활용할 수 있다.

그러나 추가적인 사업 성과는 실제 고객의 수요와 사업의 수행 및 해당 사업의 증분 공헌이익에 관한 자료를 통해 별도로 검증해야 한다.

잠재적인 생산성 가치 1 억 5,000 만원에 실제 회피 비용 6,000 만원을 추가하여 합산하지 않는다. 실제 회피 비용은 잠재적인 생산성 가치에 포함된 부분이기 때문이다.

또한 혁신 프로젝트의 실제 ROI 를 산정하기 위해서는 초기 구축 및 개발 비용과 플랫폼 및 Resource 의 이용 비용과 실제 운영 및 유지관리 비용 등의 자료를 확보해야 한다.

본 사례에서는 해당 비용이 실제로 확정되지 않았으므로 검증된 ROI 를 제시하지 않는다.

산업 특화 솔루션의 사업화

건축설계 품질검토 혁신 모델을 실제 고객의 업무 환경에 구현하고 검증한 이후에는 다른 건축설계사무소에서도 활용할 수 있는 산업 특화 솔루션으로 발전시킬 수 있다.

고객별 설계 기준과 업무 수행 방식 및 기존 소프트웨어와 데이터 환경에 관한 특수한 요구사항과 공통적으로 활용할 수 있는 BIM 분석 및 품질검토 기능을 구분한다.

공통적인 기능과 전문지식 및 업무 실행 구조를 Craftem Agent 와 Resource 및 Agent Template 으로 개발하고 관리할 수 있다.

고객의 기존 NAS 와 CDE 및 전문 소프트웨어를 연계하는 고객별 구축과 공통 플랫폼 및 전문 Agent 의 이용을 결합한 하이브리드 SaaS 공급 모델을 검토할 수 있다.

실제 사업화에서는 고객별 구축 및 지원 비용과 플랫폼 이용 및 Resource 사용 비용, 공급가격과 유지관리 및 기술지원의 경제성과 실제 고객의 구매 및 지속적인 이용 의사를 검증해야 한다.

이러한 사업화 모델을 통해 개별 건축설계사무소의 업무혁신에서 확보한 성과와 전문기술을 다른 고객의 미충족 수요 해결 및 새로운 사업 가치 창출로 확장할 수 있다.

15.12. 췌장암 조기 진단 기술의 통합 공동 연구개발 모델

췌장암 조기 진단 기술의 개발은 의료현장의 미충족 수요를 기반으로 과학적 연구와 수리과학 및 AI 와 핵심 기술개발을 결합하는 연구개발형 AI 혁신의 대표적인 적용 모델이다.

본 사례는 기존 업무 수행의 효율성을 향상하는 데 한정되지 않고 새로운 과학적 지식과 진단 관련 기술의 확보 및 제품화와 기술사업화의 가능성을 탐색하는 복합적인 혁신 과제이다.

이를 위해 질병의 발생과 진행에 관한 과학적 연구, 조기 진단에 활용할 수 있는 분자 표적의 발굴 및 검증, 표적 결합 단백질 및 관련 진단 기술의 AI 기반 설계와 검증을 통합하는 공동 연구개발 체계를 제시한다.

15.12.1. 의료현장의 미충족 수요 및 역중개의학적 접근

췌장암 조기 진단에 관한 미충족 수요를 해결하기 위해서는 먼저 실제 의료현장에서 필요한 진단 기술의 목적과 적용 대상 및 기존 진단 경로의 한계를 이해해야 한다.

조기 진단 기술의 개발 목적은 단순히 특정 질병과 관련한 분자를 검출하는 기술을 확보하는 데 있지 않다.

해당 기술이 실제 임상 환경에서 적절한 시점에 질병의 존재 또는 관련 위험을 판단하는 데 필요한 정보를 제공하고, 후속 진단과 치료 및 환자 관리에 유의미하게 기여할 수 있어야 한다.

의료현장 중심의 연구 문제 정의

연구중심병원과 의료 분야 전문가의 협력을 통해 실제 환자의 진단 경로 및 기존 진단 기술과 의료현장의 요구사항을 분석한다.

조기 진단 기술의 대상 집단과 목적, 질병 및 환자의 특성과 기존 검사 및 의료서비스의 제약을 검토하고 필요한 임상적 요구사항을 정의한다.

특히 일반 위험군의 선별검사와 고위험군의 추적관리 및 증상이 있는 환자에 대한 진단적 평가를 구분한다.

이러한 각각의 적용 목적은 질병의 발생 가능성과 허용할 수 있는 위양성 및 위음성의 영향 및 후속 진단 경로에서 서로 다른 요구사항을 가질 수 있기 때문이다.

실제 공동 연구개발에서는 의료현장의 수요를 구체적인 대상 제품 및 기술의 요구사항과 연결하고 해당 기술이 제공해야 하는 과학적 및 임상적 가치를 정의할 필요가 있다.

역중개의학적 접근과 수요 주도형 AI 혁신

역중개의학은 의료현장의 실제 문제와 관찰을 새로운 과학적 연구 문제의 출발점으로 활용하는 접근이다.

본 사례에서는 조기 진단이라는 의료현장의 미충족 수요를 기반으로 관련 과학적 지식의 충분성과 질병의 생물학적 특성 및 기존 진단 기술의 구조적 제약을 검토한다.

이를 통해 새로운 과학적 연구가 필요한 영역과 기존 연구성과를 활용할 수 있는 영역, 새로운 진단 기술 및 제품을 개발해야 하는 영역을 구분할 수 있다.

이러한 문제 정의는 수요 주도형 AI 혁신의 미충족 수요 발굴과 검증 및 근본 원인 분석의 단계와 연계된다.

다만 췌장암의 발생 기전에 대한 과학적 지식의 한계가 반드시 조기 진단의 모든 문제를 설명하는 것은 아니다.

질병의 발생과 진행에 관한 생물학적 특성뿐 아니라 진단 표적의 성능, 검출 기술의 한계, 실제 의료서비스에 대한 접근성과 비용 및 환자의 진단 경로 등 다양한 요인을 함께 고려해야 한다.

15.12.2. 발암 인자 및 질병 발생 기전 연구

본 사례의 첫 번째 연구개발 영역은 발암 인자와 췌장암의 발생 및 진행 기전에 관한 과학적 연구이다.

이러한 연구의 목적은 질병의 발생과 진행에 기여하는 생물학적 특성과 인자 및 관련 현상을 이해하고, 조기 진단 기술의 연구개발에 활용할 수 있는 과학적 지식을 확보하는 데 있다.

발암 인자와 연구 대상의 구분

발암 인자는 암의 발생에 인과적으로 기여하는 요인으로 설명할 수 있다. 질병의 진행에 영향을 미치는 생물학적 인자와 기전도 관련 연구의 대상이 될 수 있다.

이러한 원인 및 기전 연구는 질병과 관련된 현상의 관찰과 분자적 변화에 관한 연구 및 기존 과학적 지식의 분석과 가설의 검증을 포함할 수 있다.

그러나 질병의 발생 및 진행과 통계적으로 관련성이 확인된 모든 인자가 해당 질병의 발생 원인인 것은 아니다.

따라서 과학적 연구에서는 관련성과 인과성의 구분 및 기존 연구의 증거 수준, 다른 가능한 설명과 연구의 불확실성을 검토해야 한다.

Human-AI 기반 과학적 연구 지원

Craftem 을 활용하여 학술문헌의 탐색과 연구자료의 구조화, 관련 연구 가설 및 증거의 연결, 수리적 모델과 연구데이터의 분석 및 연구결과의 검토 업무를 지원할 수 있다.

AI Agent 는 기존 학술연구와 과학적 지식 및 연구결과를 탐색하고 관련 연구 가설과 새로운 연구 가능성을 분석하는 업무를 지원할 수 있다.

수리과학자와 과학자는 관련 변수와 생물학적 현상의 관계 및 연구 가설의 타당성과 불확실성을 분석하고 적절한 검증의 방향을 정의한다.

기초의과학자와 임상의는 연구 가설의 과학적 및 임상적 의미를 판단하고 실제 연구의 수행과 검증 및 관련 연구윤리에 관한 책임을 유지한다.

이러한 연구를 통해 확보한 새로운 과학적 지식은 후속 분자 표적 발굴 및 진단 기술의 연구개발에 활용할 수 있다.

다만 새로운 과학적 지식의 확보가 자동으로 조기 진단 기술의 개발을 가능하게 하는 것은 아니므로 해당 지식의 진단 목적에 대한 적합성을 별도로 검토해야 한다.

15.12.3. 조기 진단 분자 표적 발굴 및 검증

본 사례의 두 번째 연구개발 영역은 조기 진단에 활용할 수 있는 분자 표적의 발굴 및 검증이다.

분자 표적의 개념

분자 표적(Molecular Target)은 특정 질병의 진단이나 치료 및 연구 목적에 따라 식별하거나 검출하거나 상호작용할 대상으로 설정한 분자를 의미한다.

본 사례에서 분자 표적은 췌장암 조기 진단에 필요한 정보를 제공할 수 있는 분자적 검출 대상을 의미한다.

발암 인자와 진단 목적의 분자 표적은 서로 관련될 수 있으나 동일한 개념은 아니다.

질병의 발생에 인과적으로 기여하는 인자가 진단 표적으로도 활용될 수 있지만, 실제 질병의 존재를 나타내는 분자가 반드시 발암의 직접적인 원인이어야 하는 것은 아니다.

또한 특정 분자가 질병과 관련되어 있다는 과학적 근거가 확보되었더라도 실제 조기 진단에 적합한 분자 표적인지는 별도의 검증이 필요하다.

분자 표적의 발굴과 검증에서는 해당 분자가 실제 진단 목적에 적합한 정보를 제공할 수 있는지, 목표 대상 집단에서의 활용 가능성 및 기존 검사와 비교한 추가적인 진단 가치가 존재하는지를 검토해야 한다.

외부 연구성과의 활용

미국 국립암연구소는 2026 년 1 월 발표한 연구 소개에서 초기 췌장관선암의 검출에 활용할 가능성이 있는 혈액 내 단백질 표지자 관련 연구결과를 소개하였다. 이러한 연구는 혈액 기반의 새로운 분자 표지자와 검출 기술에 관한 연구개발 가능성을 보여준다.[66]

이러한 외부 연구결과는 수요 주도형 공동 연구개발의 출발점에서 활용할 수 있는 과학적 근거의 후보이다.

그러나 외부 연구에서 제안하거나 검증한 표지자가 SyenaHub 의 공동 연구개발 과제에서 이미 선정 또는 검증되었음을 의미하지 않는다.

또한 특정 연구에서 보고한 진단 성능을 실제 의료서비스에서의 선별검사 성과 및 환자의 장기적인 건강성과로 직접 확대하여 해석해서는 안 된다.

분자 표적과 표적 결합 단백질의 관계

발굴하고 검증한 분자 표적을 실제 진단 기술에 활용하기 위해서는 해당 표적을 적절한 조건에서 검출할 수 있는 기술이 필요할 수 있다.

표적 결합 단백질(Target-binding Protein)은 특정 분자 표적과 선택적으로 상호작용하도록 활용하거나 설계할 수 있는 단백질을 의미한다.

따라서 진단 목적의 분자 표적은 검출하고자 하는 대상이며, 표적 결합 단백질은 해당 대상을 검출하는 기술의 구성 요소로 활용할 수 있다.

이러한 구분을 통해 질병 발생 기전에 관한 과학적 연구, 진단 분자 표적의 발굴 및 검증과 실제 표적 검출 기술의 개발이 서로 다른 목적과 검증 조건을 가지면서도 하나의 통합 연구개발 체계로 연결될 수 있도록 한다.

15.12.4. AI 기반 표적 결합 단백질 및 진단 기술 설계

본 사례의 세 번째 연구개발 영역은 발굴하고 검증한 분자 표적을 실제로 검출하기 위한 표적 결합 단백질 및 관련 진단 기술의 설계와 검증이다.

단백질 설계 기술의 발전은 연구자가 다양한 기능과 특성을 가진 단백질 후보를 탐색하는 데 새로운 가능성을 제공할 수 있다.

자연어 기반 단백질 생성 모델과 구조 기반 설계 모델 등은 연구자가 정의한 기능적 목적과 과학적 연구 요구사항을 기반으로 후보 기술의 탐색과 연구개발을 지원하는 Model Resource 의 후보가 될 수 있다.

다만 AI 기반 단백질 설계 모델이 생성한 결과를 실제 생물학적 기능과 안전성 및 진단 성능이 검증된 기술로 취급해서는 안 된다.

또한 범용적인 기능성 단백질 설계 모델이 특정 진단 목적의 표적 결합 단백질을 충분한 성능으로 개발할 수 있는지는 해당 모델의 적용 범위와 검증 수준 및 실제 연구결과를 기반으로 별도로 판단해야 한다.

진단 기술의 통합적 설계

표적 결합 단백질의 연구개발은 실제 진단 기술의 전체 구성 중 일부에 해당한다.

실제 진단 기술을 개발하기 위해서는 발굴한 표적의 임상적 타당성과 검출 기술의 성능 및 적절한 검체와 진단 환경, 실제 제품의 기능과 사용 조건, 검사 결과의 해석과 의료현장의 의사결정 및 후속 진단 경로를 종합적으로 고려해야 한다.

따라서 표적 결합 단백질의 설계와 검증을 독립적인 연구 목표로 설정하는 것뿐 아니라 최초 의료현장의 미충족 수요와 진단 기술의 실제 요구사항을 연결하여 연구개발을 추진한다.

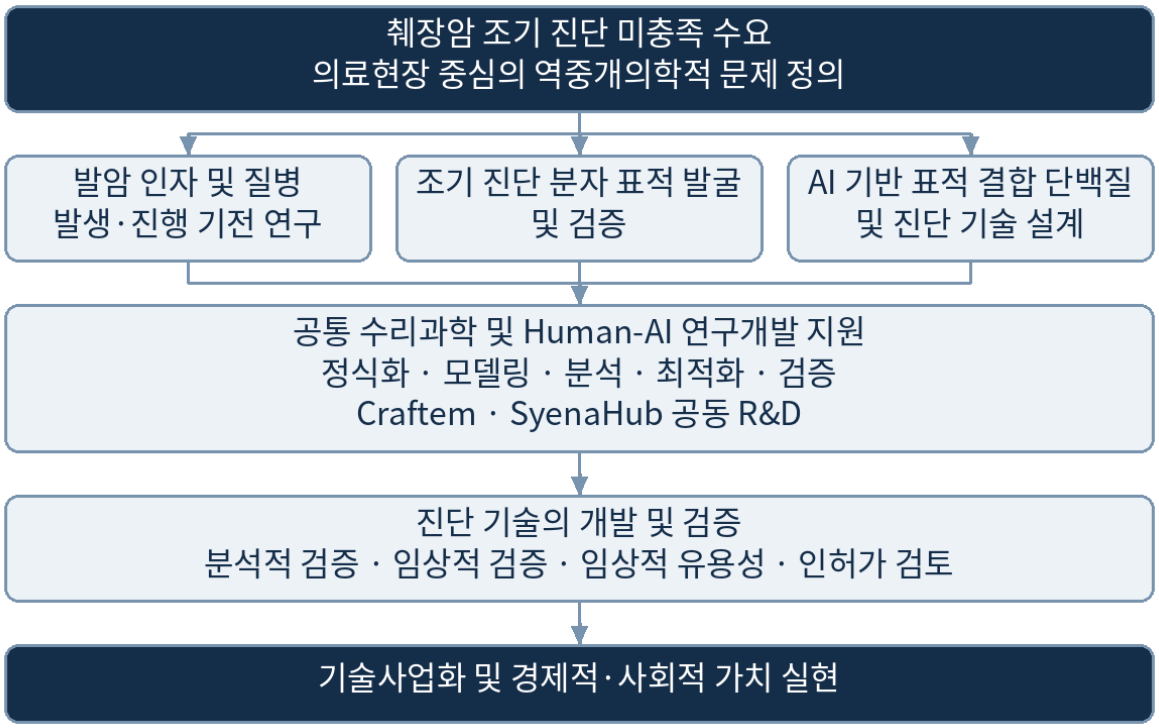


도표 15-8. 췌장암 조기 진단 기술의 3 대 통합 연구개발 및 기술사업화 모델

세 연구 영역은 상호 연계되며 증거 수준에 따라 병렬 연구와 반복 검증이 가능하다. 실제 연구개발 및 임상적 검증을 전제로 한다.

세 가지 연구개발 영역은 순차적으로 연결되는 관계를 가지면서도 상호적인 연구와 검증을 수행할 수 있는 구조이다.

이미 과학적으로 충분한 근거가 확보된 진단 분자 표적의 경우에는 해당 근거와 실제 진단 목적에 대한 적합성을 검토한 후 관련 기술개발 활동을 추진할 수 있다.

반대로 진단 기술의 개발 및 검증 과정에서 새로운 과학적 제약과 기존 표적의 한계를 발견하는 경우 관련 연구 영역으로 환류하여 추가적인 연구와 검증을 수행할 수 있다.

따라서 세 가지 연구 영역을 형식적으로 순차 실행하기보다 각각의 연구 가설과 증거 및 후속 활동의 의존관계를 분석하고 적절한 공동 연구개발 구조를 구성하는 것이 중요하다.

15.12.5. 수리과학자 및 다학제 공동 연구개발 체계

췌장암 조기 진단 기술의 연구개발은 임상의의 의료 전문성과 기초의과학자의 과학적 연구 역량 및 수리과학자의 문제 정식화와 모델링 및 AI 연구자와 기술개발자의 전문역량을 결합하는 다학제적 공동 연구개발을 필요로 할 수 있다.

수리과학자의 역할

수리과학자는 연구 문제를 해결 가능한 수리적 구조로 정식화하고, 연구 가설과 데이터 및 모델과 기술개발의 관계를 분석하는 역할을 수행할 수 있다.

질병 발생 기전 연구에서는 복합적인 생물학적 현상과 관련 변수의 관계를 표현하고 과학적 가설의 검증 및 불확실성의 분석에 기여할 수 있다.

조기 진단 분자 표적의 발굴 및 검증에서는 관련 데이터의 통계적 분석과 예측 모델의 검토, 후보의 평가 및 기존 연구결과 사이의 일관성 분석과 진단 성능에 관한 연구 설계를 지원할 수 있다.

표적 결합 단백질 및 진단 기술의 설계에서는 연구개발 목적의 수리적 표현과 계산 모델의 평가, 여러 연구개발 목표와 제약조건 사이의 관계 분석 및 검증의 타당성 검토에 기여할 수 있다.

수리과학자는 또한 연구개발 과정에서 확보한 정량적인 예측 결과와 실제 실험 및 임상적 검증 결과의 차이와 원인을 분석하고 불확실성을 관리하는 데 기여할 수 있다.

이러한 역할은 수리적 계산의 수행이나 AI 모델의 개발에만 국한되지 않는다.

과학적 연구 문제와 기술개발 문제 및 실제 의료현장의 미충족 수요가 일관된 구조로 연결될 수 있도록 지원하는 다학제적 연구개발의 중요한 전문역량이다.

공동 연구개발 참여 주체의 구성

연구중심병원과 임상의는 실제 의료현장의 미충족 수요와 진단 목적 및 임상적 요구사항을 정의하고 관련 연구와 검증의 전문적인 방향을 설정하는 역할을 수행할 수 있다.

의과대학과 기초과학 및 연구기관의 연구자는 질병의 생물학적 특성과 관련 기전에 관한 연구와 분자 표적의 발굴 및 검증에 필요한 과학적 연구를 수행할 수 있다.

수리과학자는 연구 문제의 정식화와 데이터 분석 및 모델링과 검증 방법의 설계와 관련 불확실성의 분석을 지원할 수 있다.

AI 연구자와 기술기업은 연구개발에 적합한 AI 모델과 데이터 처리 및 전문 소프트웨어와 관련 기술의 구현을 지원할 수 있다.

진단 기술기업과 제품개발 및 사업화 전문가는 실제 검출 기술의 구현과 제품화 및 제조와 관련 요구사항, 임상적 검증 및 인허가와 실제 기술사업화 조건을 검토할 수 있다.

혁신 아키텍트와 프로젝트 관리자는 최초 의료현장의 미충족 수요와 연구개발의 목적 및 실제 기술사업화에 필요한 조건이 서로 연결될 수 있도록 전체 혁신 과제의 실행을 지원한다.

Craftem 기반 Human-AI 연구개발 업무

Craftem 의 중개의학 및 역중개의학 관련 전문 Agent 를 활용하여 의료현장의 문제 정의와 과학적 연구자료의 분석, 연구개발 요구사항 및 관련 검증 증거의 관리, 연구개발 도구와 전문지식의 활용 등을 지원할 수 있다.

과학적 연구와 수리 모델링 및 진단 기술개발에 필요한 각각의 업무는 Human-AI Work 로 정의하고 적절한 Model, Data, Tool, Skill 및 Workflow Resource 를 연결할 수 있다.

이러한 Resource 의 관리와 연구개발 업무의 실행을 통해 최초 미충족 수요와 연구 가설 및 기술개발 결과와 실제 검증 증거 사이의 추적성을 확보하도록 한다.

AI Agent 는 과학적 연구와 데이터 분석 및 업무 수행을 지원하는 수단이며 연구자와 임상의의 과학적 및 전문적인 판단과 책임을 대신하지 않는다.

15.12.6. 연구개발 검증 및 기술사업화와 가치 창출

췌장암 조기 진단 기술의 연구개발 성과를 실제 경제적·사회적 가치로 전환하기 위해서는 과학적 연구와 진단 기술 및 제품의 성과와 임상적 적용 및 사업화에 관한 검증을 구분하여 수행해야 한다.

수요 주도형 AI 혁신의 일곱 단계 적용

제 1 단계에서는 의료현장의 조기 진단 관련 문제와 잠재적인 미충족 수요를 발굴한다.

제 2 단계에서는 대상 환자 및 집단과 실제 진단 목적 및 기존 의료서비스의 한계와 새로운 기술에 대한 필요성을 검증한다.

제 3 단계에서는 질병의 생물학적 특성과 기존 진단 표적 및 검출 기술의 한계, 의료현장의 진단 경로와 경제적 및 제도적 제약 등을 분석하여 실제 혁신 대상을 정의한다.

제 4 단계에서는 세 가지 연구개발 영역과 필요한 과학적 연구 및 수리과학적 방법 및 AI 기술과 진단 기술개발의 통합적인 혁신 모델을 설계한다.

제 5 단계에서는 과학적 연구와 분자 표적의 발굴 및 검증과 관련 진단 기술의 연구개발 및 적절한 실증을 수행한다.

제 6 단계에서는 검증한 기술의 제품화와 기술이전 및 실제 의료환경에서의 적용 가능성과 관련 인허가 및 제조와 공급의 조건을 검토하고 필요한 사업화 활동을 수행한다.

제 7 단계에서는 실제 적용과 운영을 통해 확보한 성과와 경제적·사회적 가치를 검증하고 후속 연구개발 및 가치 확산의 방향을 결정한다.

각 단계에서 확보한 증거와 남아 있는 불확실성과 위험을 제 14 장의 Stage-Gate 체계를 통해 검토한다.

과학적 연구와 진단 기술개발의 결과가 기존 가설 및 연구 목표를 충족하지 않는 경우에는 후속 투자와 연구개발을 자동으로 승인하지 않고 연구 방향의 변경과 추가 검증 또는 보류 및 중단을 검토한다.

검증 수준의 구분

과학적 연구의 검증은 질병의 발생 및 진행에 관한 연구 가설과 관련 과학적 증거의 타당성을 평가하는 활동이다.

분자 표적의 검증은 해당 분자가 정의한 진단 목적과 대상 집단에서 유의미한 진단 정보를 제공할 수 있는지를 평가하는 활동이다.

분석적 검증(Analytical Validation)은 개발한 검사 및 검출 기술이 실제 검체에서 필요한 분석적 성능과 신뢰성을 확보하는지를 평가하는 활동이다.

임상적 검증(Clinical Validation)은 해당 기술의 검사 결과가 목표 질병 및 임상적 상태와 어떠한 관계를 가지며 정의된 적용 대상에서 필요한 진단 성능을 확보하는지를 평가하는 활동이다.

임상적 유용성(Clinical Utility)의 검증은 해당 기술의 활용이 실제 환자의 진료 및 건강 관련 의사결정과 건강성과 등에 유의미하게 기여하는지를 평가하는 활동이다.

이러한 검증 수준은 서로 관련되어 있지만 하나의 검증 결과가 다른 모든 검증의 완료를 의미하지 않는다.

특히 낮은 질병 유병률을 가진 대상 집단에서는 검사 자체의 민감도와 특이도가 높더라도 위양성 결과의 상대적인 영향이 커질 수 있다.

따라서 실제 연구개발에서는 목표 대상 집단과 질병의 사전 확률, 검사 성능과 양성 및 음성 결과의 해석 및 후속 진단에 따른 영향 등을 종합적으로 검토해야 한다.

또한 관련 연구윤리와 개인정보 및 연구데이터의 보호, 생물학적 안전 및 실제 제품의 적용 분류와 인허가에 관한 요구사항을 충족해야 한다.

기술사업화 및 경제적 가치

검증한 진단 분자 표적과 검출 기술 및 관련 연구개발 성과는 적절한 권리 확보와 기술적 및 임상적 검증을 거쳐 기술이전과 라이선싱 및 진단 제품의 개발과 공동 사업화의 대상으로 발전할 수 있다.

경제적 가치의 평가는 연구개발 비용과 기간 및 연구개발의 성공 가능성에 관한 객관적인 자료와 검증된 기술 및 지식재산권, 실제 기술이전 및 제품과 서비스의 사업화 성과 등을 기반으로 수행한다.

AI 를 활용하여 연구데이터의 분석과 후보의 탐색 및 연구개발 업무에 필요한 시간과 비용이 감소할 가능성이 있더라도 실제 연구개발의 전체 기간과 비용의 감소 여부는 검증된 연구개발 자료를 통해 확인해야 한다.

특히 일부 연구 단계의 효율성 향상을 전체 신기술의 개발 기간 및 총비용 감소와 동일하게 평가하지 않는다.

사회적 가치 및 환자 건강성과

췌장암 조기 진단 기술이 실제 의료현장에서 검증되고 적절하게 활용되는 경우 질병의 조기 발견과 후속 진료 및 환자 관리의 개선에 기여할 가능성이 있다.

그러나 이러한 잠재적인 사회적 가치를 실제 건강성과의 향상으로 평가하기 위해서는 적절한 임상적 연구와 의료현장의 적용 및 장기적인 평가가 필요하다.

조기 진단에 따른 진단 시점의 변화만으로 생존 기간이나 환자의 삶의 질이 실제로 개선되었다고 판단할 수 없다.

선행시간 편향(Lead-time Bias), 질병의 특성에 따른 검출 차이, 위양성과 후속 검사 부담 및 실제 치료 성과 등에 관한 영향을 검토해야 한다.

따라서 사회적 가치의 평가에서는 실제 환자에게 발생한 건강 관련 편익과 위험 및 의료적 부담과 비용의 변화 등을 적절한 관점에서 분석한다.

본 사례는 이러한 과학적 연구와 기술개발 및 임상적 검증과 사업화의 조건을 통합하는 수요 주도형 AI 혁신의 활용 시나리오이다.

현재 특정 분자 표적과 표적 결합 단백질이 본 공동 연구개발 과제에서 검증되었거나 실제 진단 제품 및 의료적 성과 또는 사업화 실적이 확보되었음을 의미하지 않는다.

15.13. AI 시대 인재 성장 및 SyenaHub Cura 의 적용 모델

AI 시대의 산업혁신을 지속적으로 실현하기 위해서는 새로운 기술과 제품 및 서비스를 개발하는 것과 함께 인간의 전문역량과 창의적인 문제 해결 능력을 발전시킬 수 있는 성장 체계가 필요하다.

특히 학생과 초기 경력 인재가 기존의 교육 및 업무 수행 구조에서 충분히 확보하지 못한 전문적인 실무 경험과 성장 기회를 제공하는 것은 중요한 사회적 혁신 과제가 될 수 있다.

본 절에서는 UC-13 의 활용 사례를 기반으로 초기 경력 성장 경로의 재설계와 SyenaHub Cura 의 3 대 성장 프로그램 및 산업 연계 실무 프로젝트와 실제 성장 성과의 검증을 통합하는 적용 모델을 설명한다.

15.13.1. 초기 경력 성장 경로의 구조적 문제

인간이 특정 산업과 직무의 전문성을 확보하는 과정은 이론적인 지식의 학습뿐 아니라 실제 업무 수행과 전문적인 판단 및 문제 해결의 경험을 통해 이루어진다.

기존의 초기 경력 성장 경로에서는 신규 구성원이 비교적 기초적인 업무부터 수행하고 경험이 많은 전문가의 검토와 지도를 통해 점차 높은 수준의 전문성을 확보할 수 있었다.

이러한 초기 실무 경험은 업무의 목적과 실제 수행 방법 및 조직의 운영과 고객의 요구사항을 이해하고 전문적인 의사결정 능력을 발전시키는 기반이 될 수 있다.

그러나 AI 기술의 발전으로 이러한 기초적인 업무의 수행 구조가 변화하는 경우 기존의 전문역량 축적과 초기 경력 성장의 방식도 변화할 수 있다.

AI 기술 발전과 초기 경력 고용의 변화

Stanford Digital Economy Lab 의 Brynjolfsson, Chandar 및 Chen 은 미국의 급여 관련 행정데이터를 기반으로 생성형 AI 의 확산 이후 직업의 AI 노출 수준과 근로자의 연령에 따른 고용의 변화를 분석하였다.

2026 년 8 월 12 일 개정된 연구에서는 2026 년 6 월까지의 데이터를 분석하여, AI 노출도가 높은 직업에서 22~25 세 근로자의 고용이 AI 노출도가 낮은 직업의 동년배 근로자와 동일한 추세를 유지했을 경우와 비교하여 19% 낮은 수준에 있음을 보고하였다.

연구에서는 이러한 고용 격차가 주로 청년 근로자의 신규 채용 감소와 관련되며, 전체 경제에서 광범위한 일자리 대체가 발생하였다는 증거는 확인하지 못하였다고 설명한다.

또한 연구진은 이러한 결과를 AI 의 인과적 고용 효과를 확정하는 근거가 아니라 초기 단계의 기술통계적 징후로 해석한다.[59]

이러한 연구는 AI 시대의 초기 경력 고용 및 전문역량 성장 구조를 재검토할 필요성을 보여주는 참고 근거이다.

다만 미국의 특정 데이터에서 관찰한 결과를 국내의 모든 산업과 기업 및 직무에 동일하게 적용할 수는 없다.

국내의 실제 초기 경력 성장 기회와 채용 및 직무 구조의 변화에 대해서는 산업별 노동시장 자료와 기업의 업무 및 채용 구조와 대학 및 교육기관의 경험학습과 인재 육성 체계를 별도로 조사하고 검증해야 한다.

초기 경력 성장 경로의 미충족 수요

AI 시대 초기 경력 성장 경로의 구조적 문제는 신규 채용 기회의 변화에만 국한되지 않는다.

인간이 전문적인 업무 수행 능력을 발전시키는 데 필요한 기초 실무 경험이 변화하고 기존 교육과 직무훈련이 새로운 Human-AI Work 의 수행에 충분히 대응하지 못할 가능성도 고려해야 한다.

따라서 본 사례에서는 다음과 같은 미충족 수요 후보를 정의한다.

첫째, 학생과 초기 경력 인재가 실제 산업현장의 문제를 경험하고 해결할 수 있는 전문적인 실무 기회가 필요하다.

둘째, 기존의 산업 및 직무 전문성과 AI 협업 능력을 통합적으로 발전시킬 수 있는 성장 지원 체계가 필요하다.

셋째, 다양한 산업과 전문분야의 경험을 보유한 멘토와 지속적으로 협력할 수 있는 구조가 필요하다.

넷째, 실제 학습과 프로젝트의 성과를 전문역량과 커리어 성장 및 새로운 가치 창출 기회로 연결할 수 있는 실행 체계가 필요하다.

이러한 미충족 수요의 실재성과 중요성은 실제 학생과 취업준비생 및 초기 경력 인재와 수요기업 및 대학과 전문 멘토 등의 요구사항과 관련 자료를 기반으로 검증해야 한다.

15.13.2. 인간 중심의 초기 경력 성장 경로 재설계

AI 시대의 인재 성장 체계는 기존의 기초적인 실무 업무를 단순히 AI 활용 교육으로 대체하는 방식으로 구성해서는 충분하지 않을 수 있다.

전문역량의 성장은 실제 업무의 목적과 문제의 구조를 이해하고 적절한 해결 방법을 선택하며 실행 결과를 검토하고 개선하는 경험을 통해 이루어질 수 있기 때문이다.

따라서 AI 시대의 성장 경로에서는 실제 산업현장의 미충족 수요와 참여자의 전문성 및 성장 목적을 연결하여 인간 중심의 가치 창출 역량을 발전시키는 구조가 필요하다.

전문지식과 AI 협업 역량의 결합

참여자는 자신의 관심 산업과 직무 및 연구분야에서 필요한 기초적이고 전문적인 지식을 확보해야 한다.

AI Agent 가 관련 정보를 탐색하고 분석할 수 있더라도 인간이 해당 결과의 전문적 의미와 적합성을 판단하기 위해서는 충분한 산업 및 직무 전문성이 필요하기 때문이다.

Human-AI Work Redesign 을 활용하여 실제 업무의 목적과 사람과 AI Agent 의 역할 및 필요한 Resource 와 결과의 검증 방법을 정의하는 역량을 함께 개발한다.

문제 정의와 창의적 문제 해결

수요 주도형 AI 혁신 방법론을 활용하여 산업현장의 실제 미충족 수요를 탐색하고 해당 문제의 실재성과 중요성을 검토한다.

문제의 근본 원인과 기존 해결 방안의 한계를 분석하고 창의적인 해결 방안을 설계하며 적절한 연구개발 및 실무 활동을 통해 해당 해결 방안의 타당성을 검토한다.

이를 통해 AI 가 제안한 해결 방안을 단순히 활용하는 능력뿐 아니라 실제 해결해야 하는 문제를 정의하고 새로운 해결 방안을 설계할 수 있는 전문적인 역량을 발전시키도록 한다.

실무 경험과 지속적인 학습

인간의 전문역량은 단일 교육 과정의 이수만으로 충분히 확보되는 것이 아니다.

실제 문제 해결의 경험과 전문가의 검토 및 새로운 과제의 수행, 성공과 실패에 관한 학습을 통해 지속적으로 발전할 수 있다.

참여자는 AI Agent 와 협업하여 학습과 창작 및 개발과 혁신을 수행하고 실제 결과를 검토하여 자신의 지식과 업무 수행 능력을 지속적으로 개선할 수 있다.

이러한 성장 과정은 Crafter 의 인간 중심 가치 창출과 AI Value Creation Loop 의 개념과 연결된다.

15.13.3. SyenaHub Cura 의 3 대 성장 프로그램 적용

SyenaHub Cura 는 대학 재학생과 취업준비생 및 새로운 경력 성장을 준비하는 사람들이 실제 산업현장의 문제와 전문적인 업무 경험을 통해 자신의 역량을 발전시킬 수 있도록 지원하는 성장 및 멘토링 프로그램이다.

본 사례에서는 제 13 장에서 설명한 Cura Career 와 Cura Venture 및 Cura Mentoring 을 실제 산업 연계 AI 혁신 프로젝트의 실행 구조와 연결한다.

Cura Career 의 적용

Cura Career 는 참여자가 자신의 관심 산업 및 직무에 필요한 전문지식과 Human-AI 협업 역량을 확보하고 실제 업무 수행 및 문제 해결 경험을 통해 커리어를 발전시킬 수 있도록 지원한다.

참여자는 수요기업 및 전문 멘토와의 협력을 통해 실제 산업현장의 요구사항과 업무를 이해하고 필요한 전문역량의 성장 목표를 정의할 수 있다.

이후 해당 전문역량을 발전시키기 위한 학습과 실무 활동 및 산업 연계 프로젝트를 수행할 수 있다.

실제 프로젝트의 수행 결과와 전문적인 검토를 통해 자신의 업무 수행 역량과 개선이 필요한 부분을 확인하고 후속 경력 성장의 방향을 탐색할 수 있다.

Cura Venture 의 적용

Cura Venture 는 실제 산업현장의 미충족 수요와 새로운 해결 방안 및 경제적·사회적 가치 창출에 관한 기업가정신의 성장을 지원한다.

참여자는 수요기업이 제안한 실제 문제 또는 자신이 발굴한 미충족 수요를 기반으로 문제의 중요성과 근본 원인을 분석하고 창의적인 해결 방안을 설계할 수 있다.

과제의 특성에 따라 필요한 전문성과 기술을 확보하고 연구개발 및 프로토타입의 구현과 검증을 수행하며 새로운 제품과 서비스 및 사업의 가능성을 탐색할 수 있다.

이러한 활동은 새로운 기업의 설립에만 한정되지 않고 기존 기업과 조직에서 새로운 가치를 창출하는 조직 내 혁신과 전문적인 연구개발 활동으로도 연결될 수 있다.

Cura Mentoring 의 적용

Cura Mentoring 은 전문 멘토와 참여자의 지속적인 협력을 통해 전문역량과 커리어 및 기업가정신의 성장을 지원한다.

멘토는 참여자의 성장 목적과 현재 역량 및 실제 산업현장의 요구사항을 검토하고 적절한 학습과 실무 프로젝트 및 후속 경력의 방향을 탐색하도록 지원할 수 있다.

또한 실제 프로젝트에서 확보한 결과와 문제 해결 과정에 관한 전문적인 검토를 제공하고 참여자가 자신의 경험에서 새로운 지식과 역량을 확보할 수 있도록 지원한다.

멘토는 참여자의 의사결정을 대신하는 것이 아니라 참여자가 스스로 성장 방향을 설정하고 책임 있는 선택을 할 수 있도록 전문적인 경험과 조언을 제공하는 역할을 수행한다.

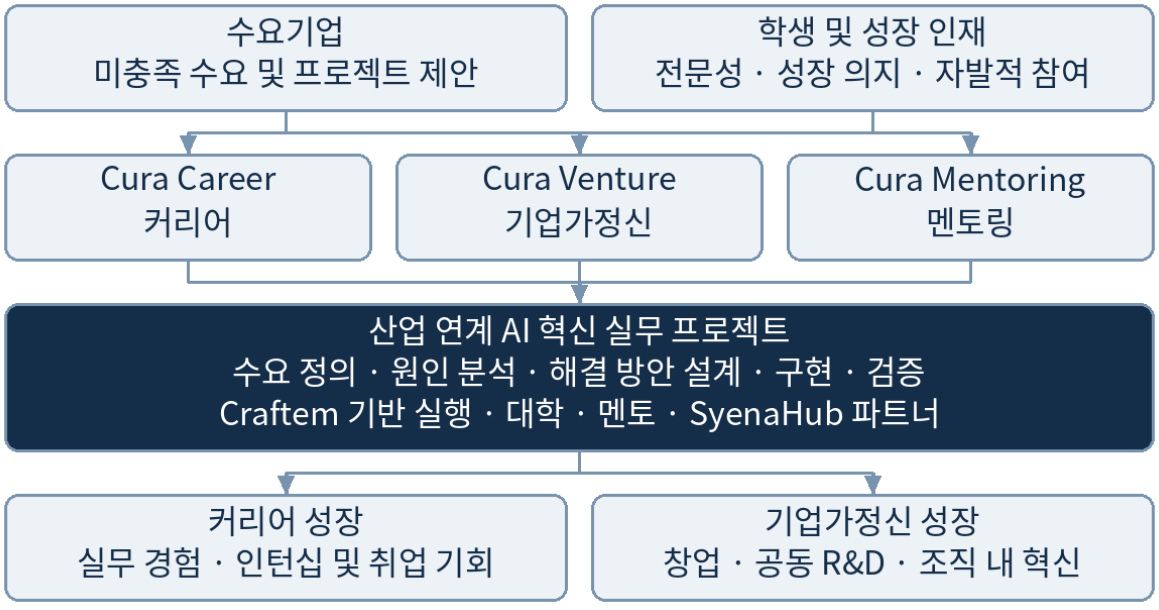


도표 15-9. SyenaHub Cura 기반 AI 혁신 인재 성장 및 산업 연계 프로젝트 적용 모델

성장 및 경력 기회를 연결하기 위한 적용 모델이며 취업이나 창업의 성과를 보장하지 않는다.

15.13.4. 산업 연계 프로젝트 및 성장 지원의 실행 구조

SyenaHub Cura 의 산업 연계 실무 프로젝트는 수요기업의 실제 미충족 수요와 참여자의 전문성 및 성장 목적을 연결하여 구성할 수 있다.

후원기업과 수요기업은 자신의 산업 및 업무 환경에서 경험하는 문제와 혁신의 필요성을 프로젝트 후보로 제안할 수 있다.

학생과 성장 단계의 인재는 자신이 보유한 전문지식과 관심 분야 및 성장 목표를 고려하여 해당 프로젝트에 자발적으로 참여할 수 있다.

전문 멘토와 산업 전문가 및 대학과 연구기관은 실제 프로젝트의 범위 및 교육적 목적과 기술적 및 전문적인 요구사항을 검토하고 참여자의 전문적 성장과 프로젝트 수행을 지원한다.

산업 연계 프로젝트의 실행

산업 연계 프로젝트는 수요 주도형 AI 혁신 방법론을 활용하여 다음과 같은 활동을 중심으로 구성할 수 있다.

먼저 참여자는 수요기업이 제안한 문제와 실제 산업환경을 이해하고 해당 미충족 수요의 실재성과 중요성을 분석한다.

이후 멘토와 산업 전문가의 지원을 받아 문제의 근본 원인과 기존 해결 방안의 제약을 분석하고 적절한 해결 방안을 설계한다.

프로젝트의 범위에 따라 실제 데이터와 전문지식 및 AI 모델과 도구를 활용하여 새로운 업무 실행 구조나 연구개발 및 프로토타입을 구현하고 그 결과를 검증한다.

프로젝트의 종료 시점에는 실제 확보한 연구 및 실무 결과와 참여자의 전문적인 성장 및 개선 사항을 검토하고 후속 혁신 및 경력 성장의 가능성을 분석한다.

12 주 정규 과정의 적용 예시

기존에 정립한 Cura 의 12 주 정규 과정은 산업 연계 성장 프로그램을 구성하기 위한 하나의 운영 모델로 활용할 수 있다.

프로그램의 초기에는 참여자의 성장 목표와 산업 및 직무 전문성을 검토하고 실제 미충족 수요와 프로젝트의 목적을 정의할 수 있다.

중간 과정에서는 문제의 검증과 근본 원인 분석 및 AI 기반 해결 방안 설계와 필요한 전문지식 및 기술의 학습을 수행할 수 있다.

후반 과정에서는 실무 프로젝트와 프로토타입의 구현 및 검증과 결과의 평가를 수행하고 후속 성장과 연구개발 및 사업화의 가능성을 검토할 수 있다.

이러한 운영 기간과 세부 활동은 참여자의 전문성과 실제 프로젝트의 특성 및 교육과 연구개발의 요구사항에 따라 조정할 수 있다.

12 주 과정의 완료를 복합적인 AI 혁신 과제의 일곱 단계 전체를 완료하거나 실제 기술사업화 및 가치 창출이 검증된 상태로 간주하지 않는다.

Craftem 기반 실무 경험

참여자는 Craftem 을 활용하여 실제 산업현장의 문제를 분석하고 Human-AI Work 를 정의하며 필요한 전문 Agent 와 Resource 를 구성하고 실행하는 경험을 확보할 수 있다.

또한 AI Agent 가 생성한 결과의 적합성과 데이터와 기술적 근거를 검토하고 필요한 수정과 개선을 수행하는 업무를 경험할 수 있다.

이를 통해 단순한 AI 도구 활용 능력뿐 아니라 실제 산업의 업무 목적과 결과 및 검증과 책임을 중심으로 Human-AI 협업 역량을 발전시키도록 한다.

자발적인 공동체 및 후원 기반 운영

SyenaHub Cura 는 자발적인 참여자와 후원단체로 구성하는 공동체라는 운영 방향을 유지한다.

참여자의 자율성과 성장 의지 및 인간에 대한 전인적 배려를 존중하며 프로그램의 운영과 참여 및 후원에 관한 세부 사항은 별도의 운영규정과 관련 합의에 따라 정의한다.

산업 연계 프로젝트가 실제 기업의 연구개발 및 업무 수행과 연결되는 경우에는 참여자의 성장 목적과 기업의 사업 목적을 구분하고 참여자의 역할과 권리 및 보호와 필요한 보상 조건을 명확하게 검토해야 한다.

성장 프로그램에 참여하는 학생과 초기 경력 인재에게 충분한 지도 및 감독 없이 고위험 업무나 전문적인 최종 책임을 부여하지 않도록 한다.

15.13.5. 인재 성장 성과 및 사회적 가치 평가

SyenaHub Cura 의 성과는 프로그램의 참여자 수와 교육시간 및 프로젝트의 수행 여부와 같은 활동 지표만으로 평가하지 않는다.

인간의 실제 전문역량과 문제 해결 및 업무 수행 능력에 어떠한 변화가 발생하였는지, 이러한 변화가 참여자의 지속적인 경력 성장 및 사회적 가치 창출로 연결되는지를 검토해야 한다.

인재 성장 성과의 측정

참여 이전의 전문지식과 실무 경험 및 Human-AI 협업 역량과 성장 목표를 확인한다.

프로그램의 수행 이후 실제로 확보한 전문지식과 문제 정의 및 분석 능력, 창의적 해결 방안의 설계 및 실제 업무의 수행과 결과의 검증 능력을 평가할 수 있다.

평가에는 실제 프로젝트의 산출물과 전문 멘토 및 산업 전문가의 검토, 참여자의 자기평가와 구체적인 업무 수행의 증거 등을 활용할 수 있다.

다만 참여자의 자기평가와 전문가의 정성적인 평가만으로 모든 전문역량의 변화를 확정하지 않고 실제 수행 결과와 사전에 정의한 평가 기준을 함께 활용하도록 한다.

산업 연계 프로젝트의 성과

수요기업이 제안한 미충족 수요에 대하여 참여자가 실제로 어떤 분석과 해결 방안 및 연구개발과 실무 결과를 확보하였는지를 평가한다.

실제 문제의 정의와 근본 원인 및 해결 방안에 관한 새로운 지식의 확보도 프로젝트의 유의미한 성과가 될 수 있다.

프로토타입의 구현과 기술적인 검증 및 실제 기업의 업무 개선 가능성이 확인된 경우에는 해당 성과와 참여자의 기여를 객관적인 근거를 통해 관리한다.

그러나 교육적 목적의 프로젝트에서 확보한 프로토타입이나 연구 가설을 검증된 상용 제품 또는 실제 기업의 경제적 성과로 간주하지 않는다.

후속 경력 성장 및 사회적 가치

참여자의 인턴십 및 취업과 연구개발 활동, 창업 및 조직 내 혁신 참여와 같은 실제 후속 경력 활동을 적절한 기간 동안 검토할 수 있다.

이러한 결과가 프로그램에 참여하지 않았을 경우와 비교하여 어떠한 변화를 보였는지를 판단하기 위해서는 참여자의 기존 역량과 성장 의지 및 외부 노동시장과 기업의 채용 환경 등 다양한 요인을 고려해야 한다.

실제 취업률이나 창업 실적의 향상에 대한 프로그램의 인과적 기여를 검증하기 위해서는 적절한 비교 기준과 추적 평가가 필요하다.

SyenaHub Cura 의 사회적 가치는 인간의 전문역량 강화와 성장 기회의 확대, 산업현장의 새로운 혁신 인재의 확보 및 인간 중심의 지속 가능한 가치 창출에 대한 기여를 중심으로 평가할 수 있다.

이러한 평가는 제 11 장에서 정립한 사회적 가치 평가 및 실제 성과의 검증 원칙을 적용한다.

현재 제시한 SyenaHub Cura 의 적용 모델은 산업 연계 성장 프로그램의 실행 구조와 검증 방법을 설명하기 위한 모델이며 특정 참여자의 취업과 창업 및 실제 경력 성장 성과가 입증되었다는 의미는 아니다.

15.14. 산업별 Craftem Agent 및 Resource 적용 모델

산업현장의 미충족 수요를 해결하기 위한 AI 혁신 모델은 실제 업무와 연구개발 및 기술개발의 실행으로 연결되어야 한다. 이를 위해 산업별 전문지식과 기술 및 데이터와 업무 수행 구조를 활용할 수 있는 전문 Craftem Agent 및 Resource 를 구성할 필요가 있다. Craftem 의 전문 Agent 와 Resource 는 특정 산업에서 필요한 기능을 독립적으로 제공하는 소프트웨어에 한정되지 않고 실제 Human-AI Work 와 혁신 프로젝트의 목적 및 실행 구조와 연결하여 설계한다.

15.14.1. 산업 특화 Agent 의 구성 원칙

산업 특화 Agent 를 설계할 때에는 해당 산업에서 활용할 수 있는 AI 모델과 도구를 먼저 선정하고 해당 기술로 수행할 수 있는 업무를 탐색하는 접근에만 의존하지 않는다. 먼저 실제 산업현장의 미충족 수요와 해결해야 하는 문제를 정의하고 Human-AI Work 의 목적과 전문적인 요구사항 및 검증 기준을 분석한다. 이후 해당 업무의 실행에 필요한 AI Agent 의 역할과 활용할 수 있는 Model, Data, Tool, Skill 및 Workflow Resource 를 정의한다.

공통 기능과 산업 특화 기능의 구분

산업별 전문 Agent 에서 활용하는 기능은 여러 산업과 업무에서 공통적으로 활용할 수 있는 기능과 특정 산업의 전문적인 업무 요구사항에 특화된 기능으로 구분할 수 있다. 문서의 탐색과 분석 및 정보의 구조화, 수리적인 계산과 데이터 처리, 검증 증거의 관리 및 사람의 검토와 승인 등의 기능은 다양한 산업에서 공통적으로 활용할 수 있다. 반면 건축설계 기준의 전문적인 해석과 BIM 모델의 기하학적 검증, 보건의료의 과학적 연구 및 진단 관련 전문적인 판단, 금융의 위험 분석과 제조공정의 특수한 데이터 및 기술적 요구사항 등은 해당 산업에 적합한 전문지식과 기술 및 검증 구조를 필요로 한다. 따라서 산업 특화 Agent 는 공통적으로 활용할 수 있는 실행 기능과 산업에 특화된 지식 및 도구와 업무 실행 구조를 조합하여 구성하는 것을 지향한다.

산업 특화 기능과 고객별 기능의 구분

동일한 산업에 속한 기업도 실제 보유한 데이터와 소프트웨어 및 업무 수행 방식과 전문적인 기준 및 보안 요구사항이 서로 다를 수 있다. 특정 산업의 공통적인 전문 Agent 와 Resource 를 개발한 이후에도 고객별 업무의 목적과 요구사항 및 실제 실행 환경에 적합한 구성이 필요할 수 있다. 예를 들어 건축설계 품질검토의 공통적인 IFC 분석 기능은 여러 건축설계사무소에서 활용할 수 있지만, 실제 적용하는 설계 기준과 시방서 및 품질관리 업무의 역할과 책임 및 승인 구조는 고객별로 달라질 수 있다. 이러한 차이를 고려하여 공통적인 산업 특화 Agent 와 Resource 및 고객별 설정과 특수한 기술개발 요구사항을 구분하여 관리한다.

전문성 및 실행 권한의 구분

산업 특화 Agent 에 관련 전문지식과 업무 수행 방법을 제공한다고 해서 해당 Agent 가 인간 전문가와 동일한 전문적 판단 능력과 책임을 갖는 것은 아니다. Agent 의 전문적인 기능과 검증 수준 및 실제 업무에서 사용할 수 있는 범위를 명확하게 정의한다. 산업 특화 Agent 의 실행은 제 14 장의 인간 감독과 실행 자율성 및 위험 기반 거버넌스의 원칙을 적용하여 관리한다.

15.14.2. 산업별 Agent 및 Resource 의 구성

본 장에서 제시한 산업별 활용 사례는 다양한 전문 Agent 및 Resource 의 조합을 통해 실제 혁신 업무의 실행 구조로 발전시킬 수 있다. 다음의 전문 Agent 는 일곱 가지 산업의 대표적인 업무 및 혁신 활동을 지원하기 위한 개발 후보이다.

산업	전문 Agent 적용 예시	주요 Resource
건설	BIM QA/QC Agent	IFC · BIM · 설계 기준 · 검증 도구
보건의료	Translational Medicine Agent	과학 모델 · 연구데이터 · 수리 분석 도구
금융	Credit Risk Analysis Agent	금융데이터 · 위험 모델 · 분석 스킬
제조	Manufacturing Optimization Agent	공정데이터 · 최적화 · 시뮬레이션
유통	Supply Chain Optimization Agent	수요데이터 · 예측 · 재고 최적화
콘텐츠	Creative Development Agent	창작 모델 · 콘텐츠 자산 · 창작 스킬
교육	Career Development Agent	학습자료 · 프로젝트 · 역량 평가 스킬

도표 15-10. 7 대 산업별 Craftem 전문 Agent 및 Resource 구성 예시

전문 Agent 와 Resource 의 개발 후보 및 적용 예시이며 실제 제품의 출시 또는 운영 상태를 의미하지 않는다.

건설산업의 BIM QA/QC Agent 는 설계 기준과 BIM 모델 및 전문 검증 도구를 활용하여 사람과 AI Agent 의 품질검토 업무를 지원할 수 있도록 구성한다.

보건의료산업의 Translational Medicine Agent 는 의료현장의 미충족 수요와 과학적 연구 및 연구개발 활동의 연계를 지원할 수 있도록 구성한다. 제 13 장의 협력 구조와 연결하여 중개의학과 역중개의학 관련 업무를 통합적으로 지원하는 제품 구조와 독립적으로 활용할 수 있는 전문 Agent Template 의 구성을 검토할 수 있다.

금융산업의 Credit Risk Analysis Agent 는 기업 및 금융 관련 자료와 수리적 위험 모델 및 검증된 전문 분석 스킬을 활용하여 금융 전문가의 분석 업무와 판단을 지원할 수 있도록 구성한다.

제조산업의 Manufacturing Optimization Agent 는 공정 및 품질 관련 데이터와 수리적 최적화 및 시뮬레이션 도구를 활용하여 공정 전문가의 문제 분석과 개선 업무를 지원할 수 있도록 구성한다.

유통산업의 Supply Chain Optimization Agent 는 수요 예측 및 재고와 물류 관련 전문 모델과 도구를 활용하여 공급망 운영과 의사결정을 지원할 수 있도록 구성한다.

콘텐츠산업의 Creative Development Agent 는 인간 창작자의 기획과 창작 및 개발 업무를 지원할 수 있도록 관련 콘텐츠 자료와 생성형 AI 모델 및 전문적인 창작 방법과 결과 검토 구조를 활용한다.

교육산업의 Career Development Agent 는 참여자의 학습과 전문역량 및 성장 목표와 실제 산업 연계 프로젝트의 수행 및 검토를 지원할 수 있도록 관련 자료와 전문적인 성장 및 평가 방법을 활용한다.

이러한 전문 Agent 는 제 12 장에서 설명한 수요 주도형 AI 혁신의 일곱 단계별 전문 Agent 와 구분된다. 일곱 단계별 전문 Agent 는 혁신 과제의 방법론적 실행을 지원하는 데 목적이 있다. 산업 특화 Agent 는 해당 산업의 전문적인 업무 수행을 지원하는 데 목적이 있다.

예를 들어 건축설계 품질검토 혁신 프로젝트에서는 미충족 수요 발굴과 검증 및 근본 원인 분석과 해결 방안 설계를 지원하는 혁신 단계별 전문 Agent 를 활용하여 혁신 모델을 기획할 수 있다. 이후 실제 건축설계 품질검토 업무를 수행하는 BIM QA/QC Agent 와 관련 Resource 를 개발하고 검증하여 상용 운영에 활용할 수 있다. 프로젝트의 실행 계획과 위험 및 성과와 단계별 의사결정은 제 14 장에서 제안한 Craftem AI Innovation Project Management Agent 의 지원 대상이 될 수 있다. 이러한 역할의 구분을 통해 방법론의 실행 지원, 산업 전문 업무의 실행 및 프로젝트의 횡단적 관리를 서로 혼용하지 않도록 한다.

15.14.3. 공통 Resource 및 산업 특화 Resource 의 재사용

산업별 전문 Agent 의 개발과 공급의 지속 가능성을 확보하기 위해서는 이미 개발하고 검증한 기술과 전문지식 및 업무 실행 구조의 재사용 가능성을 고려해야 한다. Craftem Resource 는 공통적인 기술과 전문지식 및 업무 실행 구조의 재사용을 지원하기 위한 관리 단위로 활용할 수 있다.

공통 Resource 의 구성

공통 Resource 는 특정 산업의 전문적인 업무 목적에 직접 종속되지 않고 다양한 산업과 업무에서 활용할 수 있는 모델과 데이터 처리 및 전문 도구와 업무 수행 방법 등을 포함할 수 있다. 일반적인 문서 탐색과 분석 및 정보의 구조화, 수리적 계산 및 통계 분석과 최적화, 데이터의 품질 검토 및 결과의 검증과 관련된 기술과 업무 수행 방법이 이에 해당할 수 있다. 공통 Resource 의 개발에서는 적용 가능한 기능과 입력 및 출력 조건, 검증한 성능과 실제 활용 범위, 관련 이용 권한과 비용 및 외부 기술의 의존관계를 명확하게 정의한다.

산업 특화 Resource 의 구성

산업 특화 Resource 는 특정 산업의 전문적인 데이터 구조와 기술 및 업무 수행 방법과 규정 및 검증 요구사항을 반영한 리소스이다. 예를 들어 건축설계 품질검토를 위한 IFC 분석 도구와 전문 검토 스킬, 보건의료 연구개발을 위한 과학 특화 모델과 연구데이터 분석 도구 및 전문적인 연구 방법, 금융 분야의 위험

모델과 심사 업무에 관한 전문 스킬 등이 이에 해당할 수 있다. 산업 특화 Resource 는 공통 Resource 와 결합하여 해당 산업의 전문적인 업무를 수행하도록 구성할 수 있다.

고객별 Resource 및 재사용 조건

특정 고객의 업무와 데이터 및 기술 환경에 특화된 Resource 에는 해당 조직의 기밀정보 및 전문적인 업무 수행 방법과 고객별 이용 권한 및 기술적 제약이 포함될 수 있다. 따라서 특정 고객을 위해 개발한 Resource 를 다른 고객이나 산업에 활용하기 이전에 재사용 가능한 공통적인 기능과 고객에 특화된 기능 및 데이터와 전문지식을 구분해야 한다. 또한 지식재산권 및 계약상 이용 권리와 검증된 적용 범위 및 새로운 업무 환경의 요구사항을 확인해야 한다. Resource 를 재사용하더라도 새로운 업무 및 산업 환경에서의 성능과 품질 및 안전성과 실제 경제성을 확보하기 위한 검증을 수행한다. 이러한 Resource 의 공통화와 산업 특화 및 고객별 구성의 구분을 통해 전문 Agent 와 혁신 모델의 반복적인 개발 및 공급에 필요한 자원과 시행착오를 줄이고 새로운 미충족 수요의 해결에 필요한 추가 개발에 집중할 수 있다.

15.15. 산업별 SyenaHub 공동 혁신 및 기술사업화 모델

산업별 AI 혁신을 실현하기 위해서는 실제 미충족 수요와 해결 방안의 특성에 적합한 전문성과 기술 및 연구개발 자원 및 사업화 역량을 확보해야 한다. 특히 복합적인 기술혁신과 제품 및 서비스 혁신에서는 단일 기업이나 연구기관이 보유한 전문역량을 넘어 다양한 외부 전문성과 협력 관계가 필요할 수 있다. SyenaHub 는 이러한 산업별 전문역량과 자원을 검증된 미충족 수요를 중심으로 결합하여 공동 연구개발과 실증 및 기술사업화를 지원하는 개방형 협력 생태계로 활용할 수 있다.

15.15.1. 산업별 전문역량 및 공동 혁신 조직의 구성

산업별 공동 혁신 프로젝트에 필요한 전문역량은 최초 미충족 수요와 근본 원인 및 해결 방안의 특성에 따라 정의한다.

건축설계 품질검토와 같은 기존 기술 기반 업무혁신에서는 해당 산업의 실제 업무와 전문적인 검토 기준에 관한 지식, 기존 소프트웨어와 데이터에 관한 기술적 전문성 및 Human-AI Work 의 설계와 구현 및 실증 역량이 중요할 수 있다. 이러한 경우에는 수요기업의 산업 전문가 및 혁신 아키텍트와 AI 엔지니어 및 전문 소프트웨어 개발자의 협력을 중심으로 프로젝트를 구성할 수 있다.

반면 새로운 진단 기술이나 신소재의 연구개발에서는 기존 과학적 지식의 검토와 새로운 과학적 연구 및 수리과학적 모델링 및 기술개발과 실증을 수행하기 위한 다학제적 전문역량이 필요할 수 있다. 이러한 경우에는 대학과 연구기관 및 과학자와 수리과학자, 산업 전문가 및 기술기업과 수요기업 및 사업화 전문가가 공동으로 참여하는 연구개발 협력 구조를 검토할 수 있다.

교육 및 인재 성장과 같은 서비스 및 사회혁신에서는 실제 수요자의 성장 목표와 전문역량, 교육과 실무 프로젝트 및 전문적인 지도와 사회적 가치의 검증에 관한 역량을 결합할 필요가 있다.

모든 산업과 활용 사례에 동일한 규모의 공동 연구개발 컨소시엄을 구성할 필요는 없다. 실제 혁신 과제의 목적과 기술적 불확실성 및 필요한 자원과 협력 규모에 따라 개별 전문가 협력, 프로젝트 기반 공동 개발, 산학연 공동 연구개발 및 기술사업화 등의 방식을 선택할 수 있다.

15.15.2. 공동 혁신 과제의 연구개발 및 실증 구조

산업별 공동 혁신은 제 13 장에서 정립한 SyenaHub 수요 주도형 공동 혁신 추진 체계를 기반으로 구성할 수 있다. 먼저 산업현장의 미충족 수요를 발굴하고 검증하며 해당 수요를 해결하기 위한 핵심 근본 원인과 혁신 대상 및 해결 방안을 분석한다. 이후 필요한 전문성과 연구개발 및 기술적 요구사항을 정의하고 적절한 공동 혁신 참여 주체와 연구개발 및 실증 구조를 구성한다.

공동 연구개발에서는 각 참여 주체의 연구개발 목적과 범위 및 전문적인 역할과 책임을 명확하게 정의하고 개별 연구 및 기술개발 결과가 전체 혁신 목표와 연결될 수 있도록 관리한다. 실증에서는 수요기업과 실제 적용 환경을 제공하는 기관 및 기술개발 주체와 전문적인 검증 책임자의 역할을 정의한다. 개발한 혁신 모델의 실제 기능과 성능 및 전문적인 요구사항과 현장 적합성 및 안전성과 경제성을 객관적인 증거를 기반으로 검증한다.

공동 혁신 프로젝트의 추진에 필요한 연구개발비와 기술 및 자원과 지식재산권과 실증 데이터의 이용 권리와 사업화 및 가치 배분 조건을 관련 당사자의 합의와 계약을 통해 정립한다. 이러한 협력 구조는 제 14 장의 프로젝트 관리 및 거버넌스와 연계하여 관리한다.

15.15.3. 산업별 기술사업화 및 공급 모델

검증된 산업별 AI 혁신 모델의 실제 적용 및 가치 실현 방식은 혁신의 목적과 기술적 특성 및 수요자의 요구사항과 사업화 역량에 따라 달라질 수 있다. 본 장에서는 주요 사업화 및 공급 경로를 기업 업무혁신형, 솔루션 공급형, 기술사업화형, 제품·서비스 개발형 및 사회혁신형으로 구분한다. 이러한 구분은 기존의 다섯 가지 AI 혁신 영역과 동일한 분류가 아니다. 혁신 영역은 무엇을 혁신하는지를 설명하는 개념이며, 사업화 및 공급 경로는 검증한 혁신 모델을 어떻게 실제 산업현장에 적용하고 가치를 실현하는지를 설명하는 개념이다.

기업 업무혁신형

기업 업무혁신형은 검증된 Human-AI Work 와 관련 기술 및 전문 Agent 와 Resource 를 실제 수요기업의 업무 및 기술 환경에 적용하여 조직의 성과와 경제적 가치를 창출하는 방식이다. 건축설계

품질검토와 제조공정의 운영 및 품질관리와 기업 신용위험 분석 및 재고와 공급망의 최적화 등이 이러한 적용 방식에 해당할 수 있다.

솔루션 공급형

솔루션 공급형은 특정 산업의 미충족 수요를 해결하기 위해 검증한 전문적인 기술과 Agent 및 Resource 와 업무 실행 구조를 다른 수요기업에서도 활용할 수 있는 산업 특화 솔루션으로 개발하고 공급하는 방식이다. 고객별 구축 및 기존 데이터와 시스템의 통합과 공통적인 플랫폼 및 전문 Agent 의 이용을 결합하는 하이브리드 SaaS 모델을 활용할 수 있다.

기술사업화형

기술사업화형은 새로운 과학적 연구와 핵심 기술개발을 통해 확보한 지식과 기술 및 관련 지식재산권을 실제 산업현장의 기술적 활용과 제품개발 및 기술이전과 라이선싱을 통해 경제적 가치로 전환하는 방식이다. 췌장암 조기 진단 관련 연구개발과 피부 항노화 기능성 단백질 및 신소재의 개발 등 과학적 연구와 원천기술 개발을 포함하는 혁신 과제에서 검토할 수 있다.

제품·서비스 개발형

제품·서비스 개발형은 검증된 기술과 혁신 모델을 기반으로 새로운 물리적 제품이나 소프트웨어 제품과 전문 서비스 또는 새로운 비즈니스 모델을 개발하고 공급하는 방식이다. 중소기업 재무 및 자금관리 서비스, 수요 맞춤형 유통서비스 및 원천 콘텐츠를 활용한 새로운 제품과 서비스의 개발 및 사업화 등이 해당할 수 있다.

사회혁신형

사회혁신형은 인간의 전문역량 및 성장 기회와 삶의 질 및 사회적 문제 해결을 목적으로 검증된 혁신 모델을 실제로 적용하고 지속 가능한 사회적 가치를 창출하는 방식이다. SyenaHub Cura 의 산업 연계 인재 성장 프로그램과 같은 적용 모델에서 검토할 수 있다. 사회혁신형에서는 사회적 가치의 실현과 함께 실제 운영에 필요한 자원과 재원 및 전문역량과 지속적인 운영 가능성을 확보해야 한다.

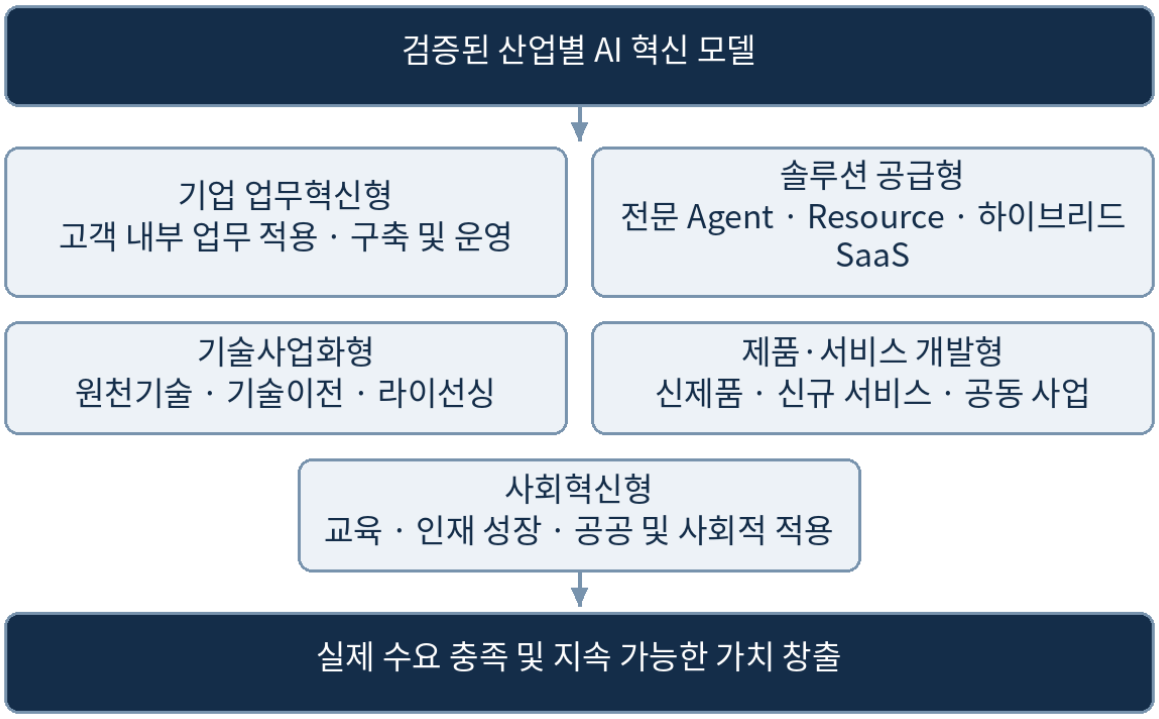


도표 15-11. 산업별 AI 혁신 모델의 주요 사업화 및 공급 경로

사업화 및 적용 경로의 분류이며 기존 5 대 AI 혁신 영역과는 구분한다.

다섯 가지 사업화 및 공급 경로는 서로 상호 배타적인 관계에 있지 않다. 기업 내부의 업무혁신을 통해 확보한 검증된 기술과 전문 Agent 를 다른 고객에게 공급할 수 있는 솔루션으로 발전시킬 수 있으며, 공동 연구개발을 통해 확보한 원천기술을 기술이전 및 제품개발과 공동 사업화에 활용할 수도 있다. 또한 사회적 가치 창출을 목적으로 개발한 기술과 서비스도 해당 활동의 목적과 권리 및 운영 조건에 적합한 방식으로 지속적인 공급 및 운영 체계를 확보할 수 있다. 사업화 및 공급 경로의 선정에서는 검증된 미충족 수요와 기술의 특성 및 실제 적용 조건과 고객의 요구사항 및 경제성과 관련 지식재산권과 참여 주체의 역할 및 책임을 종합적으로 검토한다.

15.16. 산업별 AI 혁신 성과 및 가치 평가

산업별 AI 혁신의 성공 여부를 판단하기 위해서는 실제 미충족 수요의 해결과 경제적·사회적 가치 창출을 객관적인 증거를 통해 검증해야 한다. 다만 각 산업의 업무 및 기술과 실제 혁신의 대상 및 성과의 특성이 서로 다르므로 모든 산업의 성과를 동일한 지표로 평가하는 것은 적절하지 않을 수 있다. 본 장에서는 제 11 장의 새로운 가치 창출 및 가치 검증 체계를 산업별 혁신의 특성에 따라 적용한다.

15.16.1. 산업별 성과 측정 및 검증 기준

건설산업의 성과 측정

건설산업의 업무혁신에서는 품질검토 및 전문적인 업무의 수행시간과 정확성 및 오류 검출의 성과와 실제 재작업 및 설계 품질의 변화를 평가할 수 있다. 건축물의 설계 최적화와 관련한 기술혁신에서는 설계 대안의 탐색 및 평가에 필요한 시간과 자원, 실제 설계 성능과 비용 및 관련 요구사항의 충족 수준을 평가할 수 있다. 업무 수행시간의 감소와 설계 품질 향상이 실제 조직의 사업 수행 능력과 비용 및 수익성과 안전 및 건축물의 운영 성과로 연결되는지를 별도로 검증한다.

보건의료산업의 성과 측정

보건의료산업의 연구개발 및 기술혁신에서는 과학적 연구의 결과와 검증된 연구 가설, 핵심 기술의 개발과 실제 성능의 검증 및 제품화와 임상적 적용 가능성을 구분하여 평가한다. 진단 기술의 개발에서는 분석적 성능과 임상적 성능 및 실제 임상적 유용성을 서로 구분한다. 연구개발 업무의 효율성과 기술사업화의 성과 및 환자의 실제 건강 관련 편익은 각각 다른 평가 기준과 검증 기간을 필요로 할 수 있다.

금융산업의 성과 측정

금융산업의 AI 혁신에서는 분석 업무의 수행시간과 데이터의 정확성 및 예측 모델의 적합성과 금융 전문가의 의사결정 지원 품질을 평가할 수 있다. 또한 실제 금융기관의 위험관리와 손실 및 운영 비용과 서비스의 접근성과 고객에 대한 영향을 검토한다. AI 기반 예측 및 분석의 기술적 정확성만으로 금융 의사결정의 적절성과 경제적 가치를 확정하지 않으며 고객 보호와 공정성 및 모델 위험과 관련한 조건을 함께 평가한다.

제조산업의 성과 측정

제조공정의 혁신에서는 실제 불량과 재작업의 감소, 생산량과 생산성, 원재료 및 에너지와 운영 자원의 사용량, 제조원가와 품질 및 안전성 등을 평가할 수 있다. 신소재와 제품개발의 혁신에서는 연구개발 기간과 비용 및 검증된 소재 후보와 새로운 제품의 성능과 제조 가능성 및 공급의 경제성을 평가할 수 있다. 제조공정의 개선과 실제 제품의 경쟁력 및 사업 성과 사이의 관계를 검증하고 안전 및 품질 관련 필수 요구사항을 별도로 관리한다.

유통산업의 성과 측정

유통산업의 AI 혁신에서는 수요 예측의 성능과 재고 및 품절과 폐기 및 물류 비용과 고객서비스 수준의 변화를 평가할 수 있다. 수요 맞춤형 유통서비스의 혁신에서는 고객의 실제 문제 해결과 구매 및 이용 경험과

서비스의 지속적인 활용 및 제공 비용과 사업 수익성을 평가한다. 기술적인 예측 성과와 실제 공급망 및 서비스의 경제적·사회적 가치를 구분하여 검증한다.

콘텐츠산업의 성과 측정

콘텐츠산업의 AI 혁신에서는 창작 및 제작 업무의 수행시간과 전문적인 창작 및 제작 역량의 변화, 작품의 품질과 독창성 및 완성도, 실제 지식재산권의 확보와 이용 조건을 검토한다. 실제 시장 공급과 고객 반응, 판매 및 라이선스 수익과 제작 및 공급 비용과 새로운 사업화 기회를 검증한다. 콘텐츠 생성량이나 AI 활용량의 증가를 인간의 창의적 역량의 향상과 작품의 시장성과 및 경제적 가치로 직접 간주하지 않는다.

교육산업의 성과 측정

교육산업의 AI 혁신에서는 학습과 실무 프로젝트의 수행 결과와 실제 전문지식과 문제 해결 및 Human-AI 협업 역량의 변화를 평가한다. 또한 실제 업무 수행 능력과 경력 성장 및 후속 연구개발과 창업 및 조직의 업무혁신과 사업 성과에 대한 기여를 검토할 수 있다. 프로그램의 참여 및 수료와 실제 역량의 향상과 장기적인 경력 및 사회적 성과를 서로 구분하여 평가한다.

15.16.2. 경제적·사회적 가치 검증

산업별 AI 혁신의 경제적·사회적 가치를 평가하기 위해서는 제 11 장에서 정립한 성과와 가치의 구분 및 성과 가치사슬과 인과적 기여 검증의 원칙을 활용한다.

OECD 와 Eurostat 의 Oslo Manual 2018 은 혁신에 관한 통계적 정의와 측정 및 비교를 위한 공통적인 지침을 제공하며, 새로운 아이디어 또는 발명과 실제 적용하거나 활용할 수 있도록 제공한 혁신을 구분한다. 이러한 구분은 본 방법론에서도 활용 사례의 제안과 실제 운영 및 혁신 성과를 구분할 필요성을 이해하는 데 참고할 수 있다[6]. 다만 본 백서에서 정의한 다섯 가지 혁신 영역 및 경제적·사회적 가치 검증 체계는 크림슨앰버의 자체 방법론이며 Oslo Manual 의 통계적 혁신 분류와 동일한 개념은 아니다.

기존 가치 평가 지표의 활용

미충족 수요 충족률(NFR)은 실제 성과가 최초에 정의한 목표 성과와 기준선 사이의 격차를 어느 정도 해소하였는지를 평가하는 데 활용할 수 있다.

가치 실현율(VRR)은 사전에 설정한 가치 목표에 비해 실제로 어느 정도의 가치를 실현하였는지를 평가하는 데 활용할 수 있다.

투자수익률(ROI)은 정의된 평가 관점과 기간에서 발생한 실제 경제적 편익과 비용을 기반으로 투자성과를 평가하는 데 활용할 수 있다.

가치 창출 종합 평가 점수(VCS)는 미충족 수요의 해결과 성과 가치사슬 및 경제적·사회적 가치와 새로운 가치 및 지속 가능성 등 여러 평가 영역의 성과를 종합적으로 검토하는 데 활용할 수 있다.

이러한 평가 지표는 기존 장에서 정립한 정의와 산식을 유지하며 실제 산업별 평가 목적과 검증 조건에 따라 적절한 지표를 선택한다. 서로 다른 평가 목적과 기준을 가진 평가 지표를 단순하게 합산하여 새로운 산업별 혁신 종합 평가 점수를 구성하지 않는다.

잠재적인 가치와 실제 실현 가치의 구분

연구개발의 성공 가능성과 예상되는 제품 성능 및 잠재적인 시장 규모와 업무시간의 절감 가능성 등은 혁신 과제의 추진 여부를 판단하는 데 활용할 수 있는 잠재적 가치에 해당한다. 그러나 실제 경제적·사회적 가치의 평가에서는 객관적으로 확인한 업무와 기술 및 사업 성과와 실제 수혜자의 변화를 기반으로 편익과 비용를 산정해야 한다.

경제적 가치의 검증에서는 실제 비용의 회피와 증분 수익 및 공헌이익, 투자와 운영 비용 및 적절한 평가 기간을 정의한다. 사회적 가치의 검증에서는 실제 수혜자의 전문역량과 삶의 질 및 건강과 서비스 접근성 및 사회적 문제의 해결에 관한 변화를 검토한다. 또한 혁신 과제 외부의 환경 변화와 기존 기술의 발전 및 다른 조직적 개선 활동이 실제 성과에 미친 영향을 고려하여 혁신 모델의 인과적 기여를 평가한다.

15.16.3. 성과 단절 및 산업별 가치 실현 구조

AI 혁신을 통해 확보한 개별적인 성과가 실제 경제적·사회적 가치로 연결되지 못하는 문제는 여러 산업과 혁신 영역에서 발생할 수 있다. 업무혁신에서는 기존에 정립한 개인 성과에서 조직 성과 및 사업 성과로 이어지는 성과 가치사슬과 두 가지 성과 단절 지점을 활용하여 이러한 문제를 분석할 수 있다.

개인 성과에서 조직 성과로의 전환

개별 구성원이 AI Agent 를 활용하여 업무의 수행시간과 품질을 개선하였더라도 해당 업무 수행 방식이 조직의 실제 업무 체계와 전문지식 및 운영 방식으로 발전하지 못하면 조직 전체의 성과로 전환되기 어려울 수 있다. 건축설계 분야의 품질검토 업무와 금융기관의 전문 분석 업무 및 콘텐츠 창작과 교육 등 여러 산업의 업무혁신에 이러한 문제를 적용할 수 있다. 검증된 업무 수행 구조와 전문지식 및 기술을 조직적으로 활용하고 다른 구성원도 적절한 조건에서 해당 역량을 활용할 수 있도록 하는 것이 중요하다. Craftem Agent 와 Skill 및 Workflow Resource 는 이러한 개인의 성과를 조직의 공동 업무 수행 역량으로 확장하는 데 활용할 수 있다.

조직 성과에서 사업 성과로의 전환

조직의 업무 수행 능력과 생산성이 향상되었다고 하더라도 확보한 새로운 업무역량과 기술적 성과를 실제 사업과 고객의 가치 창출에 활용하지 못하면 경제적 가치로 전환되지 않을 수 있다. 예를 들어

건축설계사무소의 품질검토 업무시간이 감소하였더라도 확보한 업무시간을 실제 비용 절감과 추가 사업의 수행 또는 새로운 서비스의 개발에 활용하지 못하면 직접적인 경제적 가치의 실현이 제한될 수 있다. 따라서 조직적 성과의 향상을 실제 사업 전략과 자원의 활용 및 고객 가치 창출과 연결하는 경영 및 사업화 활동이 필요하다.

과학적 연구성과와 기술적 성과의 가치 실현 경로

과학적 연구와 기술혁신에서는 새로운 과학적 지식과 기술적 성과를 실제 제품 및 서비스와 산업현장의 적용 및 경제적·사회적 가치로 연결하는 과정이 필요하다. 보건의료의 새로운 진단 분자 표적과 제조산업의 새로운 소재 기술 및 기타 과학적 연구성과는 각각 실제 기술개발과 제품화 및 검증과 사업화에 필요한 후속 조건을 갖추어야 한다. 과학적 연구성과와 실제 기술적 성능과 상용 제품 및 서비스와 실제 가치의 실현 사이에서 발생하는 제약을 분석하고 필요한 연구개발과 실증 및 사업화 활동을 수행한다. 이러한 연구 및 기술성과의 가치 전환 제약을 기존 업무혁신에서 정립한 두 가지 성과 단절 지점의 공식적인 정의를 변경하는 것으로 설명하지 않는다. 각 혁신 영역에서 고유하게 존재할 수 있는 가치 실현 경로와 제약을 추가적으로 분석하는 방식으로 적용한다. 이러한 구조를 통해 산업별 AI 혁신의 성과를 개별적인 업무 및 기술적 성과에 한정하지 않고 새로운 경제적·사회적 가치의 실제 실현과 지속 가능성을 중심으로 평가할 수 있다.

15.17. 산업 간 AI 혁신 모델의 재사용 및 확산

수요 주도형 AI 혁신을 통해 확보한 전문지식과 기술 및 Human-AI Work 의 실행 구조는 특정 산업과 혁신 과제의 문제 해결에 활용될 뿐 아니라 새로운 미충족 수요의 해결과 후속 혁신 활동에 활용할 수 있는 자산으로 발전할 수 있다. 산업별 혁신 모델의 공통적인 요소를 식별하고 적절한 이용 조건과 검증 범위에 따라 재사용하는 것은 개별 혁신 과제에서 확보한 가치를 보다 넓은 산업적 혁신 역량으로 발전시키기 위한 중요한 활동이다. Craftem AI 혁신 OS 와 SyenaHub AI 혁신 생태계는 이러한 혁신 자산의 관리와 재사용 및 산업 간 협력과 가치 확산을 지원하는 기반으로 활용할 수 있다.

15.17.1. 산업별 혁신 모델의 공통 요소 및 특화 요소

서로 다른 산업의 미충족 수요와 전문적인 업무 및 기술적 요구사항은 서로 다를 수 있지만, 실제 문제를 해결하기 위해 활용하는 과학적 지식과 수리적 분석 및 AI 기술과 소프트웨어의 기능 및 업무 수행 구조에는 공통적인 요소가 존재할 수 있다. 이러한 공통 요소를 식별하고 재사용 가능한 Resource 로 구성함으로써 새로운 산업 및 혁신 과제에 필요한 개발과 검증의 효율성을 향상할 수 있는 가능성이 있다.

공통적인 문제 해결 및 혁신 방법

수요 주도형 AI 혁신의 미충족 수요 발굴 및 검증과 근본 원인 분석 및 해결 방안 설계, 연구개발 및 실증과 사업화 및 실제 가치 검증은 서로 다른 산업에서 공통적으로 적용할 수 있는 혁신 실행 방법이다. 산업마다 수요의 특성과 검증 방법 및 기술적 환경은 달라질 수 있으나 실제 문제의 정의와 해결 방안의 설계 및 증거 기반의 의사결정과 가치 창출이라는 기본적인 혁신 원리는 유지된다. Human-AI Work Redesign 도 특정 산업의 업무혁신에만 적용되는 방법론이 아니라 과학적 연구와 기술개발 및 제품과 서비스의 개발 및 사업화 등 다양한 전문적인 업무를 재설계하는 공통적인 실행 방법으로 활용할 수 있다.

공통적인 기술 및 Resource

전문문서의 탐색과 분석 및 정보의 구조화, 데이터의 품질 검토와 수리적 계산 및 통계 분석, 예측과 최적화 및 시뮬레이션, 연구 가설과 검증 결과의 관리 등의 기능은 다양한 산업에서 활용할 수 있다. 이러한 기능을 독립적인 Model, Data, Tool, Skill 및 Workflow Resource 로 관리하여 여러 혁신 과제의 실행에 활용할 수 있도록 구성한다. 예를 들어 건축설계 품질검토에 필요한 비정형 요구사항의 구조화 및 데이터의 검증 방법은 제조산업의 제품 설계 기준과 구조화된 제품 정보의 비교 및 검증 업무에도 활용할 가능성이 있다. 또한 제조공정과 유통산업의 재고 및 공급망에서 활용하는 수리적 최적화와 예측 방법은 다른 산업에서 발생하는 복합적인 자원 배분 및 운영 문제의 해결에도 활용할 수 있다.

산업별 특화 요소의 관리

공통적인 기술과 Resource 를 활용하더라도 산업별 전문적인 요구사항과 실제 데이터 및 기술 환경과 안전 및 관련 제도적 조건은 구분하여 관리해야 한다. 건축설계의 전문 기준과 보건의료의 과학적 및 임상적 검증 기준과 금융의 위험관리 및 고객 보호, 제조산업의 물리적 생산공정과 안전 제어 등은 해당 산업에 특화된 전문지식과 기술 및 책임 구조를 필요로 한다. 따라서 공통 Resource 와 산업 특화 Resource 및 고객별 Resource 의 관계를 명확하게 정의하고 실제 업무의 목적과 적용 환경에 적합한 조합을 구성한다.

15.17.2. 산업 간 기술 및 지식의 전이

산업 간 기술 및 지식의 전이는 특정 산업에서 개발하고 검증한 전문지식과 기술 및 업무 실행 구조를 다른 산업의 미충족 수요 해결에 활용하는 활동이다. 이러한 기술 및 지식의 전이는 검증된 기술을 다른 산업에 단순히 공급하는 활동이 아니라 새로운 산업의 실제 수요와 기술적 및 전문적인 요구사항을 분석하고 필요한 재설계와 검증을 수행하는 혁신 활동이다.

건설산업에서 제조산업으로의 기술 전이

건축설계 품질검토에 활용하는 비정형 전문문서와 구조화된 모델의 비교 및 검증 기술은 제조산업의 제품 설계와 기술 명세 및 제품정보의 적합성 검토에도 활용할 가능성이 있다. 두 산업에서는 각각 건축물과 제조

제품이라는 서로 다른 물리적 대상을 다루지만 요구사항과 설계 모델 및 기술 명세의 관계를 분석하고 불일치와 오류를 검증하는 업무의 공통적인 구조가 존재할 수 있다. 이러한 공통적인 업무 수행 방법과 기술을 재사용하되 제조산업의 실제 제품 데이터와 관련 기술 기준 및 전문적인 검토 도구와 검증 요구사항을 별도로 정의해야 한다.

제조산업과 유통산업 사이의 기술 전이

제조산업의 생산계획과 공정 및 자원의 활용을 최적화하는 수리적 방법과 유통산업의 수요 및 재고와 물류의 최적화에는 일부 공통적인 분석 및 최적화 구조가 존재할 수 있다. 수요와 생산능력 및 공급의 불확실성과 비용과 제약조건을 고려하는 모델은 각 산업에 적합한 문제 정식화와 데이터 및 목적함수의 정의를 통해 다른 운영 환경에서도 활용할 수 있다. 다만 제조공정의 물리적 안전과 생산 품질에 관한 요구사항과 유통산업의 고객서비스 및 재고와 공급망의 특수한 요구사항을 서로 구분하여 관리한다.

보건의료산업에서 다른 과학기술 연구개발 분야로의 지식 전이

보건의료의 연구개발 과정에서 활용하는 과학적 가설의 탐색 및 검증과 연구데이터의 관리, 수리적 모델링과 AI 기반 예측 및 연구결과의 추적성과 검증 업무는 다른 과학기술 연구개발 분야에도 적용할 가능성이 있다. 신소재와 환경 및 에너지 관련 기술의 연구개발과 새로운 산업 제품의 개발 등에서도 과학적 지식과 데이터 및 수리적 모델과 연구개발의 검증 증거를 통합적으로 관리할 필요가 있기 때문이다. 이러한 공통적인 연구개발 업무의 구조를 Human-AI Work 로 정의하고 전문 Resource 를 적절하게 구성하여 새로운 연구개발 과제에 활용할 수 있다.

콘텐츠산업에서 제품 및 서비스 혁신으로의 지식 전이

콘텐츠산업의 창작과 기획 및 다양한 창의적 대안의 탐색과 검토에 활용하는 인간과 AI 의 협업 구조는 다른 산업의 제품 및 서비스 기획과 새로운 해결 방안의 설계에 활용할 수 있다. 인간이 가치 창출의 목적과 창의적 방향을 정의하고 AI Agent 가 정보 탐색과 아이디어 및 설계 후보의 분석 및 결과의 검토를 지원하는 구조는 다양한 혁신 활동에 적용할 수 있다. 다만 실제 제품과 서비스의 기술적 실현 가능성 및 안전과 경제성 및 산업별 요구사항은 해당 분야의 전문적인 검증을 통해 확인해야 한다.

산업별 혁신 자산의 교육 및 인재 성장 활용

다양한 산업에서 검증한 Human-AI Work 와 전문 Agent 및 Resource 는 산업 전문역량 교육과 실무 프로젝트 및 전문적인 재교육과 인재 성장에 활용할 수 있다. 학생과 기존 전문인력이 실제 산업현장에서 검증된 업무 수행 방법과 전문지식을 학습하고 새로운 문제 해결 활동에 활용할 수 있도록 구성한다. 이러한 적용 과정에서는 고객의 기밀정보와 전문기술 및 연구데이터의 이용 권리를 보호하고 교육 및 실습에 적합한 별도의 데이터와 실행 환경 및 검증 조건을 확보해야 한다.

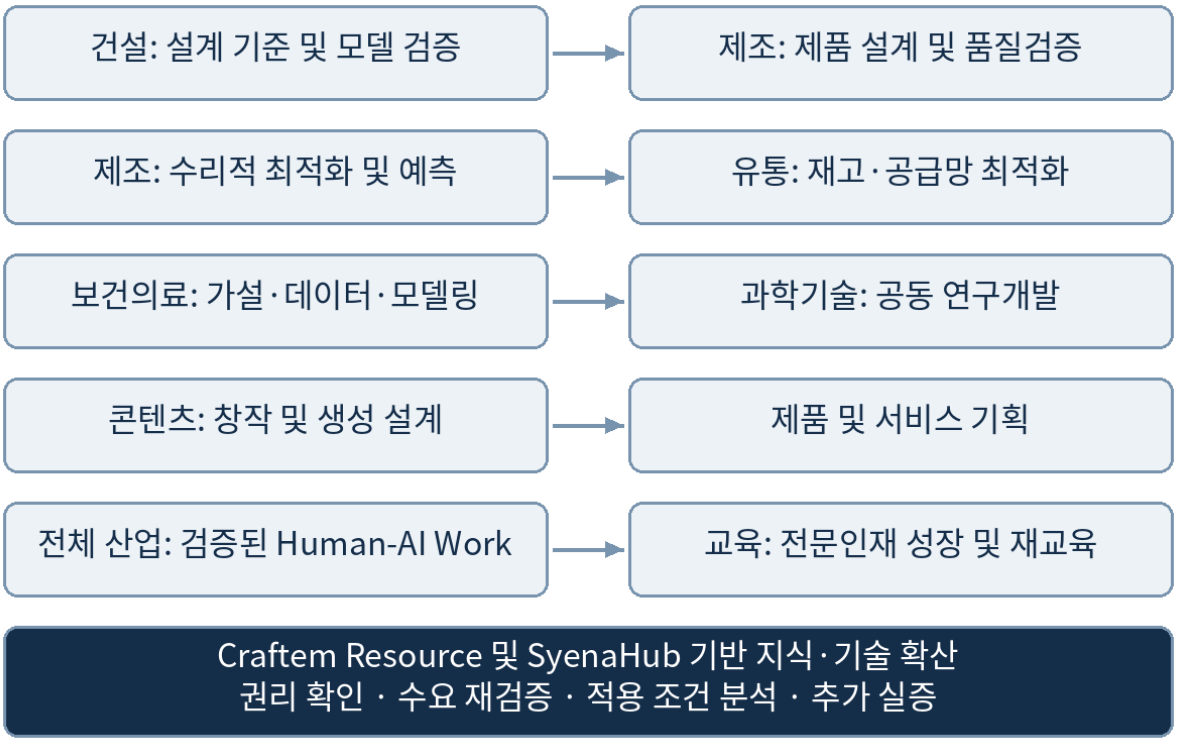


도표 15-12. 산업 간 AI 혁신 자산의 재사용 및 가치 확산 구조

산업 간 기술 및 지식의 전이 가능성을 설명하는 개념도이며 실제 전이 및 성능이 검증되었음을 의미하지 않는다.

이러한 산업 간 기술 및 지식의 전이를 통해 개별 산업에서 확보한 혁신 성과가 다른 산업의 새로운 미충족 수요 해결에 기여할 가능성을 탐색할 수 있다. 다만 실제 새로운 적용 환경에서 확보해야 하는 성과와 검증 기준은 해당 산업의 특성과 전문적인 요구사항에 따라 정의한다.

15.17.3. 활용 사례에서 반복 가능한 산업 솔루션으로의 발전

특정 기업과 조직의 미충족 수요를 해결하기 위해 개발한 혁신 모델은 초기에는 해당 고객의 실제 업무 및 데이터와 기술적 환경에 특화된 형태로 구현될 수 있다. 그러나 유사한 문제와 미충족 수요를 가진 다른 고객에서도 해당 혁신 모델의 일부 또는 전체를 활용할 수 있다면 반복적으로 공급 가능한 산업 특화 솔루션으로 발전시킬 수 있다.

공통 수요 및 요구사항의 검증

개별 고객에게 적용한 혁신 모델을 다른 고객에게 공급하기 이전에 유사한 미충족 수요가 실제 산업현장에 존재하는지를 검증해야 한다. 동일한 산업에 속한 기업이라도 조직의 규모와 업무 및 고객과 기술 환경 및 경제적 조건에 따라 미충족 수요의 특성과 중요성이 달라질 수 있다. 따라서 기존 고객에서 확보한 혁신 성과를 근거로 다른 모든 고객에서 동일한 수요와 가치 창출 가능성이 존재한다고 가정하지 않는다. 다양한

고객의 실제 문제와 요구사항을 조사하고 기존 혁신 모델의 공통적인 해결 원리와 기능 및 적용 가능성을 검토한다.

공통 기술 및 실행 구조의 제품화

기존 혁신 모델을 구성하는 핵심 기술과 전문지식 및 Human-Agent Workflow 에서 여러 고객에게 공통적으로 적용할 수 있는 기능과 고객별로 추가적인 구현이 필요한 기능을 구분한다. 검증된 공통 기술과 전문지식 및 실행 구조를 Craftem Agent 와 Agent Template 및 Resource 로 구성하여 반복적으로 개발하고 공급하는 데 필요한 자원과 비용을 줄일 수 있도록 한다. 고객별 업무 환경에 필요한 데이터 연결과 전문적인 업무 기준 및 역할과 승인 구조와 기술적 기능을 적절하게 설정하거나 추가적으로 개발할 수 있도록 제품의 구성과 실행 구조를 설계한다.

반복 공급 및 운영 체계의 확보

산업 특화 솔루션을 지속적으로 공급하기 위해서는 기술적 기능의 공통화뿐 아니라 실제 고객별 구축과 검증 및 운영과 기술지원에 필요한 구조를 확보해야 한다. 기존 Agent 및 Resource 의 버전과 검증된 적용 범위 및 고객별 구성의 변경과 유지관리 방법, 실제 실행 비용과 공급 및 운영의 책임 구조를 관리한다. 또한 고객별 도입의 비용과 기간 및 실제 고객이 확보할 수 있는 가치와 가격과 수익 구조 및 지속적인 서비스 공급의 경제성을 검증한다.

혁신 자산의 권리 및 재사용 관리

기존 고객의 업무혁신을 통해 개발한 전문 Agent 와 Resource 에는 해당 고객의 전문지식과 기밀정보 및 계약상 이용 조건이 포함될 수 있다. 따라서 반복 공급 가능한 산업 특화 솔루션의 개발을 추진하기 이전에 고객별 데이터와 기술 및 지식재산권과 재사용 및 공급 권리를 확인해야 한다. 기술적으로 동일하거나 유사한 기능을 재사용할 수 있다는 사실이 해당 기능을 다른 고객에게 공급할 수 있는 권리를 자동으로 보장하는 것은 아니다. 관련 권리와 계약 및 보안 조건을 확인하고 필요한 경우 공통적인 기능과 고객의 독립적인 자산을 구분하여 개발한다. 이러한 구조를 통해 실제로 검증한 혁신 모델을 다양한 수요기업의 미충족 수요 해결과 지속적인 사업 및 사회적 가치 창출을 지원하는 반복 가능한 산업 솔루션으로 발전시킬 수 있다.

15.18. 새로운 산업별 AI 혁신 활용 사례의 지속적 발굴

본 장에서 제시한 일곱 가지 산업의 열네 가지 활용 사례는 수요 주도형 AI 혁신 방법론의 다양한 적용 가능성을 설명하기 위해 선정한 초기 사례이다. 이러한 사례는 크림슨앰버와 Craftem 및 SyenaHub 의 AI 혁신 활동을 특정 산업과 한정된 기술 및 활용 범위에 제한하기 위한 것이 아니다. AI 기술과 과학적 지식 및 산업현장의 업무와 기술 환경과 수요자의 요구사항은 지속적으로 변화할 수 있으며, 이에 따라 새로운

미충족 수요와 혁신의 가능성이 발생할 수 있다. 따라서 산업별 AI 혁신 활용 사례를 지속적으로 발굴하고 검증하며 실제 연구개발과 실증 및 상용 운영과 가치 창출의 경험을 기반으로 발전시키는 체계를 확보할 필요가 있다.

산업현장의 미충족 수요 기반 활용 사례 발굴

새로운 AI 혁신 활용 사례는 실제 산업현장의 문제와 수요자의 요구사항 및 기존 해결 방안의 한계를 분석하는 활동에서 출발한다. 산업현장의 실무자와 수요기업 및 연구기관과 과학자와 수리과학자 및 기술기업, 교육·컨설팅 전문가와 사업화 전문가는 자신의 전문적인 업무 및 연구개발과 산업현장의 경험을 기반으로 새로운 미충족 수요를 발굴할 수 있다. Crafter 는 Craftem 을 활용하여 실제 Human-AI Work 를 설계하고 실행하며 업무 수행 과정에서 새로운 문제와 기술적 제약 및 개선 가능성을 발견할 수 있다. SyenaHub 의 참여자와 파트너는 이러한 산업현장의 미충족 수요와 과학적 지식 및 기술의 발전과 공동 혁신의 경험을 기반으로 새로운 활용 사례의 발굴과 검증에 참여할 수 있다. 또한 실제 운영 사례와 공동 연구개발에서 확보한 검증 증거 및 실패 경험과 기존 혁신 모델의 한계는 후속 미충족 수요와 새로운 혁신 과제를 발굴하는 중요한 근거가 될 수 있다. 새로운 AI 기술의 발전을 통해 기존에는 해결하기 어려웠던 문제의 해결 가능성이 확대될 수도 있다. 그러나 이러한 기술적 가능성은 실제 산업현장의 수요와 검증된 문제의 해결 필요성 및 적절한 혁신 모델과 연결하여 검토하도록 한다.

활용 사례의 우선순위 및 실행 가능성 평가

발굴한 모든 활용 사례를 실제 연구개발 및 기술사업화 과제로 추진할 필요는 없다. 미충족 수요의 실재성과 중요성 및 기존 해결 방안의 한계와 문제 해결의 잠재적 가치를 검증하고 실제 혁신 과제의 추진 필요성을 판단해야 한다. 또한 필요한 과학적 연구와 기술개발 및 전문역량과 데이터 및 실증 환경의 확보 가능성, 기술적 불확실성과 투자 및 위험 수준, 사업화 및 경제적·사회적 가치의 실현 가능성 등을 검토한다. 활용 사례의 평가에는 제 5~11 장의 단계별 혁신 평가 기준과 제 14 장의 혁신 포트폴리오 및 투자 우선순위 관리 원칙을 적용할 수 있다.

초기 단계에서 검증 증거가 부족한 활용 사례는 필요한 수요 검증과 기술적 가능성의 탐색을 위한 제한된 범위의 활동부터 추진할 수 있다. 새로운 과학적 연구와 핵심 기술개발이 필요한 과제는 해당 연구개발의 특성과 불확실성 및 장기적인 가치 창출 가능성을 고려하여 적절한 단계적 투자와 검증 구조를 구성한다. 기존의 검증된 기술과 전문지식 및 Human-AI Work Redesign 을 통해 해결할 수 있는 문제는 실제 수요기업의 요구사항과 적용 환경에 적합한 구현과 실증을 중심으로 추진할 수 있다. 이러한 구분을 통해 활용 사례의 선정 및 실행에 필요한 자원을 효과적으로 활용하고 실제 새로운 가치 창출에 기여할 수 있는 혁신 활동을 추진하도록 한다.

활용 사례 및 운영 사례의 지속적 관리

산업별 AI 혁신 활용 사례의 지속적인 발굴과 발전을 위해서는 각 사례의 미충족 수요와 연구개발 및 검증 상태와 실제 운영 및 가치 창출에 관한 정보를 체계적으로 관리해야 한다. 이를 위해 활용 사례의 식별자와 산업 및 주요 혁신 영역, 미충족 수요와 검증 상태, 근본 원인 및 해결 방안과 필요한 전문역량 및 기술과 실제 연구개발 및 실증 결과를 관리할 수 있는 사례 카탈로그의 구성을 검토할 수 있다. 활용 사례의 새로운 버전이나 연구개발 및 검증 결과가 확보되면 기존에 설정한 문제와 가정 및 혁신 모델과 성과 목표가 어떻게 변경되었는지를 기록할 수 있도록 한다.

실제 산업현장의 운영 사례로 발전한 경우에는 다음과 같은 정보를 확인하고 관리할 필요가 있다.

• 실제 수요기업 및 적용 환경과 혁신 목표

• 개발하고 검증한 혁신 모델과 전문 Agent 및 Resource

• 기술적 검증 및 현장 실증과 실제 상용 운영의 결과

• 기존 업무 및 기술적 성과와 실제 개선 결과

• 경제적·사회적 가치의 검증과 관련 근거

• 실제 적용 과정에서 발생한 제약과 위험 및 개선 요구사항

• 관련 데이터와 지식재산권 및 정보의 이용과 공개 조건

활용 사례의 공개 및 공유 과정에서는 실제 검증한 성과와 기대 성과를 명확하게 구분하고 객관적인 근거가 확보되지 않은 결과를 확정적인 성공 사례로 제시하지 않는다. 또한 공동 연구개발 참여기관과 고객의 기밀정보 및 개인정보와 연구성과 및 지식재산권을 보호하며 관련 공개 및 이용 권리를 확인한다.
실패하거나 보류한 혁신 과제에서도 새로운 과학적 지식과 검증 결과 및 기술적 제약과 실행 경험을 확보할 수 있다. 이러한 결과는 후속 혁신 활동에서 동일한 시행착오를 반복하지 않고 새로운 해결 방안을 설계하는 데 활용할 수 있다.

백서의 지속적인 발전 및 개방형 활용

크림슨앰버 AI 혁신 방법론 백서는 현재 제시하는 방법론과 산업별 활용 사례에 한정된 고정적인 문서가 아니라 실제 산업현장의 새로운 미충족 수요와 연구개발 및 운영 사례를 기반으로 지속적으로 발전할 수 있는 방법론적 자료이다. 산업현장의 새로운 혁신 사례와 과학적 지식 및 기술의 발전과 Human-AI Work 의 실행 및 가치 검증 결과를 축적하여 기존 방법론과 사례를 지속적으로 보완할 수 있다. 이를 통해 개인과 조직이 AI 혁신을 실제로 추진하는 과정에서 해당 방법론과 산업별 적용 모델을 활용하고 필요한 전문적인 검토와 연구개발 및 실증 활동을 수행할 수 있도록 지원한다.

또한 대학과 연구기관 및 AI 기술기업과 전문 소프트웨어 및 솔루션 개발기업, 교육·컨설팅 전문가 등이 새로운 활용 사례와 연구개발 및 산업 적용의 가능성을 탐색하고 공동 혁신을 추진하는 데 활용할 수 있는 자료로 발전시키고자 한다. 백서는 무료로 공개하고 자유로운 활용을 지원하는 방향을 유지하되, 백서의 공개와 개별 공동 연구개발 성과 및 소프트웨어와 고객 데이터 및 제 3 자의 지식재산권에 관한 이용 권리는 구분한다. Craftem AI 혁신 OS 를 통해 검증된 Human-AI Work 와 전문 Agent 및 Resource 와 혁신 데이터의 활용 가능성을 확대하고, SyenaHub AI 혁신 생태계를 통해 다양한 전문성과 공동 연구개발 및 기술사업화의 협력 구조를 지속적으로 발전시킬 수 있다.

이러한 사례의 축적과 확산은 단순히 AI 활용 사례의 수를 증가시키기 위한 활동이 아니다. 실제 미충족 수요의 해결과 인간의 전문성과 창의적 역량의 강화 및 새로운 과학적 지식과 기술 및 제품과 서비스와 비즈니스 모델의 혁신을 지원하고, 검증된 성과를 지속적인 경제적·사회적 가치로 확장하기 위한 활동이다.

제 16 장에서는 수요 주도형 AI 혁신 방법론과 Craftem AI 혁신 OS 및 SyenaHub AI 혁신 생태계와 산업별 적용 모델을 개인과 조직 및 산업현장에 도입하고 지속적으로 확산하기 위한 전략과 실행 구조를 설명한다.

관련 참고자료(장별 기존 목록 기준): [46, 47, 68, 73]. 직접 인용 외 배경·추가 참고자료를 포함한다.

자체 방법론·제품·공동 혁신 체계는 제 3·4·12~14 장, 산업별 기획 내용은 본 장과 부록 L 을 참조한다.

제 16 장. AI 혁신 도입 및 확산 전략

AI Innovation Adoption and Scaling Strategy

수요 주도형 AI 혁신은 개인과 조직 및 산업현장의 미충족 수요를 발굴하고 검증하며, 그 근본 원인을 분석하여 AI 기반의 창의적 해결 방안을 설계하고 실현함으로써 새로운 경제적·사회적 가치를 창출하는 혁신 체계이다.

제 1 장부터 제 11 장까지는 이러한 AI 혁신의 기본 개념과 일곱 단계의 실행 방법론을 정립하였다. 제 12 장부터 제 14 장까지는 실제 혁신 활동을 지원하는 Craftem AI 혁신 OS 와 SyenaHub AI 혁신 생태계 및 프로젝트 관리와 거버넌스 체계를 설명하였다. 제 15 장에서는 이러한 혁신 체계를 산업현장에 적용하기 위한 일곱 가지 산업의 열네 개 활용 사례와 세 가지 대표적인 심층 적용 모델을 제시하였다.

그러나 혁신 방법론과 기술적 실행 플랫폼 및 협력 생태계가 확보되었다는 사실만으로 개인과 조직의 AI 혁신이 자연스럽게 실현되는 것은 아니다. 조직이 실제 AI 혁신을 추진하기 위해서는 경영진과 구성원이 혁신의 목적과 필요성을 이해하고, 조직의 현재 전문역량과 업무 및 기술 환경을 분석하며, 적절한 미충족 수요를 발굴하고 검증하여 실제 혁신 과제를 실행할 수 있는 조건을 확보해야 한다.

특히 개별적인 AI 활용과 기술적 개념 검증에서 확보한 성과가 실제 산업현장의 지속적인 운영과 조직의 성과 및 새로운 경제적·사회적 가치로 연결될 수 있는 실행 체계가 필요하다.

AI 혁신의 도입은 특정 AI 모델과 도구 및 소프트웨어의 도입에 한정되지 않는다. 인간의 전문성과 창의적 역량을 AI 로 확장하고 실제 산업현장의 문제를 해결하며 새로운 가치 창출을 실현할 수 있는 조직의 역량을 확보하는 과정이다.

또한 AI 혁신의 확산은 AI 기술의 사용자 수와 이용량을 확대하는 것에 한정되지 않는다. 개별 혁신 활동에서 검증한 전문지식과 기술 및 Human-AI Work 와 혁신 자산을 다른 개인과 조직 및 산업현장에서 활용하고 새로운 가치를 지속적으로 창출하는 과정이다.

본 장에서는 이러한 AI 혁신의 도입 및 확산을 실현하기 위한 조직의 준비도 진단과 도입 로드맵, 경영 전략과 혁신 교육 및 초기 혁신 과제의 선정, AI 혁신 PMO 의 운영과 Craftem 의 도입 및 구축, 실제 상용 운영으로의 전환과 조직 변화관리 및 가치 실현 전략을 설명한다.

또한 개별 혁신 성과를 조직 전체의 역량으로 발전시키고 산업 내외부로 확산하기 위한 전략과 SyenaHub 기반의 개방형 공동 혁신 및 조직의 지속적인 혁신 성숙도 향상에 관한 실행 체계를 제시한다.

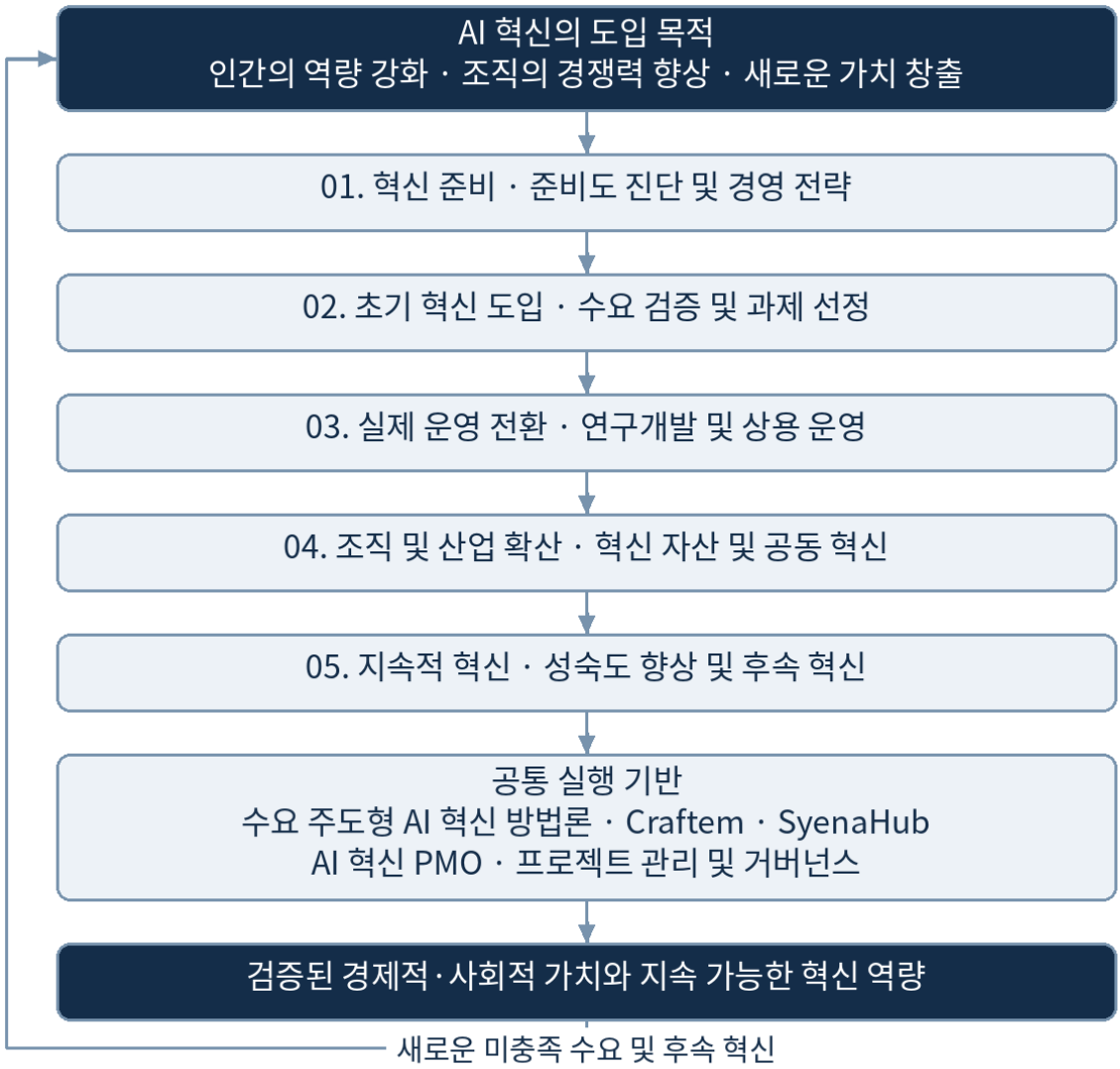


도표 16-1. 수요 주도형 AI 혁신의 도입 및 확산 통합 체계

본 장에서 제시하는 AI 혁신 준비도와 도입 로드맵 및 혁신 성숙도 모델은 수요 주도형 AI 혁신 방법론을 조직 차원에서 실현하기 위해 구체화한 방법론적 설계안이다. 이는 기존의 일곱 단계 혁신 실행 방법론과 Stage-Gate 체계를 대체하지 않으며, 실제 산업현장에서의 적용과 검증을 통해 지속적으로 보완할 수 있는 전략적 실행 구조이다.

16.1. AI 혁신 도입 및 확산의 정의와 목적

16.1.1. AI 혁신 도입의 정의

AI 혁신 도입(AI Innovation Adoption)이란 개인과 조직이 검증된 미충족 수요를 해결하고 새로운 경제적·사회적 가치를 창출하기 위해 수요 주도형 AI 혁신 방법론을 적용하고, 필요한 전문역량과 AI 기술 및 실행 플랫폼과 협력 및 운영 체계를 확보하여 실제 혁신 활동을 실현하는 과정이다.

AI 혁신 도입은 기존의 AI 기술 도입과 구분할 필요가 있다. AI 기술 도입은 특정 AI 모델이나 도구 및 소프트웨어와 전문 Agent 를 개인이나 조직의 업무에 활용할 수 있도록 확보하고 적용하는 활동이다. 이러한 기술 도입은 AI 혁신을 실현하기 위한 중요한 수단이 될 수 있다. 그러나 AI 기술의 도입 자체가 실제 혁신의 실현을 의미하지는 않는다.

예를 들어 기업이 생성형 AI 서비스를 도입하고 구성원에게 해당 서비스의 사용 권한을 제공하거나 AI 활용 교육을 실시하는 것은 기술 도입 활동에 해당한다. 구성원이 해당 기술을 활용하여 자신의 업무 수행 능력을 향상할 수 있지만, 실제 조직의 미충족 수요가 해결되었는지와 업무의 품질 및 생산성이 향상되었는지, 이러한 성과가 조직의 경쟁력과 새로운 사업 가치로 연결되었는지는 별도로 검증해야 한다.

수요 주도형 AI 혁신의 도입에서는 먼저 개인과 조직 및 산업현장의 실제 문제를 정의하고 미충족 수요의 실재성과 중요성을 검증한다. 이후 해당 문제의 근본 원인과 구조적 제약을 분석하고 필요한 혁신의 영역과 목표 및 해결 방안을 정의한다. 해결 방안의 실현에 필요한 전문성과 기술 및 Human-AI Work 를 구성하고 필요한 연구개발 및 실증과 실제 상용 운영을 추진한다.

이러한 과정에서 Craftem AI 혁신 OS 는 사람과 AI Agent 의 업무 수행 및 다양한 Resource 의 활용을 지원하는 실행 기반으로 활용할 수 있으며, SyenaHub 는 외부 전문성과 공동 연구개발 및 기술사업화 역량을 확보하기 위한 협력 기반으로 활용할 수 있다.

따라서 AI 혁신 도입의 범위에는 다음과 같은 활동이 포함된다.

첫째, 개인과 조직의 AI 혁신 목적과 실제 미충족 수요 및 기대 가치를 정의한다.

둘째, 필요한 전문역량과 기술 및 데이터와 실행 자원 및 조직적 준비 상태를 분석한다.

셋째, 적절한 초기 혁신 과제를 선정하고 실제 문제를 해결하기 위한 혁신 모델을 설계한다.

넷째, 혁신 모델의 구현에 필요한 연구개발과 Human-AI Work Redesign 및 실증을 수행한다.

다섯째, 검증한 혁신 모델을 실제 업무와 산업현장에 적용하고 지속적인 운영 체계를 확보한다.

여섯째, 실제 혁신 성과와 경제적·사회적 가치를 검증하고 후속 혁신과 확산의 방향을 결정한다.

이러한 도입 활동의 범위와 기간 및 필요한 자원은 혁신 과제의 특성과 개인 및 조직의 준비 수준에 따라 달라질 수 있다.

16.1.2. AI 혁신 확산의 정의

AI 혁신 확산(AI Innovation Scaling)이란 검증된 AI 혁신 모델과 성과 및 전문지식과 기술 및 혁신 자산을 다른 개인과 조직 및 산업현장에 적용하고 지속적으로 개선함으로써 새로운 경제적·사회적 가치와 혁신 역량을 확대하는 과정이다.

AI 혁신 확산은 특정 AI 모델과 소프트웨어를 더 많은 구성원에게 제공하거나 조직 내 AI 사용량을 확대하는 활동과 구분한다. 기술의 보급 및 이용 확대는 혁신 확산을 지원하는 수단이다. 그러나 혁신 확산의 성과는 검증된 혁신 모델이 실제로 다른 업무와 조직 및 산업현장의 미충족 수요를 해결하고 새로운 가치를 창출하는지를 기준으로 평가해야 한다.

개별 구성원이 확보한 AI 활용 방법과 업무 성과는 다른 구성원이 활용할 수 있는 전문지식과 업무 수행 방법 및 검증된 Resource 로 발전할 수 있다. 특정 부서에서 검증한 Human-AI Work 는 유사한 업무를 수행하는 다른 부서와 조직 단위에 적용할 수 있으며, 관련 업무와 상위 운영 구조 및 경영 의사결정과 연결하여 조직의 전체적인 경쟁력으로 발전시킬 수도 있다.

또한 특정 수요기업의 미충족 수요를 해결하기 위해 개발한 기술과 혁신 모델은 다른 수요기업과 산업의 실제 요구사항에 적합하게 재설계하고 검증하여 반복적인 공급과 기술사업화의 대상으로 발전시킬 수 있다.

이러한 AI 혁신 확산은 조직 내부의 확산과 조직 외부의 확산 및 산업 간 확산을 포함한다. 조직 내부의 확산은 개별 구성원과 프로젝트에서 확보한 성과를 조직 전체의 전문역량과 업무 및 운영 성과로 발전시키는 활동이다. 조직 외부의 확산은 검증된 혁신 모델과 기술을 다른 수요기업 및 협력기관과 고객에게 적용하고 새로운 사업 및 사회적 가치를 실현하는 활동이다. 산업 간 확산은 특정 산업에서 확보한 전문지식과 기술 및 업무 실행 구조를 다른 산업의 미충족 수요를 해결하는 데 활용하는 활동이다.

다만 특정 업무와 고객 및 산업에서 검증한 혁신 모델이 다른 모든 적용 환경에서 동일한 성과와 가치를 제공하는 것은 아니다. 새로운 적용 환경의 미충족 수요와 데이터 및 기술적 조건과 전문적인 요구사항 및 안전과 보안 및 경제성을 검토하고 필요한 추가 개발과 실증을 수행해야 한다. 따라서 AI 혁신 확산은 단순한 기술 복제의 과정이 아니라 검증된 혁신 자산을 기반으로 새로운 적용 환경에 적합한 혁신을 반복적으로 실현하는 과정이다.

16.1.3. AI 혁신 도입 및 확산의 궁극적인 목적

AI 혁신 도입 및 확산의 궁극적인 목적은 인간의 전문성과 창의적 역량을 강화하고 개인과 조직 및 산업현장의 지속 가능한 가치 창출 역량을 확보하는 데 있다.

조직이 특정 혁신 프로젝트를 성공적으로 수행하였더라도 해당 성과가 특정 개인의 전문성과 개별 기술 및 제한된 업무 환경에만 의존하는 경우 지속적인 혁신 역량을 확보하기 어려울 수 있다. 따라서 개별 혁신 프로젝트에서 확보한 전문지식과 기술 및 업무 실행 구조와 실제 가치 검증의 경험을 조직의 공동 자산과 전문역량으로 발전시켜야 한다. 또한 이러한 조직의 전문역량과 혁신 성과를 실제 경영 및 사업 전략과 연결하여 새로운 고객 가치와 경제적 성과 및 사회적 가치로 확장해야 한다.

구분	AI 기술 도입	AI 혁신 도입
출발점	기술의 기능 및 활용 가능성	검증된 미충족 수요
도입 대상	AI 모델·도구·소프트웨어	혁신 모델 및 실행 체계
주요 활동	구매·설치·교육·사용	수요 검증·연구개발·업무 재설계·실증
주요 성과	사용자 수·AI 활용량	실제 수요 충족·경제적·사회적 가치
확산 방식	기술 및 사용자의 확대	검증된 혁신 모델과 가치의 확대
궁극적 목적	AI 기술의 활용	지속 가능한 혁신 역량 및 가치 창출

도표 16-2. AI 기술 도입과 수요 주도형 AI 혁신 도입의 비교

위의 구분은 AI 기술 도입의 중요성을 부정하기 위한 것이 아니다. AI 기술 도입은 수요 주도형 AI 혁신을 실현하기 위한 중요한 구성 요소이며, 실제 문제 해결과 새로운 가치 창출이라는 목적과 연결될 때 그 전략적 의미가 더욱 명확해진다. AI 혁신의 도입 및 확산에서는 인간의 역량 강화와 조직의 혁신 역량 및 새로운 경제적·사회적 가치 창출을 중심으로 기술과 전문성 및 실행 체계의 발전 방향을 결정한다.

16.2. AI 혁신 도입 및 확산의 구조적 문제

AI 기술의 발전과 다양한 AI 모델 및 도구의 공급은 개인과 조직이 기존 업무의 수행 방식을 개선하고 새로운 혁신 가능성을 탐색할 수 있는 환경을 제공한다. 그러나 기술의 도입 가능성과 실제 혁신을 실현할 수 있는 조직의 역량은 서로 다른 개념이다. 조직이 AI 기술을 확보한 이후에도 실제 산업현장의 미충족 수요를 해결하고 새로운 경제적·사회적 가치를 창출하는 과정에서는 다양한 구조적 문제가 발생할 수 있다. 이러한 문제는 AI 모델의 기능과 성능만을 개선하거나 새로운 기술을 추가로 도입하는 방식으로 충분히 해결되지 않을 수 있다.

기술 중심의 도입 문제

조직이 AI 혁신을 추진할 때 발생할 수 있는 첫 번째 구조적 문제는 실제 미충족 수요와 혁신 목적보다 AI 기술 자체를 중심으로 도입 전략을 수립하는 것이다. 새로운 AI 모델과 Agent 및 소프트웨어가 공급되면 조직은 해당 기술을 활용하여 어떠한 업무를 수행할 수 있는지 탐색할 수 있다. 이러한 탐색 활동은 새로운 기술의 가능성을 이해하고 기존에는 해결하기 어려웠던 문제의 해결 방안을 발견하는 데 기여할 수 있다.

그러나 기술의 활용 가능성을 실제 혁신 필요성과 동일하게 판단하는 경우 조직이 해결해야 하는 핵심적인 문제와 관계가 부족한 기술 도입 활동이 추진될 수 있다. 예를 들어 문서 작성과 정보 탐색 및 보고서 생성에 AI 를 활용하는 것이 기술적으로 가능하더라도 해당 업무의 개선이 실제 조직의 중요한 미충족 수요를 해결하거나 경제적 가치를 창출하는 데 충분히 기여하는지는 별도로 검토해야 한다.

기술 중심의 도입 문제를 해결하기 위해서는 기술의 활용 가능성을 탐색하는 활동과 실제 혁신 과제를 선정하는 활동을 구분해야 한다. 새로운 기술의 가능성을 이해하되 실제 도입과 투자에 관한 판단은 검증된 미충족 수요와 혁신 목표 및 새로운 가치 창출 가능성을 중심으로 수행한다.

경영 전략과 AI 혁신 활동의 단절

AI 혁신은 개별 구성원이나 부서에서 자발적으로 시작될 수 있다. 실제 업무를 수행하는 구성원은 기존 업무의 문제와 기술적 제약을 가장 구체적으로 경험하고 있으며 새로운 AI 활용 방법과 혁신 가능성을 발견할 수 있다. 그러나 이러한 개별적인 혁신 활동이 조직의 경영 목표와 사업 전략 및 투자와 자원 배분의 구조에 연결되지 않는 경우 지속적인 조직의 혁신 역량으로 발전하기 어려울 수 있다.

특히 개별 부서의 업무 성과를 향상하는 활동과 조직 전체의 경쟁력 및 새로운 사업 성과를 창출하는 활동 사이에는 추가적인 전략적 의사결정이 필요할 수 있다. AI 를 활용하여 확보한 업무시간과 전문역량을 실제로 어떠한 사업 활동과 조직의 개선에 활용할 것인지를 결정해야 하기 때문이다.

따라서 경영진은 AI 혁신을 기술 부서의 개별적인 업무로만 관리하지 않고 조직의 경영 및 사업 목표와 연결된 혁신 포트폴리오로 관리할 필요가 있다. 실제 미충족 수요와 조직의 전략적 중요성 및 예상되는 가치 창출 가능성을 기반으로 초기 혁신 과제와 장기적인 연구개발 과제를 선정하고 필요한 전문성과 자원을 확보한다.

AI 혁신 전문역량의 부족

AI 기술의 활용 능력과 실제 AI 혁신을 설계하고 실현할 수 있는 능력은 구분할 필요가 있다. AI 모델이나 도구에 적절한 질문을 제공하고 필요한 정보를 생성하거나 분석하는 능력은 AI 활용 역량의 중요한 부분이다. 그러나 실제 산업현장의 문제를 해결하기 위해서는 해당 산업의 전문지식과 문제 정의 및 근본 원인 분석 능력, 과학적·수리적 사고와 창의적 해결 방안의 설계 및 Human-AI Work 의 실행과 검증 역량이 필요할 수 있다.

조직의 구성원이 AI 도구의 활용 방법을 학습하였더라도 실제 업무의 미충족 수요를 정의하거나 새로운 업무 수행 구조를 설계하고 검증할 수 있는 능력을 확보하지 못한 경우 AI 활용의 성과는 제한될 수 있다. 또한 새로운 과학적 지식이나 핵심 기술의 개발이 필요한 혁신 과제에서는 조직 내부의 AI 활용 능력만으로 필요한 연구개발 역량을 확보하기 어려울 수 있다.

이러한 전문역량의 부족을 해결하기 위해서는 조직의 내부 전문성을 강화하는 교육 및 실무 프로젝트와 외부 전문역량을 활용하는 개방형 협력 구조를 함께 고려해야 한다.

PoC 와 실제 운영 사이의 단절

PoC(Proof of Concept)는 제안한 해결 원리나 기술적 개념의 실현 가능성을 검토하는 중요한 연구개발 활동이다. 제한된 데이터와 업무 환경에서 특정 AI 기술의 기능을 구현하고 실행 가능성을 확인할 수 있다. 그러나 이러한 PoC 의 성공이 실제 산업현장의 운영에 필요한 모든 조건의 확보를 의미하는 것은 아니다.

실제 운영 환경에서는 데이터의 품질과 접근 권한 및 기존 업무 시스템의 통합과 사용자별 업무 수행 조건, 전문적인 검토와 승인 및 책임 구조, 예외 상황과 기술적 오류의 처리 및 실제 운영 비용과 유지관리 등이 추가적으로 요구된다. 따라서 기술적으로 성공한 PoC 가 실제 업무 및 조직의 운영 체계와 연결되지 않는 경우 지속적인 상용 운영 및 가치 창출로 발전하지 못할 수 있다.

이러한 단절을 해결하기 위해서는 PoC 의 기획 단계부터 실제 상용 운영의 목적과 요구사항을 고려하고 기술적 가능성과 현장 적합성 및 운영 준비 수준을 구분하여 검증해야 한다.

개인 성과와 조직 성과 사이의 단절

개별 구성원이 AI Agent 를 활용하여 자신의 업무 수행시간을 줄이거나 업무 결과의 품질을 향상할 수 있다. 그러나 이러한 업무 수행 방법과 전문지식이 해당 개인에게만 의존하는 경우 다른 구성원이 동일하거나 유사한 업무에서 해당 성과를 활용하기 어려울 수 있다.

또한 개인이 AI 를 활용하여 생성한 결과가 조직의 표준적인 업무 수행 구조와 검토 및 책임 체계에 반영되지 않는 경우 조직 전체의 업무 품질과 생산성의 향상으로 이어지지 않을 수 있다. 이는 제 2 장과 제 11 장에서 정립한 성과 가치사슬의 첫 번째 성과 단절 지점에 해당한다.

이러한 문제를 해결하기 위해서는 개인의 전문지식과 검증된 AI 활용 방법을 Human-AI Work 로 재설계하고 조직의 구성원이 적절한 조건에서 활용할 수 있는 전문 Agent 와 Skill 및 Workflow Resource 등으로 발전시켜야 한다. 또한 조직의 실제 업무 환경에서 새로운 업무 수행 방법을 검증하고 필요한 교육과 운영 및 전문적인 책임 구조를 확보해야 한다.

조직 성과와 사업 성과 사이의 단절

조직의 업무 수행시간과 비용 및 품질이 개선되었다고 해서 이러한 성과가 반드시 실제 경제적 가치로 전환되는 것은 아니다. 예를 들어 조직의 업무 생산성이 향상되어 기존보다 적은 시간으로 동일한 업무를 수행할 수 있게 되더라도 확보한 업무시간을 다른 가치 창출 활동에 활용하지 못하는 경우 실제 사업 성과의 향상은 제한될 수 있다.

업무 생산성의 향상으로 확보한 자원을 실제 비용 절감과 추가 사업의 수행 및 새로운 제품과 서비스의 개발로 연결하기 위해서는 경영진과 사업 책임자의 전략적 의사결정이 필요하다. 이는 성과 가치사슬의 두 번째 성과 단절 지점에 해당한다. 조직의 업무혁신에서 확보한 실제 성과와 사업 가치의 연결을 강화하기 위해서는 혁신 프로젝트의 초기 단계부터 경제적·사회적 가치의 실현 경로와 실제 가치 실현의 책임 주체를 정의할 필요가 있다.

혁신 성과의 재사용 및 확산 구조의 부족

개별 혁신 프로젝트를 통해 확보한 전문지식과 기술 및 검증된 업무 수행 구조는 후속 혁신 활동에 활용할 수 있는 중요한 자산이다. 그러나 이러한 혁신 자산이 체계적으로 관리되지 않거나 관련 권리와 검증된 적용 범위 및 기술적 의존관계가 명확하지 않은 경우 새로운 혁신 과제에서 충분히 활용하기 어려울 수 있다.

동일하거나 유사한 업무에서 반복적으로 기술개발과 전문지식의 확보 및 실증을 수행해야 하는 경우 조직의 혁신 실행에 필요한 비용과 시간이 증가할 수 있다. 또한 특정 고객이나 산업에서 확보한 기술적 성과와 업무 수행 방법이 다른 고객 및 산업의 미충족 수요 해결에 활용되지 못할 수 있다. 이를 해결하기 위해서는 검증된 혁신 성과를 적절한 이용 권리와 적용 조건에 따라 전문 Agent 및 Resource 와 업무 실행 구조 및 관련 검증 증거로 관리해야 한다.



도표 16-3. AI 혁신 도입에서 실제 가치 확산까지의 성과 가치사슬 및 단절 구조

AI 기술 도입과 산업 확산은 기존 성과 가치사슬의 전후에 위치하는 실행 및 확산 활동이다. 공식적인 두 가지 성과 단절 지점은 유지한다.

이러한 일곱 가지 구조적 문제는 모든 조직에서 동일하게 발생하는 확정적인 문제를 의미하지 않는다. 개별 조직의 실제 혁신 준비 수준과 업무 및 기술 환경 및 경영 전략과 전문역량에 따라 서로 다른 형태와 중요성을 가질 수 있다. AI 혁신 도입 및 확산 과정에서는 해당 조직에서 실제로 발생하는 구조적 문제를 분석하고 적절한 해결 방안과 실행 전략을 수립해야 한다.

16.3. AI 혁신 도입 및 확산의 기본 원칙

수요 주도형 AI 혁신을 조직에 도입하고 검증된 성과를 지속적으로 확산하기 위해서는 조직의 경영 전략과 실제 미충족 수요 및 인간의 전문역량과 실행 환경을 종합적으로 고려해야 한다. 본 방법론에서는 AI 혁신의 도입과 확산에 적용할 수 있는 다음 열 가지 기본 원칙을 제안한다.

인간 중심성

AI 혁신 도입의 목적은 인간을 단순히 기술로 대체하는 데 있지 않다. 인간의 전문성과 창의적 역량을 확장하고 개인과 조직이 기존에는 수행하기 어려웠던 문제 해결과 새로운 가치 창출을 실현할 수 있도록 하는 데 목적이 있다. AI 혁신을 도입하는 과정에서 실제 구성원의 전문적인 경험과 판단 및 성장 가능성을 고려하고 새로운 업무 수행 구조에 필요한 교육과 지원을 제공한다.

수요 주도성

AI 혁신은 특정 기술의 공급이나 활용 가능성보다 실제 미충족 수요의 해결을 중심으로 추진한다. 조직이 확보한 기술과 전문지식은 미충족 수요를 해결하기 위한 수단으로 활용하며, 적절한 기술과 혁신 모델은 문제의 구조와 근본 원인 및 실제 가치 창출의 목적을 기반으로 선정한다.

경영 전략 정합성

개별 AI 혁신 과제는 조직의 경영 및 사업 목표와 연결하여 추진한다. 조직의 경쟁력과 고객 가치 및 새로운 사업 기회와 경제적·사회적 성과에 대한 기여를 고려하여 적절한 혁신 과제와 투자 우선순위를 결정한다.

가치 중심성

AI 혁신의 성과는 기술 도입의 규모와 AI 사용량 및 전문 Agent 의 수만으로 평가하지 않는다. 실제 미충족 수요의 충족 수준과 인간의 역량 강화 및 업무와 기술 및 제품과 서비스의 성과 및 새로운 경제적·사회적 가치의 실현을 중심으로 평가한다.

역량 기반 도입

조직이 보유한 산업 전문성과 AI 협업 역량 및 데이터와 기술적 실행 환경 및 운영과 거버넌스의 준비 수준에 적합한 도입 전략을 수립한다. 조직 내부에 필요한 전문성이 충분하지 않은 경우 교육과 실무 프로젝트 및 외부 전문기관과의 협력을 통해 필요한 역량을 확보한다. 모든 조직이 동일한 규모와 방식으로 AI 혁신을 도입해야 한다는 전제를 적용하지 않는다.

단계적 실행

혁신 과제의 불확실성과 투자 규모 및 위험 수준을 고려하여 필요한 전문성과 자원을 단계적으로 투입한다. 초기 탐색과 수요 검증 및 연구개발과 실증에서 확보한 증거를 기반으로 후속 투자와 상용 운영 및 확산의 추진 여부를 판단한다. 단계적 실행은 장기적인 혁신을 단기 과제로만 제한하는 것이 아니라 불확실성을 관리하면서 지속적인 가치 창출을 지원하는 방식이다.

실증 기반 확산

실제 검증되지 않은 AI 혁신 모델과 업무 수행 방법을 조직 전체 또는 다른 산업으로 무분별하게 확대하지 않는다. 기존 환경에서 확보한 성과와 검증 증거를 확인하고 새로운 적용 환경의 요구사항과 위험 및 운영 조건을 검토하여 필요한 추가 검증을 수행한다.

조직적 자산화

개별 구성원과 혁신 프로젝트에서 확보한 전문지식과 기술 및 Human-AI Work 와 전문 Agent 및 Resource 를 조직의 혁신 자산으로 발전시킨다. 검증된 적용 범위와 이용 권한 및 기술적 의존관계와 관리 책임을 정의하고 후속 혁신 활동에서 재사용할 수 있도록 한다.

책임 있는 혁신

AI 혁신을 도입하고 확산하는 과정에서 인간의 전문적인 판단과 책임 및 적절한 감독 구조를 유지한다. 데이터 보호와 정보보안 및 연구윤리와 안전 및 관련 법적·제도적 요구사항을 검토한다. AI Agent 의 실행 범위와 자율성은 업무의 특성과 위험 수준 및 검증된 기술적 성능을 고려하여 결정한다.

지속적 학습 및 개선

AI 혁신은 한시적인 기술 도입으로 종료되는 활동이 아니다. 실제 혁신 프로젝트와 운영 과정에서 확보한 성과 및 실패 경험과 새로운 지식을 활용하여 기존 업무 및 기술과 조직의 혁신 실행 체계를 개선한다. 또한 새로운 미충족 수요를 지속적으로 발굴하고 검증된 전문역량과 혁신 자산을 후속 혁신 활동에 활용한다.

이러한 기본 원칙은 조직이 AI 기술을 활용하는 수준에서 실제 미충족 수요를 해결하고 지속적으로 새로운 가치를 창출하는 혁신 조직으로 발전하기 위한 전략적 판단 기준을 제공한다.

16.4. 조직의 AI 혁신 준비도 진단

조직의 AI 혁신 도입 전략을 수립하기 위해서는 현재 조직이 보유한 전문역량과 데이터 및 기술과 실행 자원 및 운영 체계의 수준을 이해해야 한다. AI 혁신의 필요성과 기술적 실현 가능성이 확보되었더라도 실제 실행에 필요한 조건을 충분히 확보하지 못한 경우 혁신 프로젝트의 추진과 운영 및 가치 실현에 어려움이

발생할 수 있다. AI 혁신 준비도 진단은 이러한 제약을 사전에 확인하고 조직의 실제 상황에 적합한 도입 전략과 역량 확보 및 초기 혁신 과제를 선정하기 위한 활동이다.

16.4.1. AI 혁신 준비도의 개념 및 목적

AI 혁신 준비도(AI Innovation Readiness)란 개인과 조직이 수요 주도형 AI 혁신을 추진하기 위해 필요한 전략적 방향과 전문역량, 업무 및 기술 환경과 데이터 및 자원, 실행 조직과 거버넌스 및 가치 창출 역량을 현재 어느 정도 확보하고 있는지를 나타내는 상태이다.

AI 혁신 준비도는 조직이 특정 AI 모델이나 소프트웨어를 기술적으로 설치하고 사용할 수 있는지를 판단하는 개념보다 넓은 범위를 포함한다. 조직의 경영진과 구성원이 AI 혁신의 목적과 실제 미충족 수요를 이해하고 있는지, 새로운 혁신 과제를 설계하고 실행할 수 있는 전문성과 자원을 확보하고 있는지, 실제 혁신 성과를 운영하고 검증할 수 있는 체계를 갖추고 있는지를 분석한다.

준비도 진단의 목적은 조직의 현재 수준을 평가하여 단순히 우수한 조직과 부족한 조직으로 구분하는 것이 아니다. 조직의 실제 혁신 목적과 초기 혁신 과제의 특성을 고려하여 필요한 실행 조건과 현재 확보한 역량 사이의 차이를 분석하고 해당 차이를 해결하기 위한 도입 및 개선 전략을 수립하는 데 있다.

예를 들어 기존 데이터와 전문 소프트웨어를 활용하여 업무의 품질과 생산성을 개선하는 혁신 과제와 새로운 과학적 지식 및 핵심 기술을 개발하는 혁신 과제는 서로 다른 수준의 전문인력과 연구개발 자원 및 기술적 환경을 필요로 할 수 있다. 따라서 준비도는 조직 전체의 일반적인 역량과 개별 혁신 과제를 추진하기 위한 구체적인 준비 상태를 구분하여 진단할 수 있다.

16.4.2. AI 혁신 준비도의 8 대 진단 영역

본 방법론에서는 조직의 AI 혁신 준비도를 전략 및 경영진, 미충족 수요, 인간 및 전문역량, 업무 및 조직 구조, 데이터 및 지식자산, 기술 및 실행 환경, 프로젝트 및 거버넌스, 성과 및 가치관리의 여덟 가지 영역으로 구분하여 진단하는 구조를 제안한다.

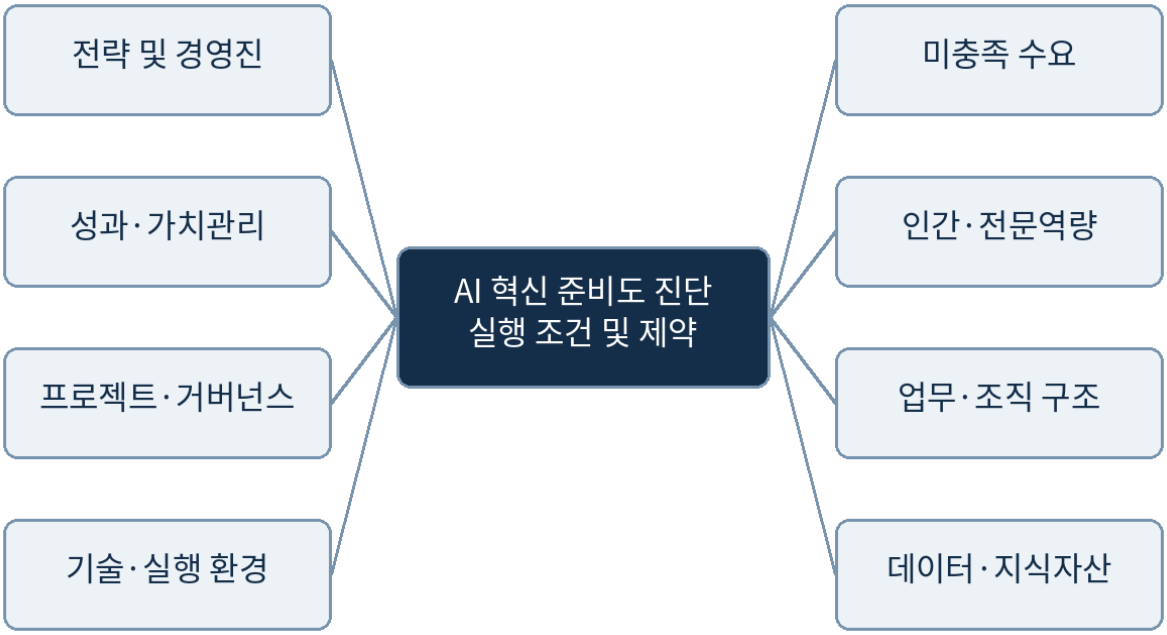


도표 16-4. 조직의 AI 혁신 준비도 8 대 진단 영역

여덟 가지 진단 영역별 증거와 혁신 과제의 실제 요구사항을 비교하여 필요한 개선 활동을 정의한다.

전략 및 경영진

전략 및 경영진 영역에서는 조직의 AI 혁신 목적과 경영 전략의 연결 및 경영진의 참여와 투자 및 의사결정의 준비 수준을 진단한다. 조직이 AI 혁신을 통해 해결하고자 하는 전략적 문제와 목표가 정의되어 있는지, 혁신 과제의 추진과 필요한 자원의 확보 및 실제 가치 실현에 관한 책임을 담당할 경영진이나 혁신 스폰서가 존재하는지를 확인한다. 또한 조직이 추진하는 기존 사업과 연구개발 및 운영 개선 활동에서 AI 혁신이 어떠한 역할을 수행할 수 있는지를 검토한다.

미충족 수요

미충족 수요 영역에서는 조직이 실제 산업현장의 문제를 이해하고 검증된 미충족 수요를 혁신 과제로 발전시킬 수 있는 역량과 준비 상태를 진단한다. 현재 해결하고자 하는 문제와 해당 문제를 경험하는 실제 수요자, 기존 해결 방안의 한계와 문제의 중요성 및 경제적·사회적 영향을 확인한다. 조직이 특정 AI 기술의 도입을 원하고 있지만 실제 해결하고자 하는 문제와 기대 성과가 충분히 정의되지 않은 경우에는 초기 수요 발굴 및 검증 활동을 우선적으로 수행할 필요가 있다.

인간 및 전문역량

인간 및 전문역량 영역에서는 조직이 보유한 산업 및 직무 전문성과 AI 활용 및 협업 역량, 문제 정의와 분석 및 해결 방안의 설계와 연구개발 및 실증과 실제 가치 검증 역량을 진단한다. 구성원이 기존 업무의 문제와 기술적 제약을 분석하고 사람과 AI Agent 의 역할 및 실행 구조를 설계할 수 있는지 검토한다. 새로운 과학적 연구와 수리적 모델링 및 핵심 기술개발이 필요한 경우에는 해당 전문역량의 내부 확보 수준과 외부

협력 가능성을 확인한다. 필요한 모든 전문역량을 조직 내부에서 확보할 필요는 없으며 외부 전문기관과 SyenaHub 의 협력 체계를 통해 필요한 역량을 확보할 수 있는지 함께 검토한다.

업무 및 조직 구조

업무 및 조직 구조 영역에서는 기존 업무의 목적과 수행 방식 및 전문적인 역할과 책임 및 업무의 조직적 연계 구조를 진단한다. 기존 업무의 수행 방법과 검토 및 승인 절차와 실제 업무 성과의 측정 방법이 충분히 정의되어 있는지 확인한다. 또한 Human-AI Work Redesign 을 통해 새로운 업무 구조를 도입하는 경우 기존 구성원의 역할과 책임 및 전문역량과 조직의 운영 방식에 어떠한 변화가 발생할 수 있는지를 검토한다. 새로운 업무 수행 방법의 적용을 지원하기 위한 조직의 변화관리와 교육 및 실무 지원의 준비 상태도 확인한다.

데이터 및 지식자산

데이터 및 지식자산 영역에서는 실제 AI 혁신에 필요한 데이터와 전문지식 및 관련 연구개발 자산의 확보 수준과 품질 및 접근 가능성과 이용 권리를 진단한다. 조직이 보유한 데이터가 실제 혁신 과제의 목적에 적합한지, 필요한 데이터의 최신성과 정확성 및 대표성과 완전성이 확보되어 있는지를 검토한다. 전문적인 업무 기준과 산업 관련 지식 및 기존 업무 수행 경험이 문서와 데이터 및 전문적인 업무 방법의 형태로 관리되고 있는지 확인한다. 또한 개인정보와 기업의 기밀정보 및 연구데이터와 제 3 자의 기술 및 소프트웨어를 활용하는 데 필요한 권리와 보안 조건을 확인한다. 데이터가 존재한다는 사실과 실제 혁신 과제에서 해당 데이터를 적법하고 안전하게 활용할 수 있다는 사실을 구분한다.

기술 및 실행 환경

기술 및 실행 환경 영역에서는 조직이 보유한 기존 업무 시스템과 전문 소프트웨어 및 데이터 환경과 AI 모델 및 도구와 컴퓨팅 자원의 확보 수준을 진단한다. 실제 Human-AI Work 를 구현하기 위해 필요한 Model, Data, Tool, Skill 및 Workflow Resource 의 이용 가능성을 검토한다. 기존 시스템과 AI Agent 및 전문 도구 사이의 연계 가능성과 실제 업무의 실행 및 운영과 유지관리에 필요한 기술적 조건을 확인한다. 특히 고객의 내부 데이터 환경과 외부 AI 기술의 이용 조건, 네트워크 및 인증과 권한 및 보안과 관련한 제약을 검토하여 적절한 실행 환경과 도입 범위를 정의한다.

프로젝트 및 거버넌스

프로젝트 및 거버넌스 영역에서는 조직이 AI 혁신 프로젝트를 계획하고 실행하며 위험과 비용 및 성과와 단계별 의사결정을 관리할 수 있는 준비 수준을 진단한다. 혁신 스폰서와 프로젝트 관리자 및 혁신 아키텍트와 전문 실행팀의 역할 및 책임이 정의되어 있는지 검토한다. 또한 데이터 및 AI Agent 의 실행 권한과 위험 및 품질과 안전 관련 검토와 승인 및 운영 책임을 적절하게 관리할 수 있는지를 확인한다.

조직의 규모와 프로젝트의 특성에 따라 내부 PMO 또는 외부 PMO 및 하이브리드 운영 모델을 활용할 수 있는지도 검토한다.

성과 및 가치관리

성과 및 가치관리 영역에서는 조직이 실제 AI 혁신의 성과와 경제적·사회적 가치를 평가할 수 있는 역량과 자료 및 책임 구조를 확보하고 있는지를 진단한다. 기존 업무와 기술 및 사업 성과에 관한 기준선이 확보되어 있는지, 혁신 목표와 실제 성과의 측정 방법을 정의할 수 있는지 확인한다. 또한 업무 및 기술적 성과를 실제 경제적·사회적 가치로 전환하기 위한 사업 및 운영 전략과 가치 실현 책임이 정의되어 있는지를 검토한다. 혁신 활동의 결과를 실제 성과 및 가치로 평가하고 후속 투자와 확산의 의사결정에 활용할 수 있는 체계를 확인한다.

16.4.3. 준비도 평가 및 도입 우선순위 설정

조직의 AI 혁신 준비도는 경영진과 구성원의 주관적인 인식만으로 평가하지 않는다. 관련 전략 및 업무 문서의 검토, 실제 업무의 관찰과 분석, 경영진 및 전문인력과 실무자의 인터뷰, 기술 및 데이터 환경의 확인과 기존 혁신 프로젝트의 운영 성과 등 객관적으로 확인할 수 있는 근거를 활용한다.

본 방법론에서는 여덟 가지 진단 영역의 준비 수준을 다섯 가지 정성적 수준으로 평가하는 방안을 제안한다.

Level 1. 미확보: 필요한 조건이나 역량이 확보되지 않은 상태.

Level 2. 부분 확보: 일부 조건이나 역량이 존재하지만 실제 실행에 제약이 있는 상태.

Level 3. 기본 확보: 정의된 초기 혁신 과제를 추진하기 위한 기본 조건을 확보한 상태.

Level 4. 체계적 확보: 필요한 조건과 역량을 조직적으로 관리하고 반복 활용할 수 있는 상태.

Level 5. 지속적 개선 가능: 확보한 조건과 역량을 검토하고 실제 혁신 요구에 따라 지속적으로 개선할 수 있는 상태.

위 수준은 준비도 평가의 개념을 설명하기 위한 정성적 기준이며 별도의 번호형 도표로 관리하지 않는다. 또한 실증적으로 검증된 국제표준 평가 모형이나 조직 간의 객관적인 순위를 산정하기 위한 통계적 척도를 의미하지 않는다.

준비도 진단 결과의 활용

준비도 진단을 수행한 이후에는 각 영역에서 실제 혁신 과제의 실행을 제한하는 제약과 부족한 역량을 확인한다. 예를 들어 조직이 산업 전문성과 기존 업무 데이터를 충분히 확보하고 있지만 Human-AI Work Redesign 과 전문 Agent 의 개발 및 프로젝트 관리 역량을 충분히 확보하지 못한 경우 관련 전문교육과 외부 PMO 및 기술개발 파트너의 협력을 검토할 수 있다.

반대로 AI 모델과 소프트웨어 및 기술적 실행 환경을 충분히 확보하고 있지만 실제 미충족 수요와 경영 목표가 명확하지 않은 경우에는 추가적인 기술 도입보다 수요 발굴 및 검증과 혁신 과제의 선정을 우선적으로 수행하는 것이 적절할 수 있다. 준비도 진단에서는 모든 영역의 수준을 동일하게 향상하는 것을 목표로 설정하지 않는다. 실제 초기 혁신 과제의 추진에 필요한 조건과 장기적인 조직의 혁신 역량 확보에 필요한 조건을 구분하고 적절한 우선순위를 설정한다.

필수 실행 조건의 관리

일부 진단 영역에서 높은 준비 수준을 확보하고 있더라도 실제 혁신 과제를 추진하기 위해 필요한 안전과 보안 및 법적·윤리적 필수조건을 충족하지 못한 경우 해당 과제의 실행 범위를 제한해야 할 수 있다. 필수조건의 미충족을 다른 진단 영역의 높은 수준으로 상쇄하지 않는다. 예를 들어 의료 연구데이터의 이용 권한과 연구윤리 관련 조건이 확보되지 않은 경우 충분한 AI 기술과 연구개발 전문성을 보유하고 있다는 사실만으로 해당 데이터를 활용한 연구개발을 승인하지 않는다.

이러한 진단 방식은 조직의 준비도를 단일 점수로 평가하는 것보다 실제 혁신을 제한하는 구조적 제약과 개선 우선순위를 파악하는 데 중점을 둔다. 따라서 본 방법론에서는 가중치 기반 준비도 종합 점수를 별도로 신설하지 않는다.

16.5. 수요 주도형 AI 혁신 도입 로드맵

조직의 AI 혁신 도입은 특정 기술과 소프트웨어의 도입 일정을 수립하는 활동에 한정되지 않는다. 조직의 혁신 목적과 준비 수준을 기반으로 적절한 초기 혁신 과제를 선정하고 필요한 전문성과 기술 및 실행 체계를 확보하며, 실제 운영과 가치 실현 및 후속 혁신의 확산으로 발전시키는 전략적 실행 구조가 필요하다. 본 절에서는 조직 차원에서 수요 주도형 AI 혁신을 도입하기 위한 다섯 단계의 로드맵을 제시한다.

16.5.1. AI 혁신 도입의 5 단계 로드맵



도표 16-5. 수요 주도형 AI 혁신의 5 단계 도입 및 확산 로드맵

조직 차원의 도입 로드맵이며 개별 혁신 프로젝트의 7 단계 실행 방법론과 구분한다.

제 1 단계. 혁신 인식 및 준비

혁신 인식 및 준비 단계에서는 조직의 경영진과 구성원이 AI 혁신의 목적과 필요성 및 실제 가치 창출의 의미를 이해하고 조직의 현재 준비 수준을 진단한다. AI 기술의 발전과 활용 가능성을 이해하는 것뿐 아니라 기존 산업 및 업무 환경에서 해결되지 않은 미충족 수요를 AI 혁신을 통해 어떻게 해결할 수 있는지 검토한다.

이를 위해 경영진과 실무자를 대상으로 한 AI 혁신 교육과 세미나 및 워크샵을 활용할 수 있다. 조직의 AI 혁신 준비도를 진단하여 현재 확보한 전문성과 기술 및 데이터와 프로젝트 관리 및 운영 조건을 확인한다. 이러한 진단을 기반으로 조직의 전략적 혁신 목적과 초기 추진 범위 및 필요한 전문역량과 지원 구조를 정의한다.

본 단계의 주요 목적은 모든 AI 혁신 기술과 자원을 사전에 완전하게 확보하는 것이 아니라 실제 초기 혁신 과제를 추진할 수 있는 기본 조건과 책임 구조를 확보하는 데 있다.

제 2 단계. 초기 혁신 과제 선정

초기 혁신 과제 선정 단계에서는 조직의 실제 산업 및 업무 환경에서 미충족 수요를 발굴하고 검증한다. 조직의 경영 목표와 구성원의 업무 수행 및 고객의 요구사항과 관련한 문제를 분석하고 기존 해결 방안의 한계와 혁신 필요성 및 잠재적인 가치를 검토한다.

발굴한 여러 미충족 수요 중 실제 혁신의 중요성과 기술적 실현 가능성 및 필요한 전문성과 자원의 확보 가능성 및 위험 수준을 고려하여 초기 혁신 과제를 선정한다. 초기 혁신 과제의 목적과 범위 및 실행 계획과 필요한 전문인력 및 투자와 실증 및 가치 검증의 방향을 정의한다. 필요한 경우 AI 혁신 PMO 와 혁신 아키텍트 및 외부 전문가와의 협력을 통해 실제 혁신 프로젝트의 실행 조건을 구체화한다.

본 단계의 주요 목적은 기술 도입 후보를 선정하는 것이 아니라 실제 해결해야 하는 미충족 수요와 혁신 목표를 확정하고 해당 과제를 추진하기 위한 조직의 의사결정을 확보하는 데 있다.

제 3 단계. 혁신 모델 설계 및 실증

혁신 모델 설계 및 실증 단계에서는 선정한 초기 혁신 과제의 근본 원인과 구조적 제약을 분석하고 적절한 AI 기반 해결 방안을 설계한다. 기존 기술과 전문지식의 활용 가능성을 검토하고 새로운 과학적 연구와 기술개발 및 Human-AI Work Redesign 의 필요성을 정의한다.

이러한 해결 방안을 실현하기 위해 필요한 전문 Agent 와 Resource 및 Human-Agent Workflow 를 구성하고 연구개발 및 구현과 시험을 수행한다. 과제의 특성에 따라 PoC 와 프로토타입 및 파일럿 실증을 활용하여 기술적 해결 원리와 실제 업무 및 산업현장에 대한 적합성을 검증한다. 이 과정에서는 실제 혁신 과제의 특성에 적합한 프로젝트 관리와 Stage-Gate 및 위험관리와 전문적인 검토 구조를 적용한다.

본 단계의 주요 목적은 기술적인 기능을 구현하는 데 그치지 않고 실제 미충족 수요의 해결에 적합한 혁신 모델과 검증 증거를 확보하는 데 있다.

제 4 단계. 상용 운영 및 가치 실현

상용 운영 및 가치 실현 단계에서는 연구개발 및 실증을 통해 검증한 혁신 모델을 실제 조직과 산업현장의 업무 및 기술 환경에 적용한다. Craftem AI 혁신 OS 를 활용하는 과제에서는 실제 Human-AI Work 와 전문 Agent 및 Resource 를 고객의 데이터와 기존 시스템 및 업무 환경에 적합하게 구현하고 운영 체계를 구성할 수 있다.

새로운 제품 및 서비스와 핵심 기술개발 과제에서는 해당 혁신 모델의 제품화 및 실제 산업현장 적용과 공급 및 사업화에 필요한 조건을 확보한다. 조직의 구성원이 새로운 업무 수행 구조에 적응하고 실제 전문적인 역할과 책임을 수행할 수 있도록 교육과 운영 지원 및 변화관리를 수행한다. 이후 실제 운영 성과를 측정하고 최초 미충족 수요의 해결 수준과 경제적·사회적 가치를 검증한다.

본 단계의 주요 목적은 검증된 혁신 모델을 지속적으로 운영할 수 있는 체계를 확보하고 실제 혁신 성과와 가치 창출의 근거를 확보하는 데 있다.

제 5 단계. 조직 및 산업 확산

조직 및 산업 확산 단계에서는 초기 혁신 프로젝트의 검증된 성과와 전문지식 및 기술 및 업무 수행 방법을 조직의 다른 구성원과 부서 및 관련 사업에 활용한다. 개별 혁신 활동을 통해 개발한 전문 Agent 와 Resource 및 Human-AI Work 를 적절한 이용 권리와 검증 범위에 따라 조직의 혁신 자산으로 발전시킨다.

또한 실제 수요기업에서 검증한 기술과 혁신 모델을 다른 고객과 산업에 적용할 수 있는 산업 특화 솔루션 및 기술사업화의 대상으로 발전시킬 수 있다. SyenaHub 를 활용하여 새로운 미충족 수요와 전문역량 및 기술과 공동 연구개발 및 사업화의 협력 관계를 확보한다. 기존 혁신 프로젝트의 운영 성과와 실패 경험 및 새로운 산업현장의 문제를 기반으로 후속 혁신 과제를 발굴하고 지속적인 혁신 포트폴리오와 전문역량을 발전시킨다.

본 단계의 주요 목적은 초기 혁신 성과를 일회성 프로젝트의 결과에 한정하지 않고 조직과 산업의 지속 가능한 혁신 역량으로 발전시키는 데 있다.

16.5.2. 도입 로드맵과 7 단계 혁신 방법론의 관계

본 장에서 제시한 다섯 단계의 도입 및 확산 로드맵과 제 5 장부터 제 11 장까지 정립한 일곱 단계의 혁신 실행 방법론은 적용 대상과 목적이 서로 다르다.

도입 및 확산 로드맵은 조직의 혁신 준비와 초기 과제의 추진 및 실제 운영과 조직 및 산업 확산의 전략적 구조를 설명한다. 일곱 단계의 혁신 실행 방법론은 개별 혁신 과제에서 미충족 수요를 발굴하고 검증하며 근본 원인을 분석하고 해결 방안을 설계하고 실현하여 새로운 가치를 창출하는 전문적인 실행 방법을 제공한다.

조직 차원의 도입 준비 단계에서도 실제 미충족 수요의 탐색과 예비적인 검토를 수행할 수 있다. 초기 혁신 과제의 선정에서는 개별 과제의 미충족 수요 발굴 및 검증의 결과를 활용한다. 혁신 모델 설계 및 실증 단계에서는 근본 원인 분석과 AI 기반 해결 방안 설계 및 연구개발과 실증의 활동을 중심으로 수행한다. 상용 운영 및 가치 실현 단계에서는 상용화 및 사업화와 새로운 가치 창출의 활동을 연계한다. 조직 및 산업 확산 단계에서는 새로운 가치 창출과 지속적인 혁신에 관한 의사결정 및 후속 미충족 수요 발굴을 수행한다.

이러한 관계는 조직의 도입 단계와 개별 혁신 프로젝트의 실행 단계를 반드시 일대일로 대응시켜야 한다는 의미가 아니다. 복수의 혁신 프로젝트를 수행하는 조직에서는 일부 프로젝트가 연구개발 및 실증을 진행하는 동안 다른 프로젝트가 실제 상용 운영 및 가치 검증을 수행하거나 새로운 미충족 수요의 발굴을 진행할 수 있다.

또한 조직의 준비도 진단과 전문인력의 교육 및 운영 역량의 확보는 최초 도입 단계에서만 수행하는 활동이 아니라 실제 혁신 과제의 실행과 확산 과정에서도 지속적으로 수행할 수 있다. 따라서 조직의 도입 로드맵은 혁신의 전략적 발전 방향을 제공하며, 개별 혁신 프로젝트에서는 기존의 일곱 단계와 Gate 1 부터 Gate 7 까지의 의사결정 체계를 유지한다.

16.5.3. 조직의 규모 및 혁신 특성에 따른 도입 전략

AI 혁신의 도입 전략은 개인과 조직의 규모 및 산업적 특성, 현재 전문역량과 혁신 준비 수준 및 실제 혁신 과제의 특성에 적합하게 구성해야 한다. 모든 조직에서 동일한 실행 조직과 프로젝트 관리 체계 및 도입 기간과 투자 규모를 적용할 필요는 없다.

개인 및 1 인 기업의 도입 전략

개인과 1 인 기업의 AI 혁신에서는 인간이 보유한 전문성과 창의적 역량을 AI Agent 와 결합하여 기존에 독립적으로 수행하기 어려웠던 업무 및 연구개발과 사업 활동을 수행할 수 있는 역량을 확보하는 것이 중요하다.

개인은 자신의 실제 업무와 사업 활동의 미충족 수요를 발굴하고 Human-AI Work Redesign 을 통해 필요한 전문 Agent 와 Resource 를 활용할 수 있다. Crafter 의 AI Value Creation Loop 를 기반으로 전문지식의 학습과 창작과 개발 및 혁신과 재학습을 지속적으로 수행할 수 있다. 또한 내부에서 충분히 확보하기 어려운 전문적인 연구개발과 기술 및 사업화 역량을 SyenaHub 의 개방형 협력을 통해 확보할 수 있다.

개인과 1 인 기업에서는 별도의 대규모 PMO 와 운영위원회 등을 필수적으로 구성하지 않고 실제 업무의 위험과 책임 및 기술적 특성에 적합한 경량형 관리 방식을 활용한다.

중소기업의 도입 전략

중소기업은 기존에 보유한 산업 및 직무 전문성과 고객과 사업에 관한 지식을 활용하여 실제 미충족 수요를 해결할 수 있는 초기 혁신 과제를 중심으로 AI 혁신을 도입할 수 있다. 필요한 AI 기술 및 혁신 설계와 프로젝트 관리 전문성이 내부에 충분하지 않은 경우 외부 PMO 와 혁신 아키텍트 및 전문 기술기업의 협력을 활용할 수 있다.

조직의 실제 업무와 기존 소프트웨어 및 데이터 환경에 적합한 전문 Agent 와 Resource 를 구성하고 실증을 통해 기술적 및 업무적 타당성을 검증한다. 검증한 초기 혁신 과제를 실제 운영에 적용하여 성과와 경제적 가치를 확보하고 해당 혁신 모델을 다른 업무 및 부서에 확산할 수 있는 조직적 역량을 발전시킨다. 제 15 장에서 설명한 건축설계 품질검토 혁신은 이러한 중소기업의 도입 전략을 설명하기 위한 대표적인 적용 시나리오이다.

중견기업 및 대기업의 도입 전략

중견기업 및 대기업에서는 개별적인 AI 혁신 프로젝트를 수행하는 것뿐 아니라 조직 전체의 경영 전략과 복수의 혁신 프로젝트 및 투자와 전문역량의 활용을 통합적으로 관리할 필요가 있을 수 있다.

이를 위해 AI 혁신 포트폴리오와 PMO 를 기반으로 여러 사업 및 부서의 미충족 수요와 혁신 목표를 관리하고 공통적인 기술과 전문 Agent 및 Resource 를 활용할 수 있는 구조를 구성한다. 각 사업과 부서의 전문적인 요구사항과 공통적인 데이터 및 기술 환경과 정보보호와 실제 업무의 실행 권한을 적절하게 구분하여 관리한다. 개별 부서의 혁신 성과를 조직 전체의 업무 수행 및 사업 경쟁력으로 발전시킬 수 있도록 혁신 자산의 관리와 재사용 및 성과와 가치 실현에 관한 전략을 수립한다.

대학 및 연구기관의 도입 전략

대학과 연구기관에서는 AI 를 활용한 연구개발 업무의 효율화와 연구데이터의 분석 및 과학적 가설과 새로운 해결 방안의 탐색뿐 아니라 과학적 지식과 수리과학 및 AI 를 결합한 새로운 원천기술과 핵심 기술의 개발을 추진할 수 있다.

연구기관의 전문지식과 과학적 연구 역량을 실제 산업현장의 검증된 미충족 수요와 연결하고 필요한 산업 전문가 및 기술기업과 수요기업의 협력을 확보한다. SyenaHub 의 수요 주도형 공동 연구개발 및 기술사업화 구조를 활용하여 연구성과와 실제 산업적 적용 및 가치 창출을 연결할 수 있다.

다만 대학과 연구기관의 모든 연구활동을 단기적인 기술사업화와 경제적 성과만을 중심으로 평가하지 않는다. 기초연구와 장기적인 과학적 가치 및 전문인력의 성장과 연구윤리 및 연구의 자율성을 존중하면서 과제의 목적에 적합한 혁신 실행 및 가치 평가 체계를 적용한다.

공공기관 및 사회적 가치 창출 조직의 도입 전략

공공기관과 사회적 가치 창출을 목적으로 하는 조직은 실제 공공서비스의 수요와 사회적 문제 및 수혜자의 미충족 수요를 기반으로 AI 혁신을 추진할 수 있다. 기존 서비스의 접근성과 품질 및 운영 효율성과 실제 수혜자의 삶의 질 및 전문역량과 사회적 편익 등을 혁신 목표로 설정할 수 있다. 이러한 혁신 과제에서는 경제적 투자성과뿐 아니라 사회적 가치와 공정성 및 안전과 공공서비스의 책임 및 실제 운영의 지속 가능성을 고려한다.

각 조직 유형에 적합한 도입 전략은 조직의 현재 준비 수준과 실제 혁신 과제의 특성과 가치 창출의 목적 및 위험에 따라 조정한다.

16.6. 경영 전략과 AI 혁신 전략의 연계

AI 혁신을 조직의 지속적인 경쟁력과 새로운 사업 가치로 발전시키기 위해서는 개별적인 기술 활용과 업무 개선 활동을 조직의 경영 및 사업 전략과 연결해야 한다. 경영 전략은 조직이 달성하고자 하는 목표와 고객에게 제공하고자 하는 가치 및 확보해야 하는 경쟁력의 방향을 제시한다. AI 혁신 전략은 이러한 경영 목표를 실현하기 위해 어떠한 미충족 수요를 해결하고 어떠한 업무 및 기술과 제품과 서비스 및 비즈니스 모델을 혁신해야 하는지를 정의한다.

16.6.1. 경영진의 AI 혁신 리더십

경영진은 조직의 AI 혁신 활동에서 단순히 새로운 AI 기술의 사용을 권장하거나 관련 예산을 승인하는 역할에 한정되지 않는다. 조직이 해결해야 하는 핵심적인 미충족 수요와 전략적 혁신 목표 및 실제 경제적·사회적 가치의 실현 방향을 정의하는 역할을 수행한다.

혁신의 전략적 방향 설정

조직은 시장의 변화와 고객의 요구사항 및 기존 사업과 업무와 기술의 구조적 제약에 대응하기 위해 지속적인 혁신을 추진할 수 있다. 경영진은 이러한 조직의 실제 문제와 사업 목표를 기반으로 AI 혁신의 전략적 방향을 설정한다.

비용의 절감과 운영 효율성의 향상 및 제품과 서비스의 품질 개선, 새로운 시장과 고객 가치 및 원천기술과 새로운 사업 기회의 확보 등 조직이 추구하는 혁신의 목적을 명확하게 정의한다. 이러한 전략적 방향은 개별 구성원과 부서의 혁신 활동이 조직의 경영 및 사업 목표와 일관된 관계를 유지하도록 하는 판단 기준이 된다.

전문역량 및 자원의 확보

경영진은 실제 혁신 과제를 실행하기 위해 필요한 전문인력과 투자 및 기술과 데이터 및 외부 협력의 조건을 확보할 필요가 있다. 조직 내부에서 필요한 전문역량을 충분히 확보하지 못한 경우 교육 및 실무 프로젝트와 외부 전문가 및 PMO 및 연구기관과의 협력을 통해 역량을 확보하도록 지원한다.

또한 실제 혁신 프로젝트에 참여하는 구성원이 기존 업무와 새로운 혁신 활동을 적절하게 수행할 수 있도록 필요한 업무시간과 역할 및 책임을 조정한다. AI 혁신의 실행을 기존 업무에 추가되는 부수적인 활동으로만 관리하는 경우 충분한 전문적인 검토와 연구개발 및 실증을 수행하기 어려울 수 있다.

혁신 가치의 실현 책임

경영진은 AI 혁신을 통해 확보한 업무와 기술 및 제품과 서비스의 성과를 실제 조직 및 사업의 가치 창출로 연결하는 책임을 담당한다. 업무 생산성이 향상된 경우 확보한 전문인력의 가용 업무역량을 어떠한 사업 활동에 활용할 것인지를 결정한다. 새로운 기술과 제품의 개발 가능성이 검증된 경우 필요한 제품화와 공급

및 기술사업화와 후속 투자 전략을 검토한다. 이러한 경영진의 역할은 AI 혁신의 기술적 구현과 조직의 실제 가치 실현 사이의 단절을 줄이는 데 중요하다.

16.6.2. 경영 목표와 혁신 포트폴리오의 연계

조직이 여러 AI 혁신 과제를 추진하는 경우 개별 과제의 성공 가능성만을 기준으로 자원을 배분하기보다 조직의 전체적인 혁신 목적과 투자 및 전문역량의 활용과 과제 간 관계를 고려해야 한다.

혁신 포트폴리오(Innovation Portfolio)는 조직이 추진하거나 검토하는 다양한 혁신 과제와 해당 과제의 우선순위 및 자원과 기대 가치와 위험을 통합적으로 관리하기 위한 구조이다. 제 14 장에서 정립한 혁신 포트폴리오 관리 체계를 조직의 AI 혁신 도입 전략에 적용한다.

혁신 과제의 전략적 분류

조직의 혁신 과제는 실제 경영 목표와 혁신 영역 및 기대 가치에 따라 서로 다른 성격을 가질 수 있다. 기존 업무의 수행 품질과 생산성을 개선하는 과제와 새로운 기술을 개발하는 과제, 고객에게 새로운 제품이나 서비스를 공급하는 과제 및 비즈니스 모델을 혁신하는 과제를 구분할 수 있다.

또한 비교적 검증된 기술을 활용하여 실제 성과를 확보할 수 있는 과제와 새로운 과학적 연구 및 기술개발을 필요로 하는 불확실성이 높은 과제를 구분할 수 있다. 이러한 분류를 통해 단기적인 운영 개선과 중장기적인 기술 및 사업 경쟁력의 확보에 필요한 혁신 활동을 균형 있게 추진할 수 있도록 한다.

혁신 과제 사이의 의존관계 관리

복수의 AI 혁신 프로젝트는 서로 독립적으로 수행할 수도 있지만 공통적인 데이터와 기술 및 전문인력과 Resource 를 활용하거나 선행 연구개발의 결과가 후속 과제의 실행에 필요한 경우도 존재한다.

예를 들어 건축설계 품질검토 혁신을 위해 개발한 IFC 분석 도구와 검토 기준의 구조화 기술은 후속 설계 성능 분석과 다른 BIM 관련 업무혁신에 활용될 수 있다. 이러한 공통 기술과 전문역량 및 혁신 자산의 활용 가능성을 분석하여 필요한 개발과 투자 및 실행의 순서를 관리한다.

포트폴리오의 지속적인 개선

혁신 포트폴리오는 초기 단계에서 확정한 과제 목록을 고정적으로 유지하는 체계가 아니다. 실제 연구개발과 실증 및 운영에서 확보한 증거와 새로운 산업현장의 수요 및 기술의 발전과 경영환경의 변화에 따라 혁신 과제의 우선순위와 투자 및 실행 범위를 조정할 수 있다.

검증한 가치가 충분한 과제는 지속적인 운영과 확산 및 후속 개발을 추진할 수 있으며, 실제 수요와 기술적 가능성 또는 경제적 타당성이 부족한 과제는 개선과 재검증 및 보류 또는 중단을 검토한다.

16.6.3. 가치 실현 중심의 AI 혁신 투자 전략

AI 혁신에 필요한 투자는 AI 모델과 도구 및 소프트웨어의 구매와 사용 비용에 한정되지 않는다. 미충족 수요의 발굴과 검증 및 근본 원인 분석과 해결 방안 설계, 과학적 연구와 기술개발 및 Human-AI Work 의 구현과 실증, 실제 운영 및 변화관리와 전문인력의 성장과 혁신 자산의 관리에 필요한 비용을 포함할 수 있다.

따라서 투자 전략은 개별 기술의 가격과 도입 규모뿐 아니라 실제 혁신 모델의 전체 실행 비용과 경제적·사회적 가치의 실현 가능성을 고려해야 한다.

초기 탐색 및 검증 투자

혁신 과제의 초기에는 실제 미충족 수요와 문제의 구조 및 해결 가능성이 충분히 확인되지 않을 수 있다. 이러한 과제에서 처음부터 전체 연구개발과 상용화 및 운영에 필요한 모든 투자를 확정하는 방식은 위험을 증가시킬 수 있다.

초기에는 문제와 수요의 검증 및 핵심적인 해결 가설의 타당성을 확인하는 데 필요한 제한적인 자원을 투입하고 검증 결과를 기반으로 후속 연구개발과 실증의 범위 및 투자를 결정할 수 있다.

운영 및 확산 투자

기술적 해결 방안의 타당성이 검증된 이후에는 실제 상용 운영에 필요한 업무 및 시스템과 데이터의 연계 및 교육과 유지관리와 안전 및 보안과 기술지원에 대한 투자가 필요할 수 있다.

초기 PoC 의 비용과 실제 운영에 필요한 비용을 구분하고 고객 및 조직의 실제 업무량과 Resource 사용량 및 지원 요구사항을 반영하여 경제성을 검토한다. 또한 기존 혁신 모델을 다른 부서와 고객 및 산업에 확대 적용할 때 필요한 추가 개발과 검증 및 운영 지원 비용을 고려한다.

장기적인 혁신 역량에 대한 투자

새로운 과학적 지식과 원천기술 및 핵심 전문역량을 확보하기 위한 투자는 단기적인 비용 절감이나 사업 수익을 즉시 창출하지 못할 수 있다. 그러나 이러한 투자는 장기적인 조직 및 산업 경쟁력과 새로운 기술사업화 및 사업 기회의 실현에 기여할 수 있다.

따라서 과학적 연구와 핵심 기술개발 및 전문인력의 성장과 관련한 투자는 해당 과제의 특성과 장기적인 가치 창출의 목적에 적합한 성과 및 검증 기준을 적용한다. 이러한 장기적인 투자 역시 객관적인 연구개발 성과와 불확실성 및 후속 가치 창출 가능성을 기반으로 단계적으로 관리한다.

AI 혁신의 투자 전략은 제 11 장의 경제적·사회적 가치 검증과 제 14 장의 단계적 투자 및 의사결정 원칙을 적용하여 수립한다.

16.7. AI 혁신 교육 및 인간의 전문역량 강화

AI 혁신의 지속 가능성은 조직이 보유한 AI 모델과 소프트웨어 및 기술적 실행 환경뿐 아니라 실제 혁신을 설계하고 수행하는 인간의 전문성과 창의적 역량에 의존한다. AI 기술의 발전으로 다양한 정보의 탐색과 분석 및 새로운 콘텐츠와 해결 방안의 생성 및 전문적인 업무 수행을 지원할 수 있게 되더라도 인간이 실제 문제를 이해하고 적절한 해결 방안의 타당성을 판단하며 실행 결과에 관한 책임을 수행할 수 있는 능력이 필요하다.

따라서 AI 혁신 교육은 AI 기술의 사용 능력을 확보하는 교육과 실제 산업현장의 미충족 수요를 해결하고 새로운 가치를 창출할 수 있는 혁신 역량을 발전시키는 교육을 함께 고려해야 한다.

16.7.1. AI 활용 역량과 AI 혁신 역량의 구분

AI 활용 역량(AI Literacy and Utilization Capability)은 AI 기술의 기본적인 특성과 가능성 및 한계를 이해하고 적절한 AI 모델과 도구 및 Agent 를 실제 업무에 활용할 수 있는 능력으로 설명할 수 있다. 이러한 역량에는 AI 모델에 필요한 요구사항과 정보를 제공하는 능력, 생성된 결과를 이해하고 검토하는 능력 및 데이터와 전문 도구의 활용과 정보보호 및 책임 있는 사용에 관한 이해가 포함될 수 있다.

반면 AI 혁신 역량(AI Innovation Capability)은 실제 산업현장의 미충족 수요를 발굴하고 검증하며 근본 원인과 구조적 제약을 분석하고 AI 기반의 창의적 해결 방안을 설계하며 필요한 연구개발과 실증 및 실제 가치 창출을 수행할 수 있는 능력이다.

AI 혁신 역량은 AI 기술의 활용 능력을 기반으로 하면서 실제 산업과 직무에 관한 전문지식 및 과학적·수리적 사고와 창의적인 문제 해결 능력 및 Human-AI Work Redesign 과 연구개발 및 가치 검증에 관한 전문적인 역량을 포함한다.

예를 들어 건축설계 전문가가 생성형 AI 를 활용하여 설계 관련 정보를 탐색하고 문서를 작성하는 능력은 AI 활용 역량에 해당한다. 그러나 실제 건축설계 품질검토 과정의 미충족 수요와 근본 원인을 분석하고 기존 BIM 분석 소프트웨어와 전문지식 및 AI Agent 를 결합하는 새로운 업무 구조를 설계하며 실제 품질과 생산성 및 경제적 가치를 검증하는 능력은 AI 혁신 역량에 해당한다.

보건의료 분야에서도 AI 모델을 활용하여 학술문헌을 탐색하고 연구자료를 정리하는 능력과 의료현장의 미충족 수요를 과학적 연구 문제로 전환하고 다양한 전문분야의 연구개발과 기술 및 실제 검증을 연결하는 혁신 역량은 구분된다.

조직은 구성원의 AI 활용 역량을 강화하는 것과 함께 실제 미충족 수요를 해결할 수 있는 혁신 역량을 발전시키기 위한 교육 및 실무 경험을 제공할 필요가 있다.

16.7.2. AI 혁신 교육의 대상별 구성

AI 혁신 교육은 모든 구성원에게 동일한 AI 기술의 사용 방법과 교육 내용을 제공하는 방식으로만 구성하지 않는다. 조직의 혁신 활동에서 각 구성원이 수행하는 역할과 책임 및 필요한 전문역량에 따라 적절한 교육과 실무 경험을 제공해야 한다.

경영진 대상 AI 혁신 교육

경영진 대상 교육은 AI 기술의 발전과 산업 및 경영 환경의 변화, 수요 주도형 AI 혁신의 개념과 전략적 의미, 미충족 수요와 혁신 포트폴리오 및 투자와 가치 실현에 관한 내용을 중심으로 구성한다. 경영진이 조직의 AI 혁신 목적과 실제 사업 및 사회적 가치를 정의하고 적절한 혁신 과제 및 투자와 전문역량을 확보하며 실제 혁신 성과의 확산과 가치 실현에 관한 의사결정을 수행할 수 있도록 지원한다.

혁신 아키텍트 대상 교육

혁신 아키텍트 대상 교육은 미충족 수요의 발굴과 검증 및 근본 원인 분석, 혁신 영역과 혁신 대상의 정의, AI 기반 해결 방안과 혁신 모델의 설계 및 Human-AI Work Redesign 을 중심으로 구성한다. 또한 과학적 연구와 수리과학적 방법 및 AI 기술과 산업 전문성을 결합하는 방법과 다양한 혁신 활동의 결과를 전체 혁신 목표 및 가치 창출과 연결하는 역량을 개발하도록 한다. 혁신 아키텍트는 특정 AI 기술에 관한 전문지식뿐 아니라 여러 전문분야의 활동을 이해하고 통합하여 실제 산업현장의 문제를 해결할 수 있는 혁신 구조를 설계하는 능력을 확보해야 한다.

프로젝트 관리자 및 PMO 대상 교육

프로젝트 관리자 및 PMO 대상 교육은 제 14 장에서 정립한 AI 혁신 프로젝트 관리 및 거버넌스 체계를 실제 조직의 혁신 활동에 적용하는 역량을 개발하는 데 중점을 둔다. 혁신 과제의 선정과 실행 계획 및 전문인력과 Resource 관리, 일정 및 비용과 위험 및 품질관리, Stage-Gate 의사결정과 실제 성과 및 가치 검증과 관련한 관리 역량을 확보하도록 한다. 특히 과학적 연구와 핵심 기술개발 등 불확실성이 존재하는 혁신 과제에 적합한 적응형 프로젝트 관리의 적용과 단계적 투자 및 증거 기반의 의사결정에 관한 이해를 강화한다.

산업 및 직무 전문가 대상 교육

산업 및 직무 전문가 대상 교육은 실제 업무의 미충족 수요와 전문적인 요구사항을 이해하고 사람과 AI Agent 의 업무 수행 구조를 설계하며 실행 결과를 검증할 수 있는 역량을 발전시키는 데 중점을 둔다. 산업 전문가는 기존의 산업 및 직무 전문성을 AI 기술과 결합하여 자신의 업무 수행 능력을 확장할 수 있어야 한다. 또한 AI Agent 가 제시한 결과의 전문적인 타당성과 실제 적용 범위 및 오류와 위험을 검토하고 새로운 Human-AI Work 를 지속적으로 개선할 수 있도록 한다.

개발자 및 연구자 대상 교육

개발자 및 연구자 대상 교육은 실제 미충족 수요와 혁신 목표를 기술개발 및 연구개발 요구사항으로 전환하고 적절한 Model, Data, Tool, Skill 및 Workflow Resource 를 구성하고 검증하는 역량을 개발하도록 한다. 과학적 연구와 수리적 모델링 및 전문 소프트웨어와 AI 기술을 결합하는 연구개발 방법 및 결과의 검증과 실제 산업현장의 적용 조건을 이해하도록 한다. Craftem 을 활용하는 개발자와 연구자는 전문 Agent 와 Resource 의 개발 및 검증과 버전관리와 실제 Human-AI Work 의 구현 및 실행 구조를 이해하고 활용할 수 있도록 한다.

일반 구성원 대상 교육

일반 구성원 대상 교육은 AI 기술의 기본적인 개념과 가능성 및 한계를 이해하고 실제 업무에서 적절하게 활용할 수 있는 역량을 개발하는 데 중점을 둔다. 또한 자신의 업무에서 발생하는 미충족 수요와 비효율 및 전문지식의 활용 제약을 발견하고 새로운 업무 수행 방법을 탐색할 수 있도록 지원한다. AI 모델 및 Agent 의 결과에 대한 기본적인 검토와 개인정보 및 기밀정보의 보호 및 권한에 적합한 실행과 인간의 책임에 관한 이해를 포함한다.

실무 프로젝트 중심의 교육

AI 혁신 교육의 성과는 교육에 참여한 인원의 수와 교육시간 및 이수 여부만으로 평가하지 않는다. 실제 교육을 통해 조직의 구성원이 미충족 수요를 정의하고 문제의 구조를 분석하며 적절한 해결 방안과 Human-AI Work 를 설계하고 검증할 수 있는지를 평가해야 한다.

교육과 실제 산업현장의 미충족 수요를 연계한 실무 프로젝트는 이러한 혁신 역량을 개발하고 검증하는 중요한 수단이 될 수 있다. 조직의 초기 혁신 과제를 교육 및 워크샵의 주제로 활용하고 관련 전문가의 검토를 통해 실제 혁신 과제로 발전시킬 수 있다.

16.7.3. Crafter 의 성장 및 지속적인 혁신 역량 강화

Crafter 는 Craftem 을 활용하여 Human-AI Work 를 설계하고 실행하며 지속적으로 개선하고 인간과 AI 의 협업을 통해 새로운 가치를 창출하는 주체이다. Crafter 의 전문역량은 특정 AI 모델과 도구의 사용 방법을 숙달하는 것으로만 발전하는 것이 아니다.

인간이 실제 산업현장의 문제를 이해하고 관련 지식과 기술을 학습하며 자신의 전문성과 AI 의 역량을 활용하여 창의적인 해결 방안을 탐색하고 실제 혁신 활동을 수행하는 경험을 통해 발전할 수 있다.
제 12 장에서 정립한 Crafter 의 AI Value Creation Loop 는 이러한 인간의 전문역량 강화와 지속적인 가치 창출 활동을 연결하는 개념적 구조이다.

학습(Learn)

Crafter 는 실제 업무와 연구개발 및 혁신 과제에서 필요한 전문지식과 기술 및 문제 해결 방법을 학습한다. AI Agent 는 관련 정보와 전문자료의 탐색 및 분석과 다양한 지식의 연결과 정리를 지원할 수 있다. 인간은 이러한 정보의 타당성과 실제 업무 및 산업 환경에 대한 적합성을 검토하고 자신의 전문지식을 발전시킨다.

창작(Create)

Crafter 는 확보한 전문지식과 실제 미충족 수요에 관한 이해를 기반으로 새로운 해결 방안과 아이디어 및 설계와 가치제안을 창조한다. AI Agent 는 다양한 해결 가능성의 탐색과 비교 및 창의적인 대안의 생성과 전문적인 검토를 지원할 수 있다. 인간은 혁신의 목적과 가치 창출의 방향 및 창의적인 선택과 전문적인 판단을 수행한다.

개발(Develop)

Crafter 는 새로운 해결 방안과 혁신 모델을 실제 업무 및 기술과 제품 및 서비스의 형태로 구현하기 위한 연구개발과 기술개발 및 업무 수행 구조의 설계와 구현을 수행한다. 필요한 전문 Agent 와 Resource 를 활용하고 개발한 해결 방안의 기능과 성능 및 실제 적용 가능성을 검증한다.

혁신(Innovate)

Crafter 는 검증된 혁신 모델을 실제 업무와 산업현장에 적용하고 새로운 업무 및 기술과 제품 및 서비스와 비즈니스 모델의 성과를 실현한다. 실제 혁신 성과와 경제적·사회적 가치 및 기존 문제의 해결 수준을 검토하고 새로운 가치를 창출한다.

재학습(Relearn)

Crafter 는 실제 혁신 활동의 결과와 성공 및 실패의 경험과 새로운 지식을 분석하여 기존 전문지식과 업무 수행 방법 및 혁신 모델을 개선한다. 새로운 미충족 수요와 해결해야 하는 문제를 발견하고 필요한 전문지식과 기술의 학습을 다시 수행한다. 이러한 재학습의 결과는 후속 창작과 개발 및 혁신 활동의 기반이 된다.

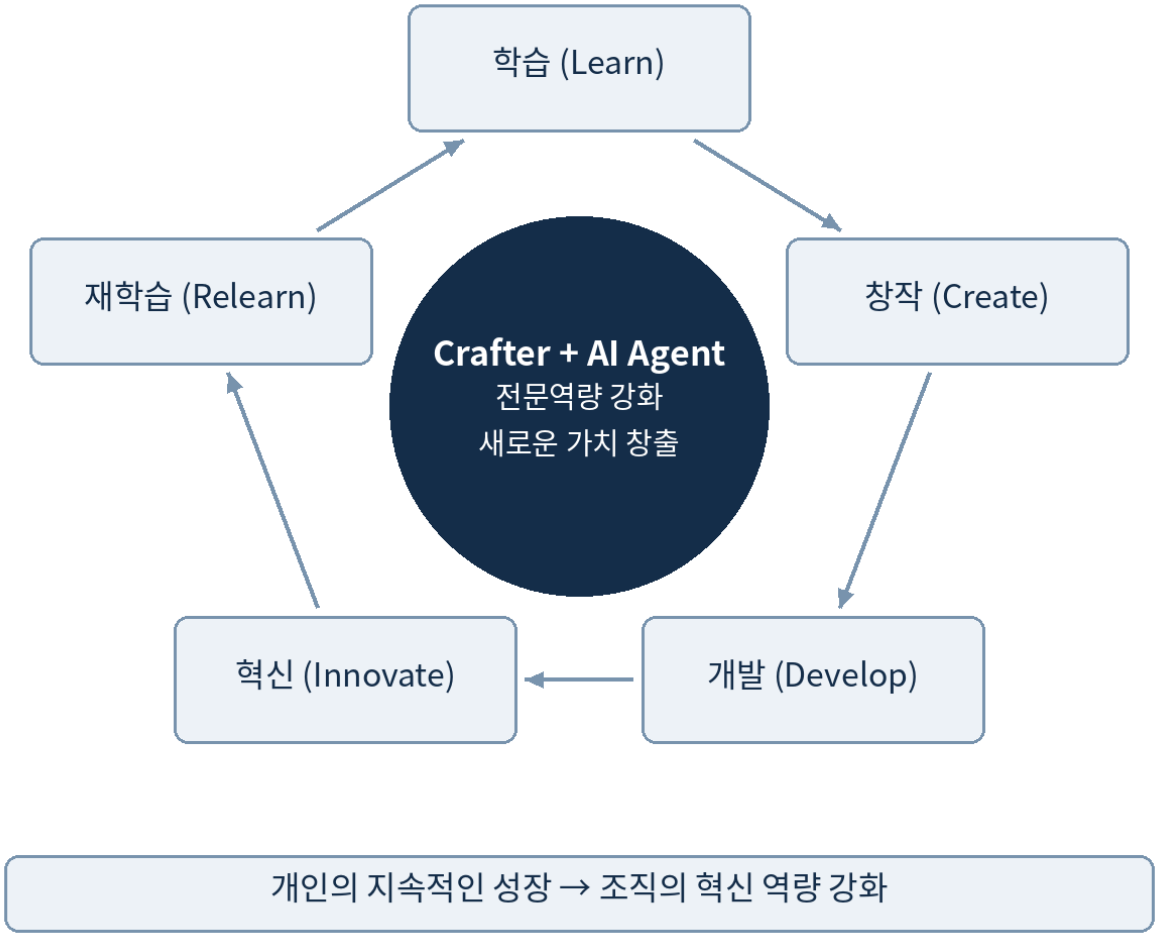


도표 16-6. Crafter 의 AI Value Creation Loop 기반 혁신 역량 강화 체계

실무 프로젝트 · 전문 멘토링 · 혁신 자산의 축적

이러한 가치 창출 순환 구조는 인간의 학습과 실제 업무 및 연구개발과 혁신 활동을 서로 분리된 과정으로만 관리하지 않고 지속적인 전문역량 강화와 가치 창출의 과정으로 연결한다. 조직은 개별 Crafter 가 실제 혁신 활동에서 확보한 전문지식과 검증된 업무 수행 방법 및 기술과 경험을 적절한 조건에 따라 조직의 공동 혁신 역량으로 발전시킬 수 있도록 지원해야 한다.

또한 SyenaHub 의 교육·컨설팅 파트너와 산업 전문가 및 공동 연구개발 참여기관의 전문성을 활용하여 조직의 혁신 역량을 강화할 수 있다. SyenaHub Cura 는 새로운 경력 성장을 준비하는 학생과 초기 경력 인재 및 성장 단계의 전문인력이 실제 산업현장의 문제를 기반으로 전문역량과 기업가정신을 발전시키는 성장 프로그램으로 활용할 수 있다.

기업을 대상으로 하는 유상 AI 혁신 교육과 컨설팅 및 자발적인 공동체와 후원 기반의 Cura 프로그램은 각각의 목적과 참여 조건 및 경제적 운영 구조에 적합하게 구분하여 운영한다.

16.8. 미충족 수요 기반 초기 AI 혁신 과제 선정

조직의 초기 AI 혁신 과제는 실제 혁신 성과를 확보하고 새로운 전문역량과 실행 경험을 축적하며 후속 혁신의 기반을 확보하는 데 중요한 역할을 수행할 수 있다. 초기 혁신 과제의 선정은 특정 AI 기술의 활용 가능성과 구현의 용이성을 중심으로 수행하지 않는다. 실제 조직 및 산업현장의 미충족 수요와 해결 필요성 및 잠재적 가치와 기술적 실현 가능성 및 필요한 전문역량을 종합적으로 고려하여 적절한 혁신 과제를 선정해야 한다.

16.8.1. 초기 혁신 과제의 선정 원칙

초기 혁신 과제는 조직이 현재 확보하고 있는 전문성과 데이터 및 기술과 투자 및 실행 조건을 고려하면서 실제 미충족 수요의 해결과 혁신 가치의 검증에 기여할 수 있도록 선정한다.

실제 미충족 수요의 해결

초기 혁신 과제는 실제 수요자가 경험하는 구체적인 문제와 기존 해결 방안의 한계를 기반으로 선정한다. 기술적으로 구현할 수 있는 다양한 AI 활용 기능이 존재하더라도 실제 문제 해결의 필요성과 가치가 충분하지 않은 경우 초기 혁신 과제로 추진할 필요가 낮을 수 있다. 따라서 제 5 장과 제 6 장에서 정립한 미충족 수요 발굴 및 검증 방법을 활용하여 수요의 실재성과 중요성을 확인한다.

검증 가능한 혁신 목표의 확보

초기 혁신 과제를 통해 확보하고자 하는 업무 및 기술과 제품과 서비스의 성과를 객관적으로 평가할 수 있도록 혁신 목표를 정의한다. 기존 성과의 기준선과 실제 혁신 목표 및 검증에 필요한 데이터를 확보하고 해당 과제의 실증 및 운영 성과를 비교할 수 있도록 한다. 검증할 수 있는 목표의 확보는 초기 혁신 활동의 결과를 조직의 신뢰와 후속 투자 및 혁신 확산의 근거로 활용하기 위한 중요한 조건이다.

전문역량 및 실행 조건의 확보

초기 혁신 과제의 해결 방안을 실현하는 데 필요한 산업 전문지식과 AI 기술 및 데이터와 기존 소프트웨어와 실제 업무 수행 구조를 분석한다. 조직 내부에서 필요한 전문성과 기술을 충분히 확보하지 못한 경우 외부 전문가 및 기술기업과의 협력을 통해 해당 역량을 확보할 수 있는지 검토한다. 조직의 현재 준비 수준과 초기 혁신 과제의 요구사항 사이의 차이가 과도하게 큰 경우에는 필요한 역량 확보 및 예비 연구개발과 검증을 먼저 수행할 수 있다.

후속 혁신 및 자산화 가능성

초기 혁신 과제에서 확보한 전문지식과 기술 및 Human-AI Work 와 Agent 및 Resource 가 다른 업무와 조직 및 산업의 혁신에 활용될 수 있는지도 고려한다. 이러한 후속 활용 가능성은 초기 과제의 직접적인

성과와 별도로 조직의 장기적인 혁신 역량과 기술 및 사업 경쟁력의 발전에 기여할 수 있다. 다만 재사용 가능성을 확대하는 것이 실제 최초 미충족 수요의 해결보다 우선하는 목표가 되지 않도록 한다.

16.8.2. 미충족 수요의 중요성 및 혁신 실현 가능성 평가

초기 혁신 과제의 선정에서는 미충족 수요의 중요성과 예상되는 경제적·사회적 가치와 함께 실제 혁신 모델의 실현 가능성을 고려할 필요가 있다. 수요의 중요성은 문제의 발생 조건과 영향 및 실제 수요자의 해결 필요성 및 조직의 전략적 목표와 관계를 기반으로 평가할 수 있다.

혁신 실현 가능성은 기존 과학적 지식과 기술의 활용 및 새로운 연구개발의 필요성, 실제 전문역량과 데이터 및 자원의 확보 가능성과 기술적 불확실성 및 실증과 운영 조건 등을 기반으로 평가할 수 있다. 이러한 두 가지 판단 영역을 결합하여 초기 혁신 과제의 특성을 정성적으로 분류하는 구조를 활용할 수 있다.



도표 16-7. 미충족 수요 및 혁신 실현 가능성 기반 초기 과제 선정 구조

정성적인 과제 분류 구조이다. 실제 선정에는 전략적 중요성, 투자, 위험 및 검증 증거를 함께 고려한다.

초기 혁신 우선 과제

미충족 수요의 중요성과 잠재적인 가치가 높고 실제 혁신 모델의 실현 가능성도 비교적 충분한 과제는 초기 혁신의 우선적인 추진 대상으로 검토할 수 있다. 이미 검증된 전문 소프트웨어와 AI 기술 및 기존 산업 전문지식을 결합하여 실제 업무의 품질과 생산성을 개선할 수 있는 혁신 과제가 이에 해당할 수 있다. 다만 실제 추진 여부는 해당 과제의 수요와 근본 원인 및 해결 방안의 타당성을 검증한 후 결정한다.

전략적 연구개발 과제

미충족 수요의 중요성과 잠재적인 가치는 높지만 과학적·기술적 불확실성과 전문역량 및 연구개발 자원의 제약으로 실현 가능성을 충분히 확보하지 못한 과제는 전략적 연구개발 대상으로 검토할 수 있다. 새로운 진단 기술과 기능성 소재 및 원천기술의 개발과 같이 장기적인 경제적·사회적 가치가 중요하지만 실제 연구개발의 성공 여부와 기간 및 비용에 불확실성이 존재하는 과제가 이에 해당할 수 있다. 이러한 과제는 초기 혁신 우선 과제와 동일한 일정 및 성과 기준으로 평가하지 않고 필요한 연구개발과 검증에 적합한 단계적 투자 및 전문적인 협력 구조를 구성한다.

제한적 업무 개선 과제

미충족 수요의 중요성과 잠재적 가치가 상대적으로 낮지만 기술적 실현 가능성이 높은 과제는 제한된 범위의 업무 개선 활동으로 추진할 수 있다. 다만 기술적으로 쉽게 수행할 수 있다는 이유만으로 중요한 혁신 과제보다 과도한 자원과 투자를 우선 배분하지 않도록 한다.

보류 또는 재검토 과제

미충족 수요의 중요성과 잠재적 가치가 충분히 확인되지 않았고 기술적 실현 가능성도 낮은 과제는 수요의 재검증과 기술 및 경제적 타당성의 검토를 수행하거나 추진을 보류할 수 있다. 새로운 과학적 지식과 기술의 발전 및 산업현장의 요구사항 변화에 따라 해당 과제의 가치와 실현 가능성이 달라질 수 있으므로 적절한 조건에서 후속 혁신 후보로 관리할 수 있다.

이러한 과제의 분류는 조직의 초기 혁신 과제에 관한 의사결정을 지원하기 위한 방법론적 구조이다. 기존 제 6~11 장에서 정립한 수요 검증 및 혁신 대상과 해결 방안 및 실증과 사업화의 평가 체계를 대체하지 않으며 새로운 가중치 기반 종합 평가 점수를 신설하지 않는다. 또한 안전과 보안 및 법적·윤리적 필수조건을 충족하지 못한 과제는 수요의 중요성과 잠재적 가치가 높더라도 실제 실행에 필요한 별도의 검증과 승인 없이 추진하지 않는다.

16.8.3. 초기 성공 경험과 후속 혁신 과제의 연계

초기 혁신 과제를 통해 실제 문제 해결과 검증 가능한 성과를 확보하는 경험은 조직의 AI 혁신에 관한 이해와 신뢰 및 전문역량을 발전시키는 데 기여할 수 있다. 특히 조직이 기존에 충분한 AI 혁신 경험을 확보하지 못한 경우 비교적 명확한 미충족 수요와 검증 가능한 성과 기준 및 적절한 실행 범위를 가진 초기 과제를 추진할 수 있다.

해당 과제를 수행하는 과정에서 사람과 AI Agent 의 업무 수행 방법과 기술 및 데이터의 실제 이용 조건, 연구개발 및 실증의 절차와 운영 및 성과 검증의 경험을 확보할 수 있다. 초기 혁신 과제에서 확보한

전문지식과 검증된 Resource 및 Human-AI Work 를 조직의 공동 혁신 자산으로 발전시키고 후속 혁신의 기반으로 활용할 수 있다.

그러나 초기 혁신의 성공을 기술적으로 구현하기 쉬운 과제에서 단기적인 성과를 확보하는 것으로만 정의하지 않는다. 과학적 연구와 핵심 기술개발의 초기 단계에서는 최초 연구 가설의 검증과 새로운 과학적 지식의 확보, 기술적 불확실성의 감소 및 후속 연구개발의 타당성 확보가 중요한 성과가 될 수 있다.

또한 초기 혁신 과제가 예상한 성과를 달성하지 못한 경우에도 실제 문제의 구조와 기술의 한계 및 필요한 전문역량과 운영 조건에 관한 유의미한 지식을 확보할 수 있다. 이러한 경험을 객관적으로 분석하고 후속 혁신의 설계와 투자 및 실행에 활용한다.

16.9. AI 혁신 PMO 기반 도입 실행 체계

조직이 AI 혁신을 체계적으로 도입하고 실제 성과를 지속적으로 확보하기 위해서는 필요한 혁신 과제를 선정하고 전문인력과 기술 및 자원을 확보하며 프로젝트의 실행과 의사결정 및 성과관리를 지원하는 조직적 기능이 필요하다. 제 14 장에서 정립한 AI 혁신 PMO 는 이러한 조직의 혁신 활동을 지속적으로 지원하기 위한 프로젝트 관리 조직 또는 기능이다. 본 절에서는 AI 혁신 PMO 를 조직의 실제 AI 혁신 도입 및 확산과 연결하는 전략을 설명한다.

16.9.1. 조직의 AI 혁신 실행 조직 구성

AI 혁신을 추진하는 조직은 실제 혁신 과제의 목표와 규모 및 연구개발의 특성 및 위험 수준에 적합한 실행 조직을 구성해야 한다.

경영진과 혁신 스폰서는 조직의 혁신 목적과 전략적 방향 및 투자와 자원의 확보 및 중요한 의사결정과 가치 실현을 담당한다. AI 혁신 PMO 는 조직의 혁신 과제 발굴과 선정 및 공통적인 프로젝트 관리와 거버넌스 및 전문역량과 자원의 확보 및 성과 검증과 혁신 자산의 축적을 지원한다.

프로젝트 관리자와 혁신 아키텍트는 개별 혁신 프로젝트의 실행 및 혁신 모델의 설계와 다양한 전문적인 활동의 연결을 담당한다. 산업 전문가와 연구자 및 수리과학자와 AI 엔지니어와 전문 개발자는 실제 과제의 필요성에 따라 과학적 연구와 기술개발 및 Human-AI Work 의 설계와 구현 및 검증을 수행한다.

상용 운영 및 가치 실현의 책임자는 개발한 혁신 모델을 실제 조직의 업무와 기술 환경에 적용하고 운영 성과를 관리하며 해당 성과를 경제적·사회적 가치로 발전시키는 역할을 수행한다.

이러한 실행 조직은 각 역할을 반드시 별도의 부서나 독립적인 전문인력으로 구성해야 한다는 의미가 아니다. 소규모 조직에서는 하나의 구성원이 여러 역할을 수행하거나 필요한 외부 전문역량을 활용할 수 있다. 다만 실제 전문적인 판단과 중요 위험의 검토 및 최종적인 투자와 승인 및 운영 책임이 불명확해지지 않도록 역할과 권한을 구분해야 한다.

16.9.2. 내부·외부·하이브리드 PMO 기반 도입

조직의 규모와 혁신 준비 수준 및 필요한 전문역량에 따라 내부 PMO 와 외부 PMO 및 하이브리드 PMO 의 운영 모델을 활용할 수 있다.

내부 PMO 기반 도입

내부 PMO 기반 도입은 조직이 자체적으로 확보한 전문인력과 혁신 및 프로젝트 관리 역량을 활용하여 실제 AI 혁신 과제의 발굴과 선정 및 실행과 성과 검증을 추진하는 방식이다. 조직의 산업 및 업무 전문성과 경영 및 사업 환경에 대한 충분한 이해를 활용할 수 있으며 여러 부서와 혁신 프로젝트의 실행 및 자원과 성과를 지속적으로 관리할 수 있다. 조직 내부에 혁신 아키텍트와 프로젝트 관리자 및 AI 기술과 데이터 및 전문적인 거버넌스에 관한 역량이 충분하지 않은 경우에는 필요한 교육과 전문인력의 확보 및 외부 자문을 활용할 수 있다.

외부 PMO 기반 도입

외부 PMO 기반 도입은 조직이 자체적으로 확보하기 어려운 혁신 설계와 프로젝트 관리 및 전문적인 연구개발과 기술적 검증의 역량을 외부 전문기관 및 전문가의 협력을 통해 확보하는 방식이다. 특히 AI 혁신의 경험과 전문인력이 충분하지 않은 중소기업에서는 외부 PMO 를 활용하여 실제 미충족 수요의 발굴과 검증 및 초기 혁신 과제의 설계 및 실행과 가치 검증을 추진할 수 있다.

외부 PMO 는 조직의 기존 산업 및 직무 전문성을 대체하는 것이 아니다. 수요기업의 경영진과 실제 업무를 수행하는 구성원의 전문지식과 경험을 기반으로 필요한 혁신 방법론과 프로젝트 관리 및 기술과 외부 전문역량을 결합하는 역할을 수행한다. 외부 PMO 를 활용하는 경우에도 조직의 경영 목표와 투자와 위험 수용 및 최종적인 의사결정과 실제 운영의 책임은 적절한 권한을 가진 조직 내부의 책임 주체가 유지해야 한다.

하이브리드 PMO 기반 도입

하이브리드 PMO 기반 도입은 조직 내부의 경영 및 산업 전문성과 업무 및 운영 역량을 외부 혁신 아키텍트와 PMO 및 기술개발 및 연구개발 전문가의 역량과 결합하는 방식이다. 조직 내부에서는 경영 목표와 실제 미충족 수요 및 현장 운영과 가치 실현에 관한 책임을 담당하고 외부 PMO 는 공통적인 혁신 방법론과 전문적인 프로젝트 관리 및 기술과 협력 구조의 확보를 지원할 수 있다.

조직이 초기 AI 혁신 프로젝트를 통해 전문적인 실행 경험과 관리 역량을 축적하면 일부 외부 지원 기능을 내부에 정착시키거나 새로운 전문적인 혁신 과제에 필요한 외부 협력으로 전환할 수 있다. 이러한 운영 방식은 모든 기능을 자체적으로 구축하거나 외부에 전적으로 의존하는 방식보다 조직의 실제 상황에 적합한 전문역량의 확보와 역할의 분담을 지원할 수 있다.

16.9.3. AI 혁신 교육·PMO·Craftem 도입의 연계

크림슨앰버의 수요 주도형 AI 혁신 방법론과 실행 플랫폼 및 협력 생태계를 활용한 조직의 AI 혁신 도입 지원 모델은 교육 및 세미나와 워크샵 및 준비도 진단, AI 혁신 PMO 와 Craftem 도입 및 구축과 실제 운영 및 가치 검증 및 지속적인 혁신의 구조로 구성할 수 있다.



도표 16-8. AI 혁신 교육·PMO·Craftem 도입 및 운영의 연계 체계

조직의 준비 수준과 혁신 과제의 특성에 따라 필요한 지원 활동을 선택하고 연계할 수 있다.

AI 혁신 교육 및 세미나

AI 혁신 교육 및 세미나는 경영진과 조직 구성원이 AI 혁신의 개념과 실제 산업현장의 문제 및 새로운 가치 창출의 가능성을 이해하도록 지원하는 활동이다. 일반적인 AI 모델과 도구의 사용 방법뿐 아니라 수요 주도형 AI 혁신의 개념과 실행 방법 및 실제 활용 사례와 성과 가치사슬 및 두 가지 성과 단절에 관한 이해를 제공한다. 이를 통해 조직이 AI 기술의 도입에 관한 관심을 실제 산업 및 업무 환경의 미충족 수요와 혁신 필요성의 인식으로 발전시킬 수 있도록 한다.

AI 혁신 워크샵 및 준비도 진단

AI 혁신 워크샵은 조직의 경영진과 실무자 및 산업 전문가가 실제 조직의 미충족 수요와 혁신 가능성을 구체적으로 탐색하는 활동이다. 조직의 현재 업무와 기술적 환경 및 데이터와 전문역량과 혁신 추진에 관한

제약을 분석하고 초기 혁신 과제의 후보를 발굴할 수 있다. 이러한 활동을 통해 확인한 수요 후보는 실제 미충족 수요의 실재성과 중요성 및 가치 창출 가능성을 검증하는 후속 활동으로 연결한다. 워크샵에서 도출한 혁신 아이디어를 검증된 혁신 과제나 확정된 기술개발 요구사항으로 자동 전환하지 않는다.

AI 혁신 PMO

AI 혁신 PMO 는 검증된 미충족 수요를 실제 혁신 프로젝트로 발전시키고 필요한 전문인력과 기술 및 자원과 실행 및 거버넌스를 확보하도록 지원할 수 있다. 실제 혁신 목표와 해결 방안 및 연구개발과 실증의 계획과 프로젝트 관리와 단계별 의사결정 및 성과 검증을 지원한다. 필요에 따라 SyenaHub 의 외부 산업 전문가와 연구기관 및 기술기업 및 전문 서비스 공급기업의 협력을 확보할 수 있다.

Craftem 도입 및 구축

Craftem 의 도입 및 구축은 실제 혁신 프로젝트의 목적과 해결 방안에 적합한 Human-AI Work 와 전문 Agent 와 Resource 및 실행 환경을 구현하는 활동이다. 기존 고객의 데이터와 업무 시스템 및 전문 소프트웨어를 연계하고 필요한 기술개발과 검증을 수행할 수 있도록 구성한다. Craftem 의 도입 범위는 실제 미충족 수요와 혁신 목표 및 고객의 기술과 데이터 및 운영 환경의 요구사항에 따라 결정한다.

실제 운영 및 가치 검증

검증된 혁신 모델과 Human-AI Work 를 실제 조직의 업무 및 산업현장에 적용하고 지속적인 운영 체계를 확보한다. 실제 운영의 성과와 미충족 수요 충족 및 경제적·사회적 가치를 평가하고 필요한 개선과 추가 투자 및 후속 혁신의 가능성을 검토한다.

지속적인 혁신 및 확산

초기 혁신 프로젝트에서 확보한 전문성과 기술 및 Resource 와 검증된 업무 수행 방법을 후속 혁신 활동에 활용한다. 조직의 새로운 미충족 수요와 산업현장의 혁신 기회를 발굴하고 필요한 전문역량의 강화와 SyenaHub 공동 혁신 및 기술사업화의 협력을 지속적으로 추진한다.

이러한 도입 지원 모델은 특정 소프트웨어의 판매를 위한 일률적인 절차가 아니다. 조직의 혁신 준비 수준과 실제 미충족 수요 및 확보한 전문역량에 따라 필요한 활동을 선택하고 연계하는 방법론적 지원 구조이다.

이미 충분한 혁신 전문성과 검증된 과제를 보유한 조직은 필요한 구현과 실증 및 운영 지원부터 활용할 수 있으며, 기존의 기술적 해결 방안과 플랫폼을 활용하여 혁신을 추진하는 경우에도 수요 주도형 AI 혁신 방법론과 프로젝트 관리 체계를 적용할 수 있다.

본 절의 지원 모델은 크림슨앰버의 AI 혁신 교육과 PMO 및 Craftem 구축과 SyenaHub 협력의 연계 방향을 설명한 것이며 개별 서비스의 공급 상태와 가격 및 계약 조건은 별도의 사업 및 운영 정책에서 정의한다.

16.10. PoC 에서 실제 상용 운영으로의 전환 전략

AI 혁신의 연구개발 및 실증 활동을 통해 기술적 해결 방안의 가능성과 실제 업무 및 산업현장의 적용 가능성을 검증할 수 있다. 그러나 제한된 환경에서 확보한 기술적 성과를 실제 조직의 지속적인 운영과 경제적·사회적 가치로 전환하기 위해서는 추가적인 기술 및 운영과 조직적 조건을 확보해야 한다. PoC 와 실제 상용 운영 사이의 단절을 줄이기 위해서는 초기 혁신 과제의 설계 단계부터 실제 적용 환경과 운영 조건을 고려하고 연구개발과 실증 및 상용 운영의 목적과 완료 기준을 구분해야 한다.

16.10.1. PoC 및 실증의 목적과 한계

PoC(Proof of Concept)는 제안한 해결 원리와 기술적 개념이 실제로 구현될 수 있는지를 검토하기 위한 활동이다. PoC 에서는 특정 기능이나 기술적 해결 원리를 제한된 환경과 데이터 및 실행 조건에서 검토할 수 있다. 이러한 PoC 의 결과는 해당 기술적 접근 방식의 가능성을 평가하고 후속 연구개발과 실증의 방향을 결정하는 데 활용할 수 있다. 그러나 PoC 의 목적은 실제 상용 운영에 필요한 모든 기능과 성능 및 안전성과 운영의 지속 가능성을 검증하는 데 있지 않을 수 있다.

PoC 와 프로토타입의 구분

PoC 는 주로 핵심적인 해결 원리와 기술적 가능성을 검증하는 데 목적이 있다. 프로토타입(Prototype)은 실제 제품이나 서비스 및 업무 실행 구조의 주요 기능과 구성 및 상호작용을 구체적으로 구현하여 해결 방안의 타당성을 검토하기 위한 초기 구현물이다. 프로토타입은 실제 사용자가 제안한 기능과 업무 실행 구조를 이해하고 사용자 요구사항과 실제 기능 사이의 차이를 발견하는 데 활용할 수 있다.

과제의 성격에 따라 PoC 와 프로토타입의 구현을 하나의 활동으로 결합할 수도 있다. 다만 이러한 구현물이 실제 운영에 필요한 품질과 안정성 및 보안과 유지관리 조건을 충분히 확보한 완성된 제품이나 혁신 모델을 의미하지는 않는다.

파일럿 및 현장 실증의 목적

파일럿(Pilot) 및 현장 실증은 개발한 기술과 혁신 모델을 제한된 실제 업무 및 산업 환경 또는 이를 충분히 반영한 환경에 적용하여 기술적 및 업무적 타당성을 검증하는 활동이다. 실제 사용자와 관련 데이터 및 기존 업무 시스템과 운영 조건을 활용하고 해당 혁신 모델이 최초 미충족 수요의 해결에 적합한지를 평가한다.

기술적 기능의 정확성과 성능뿐 아니라 실제 업무의 수행시간과 결과의 품질 및 사람의 검토와 승인 및 기존 업무와 시스템의 통합 및 비용과 위험에 관한 증거를 확보한다.

상용 운영의 목적

상용 운영은 검증된 기술과 혁신 모델을 실제 조직의 업무 및 산업현장에 적용하여 지속적인 업무 수행과 제품 및 서비스의 제공 또는 실제 사업화를 수행하는 활동이다. 상용 운영에서는 기능 및 기술적 성능의 확보뿐 아니라 업무 실행의 신뢰성과 안정성 및 운영 책임과 사용자 지원 및 유지관리와 정보보호 및 실제 운영 비용과 성과관리의 조건을 확보해야 한다.

PoC 와 프로토타입 및 파일럿의 결과는 상용 운영의 추진 여부를 판단하기 위한 중요한 근거가 된다. 그러나 이러한 연구개발 및 실증 활동의 완료를 실제 상용 운영의 준비 완료 및 경제적·사회적 가치의 실현과 동일하게 평가하지 않는다.

16.10.2. 실제 상용 운영의 전환 조건

실증에서 확보한 혁신 모델을 실제 상용 운영으로 전환하기 위해서는 기술적 성과와 실제 산업현장의 적용 및 운영 요구사항을 함께 검토해야 한다.

실제 업무 및 산업현장에 적합한 기능과 품질

상용 운영에 적용할 혁신 모델이 실제 조직의 업무 및 기술과 제품 및 서비스의 요구사항을 충족하는지 검토한다. PoC 에서 검증한 기능의 범위와 실제 업무 수행에 필요한 전체 기능 사이에 차이가 존재하는 경우 필요한 추가 개발과 검증을 수행한다. 특히 AI 모델과 Agent 의 실행 결과의 정확성과 전문적인 품질 및 업무 목적에 대한 적합성과 오류 및 예외 상황의 발생 가능성을 검토한다. 실제 운영의 품질을 유지하기 위해 필요한 인간의 전문적 검토와 승인 및 수정에 관한 절차를 확보한다.

데이터 및 기존 시스템과의 연계

실제 운영에서는 조직이 보유한 데이터와 기존 업무 시스템 및 전문 소프트웨어를 지속적으로 활용할 수 있어야 한다. 데이터의 실제 접근 및 이용 권한과 품질 및 최신성과 기존 시스템과의 연계 및 데이터의 일관성과 오류 처리 조건을 검토한다. PoC 를 수행할 때 사용한 제한적인 데이터와 실제 운영에서 활용하는 데이터의 규모 및 특성 및 품질의 차이도 고려한다.

인간과 AI Agent 의 업무 및 책임 구조

상용 운영에 적용할 Human-AI Work 의 목적과 범위 및 사람과 AI Agent 의 역할 및 실제 업무의 실행과 검토 및 의사결정 구조를 정의한다. 업무를 수행하는 구성원이 새로운 업무 실행 구조와 전문적인 책임을 이해하고 실제 운영에서 발생하는 문제와 예외 상황에 대응할 수 있도록 한다. AI Agent 의 실행 권한과 자율성 및 비용과 위험의 한도 및 인간의 개입이 필요한 조건을 정의한다.

Resource 의 검증 및 버전관리

실제 상용 운영에 활용하는 AI 모델과 데이터 및 도구와 스킬 및 Workflow Resource 의 버전과 검증된 적용 범위를 확인한다. 외부 AI 모델과 전문 소프트웨어의 버전 또는 서비스 제공 조건이 변경되는 경우 기존 업무와 운영 품질에 미치는 영향을 검토한다. 필요한 회귀시험과 변경 승인 및 기존 버전으로의 전환이나 대체 기술의 활용과 관련한 조건을 확보한다.

안전·보안·권한 및 운영 통제

실제 업무의 위험 수준과 데이터 및 기술적 요구사항에 적합한 보안과 안전 및 실행 권한을 확보한다. AI Agent 가 승인된 업무 범위와 데이터 접근 권한 및 도구 실행 권한을 초과하지 않도록 통제한다. 외부 데이터와 문서 및 도구를 활용하는 과정에서 발생할 수 있는 악의적인 지시와 정보의 무단 전송 및 승인되지 않은 외부 작업 수행을 방지하기 위한 정책과 검증 구조를 확보한다. 관련 법적·윤리적 및 안전의 필수조건이 충족되지 않은 경우 상용 운영의 범위를 확대하지 않는다.

지속적인 운영 및 기술지원

상용 운영에서는 실제 업무의 수행을 지원하는 기술과 소프트웨어 및 Resource 의 유지관리와 오류 및 장애의 처리, 사용자에 대한 교육과 기술지원 및 운영에 필요한 전문적인 책임 구조를 확보해야 한다. 업무 실행 중 오류가 발생하는 경우 필요한 대응과 대체 업무 수행 방법 및 데이터와 실행 상태의 복구 및 재검증에 관한 조건을 정의한다. 조직 내부의 운영 책임과 외부 서비스 및 기술 공급자의 지원 범위를 구분한다.

실제 운영 비용 및 성과 측정

PoC 의 연구개발 및 실증 비용과 실제 상용 운영에서 발생하는 플랫폼 및 Resource 이용 비용과 전문인력 및 운영과 유지관리 비용을 구분한다. 실제 업무량과 데이터의 규모 및 이용할 AI 모델과 도구의 사용량 및 인간의 검토에 필요한 시간을 고려하여 상용 운영의 경제성을 분석한다. 또한 상용 운영 이후 실제 성과와 가치를 검증하기 위한 기준선과 측정 대상 및 데이터의 수집 방법과 평가 책임을 확보한다.

16.10.3. 상용 운영 전환 및 확산의 의사결정

실제 상용 운영으로의 전환은 연구개발 및 실증의 결과와 실제 운영에 필요한 조건의 충족 여부를 검토한 후 승인해야 한다. 제 9 장의 연구개발 및 실증과 Gate 5 의 의사결정 결과를 활용하여 상용화 및 사업화 단계의 추진 가능성을 확인한다.

상용화 및 사업화 단계에서는 실제 제품화와 운영 환경의 확보 및 공급과 지속적인 운영에 필요한 조건을 검토하고 해당 결과를 Gate 6 의 의사결정과 연결한다. 이후 실제 운영을 통해 확보한 성과와 가치 및 지속 가능성을 제 7 단계에서 평가하고 Gate 7 을 통해 지속 운영과 개선 및 확산의 여부를 결정한다.

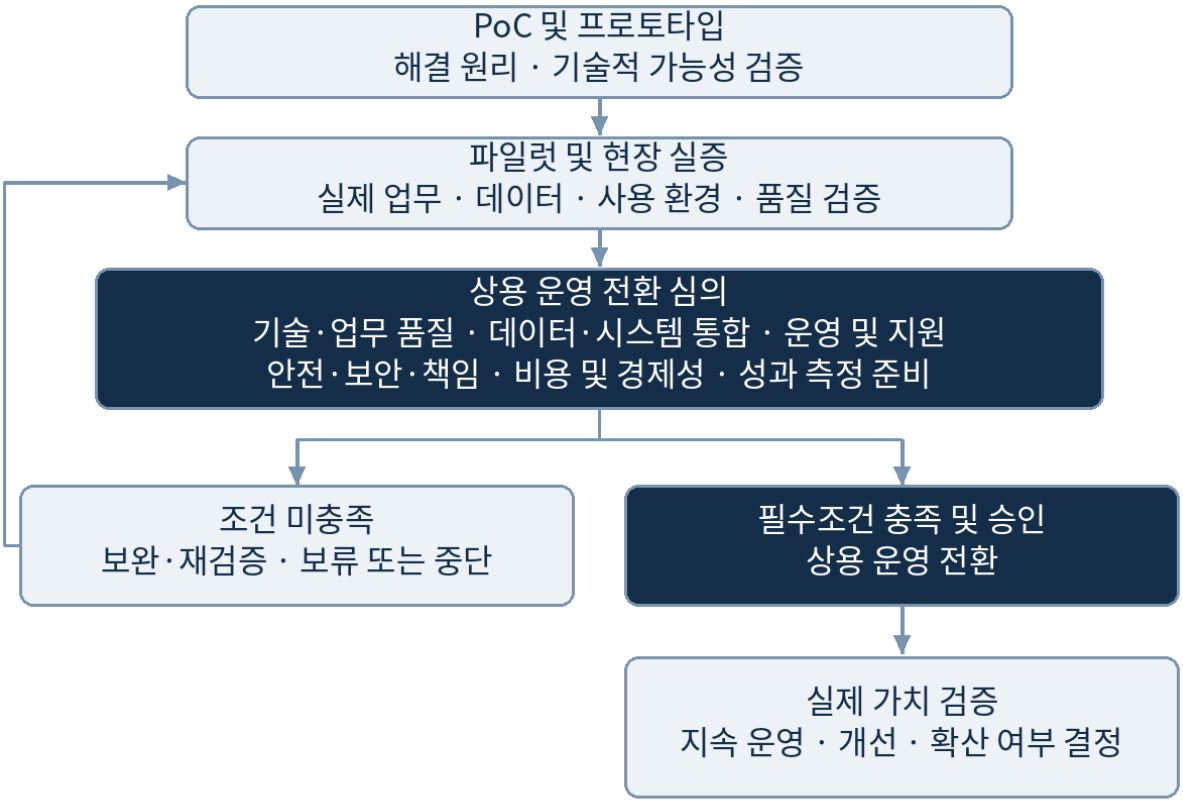


도표 16-9. AI PoC 에서 실제 상용 운영 및 가치 실현으로의 전환 체계

전환 심의는 기존 Gate 5·6·7 의 실행 및 의사결정 구조와 연계하며 새로운 독립 Gate 를 신설하지 않는다.

상용 운영에 필요한 조건을 부분적으로 확보한 경우에는 검증된 범위에 한정하여 단계적으로 운영을 확대하는 방식을 검토할 수 있다. 예를 들어 특정 업무와 사용자 집단에 한정하여 운영을 시작하고 실제 실행의 신뢰성과 운영 비용과 업무 품질을 확인한 이후 승인된 범위에 따라 적용 대상을 확대할 수 있다.

다만 제한적인 상용 운영이나 조건부 승인은 필수적인 안전과 법적·윤리적 및 보안 요구사항의 미충족을 허용하기 위한 수단으로 사용하지 않는다. 실제 운영 과정에서 중대한 오류와 위험 또는 품질의 저하 및 경제적 타당성의 문제가 발생하는 경우 운영의 제한과 중단 및 재검증을 수행할 수 있어야 한다.

16.11. Craftem AI 혁신 OS 의 조직 도입 및 구축 전략

Craftem AI 혁신 OS 는 수요 주도형 AI 혁신 방법론을 기반으로 사람과 AI Agent 의 업무를 재설계하고 실제 혁신 업무의 실행과 다양한 AI Resource 및 전문지식과 혁신 자산의 활용을 지원하는 실행 플랫폼이다. 조직의 Craftem 도입은 플랫폼 자체의 기능을 확보하는 것보다 실제 혁신 과제의 목적과 해결 방안 및 Human-AI Work 의 실행에 필요한 기술적 및 조직적 조건을 확보하는 데 중점을 둔다. 본 절에서는 제 12 장에서 설명한 Craftem 의 제품 및 기술적 구조를 실제 고객 조직의 도입 및 구축과 운영 전략에 적용한다.

16.11.1. 조직별 Craftem 도입 범위 및 실행 환경 설계

조직의 Craftem 도입 범위는 실제 미충족 수요와 혁신 목표 및 필요한 기술적 해결 방안과 업무 실행 구조를 기반으로 정의한다. 조직이 Craftem 의 모든 기능과 전문 Agent 및 Resource 를 한 번에 도입해야 하는 것은 아니다. 실제 혁신 과제와 업무의 목적에 적합한 기능 및 Resource 의 활용 범위를 정의하고 필요한 개발과 구축 및 운영 조건을 확보한다.

기존 업무 및 기술 환경 분석

Craftem 의 조직별 도입을 추진하기 위해서는 먼저 해당 조직이 보유한 업무 시스템과 전문 소프트웨어 및 데이터와 기술적 실행 환경을 분석해야 한다. 기업의 ERP 와 CRM 및 문서와 협업 시스템, 산업별 전문 소프트웨어와 NAS 및 CDE 와 연구데이터 환경 등을 검토할 수 있다. 기존 소프트웨어와 데이터의 기능과 이용 권한 및 인터페이스와 기술적인 의존관계와 실제 업무 수행에서 발생하는 제약을 확인한다. 새로운 AI 혁신 모델을 구현하기 위해 기존 시스템을 모두 대체해야 한다고 가정하지 않고 실제 업무 수행에 필요한 기술과 데이터를 적절하게 연계하고 활용하는 방안을 우선적으로 검토한다.

Human-AI Work 의 실행 범위 정의

실제 혁신 과제에 필요한 Human-AI Work 의 목적과 업무 수행 범위 및 사람과 AI Agent 의 역할과 책임과 관련 Resource 를 정의한다. 기존의 산업 전문지식과 업무 수행 방법 및 데이터와 전문 도구를 기반으로 Human-Agent Workflow Specification 을 작성하고 실행 가능한 Workflow Resource 의 구현 범위를 설계한다. 또한 해당 업무의 실행에 필요한 검증 기준과 인간의 승인 및 예외 상황에 대한 처리 및 실제 운영에서 확보해야 하는 성과를 정의한다.

데이터 및 기술적 실행 조건의 설계

조직의 데이터 및 기술 환경과 정보보호 요구사항에 따라 필요한 데이터의 저장 및 접근과 처리 및 이용 권한과 외부 AI 모델과 도구의 활용 범위를 설계한다. 고객 내부의 데이터 환경에서만 수행해야 하는 업무와 승인된 조건에서 외부 AI 모델 및 전문 도구를 활용할 수 있는 업무를 구분한다. 실제 Human-AI Work 의 실행에 필요한 Craftem 과 외부 시스템 및 전문 도구 사이의 인터페이스와 인증 및 권한과 실행 상태와 검증 증거의 관리 조건을 정의한다.

16.11.2. SaaS·구축형 및 하이브리드 도입 모델

조직의 실제 업무 및 데이터와 기술 환경 및 보안과 운영에 관한 요구사항에 따라 Craftem 의 도입 및 공급 구조를 다르게 구성할 수 있다. 제 12 장에서 설명한 하이브리드 공급 모델은 공통적인 소프트웨어 서비스와 고객별 구축 및 기존 업무 시스템과 데이터 환경의 연계를 결합하는 방향을 의미한다. 이를 실제 조직의 도입 전략에서는 SaaS 형과 구축형 및 하이브리드형의 세 가지 적용 방식으로 구분하여 설명할 수 있다.

SaaS 형 도입 모델

SaaS 형 도입 모델은 공통적인 Craftem 서비스와 전문 Agent 및 Resource 를 기반으로 실제 Human-AI Work 를 수행하는 방식이다. 별도의 고객별 기술개발이나 복잡한 내부 시스템의 통합이 상대적으로 적고 공통적인 기술 및 업무 실행 구조를 활용할 수 있는 과제에 적용할 수 있다.

SaaS 형 도입에서는 실제 활용할 전문 Agent 와 Resource 의 검증된 적용 범위와 데이터 및 기술의 이용 조건, 서비스 제공 수준과 실제 운영 비용 등을 검토한다. 공통 서비스를 활용하더라도 고객의 전문적인 업무 요구사항과 책임 구조 및 실제 데이터의 이용 권리와 보안 조건을 확인해야 한다.

구축형 도입 모델

구축형 도입 모델은 고객의 특수한 업무와 데이터 및 기술 환경과 보안과 운영의 요구사항에 적합한 Craftem 실행 구조와 전문 Agent 및 Resource 를 구현하는 방식이다. 고객별 전문 소프트웨어와 내부 시스템 및 NAS 와 CDE 등의 데이터 환경과 연결하거나 고객의 업무에 특화된 검토 기준과 Workflow Resource 및 실행 정책을 구성해야 하는 경우에 적용할 수 있다.

구축형 도입은 고객별 개발과 설정 및 시스템 통합과 시험 및 운영 전환 및 기술지원에 관한 책임과 비용을 명확하게 정의해야 한다. 구축형이라는 공급 방식 자체가 모든 기능을 고객의 물리적인 내부 서버에 설치하거나 외부 기술 및 서비스와 완전히 분리된 실행 환경을 제공한다는 의미는 아니다. 구체적인 배포 구조는 해당 고객의 요구사항과 실제 기술적 구현 범위에 따라 설계한다.

하이브리드형 도입 모델

하이브리드형 도입 모델은 공통적인 Craftem 서비스와 고객별 특수한 업무 및 기술과 데이터 환경에 필요한 구축 및 통합을 결합하는 방식이다. 검증된 공통 Agent 와 Resource 및 실행 기능을 활용하면서 고객별 데이터와 전문 소프트웨어 및 업무 기준과 실제 역할 및 책임과 운영 조건을 반영한 Human-AI Work 를 구현할 수 있다.

이러한 구조는 고객별 요구사항을 충족하면서 여러 고객에게 공통적으로 활용할 수 있는 기술과 전문지식 및 Resource 를 재사용하는 공급 모델로 발전할 수 있다. 다만 공통 플랫폼과 고객별 구축의 결합이 모든 보안 및 데이터 보호 요구사항과 폐쇄망 또는 에어갭 환경의 요구사항을 자동으로 충족하는 것은 아니다. 실제 데이터 흐름과 네트워크와 모델 및 Tool Resource 의 실행 위치와 인증 및 권한과 외부 서비스에 대한 의존관계를 확인하고 필요한 보안 및 기술 검증을 수행해야 한다.

16.11.3. 조직별 구현 및 운영 지원 구조

Craftem 의 조직별 구현은 실제 미충족 수요를 해결하기 위한 Human-AI Work 의 실행과 검증 및 지속적인 운영을 확보하는 과정이다.

전문 Agent 및 Resource 의 구성과 구현

실제 혁신 과제에 필요한 전문 Agent 및 Agent Template 과 Model, Data, Tool, Skill 및 Workflow Resource 를 정의한다. 이미 검증한 Resource 를 활용할 수 있는 경우에는 해당 Resource 의 기능과 적용 범위 및 이용 권리와 비용과 고객의 실제 환경에 대한 적합성을 검토한다. 새로운 전문지식과 기술 및 Tool 과 Skill 및 Workflow Resource 가 필요한 경우에는 해당 요구사항에 적합한 개발 및 검증을 수행한다.

기존 시스템과의 통합 및 시험

Craftem 의 실제 업무 실행에 필요한 데이터와 전문 소프트웨어 및 외부 시스템을 연계하고 정상적인 업무 실행과 예외 및 오류 상황과 보안과 권한을 검증한다. 실제 조직의 업무와 데이터 환경을 반영한 파일럿 실증을 수행하여 전문적인 업무 결과와 실행의 신뢰성 및 실제 운영 비용을 확인한다. 업무의 특성에 따라 기존 시스템의 변경과 Craftem 실행 환경의 설정 및 관련 Resource 의 변경이 발생할 수 있으며 해당 변경은 적절한 검토와 시험을 거쳐 운영에 반영한다.

사용자 교육 및 운영 전환

실제 업무를 수행하는 Crafter 와 전문적인 검토 및 승인 책임자가 새로운 Human-AI Work 의 목적과 역할 및 실행 방법을 이해하고 필요한 Resource 를 활용할 수 있도록 지원한다. 사용자 교육은 일반적인 제품의 기능 설명에 한정하지 않고 실제 조직의 업무 수행과 전문적인 판단 및 결과 검증 및 예외 상황에 대한 대응을 중심으로 구성한다. 운영 전환에서는 조직 내부와 외부 지원기관 및 기술공급자의 책임과 지원 범위 및 실제 운영에 필요한 비용을 확인한다.

운영 비용 및 기술지원 관리

고객별 초기 구축 및 개발에 필요한 비용과 실제 상용 운영에서 발생하는 플랫폼 및 Resource 의 이용과 유지관리 및 기술지원 비용을 구분한다. 개발 및 실증 과정의 Resource 사용 비용과 실제 업무 운영 및 서비스 공급에 사용한 Resource 의 비용도 구분하여 관리한다. 이러한 비용의 구분은 혁신 프로젝트의 전체 투자성과와 실제 상용 운영의 경제성을 분석하고 필요한 기술적 개선과 후속 투자 및 공급 모델의 적절성을 검토하는 데 활용할 수 있다. 실제 업무의 실행과 운영에서 발생한 오류와 품질 변화 및 Resource 이용 조건과 고객의 요구사항을 관리하고 필요한 개선과 재검증을 수행한다.

본 절에서 설명한 Craftem 도입 및 구축 모델은 제품의 목표 공급 및 실행 구조를 기반으로 한 적용 전략이다. 실제 고객 환경에서 제공할 수 있는 기능과 배포 방식 및 외부 시스템의 호환성과 보안 요구사항의 충족 여부는 별도의 구현과 검증을 통해 확인해야 한다.

16.12. 조직 변화관리 및 Human-AI Work 의 정착

AI 혁신 모델의 실제 도입은 새로운 기술과 소프트웨어를 업무에 적용하는 것뿐 아니라 인간과 AI Agent 의 업무 수행 방식과 역할과 책임 및 조직의 운영 구조에 변화를 발생시킬 수 있다. 따라서 기술적으로 검증한 혁신 모델이 실제 구성원의 업무 수행 방법과 조직의 운영 체계로 정착하기 위해서는 적절한 조직 변화관리(Change Management)가 필요하다.

16.12.1. AI 혁신과 조직 변화관리의 관계

조직 변화관리는 새로운 전략과 업무 수행 구조 및 기술을 실제 조직의 구성원과 운영 체계에 적용하고 지속적으로 활용할 수 있도록 지원하는 관리 활동이다. AI 혁신에서는 기존 업무의 수행시간과 품질 및 정보의 활용 방식과 전문인력의 역할 및 의사결정과 승인 구조가 변화할 수 있다. 이러한 변화의 목적과 실제 영향을 구성원이 충분히 이해하지 못하는 경우 기술적 기능이 구현되더라도 새로운 업무 수행 방식이 실제 조직에서 충분히 활용되지 않을 수 있다.

혁신 목적의 공유

경영진과 혁신 책임자는 AI 혁신을 추진하는 실제 목적과 해결해야 하는 미충족 수요 및 기대 성과와 새로운 업무 수행 방식에 관한 정보를 구성원에게 공유한다. 조직의 업무와 역할 및 책임에 발생할 수 있는 변화와 실제 혁신이 구성원의 전문역량과 조직의 사업 경쟁력에 어떠한 관계를 가지는지 설명한다. 특히 실제 업무와 고용 및 역할에 발생할 수 있는 중요한 변화를 충분한 근거 없이 축소하거나 모든 구성원에게 동일한 긍정적인 결과가 발생한다고 가정하지 않는다.

실제 업무 수행자의 참여

기존 업무를 직접 수행하는 구성원은 해당 업무의 실제 문제와 전문적인 제약 및 고객의 요구사항과 업무 수행 과정에서 발생하는 다양한 예외 상황을 경험하고 있다. 따라서 이러한 구성원의 전문적인 지식과 경험은 Human-AI Work Redesign 과 실제 혁신 모델의 구현 및 검증에 중요한 근거가 된다. 실제 업무 수행자가 미충족 수요의 정의와 새로운 업무 구조의 설계 및 파일럿 실증 및 운영 성과의 검토에 참여할 수 있도록 한다. 이러한 참여를 통해 조직이 개발한 혁신 모델과 실제 업무의 요구사항 사이에 발생할 수 있는 차이를 조기에 발견하고 개선할 수 있다.

변화에 관한 전문적인 지원

새로운 Human-AI Work 를 수행하기 위해서는 기존에 보유한 전문지식과 경험을 새로운 업무 구조에서 활용하는 방법을 학습하고 필요한 새로운 전문역량을 확보해야 할 수 있다. 조직은 구성원의 기존 전문성과 역할 및 실제 업무 환경을 고려하여 적절한 교육과 실무 지원 및 전문적인 멘토링과 기술지원을 제공한다.

구성원이 새로운 업무 수행 방법을 활용하는 과정에서 발견한 오류와 불편 및 전문적인 문제와 개선 요구사항을 검토하여 실제 운영 구조의 개선에 반영한다.

16.12.2. 인간의 역할 및 직무 수행 구조 재설계

AI 혁신은 기존에 인간이 직접 수행하던 일부 업무를 AI Agent 와 전문 도구가 지원하거나 수행하도록 업무 구조를 변화시킬 수 있다. 이러한 변화의 핵심은 특정 직무 전체를 일률적으로 AI 로 대체하는 것이 아니라 실제 업무의 목적과 전문적인 요구사항을 분석하고 사람과 AI Agent 의 역할을 적절하게 재설계하는 데 있다.

기존 업무의 분석

조직은 기존 업무와 직무의 목적 및 전문적인 수행 방법과 관련 데이터와 기술 및 인간의 판단과 책임과 업무 성과를 분석한다. 반복적인 정보 탐색과 데이터 처리 및 문서 작성과 전문 도구의 실행 등 AI Agent 가 지원하거나 수행할 수 있는 업무와 인간의 창의적 판단과 전문적인 승인 및 사회적·법적 책임이 필요한 업무를 구분한다. 업무의 구분은 기술적으로 자동화할 수 있는지뿐 아니라 실제 결과의 검증 가능성과 위험 및 업무의 목적과 인간의 전문적인 성장에 미치는 영향 등을 고려하여 수행한다.

새로운 Human-AI Work 의 설계

Human-AI Work Redesign 을 적용하여 기존 업무의 목적과 성과 및 필요한 전문역량을 유지하거나 개선할 수 있는 새로운 업무 수행 구조를 설계한다. 인간은 업무의 목적과 전문적인 판단 및 창의적인 의사결정과 실제 성과 및 책임을 수행한다. AI Agent 는 승인된 조건에서 정보의 탐색과 분석 및 생성과 전문적인 도구의 실행 등 필요한 업무를 지원하거나 수행한다. 이러한 역할의 배분은 모든 업무에 동일하게 적용되지 않으며 실제 산업 및 직무의 전문성과 업무의 위험 및 기술적 검증 수준을 고려하여 결정한다.

전문역량의 강화와 직무 성장

새로운 Human-AI Work 의 도입을 통해 기존 구성원이 반복적인 업무에 투입하던 시간을 전문적인 판단과 창의적인 문제 해결 및 실제 고객과 산업현장의 미충족 수요를 해결하는 활동에 활용할 수 있는 가능성이 있다. 그러나 이러한 가능성이 실제 전문역량의 성장과 업무의 개선으로 이어지기 위해서는 새로운 역할과 성장 목표 및 필요한 전문적인 실무 경험과 교육 및 조직의 지원을 확보해야 한다.

특히 AI Agent 가 기존의 기초적인 업무를 수행하게 되는 경우 새로운 구성원이 실제 산업 및 직무 전문성을 확보할 수 있는 경험과 성장 기회가 어떻게 변화하는지를 검토한다. 제 13 장과 제 15 장에서 설명한 초기 경력 성장 경로의 재설계 및 산업 연계 실무 프로젝트와 전문적인 멘토링은 이러한 변화에 대응하기 위한 성장 모델로 활용할 수 있다.

16.12.3. 새로운 Human-AI Work 의 운영 정착

검증된 Human-AI Work 를 조직의 실제 업무 수행 방식으로 정착시키기 위해서는 새로운 업무 실행 구조와 기술 및 전문지식과 책임 및 성과관리 체계를 기존 조직의 운영 구조에 반영해야 한다.

표준적인 업무 수행 방법의 확보

실제 실증을 통해 검증한 업무 수행 구조의 목적과 적용 범위 및 역할과 책임과 관련 Agent 및 Resource 와 검증 기준을 정의한다. 필요한 업무 수행 방법과 전문적인 검토와 승인 및 오류와 예외 상황의 대응과 결과의 관리 방법을 조직의 업무 지침과 실제 Workflow Resource 에 반영할 수 있다. 조직의 표준적인 업무 수행 방법을 정의하더라도 실제 프로젝트와 고객 및 업무의 특성에 따른 전문적인 판단과 예외 조건을 고려할 수 있도록 한다.

단계적인 적용 및 운영 지원

새로운 Human-AI Work 는 필요한 경우 제한된 업무 및 사용자 집단에 우선 적용하고 실제 운영의 품질과 문제 및 개선 요구사항을 확인한 후 적용 범위를 확대할 수 있다. 기존 업무 방식과 새로운 업무 방식의 결과를 비교하고 전문적인 검토와 사용자 의견 및 실제 실행 기록을 활용하여 필요한 개선을 수행한다. 조직의 업무 및 기술과 데이터 환경에 변화가 발생하는 경우 해당 변경이 새로운 Human-AI Work 의 성능과 운영 및 안전과 책임에 미치는 영향을 검토한다.

실질적인 정착 수준의 검증

새로운 Human-AI Work 가 조직에 정착하였는지를 판단하기 위해서는 실제 사용자의 수와 업무 실행 횟수뿐 아니라 해당 업무가 조직의 실제 운영 목적과 품질 및 책임 구조에 적합하게 수행되는지를 검토해야 한다. 실제 업무 수행에 필요한 인간의 시간과 검토 및 수정의 부담, 결과의 품질 및 사용자의 전문역량과 기존 업무 방식의 문제 해결 및 운영의 지속 가능성을 확인한다.

조직의 공식적인 업무 절차가 새로운 Human-AI Work 로 변경되었더라도 실제 구성원이 기존 방식과 새로운 방식을 중복하여 수행하거나 공식적인 관리 범위 밖에서 다른 AI 도구를 활용하는 경우 기대한 운영 효율성과 품질 및 책임 구조가 확보되지 않을 수 있다. 이러한 현상의 원인을 분석하여 새로운 업무 구조의 적합성과 사용자 지원 및 기술적 신뢰성과 기존 업무 절차의 개선에 반영한다.

조직 변화관리의 궁극적인 목적은 AI 기술의 사용을 일률적으로 확대하거나 구성원의 저항을 제거하는 데 있지 않다. 인간의 전문성과 실제 업무의 목적을 존중하면서 새로운 Human-AI Work 를 조직의 지속 가능한 가치 창출 역량으로 정착시키는 데 있다.

16.13. AI 혁신 성과 및 실제 가치 실현 전략

AI 혁신 모델의 실제 운영과 업무 수행 방식의 정착은 새로운 가치를 창출하기 위한 중요한 조건이다. 그러나 혁신 모델의 기술적인 구현과 업무 및 운영 성과의 향상은 실제 경제적·사회적 가치의 실현과 구분해야 한다. 조직은 AI 혁신을 통해 확보한 성과가 실제 미충족 수요의 해결과 경영 목표 및 새로운 사업 가치와 사회적 편익으로 연결되도록 하는 가치 실현 전략을 수립해야 한다.

성과 가치사슬에 기반한 가치 실현

제 2 장과 제 11 장에서 정립한 성과 가치사슬은 개인 성과에서 조직 성과 및 사업 성과로 이어지는 가치의 전환 구조를 설명한다.

개인 성과는 개별 구성원이 전문성과 AI 의 역량을 활용하여 확보한 업무 수행 능력과 생산성 및 결과의 품질과 새로운 문제 해결 능력 등에 해당한다. 조직 성과는 이러한 개인의 전문성과 업무 수행 역량을 조직의 공동적인 업무 실행 체계와 기술 및 전문지식으로 발전시켜 실제 조직 전체의 업무 품질과 운영 효율성 및 새로운 전문역량을 확보하는 성과이다. 사업 성과는 조직의 업무 및 운영 성과와 기술적 역량을 실제 경제적 가치와 고객의 문제 해결 및 제품과 서비스와 새로운 사업 기회 및 경쟁력의 강화로 전환한 성과이다.

AI 혁신의 가치 실현 전략에서는 이러한 성과의 전환 과정에서 필요한 실행 조건을 분석하고 두 가지 성과 단절이 발생하지 않도록 관리한다. 개인의 전문적인 AI 활용 성과를 다른 구성원도 활용할 수 있는 Human-AI Work 와 전문 Agent 및 Resource 로 구성하고 조직의 실제 업무 수행 및 책임 체계에 반영한다. 이러한 조직의 업무 수행 역량과 생산성 및 품질의 향상을 실제 비용 절감과 새로운 고객 가치 및 추가적인 사업 활동과 제품 및 서비스의 개발로 연결한다.

건축설계 품질검토 혁신의 가치 실현 예시

제 15 장에서 설명한 건축설계 품질검토 혁신 사례에서는 기존 업무에 프로젝트당 40 시간이 소요되고 새로운 업무 실행 구조를 상용 운영한 이후 프로젝트당 10 시간이 소요되는 가상 시나리오를 설정하였다. 연간 100 건의 품질검토 업무를 수행한다는 가정에서는 연간 3,000 시간의 가용 업무역량을 확보할 수 있다. 그러나 이러한 업무시간의 확보만으로 실제 비용의 절감이나 사업 가치의 증가를 확정할 수 없다.

조직은 확보한 업무시간을 실제 재작업과 추가적인 인력 투입의 감소 및 기존 설계 업무의 품질 향상과 추가 사업의 수행 또는 새로운 서비스의 개발에 어떻게 활용할 것인지 결정해야 한다. 제 11 장 및 제 15 장의 설명용 시나리오에서는 확보한 업무시간의 40%가 실제 회피 가능한 비용에 해당한다고 가정하였다. 이에 따라 연간 1,200 시간은 비용 절감에 활용할 수 있는 업무시간으로 구분하고 나머지 1,800 시간은 추가적인 가치 창출에 활용할 수 있는 가용 업무역량으로 구분하였다.

시간당 실제 회피 가능 비용이 5 만원이라는 가정에서는 연간 6,000 만원의 회피 가능 비용을 산정할 수 있다. 그러나 나머지 1,800 시간에서 발생하는 새로운 사업 가치는 추가적인 고객의 수요와 실제 사업 활동 및 증분 공헌이익과 필요한 비용에 관한 증거를 기반으로 별도로 검증해야 한다. 이러한 수치는 실제 고객의 운영 자료를 통해 확보한 성과가 아니라 업무 성과에서 경제적 가치로의 전환 구조를 설명하기 위한 가상 산정 사례이다.

과학적 연구 및 기술혁신의 가치 실현

과학적 연구와 핵심 기술개발 및 제품혁신에서는 기존 업무혁신의 성과 가치사슬과 함께 해당 산업 및 연구개발의 특성에 적합한 가치 전환 경로를 정의할 필요가 있다. 새로운 과학적 지식이나 연구성과의 확보는 기술개발과 제품화 및 실제 사업화의 기반이 될 수 있지만 그 자체가 모든 경제적·사회적 가치의 실현을 의미하지는 않는다.

검증한 과학적 지식을 기술적 해결 방안으로 발전시키고 실제 제품과 서비스의 기능과 성능 및 안전성과 산업현장의 적용 조건을 검증한 후 적절한 기술사업화와 가치 실현을 추진해야 한다. 연구개발의 불확실성과 장기적인 가치 창출의 특성을 고려하여 단계별 성과를 평가하고 필요한 후속 전문역량과 기술 및 자원을 확보한다.

가치 실현 책임자의 지정

AI 혁신 프로젝트에서 실제 기술을 구현하는 책임과 해당 기술 및 혁신 모델을 운영하고 가치를 실현하는 책임은 구분할 필요가 있다. 프로젝트 관리자와 혁신 아키텍트 및 개발자와 전문 연구개발 인력은 승인된 혁신 모델의 설계와 구현 및 검증과 실행에 관한 역할을 수행한다. 혁신 스폰서와 사업 및 운영 책임자는 개발한 혁신 모델이 실제 업무와 사업 및 사회적 가치의 창출에 활용될 수 있도록 필요한 의사결정과 운영 및 자원 활용의 책임을 담당할 수 있다.

조직은 혁신 과제의 초기 단계부터 해당 과제에서 창출할 것으로 기대하는 가치와 실제 가치 실현에 필요한 후속 활동 및 책임 주체를 정의해야 한다. 예를 들어 업무 생산성의 향상을 통해 실제 비용 절감을 실현하고자 하는 경우에는 관련 업무와 비용 구조 및 인력과 자원의 활용을 결정할 수 있는 책임 주체의 참여가 필요하다. 새로운 제품과 서비스의 개발 및 사업화를 통해 경제적 가치를 창출하고자 하는 경우에는 제품화와 시장 및 고객 확보와 공급 및 운영에 관한 책임 주체가 필요하다. 사회적 가치의 실현을 목적으로 하는 혁신 과제에서는 실제 수혜자의 변화와 서비스의 품질 및 운영의 지속 가능성을 확인할 수 있는 책임 구조를 확보해야 한다.

기술개발의 완료 이후 가치 실현의 책임을 새롭게 검토하는 것보다 혁신 모델의 설계 단계부터 가치 실현 경로와 책임을 함께 정의하는 것이 중요하다.

투자성과 및 실제 가치 검증

조직의 AI 혁신 성과와 경제적·사회적 가치의 검증은 제 11 장에서 정립한 가치 평가 방법과 지표를 활용하여 수행한다.

미충족 수요 충족률(NFR)을 활용하여 실제 운영 성과가 최초의 목표 성과와 기준선 사이의 격차를 어느 정도 해소하였는지를 평가할 수 있다. 가치 실현율(VRR)을 활용하여 사전에 정의한 가치 목표에 비해 실제 확보한 가치의 수준을 평가할 수 있다. 투자수익률(ROI)은 정의한 평가 기간과 관점에서 실제 발생한 경제적 편익과 비용을 기반으로 투자성과를 평가하는 데 활용할 수 있다. 가치 창출 종합 평가 점수(VCS)는 실제 미충족 수요의 해결과 성과 가치사슬 및 경제적·사회적 가치와 새로운 가치 및 지속 가능성에 관한 여러 평가 영역을 종합적으로 검토하는 데 활용할 수 있다.

본 장에서는 새로운 경제적 가치 평가 지표와 가중치 및 산식을 추가하지 않고 기존의 정의와 평가 방법을 유지한다.

실제 편익과 비용의 구분

실제 경제적 가치의 검증에서는 업무 생산성의 향상으로 산정한 잠재적 가치와 실제 회피 가능한 비용 및 추가적인 사업 수익과 공헌이익을 구분한다. 또한 초기 연구개발 및 구축과 실제 운영 및 유지관리와 기술지원 및 Resource 사용과 변화관리에 필요한 비용을 적절한 평가 기간과 관점에서 산정한다. 기존의 잠재적 생산성 가치에 해당 가치의 일부인 실제 회피 비용을 중복하여 합산하지 않는다. 여러 부서와 조직 및 참여기관에서 확보한 경제적 편익을 합산하는 경우에도 동일한 편익의 중복 산정과 참여기관 사이의 경제적 거래를 구분해야 한다.

혁신 모델의 인과적 기여

실제 운영의 성과가 향상되었다고 하더라도 모든 성과의 개선을 특정 AI 혁신 모델의 기여로 판단할 수는 없다. 산업과 시장의 변화와 조직의 인력 및 업무 구조와 기존 소프트웨어의 개선 및 다른 혁신 활동이 실제 성과에 영향을 미칠 수 있기 때문이다. 따라서 적절한 기준선과 비교 조건 및 실제 업무 데이터와 검증 방법을 활용하여 AI 혁신 모델의 인과적 기여를 가능한 범위에서 분석한다.

검증 결과에 따른 후속 투자 및 확산 판단

실제 AI 혁신의 운영 성과와 경제적·사회적 가치 및 남아 있는 위험과 운영의 지속 가능성을 분석하고 후속 활동의 방향을 결정한다. 제 11 장에서 정립한 Gate 7 의 판정 체계를 활용하여 지속 운영(Sustain), 확산(Scale), 개선(Improve), 새로운 혁신(Reinnovate), 선행 단계로의 환류(Return), 보류(Hold) 및 중단(Stop)의 적절한 방향을 검토한다.

실제 가치가 검증된 혁신 모델은 지속적으로 운영하고 다른 업무와 조직 및 산업에 적용할 수 있는 가능성을 검토할 수 있다. 일부 성과가 확보되었으나 초기 목표와 실제 가치 사이에 격차가 존재하는 경우 해당 격차의 원인을 분석하고 기술 및 업무 실행 구조와 운영 및 사업 전략의 개선을 추진한다. 기존 미충족 수요나 해결 방안의 핵심 가정이 충분하지 않은 것으로 확인된 경우 관련 선행 혁신 단계로 환류하여 재검증할 수 있다.

이러한 의사결정은 AI 혁신의 도입을 지속하기 위한 형식적인 평가가 아니라 실제 가치와 위험 및 자원의 활용을 기반으로 조직의 혁신 포트폴리오를 개선하기 위한 관리 활동이다.

16.14. 개인 성과에서 조직 전체로의 혁신 확산

AI 혁신은 개별 구성원이 자신의 전문성과 AI 의 역량을 활용하여 새로운 문제 해결과 업무 성과를 확보하는 활동에서 시작할 수 있다. 그러나 이러한 개별 성과가 조직 전체의 전문역량과 업무 수행 구조 및 실제 운영 성과로 발전하기 위해서는 검증된 업무 수행 방법과 전문지식 및 기술을 조직적으로 관리하고 활용할 수 있는 체계를 확보해야 한다. 본 절에서는 개인의 전문역량과 혁신 성과의 조직적 자산화와 전문 Agent 및 Resource 의 활용 및 조직의 수평적·수직적 혁신 확산을 설명한다.

16.14.1. 개인의 전문역량 및 혁신 성과의 조직적 자산화

개별 Crafter 가 실제 업무와 연구개발 및 혁신 활동을 수행하는 과정에서 확보한 전문지식과 기술 및 새로운 업무 수행 방법은 조직의 지속적인 혁신 활동에 활용할 수 있는 중요한 자산이다. 특히 동일하거나 유사한 업무를 반복적으로 수행하는 조직에서는 특정 개인이 확보한 전문적인 업무 수행 방법과 검증된 기술을 다른 구성원이 활용할 수 있는 구조로 발전시킬 수 있다.

개인의 전문지식과 업무 수행 방법의 식별

개별 구성원이 AI 를 활용하여 실제 업무의 품질과 생산성 및 새로운 문제 해결 능력을 확보한 경우 해당 성과의 발생 원인과 업무 수행 방법을 분석한다. 해당 구성원이 보유한 산업 및 직무 전문지식과 AI 모델 및 도구의 활용 방식과 실제 업무에서 적용한 판단과 검토 기준 및 전문적인 경험을 식별한다. 다만 인간 전문가가 보유한 모든 전문지식과 판단 능력을 소프트웨어 및 Resource 의 형태로 완전하게 표현하고 이전할 수 있다고 가정하지 않는다. 문서화하거나 구현할 수 있는 업무 수행 방법과 실제 인간의 전문적 판단 및 경험을 필요로 하는 활동을 구분한다.

검증된 혁신 자산의 구성

식별한 전문지식과 업무 수행 방법을 실제 조직에서 활용할 수 있는 전문 Agent 와 Skill Resource 및 Workflow Resource 와 관련 데이터 및 전문적인 Tool Resource 로 구성할 수 있다. 실제 자산화 과정에서는 업무의 목적과 입력 및 출력과 적용 조건 및 전문적인 검토와 승인 및 오류와 예외 상황에 대한 조건을 정의한다. 또한 해당 기술과 업무 수행 방법이 실제 조직의 업무와 데이터 환경에 적합한지 검증하고

관련 권리와 이용 조건 및 관리 책임을 확보한다. 개별 구성원이 AI 모델을 활용하여 생성한 모든 결과를 조직의 검증된 지식과 혁신 자산으로 간주하지 않는다. 실제 전문적인 검토와 검증 및 이용 권리의 확인을 거쳐 조직의 공동 활용이 가능한 자산으로 구성한다.

개인의 기여와 전문성의 존중

조직적 자산화는 개인의 전문성과 지식 및 창의적인 기여를 단순히 조직의 소프트웨어와 기술적 자원으로 이전하는 활동이 아니다. 개별 구성원의 전문적인 기여와 창작 및 개발 활동에 관한 권리와 책임 및 실제 조직의 운영 정책을 고려해야 한다. 또한 해당 구성원이 보유한 전문지식과 실제 혁신 경험을 후속 연구개발과 다른 구성원의 성장 및 새로운 가치 창출에 활용할 수 있도록 적절한 역할과 전문적인 성장 기회를 제공할 수 있다. 이러한 조직적 자산화는 인간의 전문성을 제거하기 위한 것이 아니라 개인의 전문적인 역량을 조직의 공동 혁신 역량으로 확장하기 위한 활동이다.

16.14.2. 전문 Agent 및 Resource 기반 조직 확산

개별 혁신 프로젝트에서 검증한 Human-AI Work 를 조직 내 다른 구성원과 업무에 확산하기 위해서는 해당 업무의 실행에 필요한 전문지식과 기술 및 실행 구조를 재사용할 수 있는 관리 기반이 필요하다. Craftem 의 전문 Agent 및 Resource 는 이러한 조직적 업무 역량의 확산을 지원하기 위한 실행 자산으로 활용할 수 있다.

공통 Model 및 Tool Resource 의 활용

다양한 부서와 업무에서 공통적으로 활용할 수 있는 AI 모델과 데이터 분석 및 전문적인 계산 및 소프트웨어 기능을 Model 및 Tool Resource 로 관리할 수 있다. 해당 Resource 의 기능과 검증한 성능 및 이용 조건과 비용과 접근 권한을 명확하게 정의하고 다른 구성원과 업무에서 적절하게 활용할 수 있도록 한다. 조직의 모든 업무에 동일한 AI 모델이나 도구를 적용하기보다 업무의 목적과 실제 검증 요구사항에 적합한 Resource 를 선정한다.

전문 Skill Resource 의 활용

조직이 보유한 산업 전문지식과 실제 업무 수행 방법 및 전문적인 검토 기준과 검증 방법 등을 Skill Resource 로 구성할 수 있다. 다른 구성원은 이러한 Skill Resource 를 활용하여 조직의 검증된 업무 수행 방법과 전문지식 및 새로운 문제 해결 방법을 활용할 수 있다. 다만 기존 Skill Resource 의 적용 범위와 실제 업무의 전문적 특성을 검토하고 필요한 인간의 전문적 판단과 관련 검증 조건을 유지한다.

Workflow Resource 및 Agent Template 의 활용

검증된 Human-AI Work 의 실행 구조를 Workflow Resource 로 구현하고 필요한 Resource 의 조합 및 실행 조건 및 역할과 책임을 Agent Template 과 관련 설정으로 구성할 수 있다. 다른 구성원과 부서에서는 이러한 Template 과 Resource 를 기반으로 실제 업무의 목적과 데이터 및 기술 환경과 전문적인 요구사항에 적합한 업무 실행 구조를 구성할 수 있다. 기존 업무 구조를 재사용할 때에는 적용 환경과 업무의 목적 및 위험과 권한 및 검증 기준이 달라질 수 있음을 고려한다.

혁신 자산의 조직적 관리

조직은 전문 Agent 와 Resource 의 검증된 적용 범위와 버전 및 관련 의존관계 및 이용 권한과 운영 및 관리 책임을 정의한다. 새로운 버전이나 업무 수행 방법이 개발된 경우 관련 조직의 기존 업무에 미치는 영향을 검토하고 필요한 시험과 승인 및 교육을 수행한다. 또한 실제 Resource 의 이용 및 재사용이 조직의 업무 성과와 새로운 가치 창출에 어떠한 기여를 하였는지 검토한다. 등록된 Agent 와 Resource 의 수와 재사용 횟수만으로 조직의 혁신 역량이 강화되었다고 평가하지 않는다.

16.14.3. 조직의 수평적·수직적 혁신 확산

조직 내부의 혁신 확산은 유사한 업무와 다른 구성원 및 부서에 검증된 혁신 모델을 적용하는 수평적 확산과 개별 업무의 혁신 성과를 상위 업무 및 조직의 운영 구조와 경영 및 사업 성과로 연결하는 수직적 확산으로 구분할 수 있다.

수평적 확산(Horizontal Scaling)

수평적 확산은 특정 구성원이나 부서에서 검증된 업무 수행 방법과 혁신 모델을 유사한 업무를 수행하는 다른 구성원 및 조직 단위에 적용하는 방식이다. 예를 들어 한 건축설계팀에서 검증한 BIM 품질검토 Agent 와 Workflow Resource 를 다른 설계팀의 품질검토 업무에 활용할 수 있다. 이 경우 다른 설계팀에서 수행하는 프로젝트의 특성과 검토 기준 및 데이터와 전문 소프트웨어와 책임 구조가 기존 적용 환경과 동일한지를 검토해야 한다. 공통적인 품질검토 기능과 전문적인 검토 방법을 활용하면서 해당 팀 및 프로젝트에 필요한 추가적인 설정 및 검증을 수행할 수 있다. 수평적 확산의 목적은 기존의 개별 업무 성과를 보다 많은 구성원과 업무의 실제 성과로 발전시키는 데 있다.

수직적 확산(Vertical Scaling)

수직적 확산은 개별적인 업무혁신의 성과를 관련 업무 및 상위 업무 수행 구조와 조직의 운영 및 경영과 사업 전략에 연결하는 방식이다. 예를 들어 건축설계 품질검토 업무의 혁신 성과를 설계 변경과 재검토 및 프로젝트의 일정 관리와 설계 품질관리의 전체 실행 구조에 연결할 수 있다. 또한 확보한 업무역량과 품질의 향상을 조직의 추가 프로젝트 수행 능력과 새로운 서비스의 개발 및 고객 가치 창출에 활용할 수 있다.

수직적 확산은 단순히 AI Agent 의 실행 기능을 확대하는 것이 아니라 기존 혁신 성과를 조직의 상위 업무 목적과 경영 및 사업 가치에 연결하기 위한 새로운 업무 및 운영 구조의 설계를 포함할 수 있다.

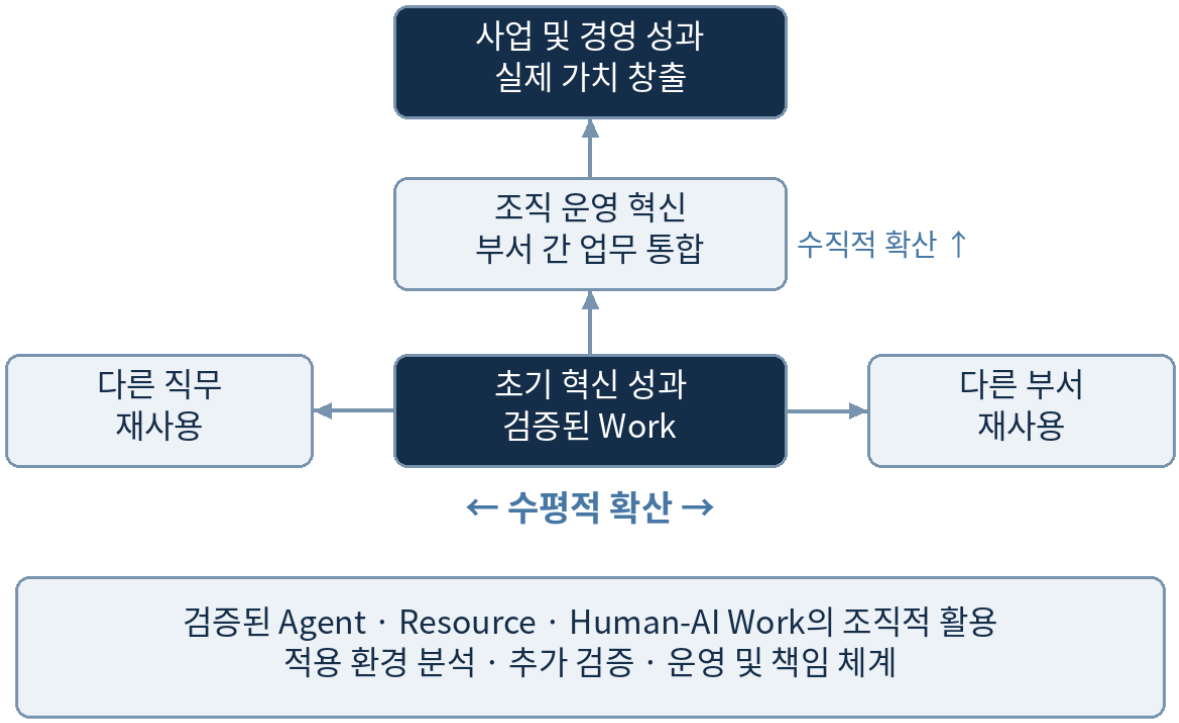


도표 16-10. 조직 내 AI 혁신의 수평적 및 수직적 확산 구조

수평적 확산과 수직적 확산은 서로 독립적인 활동으로만 이루어지는 것은 아니다. 수평적 확산을 통해 조직의 여러 업무 및 부서에서 검증된 업무 수행 능력을 확보한 이후 관련 업무의 연계와 조직 운영의 개선 및 경영과 사업의 가치 창출로 연결할 수 있다. 반대로 조직의 상위 업무 목적과 사업 전략에 따라 새로운 업무 및 부서로 혁신 모델의 적용을 확대할 필요가 있을 수 있다. 조직의 혁신 확산 전략은 이러한 두 가지 확산 방향을 조직의 경영 목표와 실제 가치 실현의 목적에 적합하게 결합한다.

16.15. 산업별 AI 혁신 모델의 시장 및 산업 확산

개별 수요기업과 연구기관 및 공동 혁신 프로젝트에서 확보한 새로운 기술과 혁신 모델은 최초의 적용 대상에서 실제 미충족 수요를 해결하는 데 활용될 수 있다. 이러한 혁신 성과가 다른 수요기업과 산업의 미충족 수요를 해결하는 데에도 활용될 수 있다면 산업 특화 솔루션 및 핵심 기술과 제품 및 서비스의 반복적인 공급과 기술사업화 및 산업 확산으로 발전할 수 있다. 본 절에서는 고객별 혁신 모델의 표준화 및 제품화와 반복 가능한 공급 및 기술사업화와 산업 내외부로의 확산 전략을 설명한다.

16.15.1. 고객별 혁신 모델의 표준화 및 제품화

특정 수요기업의 미충족 수요를 해결하기 위해 개발한 혁신 모델은 초기에는 해당 고객의 실제 업무와 데이터 및 기술 환경에 적합하게 구성될 수 있다. 이러한 혁신 모델에는 고객에게 특화된 업무 수행 방법과

기술 및 데이터의 요구사항과 여러 수요기업에서 공통적으로 활용할 수 있는 전문지식과 기술 및 업무 구조가 함께 포함될 수 있다.

공통 수요의 검증

개별 고객에서 성공적으로 구현한 혁신 모델을 산업 특화 솔루션으로 발전시키기 위해서는 다른 수요기업에서도 동일하거나 유사한 미충족 수요가 실제로 존재하는지 검증해야 한다. 해당 산업의 다른 수요기업이 경험하는 문제와 기존 해결 방안의 한계 및 실제 업무와 기술적 환경과 경제적 조건을 분석한다. 여러 고객이 공통적으로 경험하는 미충족 수요와 고객별 특수한 문제를 구분하고 공통적인 해결 방안과 전문적인 제품 및 서비스 요구사항을 정의한다. 특정 고객의 운영 성과와 성공적인 혁신 경험을 근거로 해당 산업 전체의 미충족 수요와 시장성을 자동으로 확정하지 않는다.

공통 기능 및 기술의 표준화

검증된 혁신 모델에서 여러 고객에게 공통적으로 활용할 수 있는 기능과 기술과 전문지식 및 Human-AI Work 의 실행 구조를 식별한다. 이러한 공통 요소를 전문 Agent 와 Resource 및 Agent Template 으로 구성하고 실제 고객별 특수 요구사항과 데이터 및 기술 환경을 반영할 수 있는 설정과 확장 구조를 설계한다.

예를 들어 건축설계 품질검토 솔루션에서는 IFC 모델의 분석과 검증 결과의 관리 및 공통적인 검토 방법 등의 기능을 표준화할 수 있다. 반면 고객별 설계 기준과 전문적인 품질검토 절차 및 기존 소프트웨어와 CDE 및 NAS 의 데이터 환경과 조직의 역할과 책임 및 보안 조건은 고객별 구성 및 추가 개발의 대상으로 관리할 수 있다.

제품 및 서비스의 실제 공급 조건 확보

검증한 공통 기능과 기술을 실제 제품 및 서비스로 발전시키기 위해서는 전문적인 기술의 기능과 성능뿐 아니라 고객의 도입 및 구축과 운영 및 기술지원에 필요한 조건을 확보해야 한다. 고객별 초기 설정과 기술 및 데이터의 통합 및 검증과 사용자 교육과 유지관리 및 운영 지원의 구조를 정의한다. 또한 제품 및 서비스의 실제 공급과 운영 비용 및 이용 조건과 가격 및 지식재산권 및 기술의 지속적인 개선에 관한 경제적 및 관리 구조를 확보한다.

제품화의 목적은 모든 고객에게 동일한 업무 수행 방식을 강제하는 것이 아니라 검증된 공통 기술과 실행 자산을 반복적으로 활용하면서 고객별 실제 미충족 수요와 전문적인 요구사항을 효과적으로 해결하는 데 있다.

16.15.2. 반복 가능한 공급 및 기술사업화 체계

산업 특화 혁신 모델의 시장 확산을 실현하기 위해서는 반복 가능한 개발 및 공급과 구축 및 운영의 구조가 필요하다. 한 고객에게 성공적으로 공급한 혁신 모델을 다른 고객에게 적용할 때마다 동일한 기능과 기술을

처음부터 다시 개발해야 하는 경우 실제 사업의 공급 역량과 경제성이 제한될 수 있다. 반복 가능한 공급 체계는 검증된 공통 기술 및 Resource 와 전문적인 업무 실행 구조를 적절하게 재사용하고 고객별 추가 요구사항과 기술적 제약을 효과적으로 해결할 수 있도록 구성한다.

산업 특화 솔루션의 반복 공급

Craftem 기반의 산업 특화 솔루션은 공통적인 AI 혁신 실행 플랫폼과 전문 Agent 및 Resource 및 고객별 업무 및 기술 환경에 필요한 구축을 결합하여 공급할 수 있다. 고객별 미충족 수요의 확인과 도입 범위 및 구현과 실증 및 운영 전환의 실행 구조를 정립한다. 검증된 공통 Agent 와 Resource 를 활용하여 반복적인 개발 비용과 기간의 감소 가능성을 검토하고 고객별 추가 개발과 통합 및 운영 지원에 필요한 비용을 관리한다. 고객의 실제 경제적 가치와 서비스의 공급 비용 및 수익 구조를 분석하여 지속 가능한 공급 모델을 설계한다.

공동 연구개발 성과의 기술사업화

새로운 과학적 연구와 원천기술 및 핵심 기술개발의 성과는 반드시 Craftem 기반의 소프트웨어 제품 형태로만 사업화되는 것은 아니다. 검증된 과학적 연구성과와 핵심 기술 및 관련 지식재산권을 실제 제품과 서비스의 개발에 활용하거나 기술이전과 라이선싱 및 공동 사업화의 대상으로 발전시킬 수 있다.

보건의료의 진단 관련 기술과 기능성 소재 및 제조산업의 신소재와 제품개발 기술 등은 해당 기술의 특성과 제품화 및 실제 산업현장의 검증 조건과 제조 및 공급 역량을 고려하여 적절한 기술사업화 경로를 결정할 수 있다. 이러한 기술사업화에서는 SyenaHub 의 공동 연구개발 및 사업화 파트너와 수요기업과 관련 전문기관의 협력을 활용할 수 있다.

권리 및 경제적 지속 가능성 관리

개별 고객 또는 공동 연구개발 과제에서 확보한 기술과 전문지식 및 Resource 를 다른 고객과 산업에 공급하기 위해서는 관련 지식재산권과 이용 및 재사용 및 사업화 권리를 확인해야 한다. 고객의 독립적인 데이터와 전문지식 및 기존 기술과 공동 연구개발에서 확보한 결과를 구분하고 관련 당사자의 합의 및 계약에 따라 적절하게 관리한다.

또한 실제 사업의 반복 공급에서 발생하는 초기 구축과 운영 및 유지관리 비용 및 기술지원과 후속 연구개발에 필요한 자원을 고려하여 경제적 지속 가능성을 검증한다. 단기적인 매출의 확대가 실제 사업의 수익성과 기술적 지원의 지속 가능성으로 이어지는지를 검토한다.

16.15.3. 산업 내 확산 및 산업 간 확산

산업별 AI 혁신 모델의 시장 및 산업 확산은 동일한 산업 내의 다양한 수요기업에 검증된 혁신 모델을 공급하는 산업 내 확산과 서로 다른 산업의 미충족 수요를 해결하기 위해 전문지식과 기술 및 혁신 자산을 재사용하는 산업 간 확산으로 구분할 수 있다.

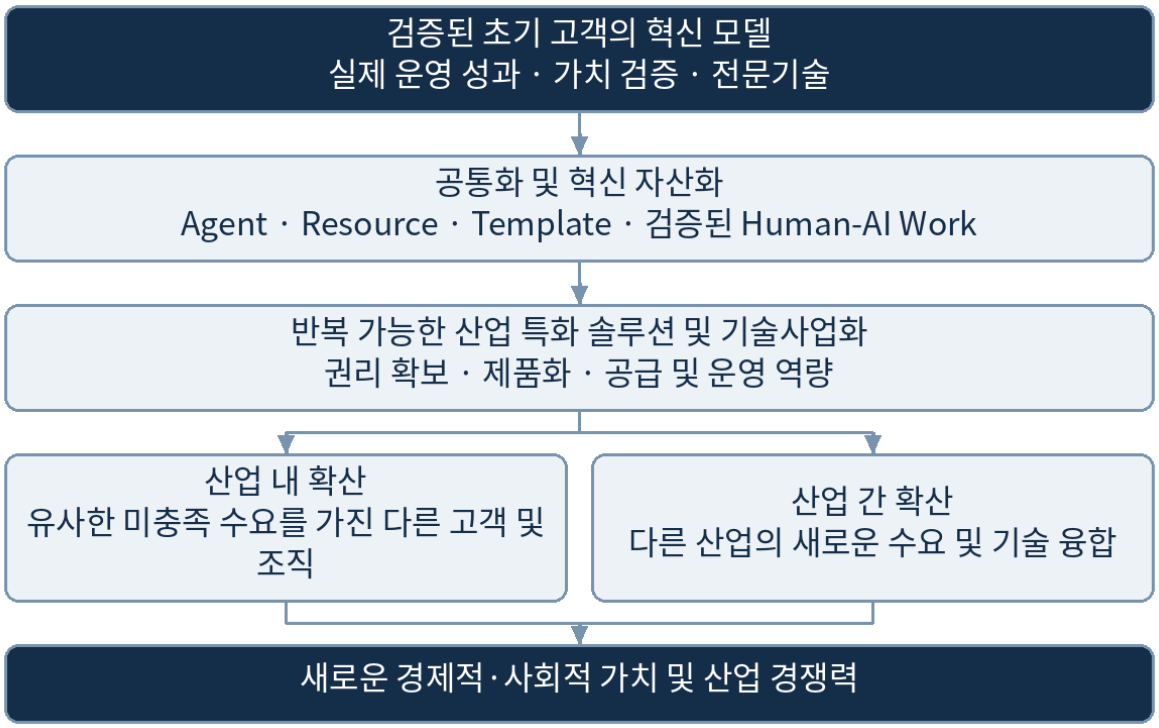


도표 16-11. 개별 혁신 모델의 제품화 및 시장·산업 확산 체계

새로운 적용 환경에 대한 수요 검증 및 추가 실증을 전제로 한다.

산업 내 확산

산업 내 확산에서는 동일한 산업에서 유사한 업무 및 기술적 요구사항과 미충족 수요를 보유한 다른 수요기업에 검증된 혁신 모델을 적용할 수 있는 가능성을 검토한다. 실제 산업별 업무 및 기술의 특성과 공통적인 문제 및 전문지식과 기술 환경을 분석하고 해당 산업에 적합한 제품 및 서비스와 공급 구조를 발전시킨다. 초기 고객과 후속 고객에서 확보한 실제 운영 경험과 성과 및 개선 요구사항을 기반으로 산업 특화 솔루션의 기능과 검증 및 운영 조건을 지속적으로 개선한다. 이를 통해 산업 내의 다양한 수요기업에서 실제 혁신 성과와 새로운 가치를 확보할 수 있도록 지원한다.

산업 간 확산

산업 간 확산에서는 특정 산업의 전문기술과 데이터 처리 및 수리적 분석 방법과 Human-AI Work 의 실행 구조를 다른 산업의 미충족 수요 해결에 활용할 수 있는 가능성을 탐색한다. 제 15 장에서 설명한 산업 간 기술 및 지식의 전이와 혁신 자산의 재사용은 이러한 산업 간 확산의 기반이 될 수 있다.

예를 들어 건설산업의 설계 기준과 구조화된 모델의 비교 및 검증 방법은 제조산업의 제품 및 기술 명세와 설계 데이터의 검증에 적용할 가능성이 있다. 제조 및 유통 분야의 수리적 최적화와 예측 및 운영 의사결정의 업무 수행 구조는 다른 산업의 복합적인 자원 배분과 운영 최적화 문제를 해결하는 데 활용할 수 있다. 보건의료의 과학적 연구 및 검증 증거의 관리와 수리적 모델링 및 AI 기반 연구개발 업무 구조는 신소재와 에너지 등 다른 과학기술 분야의 혁신 활동에 활용할 가능성이 있다.

이러한 산업 간 확산은 기존 기술을 새로운 산업에 동일하게 적용하는 활동이 아니다. 새로운 산업의 미충족 수요와 전문적인 요구사항 및 실제 데이터와 기술 환경 및 안전과 관련 제도 및 운영 조건을 다시 분석하고 필요한 재설계와 검증을 수행해야 한다.

16.16. SyenaHub 기반 개방형 혁신 확산 전략

개별 조직이 AI 혁신을 통해 확보한 기술과 전문역량 및 업무 수행 구조와 새로운 가치 창출 경험은 해당 조직의 내부 경쟁력 강화뿐 아니라 다른 조직과 산업의 새로운 혁신 활동에 활용할 수 있다. 이러한 혁신 확산을 실현하기 위해서는 기존 혁신 모델과 전문지식 및 기술의 활용 가능성을 새로운 산업현장의 미충족 수요와 연결하고 필요한 외부 전문성과 연구개발 및 기술사업화의 협력 관계를 확보해야 한다. SyenaHub AI 혁신 생태계는 이러한 개방형 협력과 공동 연구개발 및 기술사업화와 인간의 전문역량 강화 및 새로운 가치의 확산을 지원하기 위한 기반이다.

산업별 전문역량의 결합 및 확산

SyenaHub 는 건설과 보건의료 및 금융과 제조 및 유통과 콘텐츠 및 교육의 일곱 가지 주요 산업별 협력 영역을 기반으로 새로운 산업현장의 미충족 수요와 해당 수요의 해결에 필요한 전문역량을 연결하는 구조를 지향한다. 산업 전문가와 과학자 및 수리과학자와 AI 연구자와 기술기업 및 사업화 전문가 등이 실제 혁신 과제의 특성에 적합한 방식으로 협력할 수 있다.

이러한 산업별 협력은 이미 확보한 전문기술과 솔루션을 단순히 다른 기업에 공급하는 활동뿐 아니라 산업현장의 새로운 문제와 기술적 제약을 분석하고 필요한 전문성을 결합하여 공동으로 새로운 해결 방안을 설계하는 활동을 포함한다. SyenaHub 의 교육·컨설팅 및 R&D 와 공급사 및 기술지원과 자문역 및 솔루션 개발·공급의 여섯 가지 파트너 유형을 기반으로 실제 혁신 활동에 필요한 협력 구조를 구성할 수 있다. 산업별로 검증한 전문 Agent 와 Resource 및 연구개발 성과와 실제 운영 사례를 적절한 이용 권리와 검증 범위에 따라 활용하여 후속 혁신을 지원한다.

수요 주도형 공동 연구개발 및 기술사업화의 확대

산업현장의 복합적인 미충족 수요를 해결하기 위해서는 기존 기술의 활용뿐 아니라 새로운 과학적 연구와 핵심 기술 및 새로운 제품과 서비스의 개발이 필요할 수 있다. SyenaHub 는 이러한 과제를 검증된 미충족

수요와 필요한 전문성 및 실제 연구개발 자원을 중심으로 구성하고 수요기업과 대학 및 연구기관 및 기술기업과 전문가의 공동 연구개발 및 기술사업화를 지원하는 구조를 지향한다.

초기 공동 연구개발 과제를 통해 확보한 과학적 지식과 수리과학적 방법 및 기술적 성과를 후속 연구개발과 산업현장의 적용 및 사업화에 활용할 수 있다. 또한 실제 산업현장의 운영과 사업화 과정에서 발견한 새로운 미충족 수요와 기술적 제약을 후속 과학적 연구와 기술개발의 대상으로 발전시킬 수 있다.

이러한 순환적인 공동 혁신 구조는 개별 연구기관과 기술기업의 연구개발 활동을 실제 산업현장의 문제 해결 및 지속적인 경제적·사회적 가치 창출과 연결하는 데 기여할 수 있다. 다만 공동 연구개발의 규모와 참여기관의 수를 확대하는 것 자체를 생태계의 발전 목표로 설정하지 않는다. 실제 검증된 미충족 수요를 해결하고 새로운 가치를 창출하는 데 적합한 전문성과 기술 및 협력 규모를 구성한다.

교육 및 전문인재 성장 기반 확산

AI 혁신의 지속적인 확산을 위해서는 검증된 기술과 제품 및 서비스의 공급뿐 아니라 실제 산업현장의 문제를 이해하고 새로운 혁신을 설계하고 실행할 수 있는 인간의 전문역량을 지속적으로 발전시켜야 한다.

SyenaHub 의 교육·컨설팅 파트너와 산업 전문가 및 전문 멘토는 실제 산업현장의 혁신 경험과 전문적인 지식 및 업무 수행 방법을 교육과 실무 프로젝트 및 혁신 과제의 실행에 활용할 수 있다. 실제 검증한 Human-AI Work 와 Agent 및 Resource 를 활용하여 산업 및 직무 특화 전문역량과 AI 협업 능력 및 창의적 문제 해결 능력의 개발을 지원할 수 있다.

SyenaHub Cura 는 대학 재학생과 취업준비생 및 새로운 경력 성장을 준비하는 사람들이 실제 산업현장의 미충족 수요에 기반한 프로젝트와 전문적인 학습 및 멘토링을 통해 자신의 전문역량과 커리어 및 기업가정신을 발전시킬 수 있는 성장 체계이다. Cura Career 와 Cura Venture 및 Cura Mentoring 을 산업 연계 실무 프로젝트와 연결하여 새로운 전문인재가 성장하고 후속 연구개발 및 실제 산업혁신 활동에 참여할 수 있는 가능성을 확대한다.

이러한 인재 성장 활동은 개별 참여자의 성장 기회와 실제 산업현장의 새로운 혁신 인재 및 전문역량의 확보를 연결하는 생태계 차원의 지속적인 혁신 기반이 될 수 있다. Cura 의 자발적인 공동체 및 후원 기반 운영 방향과 실제 기업 대상 교육 및 유상 컨설팅 및 기술사업화의 운영 구조는 구분하여 관리한다.

개방형 협력과 지속 가능한 가치 배분

SyenaHub 의 개방형 협력은 다양한 전문성과 기술 및 연구개발 자원과 실제 혁신 경험을 결합하여 새로운 가치를 창출하는 것을 목적으로 한다. 개방형 협력이라는 이유만으로 모든 참여자가 보유한 전문지식과 기술 및 데이터와 연구성과를 제한 없이 활용할 수 있는 것은 아니다.

검증된 혁신 자산을 새로운 고객과 산업에 적용하거나 기술사업화 및 제품과 서비스의 공급에 활용하는 경우에는 관련 지식재산권과 이용 권리 및 계약과 데이터 보호 및 책임과 가치 배분 조건을 확인해야 한다. 공동 연구개발에 참여한 기관의 기여와 기술 및 전문지식의 제공과 연구개발 및 사업화 비용의 부담과 실제 공급 및 운영의 책임을 고려하여 적절한 협력 조건과 경제적 가치의 배분을 정의한다.

이러한 권리와 책임의 존중 및 투명하고 공정한 협력은 SyenaHub 의 개방형 혁신 생태계가 지속적으로 전문역량을 확보하고 새로운 혁신 활동을 추진하기 위한 기본적인 조건이다. SyenaHub 를 기반으로 하는 혁신 확산에서는 Craftem 의 기술적 실행 및 혁신 자산의 활용과 다양한 전문적인 참여 주체의 협력과 실제 산업현장의 수요 및 가치 창출을 연결한다. 이를 통해 개별 조직의 혁신 경험과 성과를 다른 조직과 산업의 새로운 미충족 수요 해결 및 지속적인 공동 가치 창출의 기반으로 발전시키고자 한다.

16.17. 조직의 AI 혁신 성숙도 및 지속적인 혁신 역량 강화

조직의 AI 혁신은 개별적인 AI 활용과 초기 혁신 프로젝트의 추진에서 시작하여 검증된 혁신 모델의 실제 운영과 조직적 확산 및 새로운 혁신의 지속적인 실행으로 발전할 수 있다. 이러한 발전 과정을 이해하고 조직의 실제 혁신 역량과 개선 방향을 분석하기 위해 AI 혁신 성숙도의 개념을 활용할 수 있다.

16.17.1. AI 혁신 성숙도의 개념

AI 혁신 성숙도(AI Innovation Maturity)란 개인과 조직이 수요 주도형 AI 혁신을 지속적으로 발굴·설계·실행·검증하고, 확보한 성과와 전문역량 및 혁신 자산을 조직과 산업의 새로운 경제적·사회적 가치로 확장할 수 있는 역량의 발전 수준이다.

AI 혁신 성숙도는 조직이 활용하고 있는 AI 모델과 Agent 및 소프트웨어의 수와 기술적 수준만을 나타내는 개념이 아니다. 실제 미충족 수요를 해결하는 혁신 활동을 수행하고 검증된 성과를 조직의 실제 운영과 전문역량 및 가치 창출로 발전시키며 새로운 혁신을 지속적으로 추진할 수 있는 역량을 설명하는 개념이다.

AI 혁신 준비도와 성숙도의 구분

AI 혁신 준비도는 조직이 특정 혁신 활동을 추진하기 위해 필요한 전문성과 기술 및 데이터와 자원과 실행 및 거버넌스와 가치관리의 조건을 현재 어느 정도 확보하고 있는지를 나타낸다. AI 혁신 성숙도는 실제 혁신 활동의 실행과 검증된 성과와 조직적 운영 및 확산과 지속적인 가치 창출을 통해 조직의 혁신 역량이 어느 정도 발전하였는지를 나타낸다.

예를 들어 새롭게 설립한 연구개발 조직이 충분한 전문인력과 데이터 및 기술 및 투자와 관리 체계를 확보하고 있는 경우 특정 혁신 과제의 준비도는 높을 수 있다. 그러나 실제 혁신 프로젝트의 실행과 연구개발 및 실증과 조직적 운영 및 가치 실현의 경험을 아직 충분히 확보하지 못한 경우 이러한 준비 수준만으로 높은 혁신 성숙도를 확보하였다고 판단할 수 없다.

반대로 기존의 혁신 프로젝트에서 상당한 운영 성과와 전문역량 및 혁신 자산을 확보한 조직도 새로운 산업과 기술 및 연구개발 과제를 추진할 때 해당 과제에 필요한 전문성과 데이터 및 실제 기술적 조건을 추가적으로 확보해야 할 수 있다. 따라서 AI 혁신 준비도와 혁신 성숙도는 상호보완적인 개념이지만 동일하지 않다.

16.17.2. AI 혁신의 5 단계 성숙도 모델

본 방법론에서는 조직의 AI 혁신 역량이 개별적인 AI 활용에서 프로젝트 기반 혁신과 조직적 운영 및 전략적 확산과 지속적인 공동 혁신으로 발전하는 구조를 설명하기 위해 다섯 단계의 성숙도 모델을 제안한다.

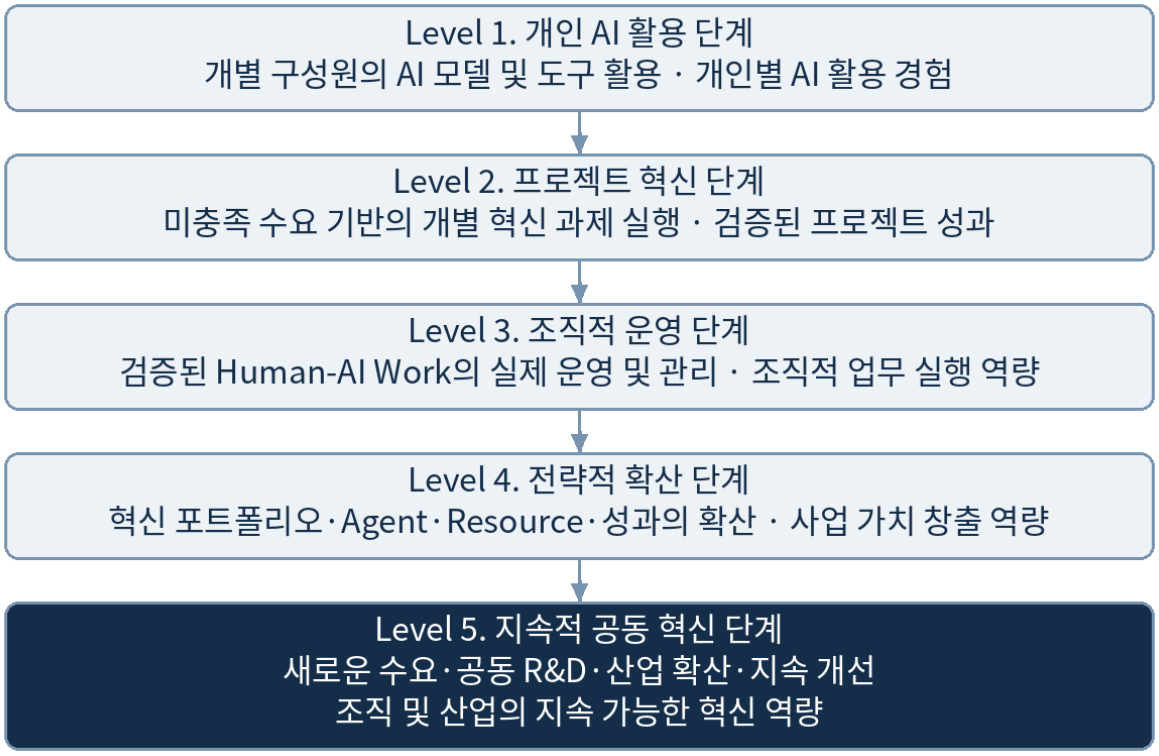


도표 16-12. 수요 주도형 AI 혁신의 5 단계 성숙도 모델

개인 활용에서 지속적 공동 혁신으로 발전하는 정성적 성숙도 모델이다. 각 수준은 등간격의 정량적 점수나 비율을 의미하지 않는다.

Level 1. 개인 AI 활용 단계

개인 AI 활용 단계에서는 조직의 개별 구성원이 AI 모델과 도구 및 Agent 를 자신의 업무 수행에 활용하는 활동이 이루어진다. 구성원은 AI 를 활용하여 정보의 탐색과 분석 및 문서의 작성과 다양한 업무 지원 활동을 수행하며 새로운 AI 활용 방법과 전문적인 가능성을 탐색할 수 있다. 이러한 개별적인 AI 활용은 조직의 새로운 혁신 가능성을 발견하고 인간의 전문역량을 확대하는 출발점이 될 수 있다.

그러나 조직의 실제 미충족 수요와 혁신 목표 및 업무 수행 구조에 관한 체계적인 재설계와 검증 및 조직의 운영과 가치 실현이 충분히 이루어지지 않을 수 있다. 이 단계에서 확보해야 하는 주요 발전 조건은 개별 구성원의 AI 활용 경험을 실제 미충족 수요의 정의와 구체적인 혁신 과제로 발전시킬 수 있는 역량이다.

Level 2. 프로젝트 혁신 단계

프로젝트 혁신 단계에서는 조직의 실제 미충족 수요를 기반으로 개별 AI 혁신 과제를 구성하고 수요 주도형 AI 혁신 방법론을 적용하여 해결 방안을 설계하며 연구개발과 실증을 수행한다. 조직은 초기 혁신 프로젝트에서 필요한 산업 전문성과 AI 기술 및 Human-AI Work 의 실행 구조를 결합하고 실제 기술적 및 업무적 성과에 관한 검증 증거를 확보할 수 있다. 이러한 프로젝트 기반의 혁신 활동은 개별적인 AI 활용의 범위를 넘어 조직의 실제 문제 해결과 새로운 가치 창출을 추진하는 단계이다.

다만 개별 프로젝트의 성과가 조직의 지속적인 업무 및 운영 체계에 충분히 반영되지 않을 수 있으며 전문지식과 기술 및 Resource 의 재사용과 실제 성과 및 가치관리 구조가 충분히 확보되지 않을 수 있다. 이 단계의 주요 발전 조건은 검증된 혁신 모델을 실제 조직의 지속적인 운영에 적용하고 필요한 책임과 기술지원 및 가치 검증의 체계를 확보하는 것이다.

Level 3. 조직적 운영 단계

조직적 운영 단계에서는 개별 혁신 프로젝트에서 검증한 기술과 혁신 모델 및 Human-AI Work 를 실제 조직의 업무와 기술 및 운영 환경에 적용하고 지속적으로 관리한다. 사람과 AI Agent 의 업무 수행과 역할 및 책임과 전문적인 검토 및 승인 및 데이터와 Resource 의 이용 및 운영과 유지관리의 체계가 확보된다.

조직은 실제 운영 데이터를 기반으로 AI 혁신의 업무 및 기술 성과와 미충족 수요의 해결 수준 및 경제적·사회적 가치의 검증을 수행할 수 있다. 또한 개별 구성원과 프로젝트의 전문지식과 검증한 업무 수행 방법을 조직의 공통적인 혁신 자산으로 발전시키기 위한 관리 활동을 수행할 수 있다. 이 단계의 주요 발전 조건은 검증된 혁신 성과와 전문역량을 조직의 다른 부서와 업무 및 경영과 사업 전략으로 확대하고 지속적인 가치 창출을 관리할 수 있는 전략적 확산 역량을 확보하는 것이다.

Level 4. 전략적 확산 단계

전략적 확산 단계에서는 조직의 경영 및 사업 전략과 AI 혁신 포트폴리오 및 개별 혁신 프로젝트와 실제 가치 창출 및 Resource 의 활용을 통합적으로 관리한다. 검증된 전문 Agent 와 Resource 및 Human-AI Work 를 여러 부서와 사업 및 후속 혁신 프로젝트에 활용하며 조직의 수평적 및 수직적 혁신 확산을 추진한다.

조직은 초기 혁신 과제에서 확보한 전문지식과 기술 및 실제 운영 경험을 공통적인 조직 자산과 실행 역량으로 발전시키고 사업 전략과 실제 고객 가치 및 경제적 성과에 연결한다. 또한 새로운 미충족 수요와

기술적 발전 및 시장의 변화에 따라 혁신 과제의 우선순위와 투자 및 자원 배분을 지속적으로 조정한다. 이 단계의 주요 발전 조건은 조직 내부의 혁신 역량을 지속적으로 개선하면서 외부의 전문성과 기술 및 공동 연구개발 및 기술사업화의 협력을 통해 새로운 혁신 가능성을 확대하는 것이다.

Level 5. 지속적 공동 혁신 단계

지속적 공동 혁신 단계에서는 조직이 수요 주도형 AI 혁신의 실행과 가치 창출을 지속적인 조직 역량으로 확보하고 다양한 외부 전문성과 기술 및 공동 연구개발과 기술사업화의 협력을 통해 새로운 혁신을 추진한다. 조직은 실제 산업현장의 새로운 미충족 수요를 지속적으로 발굴하고 기존 혁신 모델과 전문역량 및 기술을 활용하여 새로운 해결 방안을 설계하고 실현할 수 있다.

또한 검증된 혁신 자산과 기술 및 연구개발 성과를 다른 조직 및 산업의 미충족 수요 해결과 새로운 가치 창출에 활용할 수 있다. 개별 혁신 프로젝트의 성과와 실패 경험 및 실제 운영과 사업화 및 가치 검증의 결과를 조직의 새로운 혁신 활동과 전문역량 강화 및 개방형 공동 혁신의 기반으로 활용한다. 이 단계는 모든 업무가 AI Agent 에 의해 자율적으로 실행되는 조직을 의미하지 않는다. 인간의 전문성과 창의적 역량과 전문적인 판단 및 책임을 유지하면서 다양한 전문성과 AI 기술을 활용하여 지속적으로 새로운 경제적·사회적 가치를 창출할 수 있는 조직을 의미한다.

16.17.3. 혁신 성숙도 평가 및 개선 전략

AI 혁신 성숙도는 조직의 규모와 AI 이용량 및 보유한 AI 기술의 종류를 기반으로 평가하지 않는다. 실제 수행한 혁신 프로젝트와 검증된 운영 성과 및 전문역량의 발전과 조직의 혁신 자산 관리 및 실제 가치 실현과 후속 혁신과 공동 혁신의 증거를 기반으로 평가한다.

혁신 성숙도의 평가 증거

개인 AI 활용 단계에서는 구성원의 실제 AI 활용 경험과 업무 수행의 개선 및 관련 전문역량의 확보를 확인할 수 있다. 프로젝트 혁신 단계에서는 검증된 미충족 수요와 연구개발 및 실증 결과 및 단계별 의사결정과 혁신 과제의 실행 경험을 확인할 수 있다. 조직적 운영 단계에서는 실제 운영하는 Human-AI Work 와 전문 Agent 및 Resource 와 운영 책임 및 검증한 성과와 가치의 기록을 확인할 수 있다.

전략적 확산 단계에서는 혁신 포트폴리오와 조직 내의 실제 업무 및 부서 간 확산과 혁신 자산의 재사용 및 경영 및 사업 가치의 창출 증거를 확인할 수 있다. 지속적 공동 혁신 단계에서는 새로운 미충족 수요의 지속적인 발굴과 후속 혁신 및 공동 연구개발과 기술사업화 및 조직과 산업의 새로운 가치 창출 및 혁신 역량의 개선에 관한 실제 증거를 확인할 수 있다.

조직 내 성숙도 차이의 관리

조직의 AI 혁신 성숙도가 모든 사업 및 부서와 업무와 기술분야에서 동일할 필요는 없다. 일부 부서에서는 검증된 Human-AI Work 를 실제 상용 운영하고 있을 수 있으며 다른 부서에서는 개별적인 AI 활용과 초기 혁신 과제의 발굴을 수행하고 있을 수 있다. 또한 기존 산업 및 업무에서는 높은 수준의 혁신 실행 경험과 전문역량을 확보한 조직이 새로운 원천기술과 연구개발 분야에 진입하는 경우 해당 분야의 혁신 경험과 실행 역량은 상대적으로 부족할 수 있다.

따라서 성숙도 평가에서는 평가 대상이 조직 전체인지 특정 사업이나 부서 또는 특정 혁신 역량인지 명확하게 정의한다. 일부 우수한 혁신 프로젝트의 성과를 조직 전체의 혁신 성숙도로 일률적으로 확대 해석하지 않으며, 필요한 경우 여러 업무 및 사업 영역의 성숙도를 개별적으로 평가한다.

성숙도에 적합한 개선 전략

개인 AI 활용 단계에 있는 조직은 실제 미충족 수요를 발굴하고 구체적인 초기 혁신 과제를 설계할 수 있는 전문역량과 실행 체계를 확보하는 데 중점을 둘 수 있다. 프로젝트 혁신 단계에 있는 조직은 검증된 해결 방안을 실제 업무 및 운영 구조에 적용하고 PoC 및 실증에서 상용 운영으로의 전환을 지원하는 기술과 운영 및 책임 체계를 확보할 수 있다.

조직적 운영 단계에 있는 조직은 검증된 Human-AI Work 및 전문 Agent 와 Resource 를 자산화하고 실제 조직 내 다른 업무 및 사업에 활용할 수 있는 확산 전략과 가치 실현 체계를 발전시킬 수 있다. 전략적 확산 단계에 있는 조직은 실제 산업현장의 새로운 미충족 수요와 외부 전문역량 및 공동 연구개발과 기술사업화 및 산업 간 혁신 자산의 재사용을 확대할 수 있다. 지속적 공동 혁신 단계에 있는 조직은 기존 혁신 성과와 전문역량 및 자산을 지속적으로 개선하고 새로운 기술과 시장 및 산업현장의 미충족 수요의 변화에 대응할 수 있는 실행 및 학습 체계를 발전시킨다.

이러한 다섯 단계의 성숙도 모델은 수요 주도형 AI 혁신을 실제 조직의 지속적인 혁신 역량으로 발전시키기 위한 크림슨앰버의 방법론적 설계안이다. 국제적으로 표준화되거나 실제 산업별 조직 데이터를 기반으로 실증적으로 검증한 성숙도 평가 모델을 의미하지 않는다. 또한 모든 조직이 다섯 단계의 발전 경로를 동일한 순서와 기간에 따라 거쳐야 하는 것은 아니다. 성숙도의 향상은 보다 높은 단계의 명칭이나 등급을 확보하는 것이 아니라 실제 미충족 수요의 해결과 인간의 전문역량 및 조직의 가치 창출과 지속적인 혁신 실행 역량을 발전시키는 데 목적이 있다.

16.18. 지속 가능한 AI 혁신 운영 및 가치 창출 체계

조직의 AI 혁신은 특정 기술을 도입하거나 개별적인 혁신 프로젝트를 수행하는 것으로 종료되는 활동이 아니다. 실제 산업현장의 미충족 수요와 고객 및 시장의 요구사항과 과학적 지식 및 기술과 조직의 업무

환경은 지속적으로 변화할 수 있다. 기존의 혁신 모델이 실제 운영에서 유의미한 성과를 확보하였더라도 새로운 기술적 제약과 수요의 변화 및 전문역량의 발전과 실제 운영 과정에서 발견한 문제를 해결하기 위한 후속 혁신이 필요할 수 있다.

따라서 조직이 AI 혁신을 지속 가능한 경쟁력과 새로운 가치 창출 역량으로 발전시키기 위해서는 개별 혁신 프로젝트의 실행뿐 아니라 새로운 미충족 수요의 발굴과 혁신 자산의 축적 및 재사용과 지속적인 가치 검증 및 외부 전문역량과의 공동 혁신을 수행하는 조직적 운영 체계를 확보해야 한다.

혁신 프로젝트 중심에서 지속적 혁신 운영으로의 발전

초기 AI 혁신 도입 과정에서는 실제 미충족 수요를 해결하기 위한 개별 혁신 프로젝트의 선정과 실행 및 실증과 운영 전환이 중요한 활동이 된다. 그러나 조직이 실제 혁신 성과를 확보한 이후에는 해당 프로젝트의 종료와 함께 모든 혁신 활동이 종료되지 않도록 지속적인 운영 및 개선과 후속 혁신의 실행 구조를 마련해야 한다.

혁신 프로젝트의 종료는 승인된 프로젝트의 범위와 연구개발 및 구현과 실증 및 관련 산출물의 확보와 운영 인계 등의 활동이 완료되었음을 의미할 수 있다. 실제 상용 운영과 지속적인 성과관리 및 가치 실현과 관련 Resource 의 유지관리 및 새로운 미충족 수요에 관한 후속 혁신은 프로젝트가 종료된 이후에도 계속될 수 있다.

혁신 모델의 지속적인 운영

실제 산업현장에 적용한 Human-AI Work 와 기술 및 제품과 서비스의 기능과 품질 및 운영 비용과 실제 성과를 지속적으로 관리한다. AI 모델과 Agent 및 Resource 의 버전과 데이터 및 기술 환경 및 사용자의 요구사항이 변화하는 경우 실제 업무의 성과 및 위험에 미치는 영향을 검토한다.

운영 중 발생하는 오류와 예외 상황과 품질의 변화 및 전문적인 개선 요구사항에 적절하게 대응할 수 있도록 운영 책임과 기술지원 및 변경과 검증 체계를 확보한다. 기존 혁신 모델의 운영과 개선 과정에서 새로운 미충족 수요와 기술적 제약 및 혁신의 가능성을 발견할 수 있다.

혁신의 지속적인 조직적 지원

AI 혁신 PMO 와 혁신 아키텍트 및 산업 전문가와 운영 책임자는 조직의 지속적인 혁신 활동과 실제 가치 창출을 지원할 수 있다. AI 혁신 PMO 는 기존 혁신 프로젝트의 성과와 운영 및 후속 과제의 발굴과 선정과 투자 및 전문역량과 혁신 자산의 관리를 지원한다. 혁신 아키텍트는 새로운 미충족 수요와 기존 혁신 모델의 제약을 분석하고 필요한 해결 방안과 새로운 Human-AI Work 및 기술개발의 방향을 설계할 수 있다. 산업 전문가와 실제 운영 책임자는 기존 혁신 모델의 운영 성과와 전문적인 품질 및 사용자 요구사항과 새로운 문제를 검토하고 필요한 개선 및 후속 혁신에 참여할 수 있다.

이러한 조직적 혁신 기능은 조직의 규모 및 실제 혁신 활동의 목적에 적합하게 구성한다. 개인과 1 인 기업에서는 Crafter 의 지속적인 가치 창출 활동과 필요한 외부 전문역량의 활용을 중심으로 경량형 운영 구조를 구성할 수 있다. 중소기업에서는 내부의 산업 전문성과 경영 및 운영의 책임을 유지하면서 외부 PMO 및 전문적인 기술지원과 SyenaHub 의 협력을 활용할 수 있다. 중견기업 및 대기업에서는 여러 사업과 부서의 혁신 포트폴리오 및 공통 기술과 혁신 자산과 전문역량을 통합적으로 관리할 수 있는 조직적 실행 체계를 구성할 수 있다.

대학과 연구기관에서는 연구개발의 지속성과 전문인력 및 과학적 지식과 연구성과의 관리 및 후속 공동 연구개발과 기술사업화의 협력을 중심으로 운영 체계를 구성할 수 있다. 공공기관과 사회적 가치 창출 조직에서는 실제 공공서비스 및 사회적 가치의 실현과 관련 운영 자원과 전문적인 책임 및 수혜자의 변화와 지속 가능성을 중심으로 혁신 운영 체계를 발전시킬 수 있다.

혁신 자산 및 전문역량의 지속적인 축적

조직이 지속적인 AI 혁신을 추진하기 위해서는 개별 혁신 프로젝트에서 확보한 전문지식과 기술 및 업무 실행 구조와 실제 가치 창출의 경험을 체계적으로 축적할 필요가 있다. 혁신 자산(Innovation Asset)은 실제 혁신 활동을 통해 확보한 지식과 기술 및 전문역량과 검증된 업무 수행 구조 및 후속 혁신에서 활용할 수 있는 연구개발과 실증 및 운영의 성과를 포함하는 개념으로 이해할 수 있다. 이러한 혁신 자산은 기술과 소프트웨어에만 한정되지 않는다. 인간의 전문지식과 창의적 문제 해결 능력 및 실제 공동 연구개발과 업무 실행 및 협력과 사업화의 경험은 조직의 중요한 혁신 기반이다.

전문지식 및 과학적 연구성과의 축적

혁신 프로젝트를 수행하는 과정에서는 실제 산업현장의 문제와 기존 해결 방안의 제약 및 과학적 연구와 기술개발에 관한 새로운 지식을 확보할 수 있다. 검증한 연구 가설과 과학적 지식 및 수리적 모델과 기술적 분석의 결과를 관련 검증 증거 및 이용 권리와 함께 관리하여 후속 혁신의 연구개발 및 해결 방안 설계에 활용할 수 있도록 한다.

실패하거나 보류한 연구개발 과제에서도 기존 연구 가설의 한계와 기술적 제약 및 새로운 연구 가능성에 관한 유의미한 지식을 확보할 수 있다. 이러한 결과를 객관적으로 관리하고 후속 연구개발에서 활용함으로써 불필요한 반복과 시행착오를 줄일 수 있다.

전문 Agent 및 Resource 의 축적

실제 혁신 과제에서 개발하고 검증한 Craftem Agent 와 Model, Data, Tool, Skill 및 Workflow Resource 를 적절한 관리 및 이용 조건에 따라 후속 업무 및 혁신 프로젝트에 활용할 수 있도록 한다.

Resource 의 기능과 검증된 적용 범위 및 버전과 관련 기술적 의존관계 및 이용 권리와 관리 책임과 운영 및 개선에 관한 조건을 명확하게 정의한다.

검증된 Resource 를 새로운 혁신 과제에서 활용하는 경우 실제 업무와 산업환경의 요구사항에 적합한지를 확인하고 필요한 추가적인 설정과 개발 및 검증을 수행한다. 조직이 보유한 전문 Agent 및 Resource 의 수를 확대하는 것 자체보다 실제 업무에서 검증된 기술과 전문지식을 활용하여 새로운 혁신 성과와 가치를 창출할 수 있는 역량을 확보하는 데 중점을 둔다.

인간의 전문역량 및 혁신 경험의 축적

지속적인 혁신을 수행하는 조직에서는 개별 구성원이 확보한 전문지식과 실제 업무 및 연구개발 경험과 창의적인 문제 해결 능력 및 협업 역량을 발전시킬 수 있는 환경이 필요하다. 구성원이 기존에 수행하던 업무와 새로운 Human-AI Work 를 실행하는 과정에서 확보한 경험을 지속적인 학습과 전문적인 성장에 활용할 수 있도록 한다.

실제 혁신 프로젝트의 수행 결과와 전문적인 검토 및 공동 연구개발과 사업화의 경험을 교육과 실무 프로젝트 및 전문 멘토링과 후속 혁신 활동에 활용할 수 있다. Crafter 의 AI Value Creation Loop 를 기반으로 학습과 창작 및 개발과 혁신 및 재학습의 활동을 지속적으로 수행하고 개인의 전문역량을 조직의 혁신 역량 및 새로운 가치 창출의 기반으로 발전시킨다.

실제 가치 검증 결과의 축적

혁신 프로젝트의 실제 운영 성과와 경제적·사회적 가치의 검증 결과는 후속 혁신 활동의 우선순위와 투자 및 실행 전략을 결정하는 데 중요한 근거가 된다. 최초의 미충족 수요와 혁신 목표 및 기대 성과와 실제 연구개발 및 실증과 운영 결과 및 가치 검증의 관계를 관리한다. 기존 혁신 모델에서 충분히 확보한 성과와 목표를 달성하지 못한 성과 및 그 원인을 분석하고 새로운 혁신 과제의 선정과 연구개발 및 운영과 확산 전략에 활용한다.

이러한 실제 가치 검증 결과를 축적함으로써 조직은 AI 혁신의 성과를 단순한 기대 효과나 기술의 가능성에 기반하여 판단하는 수준에서 객관적인 증거를 기반으로 혁신과 투자의 방향을 결정하는 수준으로 발전할 수 있다.

지속적인 혁신 포트폴리오 및 가치관리

조직이 복수의 AI 혁신 프로젝트와 다양한 상용 운영 모델을 보유하게 되는 경우 개별 프로젝트의 실행 관리뿐 아니라 조직 전체의 혁신 포트폴리오와 가치 창출을 지속적으로 관리해야 한다. 혁신 포트폴리오에서는 현재 운영하고 있는 혁신 모델과 새로운 혁신 과제 및 필요한 전문역량과 기술 및 투자와 위험 및 실제 가치 창출의 목적을 종합적으로 고려한다.

기존 혁신 모델의 운영 및 개선

현재 운영하는 AI 혁신 모델의 실제 성과와 운영 비용 및 품질과 안전성과 경제적·사회적 가치를 지속적으로 검토한다. 기존 혁신 모델이 최초의 미충족 수요와 변화한 산업현장의 요구사항을 지속적으로 충족하는지 확인한다. 새로운 기술의 발전과 전문 Agent 및 Resource 의 개선 및 조직의 업무 수행 구조의 변화에 따라 필요한 개선과 후속 연구개발을 추진할 수 있다. 기존 혁신 모델의 가치가 감소하거나 실제 운영에 필요한 자원과 비용의 부담이 증가하는 경우에는 지속 운영과 개선 및 대체 방안과 운영의 제한 또는 중단의 타당성을 검토한다.

새로운 혁신 과제의 발굴 및 투자

조직은 기존 혁신 모델의 운영 및 개선과 함께 새로운 미충족 수요와 혁신 기회를 지속적으로 발굴해야 한다. 실제 산업현장의 고객과 시장 및 기술 환경의 변화와 내부 구성원의 업무 수행과 연구개발 및 사업 활동에서 발견한 문제를 새로운 혁신 과제로 검토할 수 있다. 이러한 혁신 과제의 선정에서는 조직의 경영 및 사업 전략과 미충족 수요의 중요성과 가치 창출 가능성 및 기술적 실현 가능성과 필요한 전문역량 및 투자와 위험을 분석한다. 기존 혁신 자산과 전문역량의 활용 가능성을 검토하고 필요한 경우 새로운 과학적 연구와 기술개발 및 SyenaHub 공동 혁신의 협력 구조를 구성한다.

단기적인 성과와 장기적인 혁신 역량의 균형

지속적인 혁신 포트폴리오에서는 실제 업무 및 운영의 개선과 단기적인 경제적 가치의 실현 및 중장기적인 기술과 제품과 서비스와 비즈니스 모델 혁신의 기회를 균형 있게 관리할 필요가 있다. 단기적인 업무혁신의 성과를 기반으로 조직의 전문역량과 실행 경험 및 경제적 자원을 확보하고 새로운 과학적 연구와 핵심 기술개발과 제품 및 사업의 혁신을 추진할 수 있다.

다만 모든 장기적인 연구개발 및 새로운 혁신 과제를 단기적인 경제적 성과만을 기준으로 평가하지 않는다. 동시에 장기적인 가치를 기대한다는 이유만으로 연구개발의 불확실성과 실제 검증 및 투자와 위험을 관리하지 않는 방식도 지양한다. 과제별 목적과 검증 기준 및 예상 가치의 실현 기간과 실제 연구개발 결과를 기반으로 적절한 단계적 투자와 의사결정을 수행한다.

가치 실현의 지속적 검증

조직의 전체 AI 혁신 성과를 평가할 때에는 개별 프로젝트의 예상 가치나 실현 가치를 단순하게 합산하지 않는다. 실제 편익의 발생과 귀속 및 평가 기간과 비용 및 개별 혁신 프로젝트의 기여와 상호작용을 검토하고 중복 산정을 방지한다. 또한 인간의 전문역량과 조직의 업무 및 운영 역량의 향상과 새로운 경제적·사회적 가치 창출을 구분하여 평가한다. 조직의 지속적인 혁신 운영은 이러한 실제 가치 검증과 투자 및 후속 혁신의 의사결정을 반복적으로 수행하는 관리 활동으로 발전해야 한다.

방법론·실행 플랫폼·협력 생태계의 지속적 발전

크림슨앰버의 수요 주도형 AI 혁신 체계는 혁신의 방향과 실행 방법을 제공하는 수요 주도형 AI 혁신 방법론과 실제 인간과 AI Agent 의 업무 수행을 지원하는 Craftem AI 혁신 OS 및 다양한 전문성과 기술 및 자원을 결합하는 SyenaHub AI 혁신 생태계로 구성된다. 이러한 세 가지 실행 체계는 서로 독립적인 제품과 서비스 및 활동으로만 존재하는 것이 아니라 실제 산업현장의 미충족 수요를 해결하고 새로운 가치를 창출하는 과정에서 상호보완적으로 발전할 수 있다.

수요 주도형 AI 혁신 방법론의 발전

수요 주도형 AI 혁신 방법론은 개인과 조직 및 산업현장의 실제 미충족 수요를 해결하기 위한 공통적인 혁신 실행 구조를 제공한다. 새로운 산업별 활용 사례와 실제 공동 연구개발 및 기술사업화 및 운영 사례에서 확보한 경험과 검증 증거는 기존 방법론의 타당성과 실제 적용 가능성을 평가하는 근거가 될 수 있다.

이러한 결과를 기반으로 미충족 수요의 발굴과 검증 및 근본 원인 분석과 해결 방안 설계 및 연구개발과 실증 및 상용화와 사업화 및 새로운 가치 창출의 실행 방법과 관련 실무적인 검증 기준과 지원 구조를 지속적으로 보완한다. 방법론의 발전은 새로운 AI 기술의 기능을 단순히 추가하는 활동이 아니라 실제 산업현장의 문제 해결과 새로운 가치 창출을 지원할 수 있도록 혁신의 실행 구조를 개선하는 활동이다.

Craftem AI 혁신 OS 의 발전

Craftem AI 혁신 OS 는 수요 주도형 AI 혁신 방법론의 실제 실행을 지원하는 플랫폼으로서 산업별 Human-AI Work 와 전문 Agent 및 Resource 의 개발과 활용 및 혁신 자산의 축적과 재사용과 관련한 요구사항을 지속적으로 반영할 수 있다. 실제 고객의 혁신 프로젝트와 연구개발 및 운영에서 발견한 실행의 제약과 기술적 문제와 새로운 업무 요구사항을 제품 및 기술개발 과제로 발전시킨다.

공통적인 실행 기능과 산업별 전문 Agent 및 Resource 와 고객별 기술 및 업무 환경의 통합과 실제 업무의 품질과 신뢰성 및 실행 비용과 보안 및 인간의 책임 구조를 지속적으로 검토하고 개선한다. 이러한 제품의 발전 역시 검증된 미충족 수요와 실제 가치 창출의 가능성 및 기술적 타당성을 중심으로 추진한다.

SyenaHub AI 혁신 생태계의 발전

SyenaHub AI 혁신 생태계는 실제 산업현장의 새로운 미충족 수요와 다양한 전문성과 기술 및 연구개발 자원과 사업화 역량을 연결한다. 기존 공동 혁신 프로젝트에서 확보한 전문지식과 연구성과와 핵심 기술 및 실제 운영과 기술사업화의 경험을 새로운 공동 혁신 활동에 활용할 수 있도록 협력 구조를 지속적으로 발전시킨다.

또한 새로운 산업 전문가와 과학자 및 수리과학자와 AI 연구자 및 기술기업과 사업화 전문가 및 새로운 성장 인재의 자발적인 참여와 협력을 통해 생태계의 전문성과 혁신 역량을 확대한다. SyenaHub Cura 및 산업

연계 인재 성장과 교육·컨설팅 및 공동 연구개발 활동을 통해 인간의 전문성과 창의적 문제 해결 능력을 지속적으로 발전시킬 수 있는 기반을 확보한다. 이러한 생태계의 발전에서는 실제 공동 혁신의 성과와 경제적·사회적 가치 및 참여자의 성장과 권리 및 책임과 지속 가능한 협력을 중심으로 운영 체계를 개선한다.

실제 산업현장의 혁신 경험과 백서의 발전

크림슨앰버 AI 혁신 방법론 백서는 수요 주도형 AI 혁신의 개념과 실행 방법 및 기술적 실행 플랫폼과 개방형 협력 생태계 및 실제 산업별 적용 모델과 도입 및 확산 전략을 체계적으로 정립한 방법론적 자료이다. 본 백서는 특정 시점에서 정립한 방법론과 활용 사례에 한정되지 않고 실제 산업현장의 새로운 미충족 수요와 공동 연구개발 및 기술사업화와 운영 및 가치 검증 결과를 기반으로 지속적으로 보완할 수 있다.

이를 통해 AI 혁신을 추진하는 개인과 조직 및 산업 전문가와 과학자 및 수리과학자와 AI 기술기업 및 대학과 연구기관 및 교육·컨설팅 전문가가 실제 혁신 활동에 활용할 수 있는 자료로 발전시키고자 한다. 백서의 무료 공개 및 자유로운 활용을 지원하는 방향을 유지하면서 실제 고객의 기밀정보와 연구데이터 및 공동 연구개발의 성과와 기술과 지식재산권에 관한 권리 및 공개 조건은 별도로 존중하고 관리한다.

수요 주도형 AI 혁신의 지속적인 발전은 기술과 소프트웨어의 기능 및 AI 활용량을 확대하는 데 궁극적인 목적이 있지 않다. 인간을 가치 창출의 중심에 두고 인간의 전문성과 창의적 역량을 AI 로 확장하며, 다양한 혁신 주체의 협력을 통해 기존에는 해결하기 어려웠던 문제를 해결하고 새로운 경제적·사회적 가치를 지속적으로 창출하는 데 목적이 있다.

이러한 가치 창출 체계에서 Crafter 가 가치를 창조하고, Craftem 이 실행을 지원하며, SyenaHub 가 협력을 통해 그 가치를 확산한다.

제 17 장에서는 본 백서에서 정립한 수요 주도형 AI 혁신의 철학과 방법론 및 실행 플랫폼과 협력 생태계와 산업별 적용 및 확산 전략을 종합하고 인간 중심의 지속 가능한 AI 혁신이 지향하는 방향을 설명한다.

관련 참고자료(장별 기존 목록 기준): [2, 6, 38, 39, 40, 41, 46, 47, 55, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82].
직접 인용 외 배경·추가 참고자료를 포함한다.
자체 방법론·제품·생태계 및 산업별 모델은 제 1~15 장, 도입·교육·PMO 기획은 본 장의 관련 절을 참조한다.

제 17 장. 결론

Conclusion

AI 기술의 발전은 개인과 조직 및 산업현장에서 기존의 기술적·경제적·조직적 제약으로 인해 해결하기 어려웠던 문제를 해결하고 새로운 가치를 창출할 수 있는 가능성을 확대하고 있다.

그러나 AI 기술의 발전과 활용 가능성의 확대가 인간의 전문역량 강화와 조직의 경쟁력 향상 및 새로운 경제적·사회적 가치의 창출을 자동으로 보장하는 것은 아니다.

AI 기술을 실제 가치 창출로 연결하기 위해서는 개인과 조직 및 산업현장이 해결해야 하는 문제를 이해하고, 그 근본 원인을 분석하며, 인간의 전문성과 창의적 역량 및 과학적 지식과 수리과학적 방법과 AI 기술을 결합하여 적절한 해결 방안을 설계하고 실현할 수 있는 혁신 체계가 필요하다.

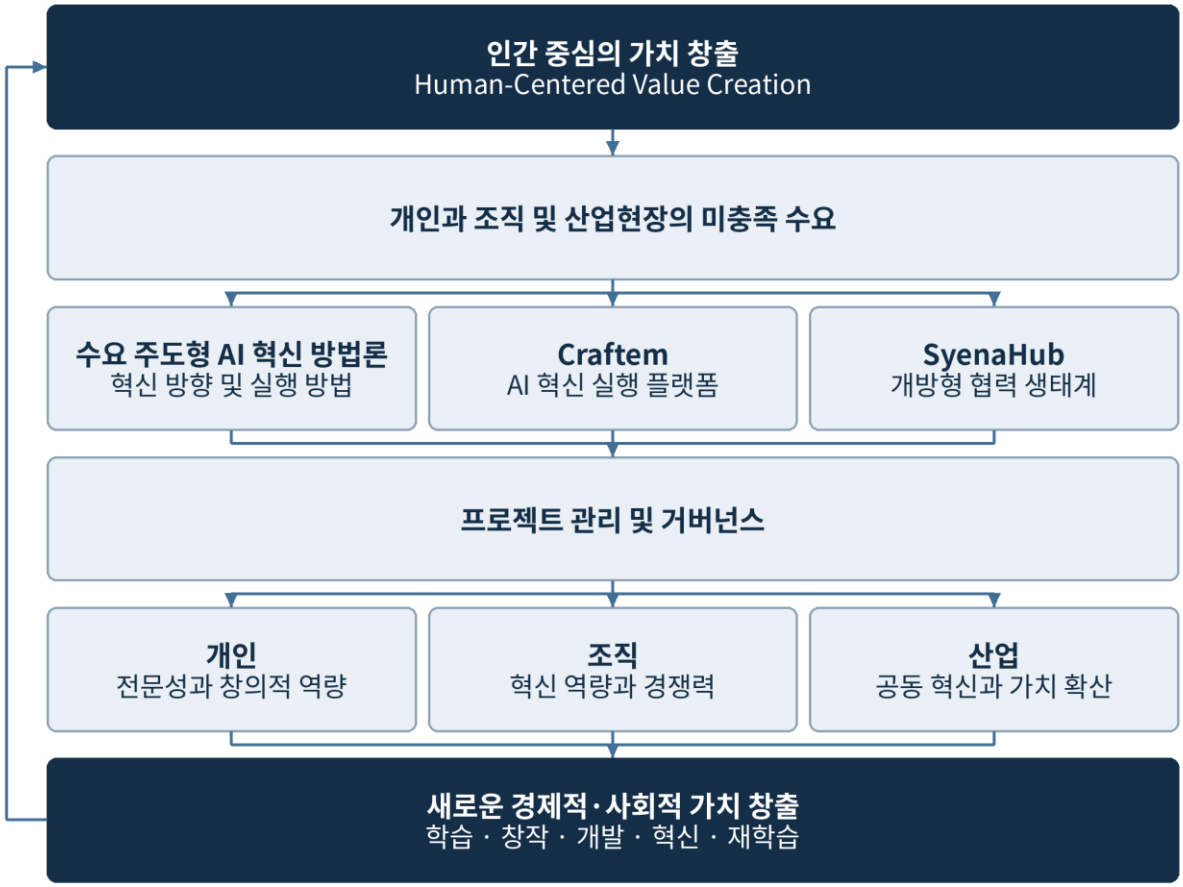
크림슨앰버는 이러한 문제의식을 기반으로 인간 중심의 가치 창출을 핵심가치로 삼고 수요 주도형 AI 혁신(Demand-Driven AI Innovation) 방법론을 정립하였다.

본 백서에서는 AI 시대의 혁신 패러다임과 AI 혁신의 기본 개념을 정립하고, 미충족 수요의 발굴에서 새로운 가치 창출까지 연결하는 일곱 단계의 혁신 실행 방법론과 Human-AI Work Redesign 방법론을 제시하였다.

또한 이러한 방법론의 실제 실행을 지원하는 Craftem AI 혁신 OS 와 다양한 전문성과 기술 및 자원을 결합하는 SyenaHub AI 혁신 생태계 및 프로젝트 관리와 거버넌스 체계를 설명하였다.

이를 기반으로 건설, 보건의료, 금융, 제조, 유통, 콘텐츠 및 교육산업의 다양한 AI 혁신 활용 사례와 적용 모델을 제시하고, 개인과 조직 및 산업현장이 AI 혁신을 체계적으로 도입하고 검증된 성과를 지속적으로 확산하기 위한 전략을 정립하였다.

본 장에서는 이러한 혁신 철학과 방법론 및 실행 체계의 본질적인 의미를 종합하고, 인간 중심의 수요 주도형 AI 혁신이 지향하는 미래와 향후 발전 방향을 제시한다.



새로운 미충족 수요의 발견과 후속 혁신

도표 17-1. 인간 중심의 수요 주도형 AI 혁신 통합 체계

17.1. AI 시대의 새로운 혁신 패러다임

인류는 과학적 지식과 기술의 발전을 통해 인간이 보유한 능력과 자원의 제약을 극복하고 새로운 경제적·사회적 가치를 창출해 왔다.

산업기술의 발전은 인간의 물리적 노동과 생산 능력을 확장하였으며, 정보기술의 발전은 인간이 정보를 저장하고 처리하며 전달하고 활용할 수 있는 능력을 확대하였다.

AI 기술의 발전은 이러한 기존 기술의 기반 위에서 인간의 지식 활용과 분석 및 추론과 창작 및 문제 해결 능력을 확장할 수 있는 새로운 가능성을 제공한다.

이러한 변화는 기존 산업과 업무의 생산성을 향상하는 데 그치지 않고 인간과 기술의 관계 및 새로운 가치 창출 방식에 관한 근본적인 재검토를 요구한다.

기존 IT 혁신에서 AI 혁신으로의 발전

기존 정보기술을 기반으로 하는 혁신은 정보의 디지털화와 업무의 표준화 및 자동화와 데이터의 통합을 통해 조직의 업무 수행 능력과 운영 효율성을 향상하는 데 중요한 역할을 수행하였다.

기업과 기관은 다양한 소프트웨어와 정보시스템을 활용하여 복잡한 업무를 체계적으로 수행하고 정보를 조직적으로 관리하며 전문적인 업무와 의사결정을 지원할 수 있게 되었다.

그러나 기존의 정보시스템에서는 인간이 업무의 목적과 실행 방법을 정의하고 필요한 소프트웨어의 기능을 직접 활용하며 다양한 정보와 전문 도구의 실행 결과를 분석하고 해석하는 역할을 담당하는 경우가 많았다.

AI 기술은 이러한 기존 업무 수행 구조에서 정보 탐색과 분석 및 생성과 추론 및 전문적인 도구의 활용을 지원할 수 있는 새로운 기술적 가능성을 제공한다.

인간은 AI 를 활용하여 기존보다 다양한 지식과 정보를 탐색하고 분석할 수 있으며, 여러 전문분야의 지식과 기술을 연결하고 새로운 해결 방안의 가능성을 탐색할 수 있다.

또한 AI Agent 와 기존 전문 소프트웨어를 결합하여 인간이 직접 수행하던 다양한 업무 활동을 새로운 방식으로 실행할 수 있는 가능성이 확대된다.

이러한 변화는 기존 IT 혁신과 AI 혁신이 서로 대립하는 관계에 있음을 의미하지 않는다.

기존 정보기술과 전문 소프트웨어 및 데이터 환경은 AI 혁신을 실현하기 위한 중요한 기술적 기반이다.

AI 혁신에서는 이러한 기존 기술과 인간의 전문성 및 AI 의 새로운 실행 역량을 적절하게 결합하여 기존에는 해결하기 어려웠던 문제를 해결하고 새로운 가치를 창출할 수 있는 구조를 설계한다.

Human-Tool 에서 Human-Agent-Tool 로의 발전

기존 Human-Tool 기반의 업무 수행 구조에서는 인간이 업무의 목적과 실행 방법을 정의하고 필요한 정보와 전문 소프트웨어를 직접 활용하며 실행 결과를 분석하고 판단한다.

인간은 다양한 전문 도구를 활용하여 자신의 업무 수행 능력을 확대할 수 있지만 여러 도구와 데이터 및 전문지식을 연결하고 업무의 실행을 조율하는 데 상당한 시간과 전문역량을 필요로 할 수 있다.

Human-Agent-Tool 기반의 업무 수행 구조에서는 인간과 전문 소프트웨어 사이에 AI Agent 가 참여하여 업무의 실행을 지원하거나 승인된 범위에서 일부 활동을 수행할 수 있다.

AI Agent 는 인간이 정의한 업무 목적과 요구사항을 기반으로 관련 정보와 전문지식을 탐색하고 분석하며 적절한 전문 도구를 활용하고 실행 결과를 검토할 수 있는 형태로 구성할 수 있다.

인간은 업무의 목적과 전문적인 요구사항을 정의하고 창의적인 의사결정과 전문적 판단 및 실제 실행 결과에 관한 검토와 책임을 수행한다.

이러한 업무 수행 구조의 변화는 인간의 역할을 단순히 축소하거나 기존 전문 도구를 제거하기 위한 것이 아니다.

인간과 AI Agent 및 전문 소프트웨어가 각각 보유한 역량과 특성을 활용하여 실제 업무와 문제 해결에 적합한 새로운 실행 구조를 구성하기 위한 것이다.

이러한 Human-Agent-Tool 기반의 업무 수행 구조를 체계적으로 설계하는 것이 본 백서에서 제시한 Human-AI Work Redesign 방법론의 중요한 목적이다.

AI 혁신의 적용 범위 확대

AI 혁신의 가능성은 기존 업무의 자동화와 생산성 향상에 한정되지 않는다.

AI 를 활용한 지식 탐색과 분석 및 수리적 모델링과 시뮬레이션 및 생성 설계는 과학적 연구와 새로운 핵심 기술의 개발 및 제품과 서비스의 창조를 지원할 수 있다.

또한 인간과 AI Agent 의 새로운 업무 수행 구조와 기술 및 전문역량의 결합은 기존의 비용 및 자원과 전문인력의 제약으로 인해 실현하기 어려웠던 사업 및 서비스 모델의 가능성을 탐색할 수 있도록 한다.

따라서 AI 혁신은 기존 업무의 효율성과 품질을 개선하는 업무혁신뿐 아니라 기술혁신과 제품혁신 및 서비스혁신과 비즈니스 모델 혁신을 포함하는 포괄적인 혁신 활동으로 이해해야 한다.

이러한 새로운 혁신 패러다임의 본질적인 의미는 AI 가 인간보다 많은 정보를 처리하거나 더 빠르게 업무를 수행할 수 있다는 기술적인 특성에만 있지 않다.

인간이 자신의 전문성과 창의적 역량을 AI 기술을 통해 확장하고 기존의 제약으로 인해 실현하기 어려웠던 새로운 문제 해결과 가치 창출에 도전할 수 있다는 가능성에 있다.

AI 혁신은 기술의 발전을 인간과 조직 및 산업의 새로운 가치 창출 역량으로 전환하는 혁신 체계로 발전해야 한다.

17.2. 인간 중심의 가치 창출과 AI 의 역할

크림슨앰버의 수요 주도형 AI 혁신 방법론은 인간 중심의 가치 창출(Human-Centered Value Creation)을 철학적 기반으로 한다.

인간 중심의 가치 창출은 인간을 가치 창출의 중심에 두고 AI 를 통해 개인과 조직의 역량을 강화하여 더 큰 가치를 창출하고자 하는 가치 지향성을 의미한다.

이러한 핵심가치는 AI 기술을 활용하는 목적과 인간 및 AI 의 역할과 책임, 혁신의 실행 방법과 실제 성과 및 가치의 평가에 관한 기본적인 판단 기준을 제공한다.

가치 창출의 주체로서의 인간

AI 혁신에서 인간은 새로운 기술의 수동적인 이용자나 기술적 대체의 대상에 한정되지 않는다.

인간은 실제 산업현장과 사회의 문제를 경험하고 해결해야 하는 문제와 혁신의 목적을 정의하며 새로운 가치의 의미와 방향을 결정하는 주체이다.

과학적 연구와 기술개발 및 창작과 제품 및 서비스의 개발 및 사업 활동에서는 단순히 정보를 처리하거나 정해진 업무를 수행하는 능력뿐 아니라 새로운 문제를 발견하고 다양한 가능성을 이해하며 창의적인 해결 방안을 설계하는 능력이 필요하다.

또한 실제 업무와 산업현장에서 새로운 해결 방안을 적용하는 과정에서는 전문적인 판단과 윤리적 및 사회적 가치에 관한 고려와 결과에 대한 책임이 필요하다.

AI 기술은 이러한 인간의 다양한 활동을 지원하고 실행 능력을 확장할 수 있지만, 혁신의 목적과 가치 및 실제 적용에 관한 인간의 책임을 자동으로 대신하는 것은 아니다.

따라서 인간 중심의 AI 혁신에서는 인간이 보유한 전문성과 창의성을 활용하고 새로운 기술적 역량을 결합하여 인간이 보다 높은 수준의 문제 해결과 가치 창출을 수행할 수 있도록 하는 방향을 지향한다.

인간의 창조적 역량을 확장하는 AI

인간은 전문지식과 경험 및 창의적 사고를 기반으로 다양한 문제를 해결하고 새로운 가치를 창출할 수 있다.

그러나 개인이 확보할 수 있는 시간과 정보 및 전문지식과 기술적 실행 능력에는 현실적인 제약이 존재할 수 있다.

특정 문제를 해결하기 위해 필요한 전문분야의 지식과 기술을 모두 확보하기 어렵거나 복잡한 연구개발 및 업무 수행에 필요한 자원과 전문인력이 충분하지 않을 수 있다.

AI 기술은 이러한 제약을 완화할 수 있는 수단으로 활용할 수 있다.

AI Agent 를 활용하여 관련 지식과 정보의 탐색 및 분석을 지원하고 다양한 해결 방안을 탐색하며 수리적 모델 및 전문적인 소프트웨어와 도구를 활용하여 복합적인 업무를 수행할 수 있다.

이러한 AI 의 역량을 인간의 전문지식과 경험 및 창의적인 문제 해결 능력과 결합함으로써 기존에는 충분히 탐색하기 어려웠던 새로운 가능성을 검토할 수 있다.

다만 AI 를 활용하여 많은 정보와 결과를 생성할 수 있다는 사실이 인간의 실제 전문역량이 향상되었음을 의미하지는 않는다.

인간이 AI 의 결과를 이해하고 전문적인 타당성을 검토하며 실제 문제 해결에 적합하게 활용하고 새로운 지식과 경험을 확보할 수 있어야 한다.

따라서 인간의 창조적 역량을 AI 로 확장하기 위해서는 기술의 활용과 함께 인간의 지속적인 학습과 전문적인 판단 및 실제 실행과 검증의 능력을 발전시켜야 한다.

인간의 지속적인 성장과 AI 혁신

본 백서에서 정의한 Crafter 는 인간과 AI Agent 의 업무를 설계하고 실행하며 지속적으로 개선하여 새로운 가치를 창출하는 주체이다.

Crafter 는 AI 를 활용하여 특정 업무의 결과를 확보하는 것에 한정되지 않고 실제 업무와 혁신 활동을 통해 자신의 전문성과 창의적인 역량을 지속적으로 발전시킨다.

Crafter 의 AI Value Creation Loop 는 학습(Learn), 창작(Create), 개발(Develop), 혁신(Innovate) 및 재학습(Relearn)을 연결하는 지속적인 가치 창출과 성장의 순환 구조이다.

인간은 필요한 전문지식과 기술을 학습하고 실제 미충족 수요에 대한 창의적인 해결 방안을 탐색하며, 필요한 연구개발 및 업무 수행 구조를 구현하고 검증한다.

이러한 혁신의 실제 결과와 성과 및 실패의 경험은 새로운 지식과 전문역량을 확보하기 위한 재학습의 기반이 된다.

AI 시대의 인간의 성장은 특정 기술을 사용하는 능력을 확보하는 것에 그치지 않고 실제 문제를 정의하고 전문적인 지식과 기술을 활용하여 새로운 가치를 창출할 수 있는 역량을 발전시키는 과정이어야 한다.

특히 학생과 초기 경력 인재가 새로운 Human-AI Work 환경에서 전문적인 실무 경험과 문제 해결 능력을 확보할 수 있는 성장 경로를 설계하는 것은 지속 가능한 AI 혁신을 위한 중요한 과제이다.

SyenaHub Cura 는 이러한 인간 중심의 성장과 실제 산업현장의 미충족 수요 및 혁신 활동을 연결하기 위한 성장 프로그램으로 기획되었다.

Cura Career 와 Cura Venture 및 Cura Mentoring 을 통해 인간의 전문역량과 커리어 및 기업가정신의 성장과 실제 산업 연계 프로젝트 및 전문적인 멘토링을 결합하는 방향을 지향한다.

이러한 인재 성장 체계는 AI 혁신을 통해 인간의 역할을 축소하는 것보다 새로운 산업 및 업무 환경에서 인간이 자신의 전문성과 가치 창출 능력을 지속적으로 발전시킬 수 있도록 하는 데 목적이 있다.

책임 있는 AI 혁신

인간 중심의 가치 창출은 AI 의 활용을 확대하는 것뿐 아니라 실제 AI 혁신에서 발생할 수 있는 위험과 책임 및 사회적 영향을 적절하게 관리하는 것을 포함한다.

AI 모델과 Agent 의 기술적 성능과 실행 능력이 향상되더라도 실제 산업현장에서 요구하는 전문적인 품질과 안전 및 윤리와 정보보호 및 관련 법적 요구사항이 자동으로 충족되는 것은 아니다.

특히 인간의 건강과 안전 및 재산과 권리 등에 중요한 영향을 미치는 업무에서는 AI 의 실행 범위와 인간의 감독 및 전문적인 검토와 승인 및 책임 구조를 적절하게 확보해야 한다.

AI Agent 에 부여하는 실행 권한과 자율성은 해당 업무의 특성과 실제 위험 수준 및 기술적으로 검증한 적용 범위를 기반으로 결정해야 한다.

책임 있는 AI 혁신은 기술의 활용을 제한하기 위한 형식적인 관리 활동이 아니라 인간과 조직 및 산업현장이 AI 의 역량을 신뢰성 있게 활용하고 지속적으로 새로운 가치를 창출하기 위한 기본적인 조건이다.

크림슨앰버가 지향하는 인간 중심의 AI 혁신은 다음과 같은 핵심가치에 기반한다.

인간의 창조적 역량을 확장하여 더 큰 가치를 창출한다.

17.3. 미충족 수요에서 출발하는 AI 혁신

새로운 기술과 과학적 지식의 발전은 혁신의 중요한 기반이다.

기존 기술로 해결하기 어려웠던 문제를 해결할 수 있는 새로운 기술적 가능성이 확보되면 새로운 제품과 서비스 및 사업 모델의 개발과 기존 산업의 혁신을 추진할 수 있다.

그러나 새로운 기술의 확보 자체가 실제 산업현장의 문제 해결과 경제적·사회적 가치의 실현을 의미하는 것은 아니다.

기술이 어떠한 미충족 수요를 해결할 수 있는지와 해당 수요의 중요성 및 실제 해결 방안의 타당성과 산업현장의 적용 가능성을 검증해야 한다.

이러한 문제의식을 기반으로 본 백서는 수요 주도형 AI 혁신을 다음과 같이 정의하였다.

수요 주도형 AI 혁신(Demand-Driven AI Innovation)이란 개인과 조직 및 산업현장의 미충족 수요를 발굴·검증하고, 그 근본 원인을 분석하여 AI 기반의 창의적 해결 방안을 설계하고 실현함으로써 업무, 기술, 제품, 서비스 및 비즈니스 모델을 혁신하고 새로운 경제적·사회적 가치를 창출하는 혁신 체계이다.

기술의 활용 가능성과 실제 혁신 수요의 구분

기술 주도형 혁신은 새로운 과학적 지식과 기술적 가능성의 확보에서 출발하여 해당 기술을 활용할 수 있는 문제와 시장 및 새로운 가치 창출의 기회를 탐색할 수 있다.

이러한 접근은 기존에 인식하기 어려웠던 새로운 기술적 가능성과 산업의 발전 및 새로운 시장의 형성에 기여할 수 있다.

반면 수요 주도형 AI 혁신은 실제 개인과 조직 및 산업현장의 미충족 수요를 출발점으로 설정하고 해당 문제를 해결하기 위해 필요한 전문지식과 과학적 연구 및 기술과 업무 실행 구조를 탐색하고 설계한다.

수요 주도형 AI 혁신에서는 이미 개발한 AI 기술과 소프트웨어를 반드시 활용해야 한다는 전제를 설정하지 않는다.

실제 문제의 근본 원인과 혁신 목표를 분석하고 기존 기술을 활용할 수 있는지, 새로운 과학적 연구와 기술개발이 필요한지 및 적절한 Human-AI Work 의 재설계가 필요한지를 검토한다.

이 과정에서 기존의 기술적 해결 방안을 활용하는 것이 실제 수요를 충족하는 데 충분한 경우에는 불필요한 새로운 AI 기술의 개발을 추진할 필요가 없다.

반대로 기존 기술만으로 실제 문제를 해결하기 어려운 경우에는 필요한 과학적 연구와 수리적 모델링 및 AI 기반의 핵심 기술개발을 추진할 수 있다.

미충족 수요의 발견과 새로운 가치의 탐색

수요 주도형 혁신은 이미 고객이나 산업현장에서 명확하게 표현한 요구사항을 충족하는 활동에 한정되지 않는다.

수요자가 실제 경험하는 문제의 근본 원인을 충분히 인식하지 못할 수 있으며 기존 기술과 업무 환경의 제약으로 인해 새로운 해결 가능성을 예상하지 못할 수도 있다.

따라서 미충족 수요의 발굴에서는 수요자가 표현한 요구사항과 실제 문제 및 기존 해결 방안의 한계를 분석하고 기존에 충분히 인식되지 않았던 문제와 잠재적인 가치 창출 가능성을 탐색한다.

새로운 과학적 지식과 기술의 발전은 이러한 미충족 수요의 발견과 새로운 혁신 가능성의 탐색에 중요한 역할을 수행할 수 있다.

기존 기술의 제약으로 인해 해결하기 어려웠던 문제를 새로운 AI 기술과 전문지식 및 수리과학적 방법과 결합하여 해결할 수 있는 가능성이 발생할 수 있기 때문이다.

따라서 수요 주도형 AI 혁신은 새로운 기술과 과학적 발견의 중요성을 부정하는 접근이 아니다.

실제 산업현장의 미충족 수요와 새로운 과학적 지식과 기술의 가능성을 연결하고 적절한 검증과 실행을 통해 새로운 가치 창출을 실현하고자 하는 접근이다.

미충족 수요에서 가치 창출까지의 일관성

수요 주도형 AI 혁신에서는 최초의 미충족 수요와 실제 연구개발 및 기술적 해결 방안과 업무 실행 구조 및 사업화와 최종적인 가치 창출 사이의 일관성을 확보하는 것이 중요하다.

혁신 프로젝트를 추진하는 과정에서 특정 기술의 개발이나 AI 모델의 활용 및 새로운 기능의 구현이 최초의 혁신 목적보다 우선하는 목표로 변화하지 않도록 관리해야 한다.

새로운 연구개발 결과와 실증 증거에 따라 기존 미충족 수요와 근본 원인 및 해결 방안의 정의를 변경할 수 있지만 이러한 변경은 실제 문제와 새로운 가치 창출의 목적을 기반으로 수행해야 한다.

수요 주도형 AI 혁신은 이러한 미충족 수요와 해결 방안 및 실제 가치 창출의 관계를 혁신 활동의 전체 과정에서 유지하는 방법론적 구조를 제공한다.

17.4. 수요 주도형 AI 혁신 방법론의 종합

수요 주도형 AI 혁신 방법론은 실제 산업현장의 미충족 수요와 다양한 혁신 영역 및 연구개발과 Human-AI Work 의 실행 및 가치 창출을 연결하는 통합적인 혁신 방법론이다.

17.4.1. AI 혁신의 5 대 영역

AI 혁신은 실제 미충족 수요와 문제의 근본 원인 및 새로운 가치 창출의 목적에 따라 업무혁신, 기술혁신, 제품혁신, 서비스혁신 및 비즈니스 모델 혁신의 다섯 가지 영역에서 실현될 수 있다.

업무혁신(Work Innovation)

업무혁신은 인간과 AI Agent 의 업무 수행 구조를 재설계하고 적절한 전문지식과 기술 및 Resource 를 활용하여 실제 업무의 생산성과 품질 및 전문적인 실행 역량을 향상하는 혁신이다.

기존 업무의 수행시간과 비용을 감소하는 것뿐 아니라 기존의 전문역량과 기술적 제약으로 인해 충분히 수행하기 어려웠던 업무와 새로운 문제 해결 활동을 수행할 수 있는 가능성을 확대한다.

기술혁신(Technology Innovation)

기술혁신은 실제 미충족 수요를 해결하기 위해 기존 과학적 지식과 기술의 한계를 분석하고 새로운 과학적 연구와 수리과학적 방법 및 AI 기술을 결합하여 새로운 기술이나 기존 기술의 개선을 실현하는 혁신이다.

AI 는 과학적 가설과 기술적 해결 방안의 탐색 및 모델링과 분석과 생성 설계 및 검증의 가능성을 확대할 수 있다. 다만 실제 기술의 타당성과 성능은 해당 기술의 특성에 적합한 연구와 실험 및 실증을 통해 검증해야 한다.

제품혁신(Product Innovation)

제품혁신은 새로운 기술과 전문지식 및 AI 기반 해결 방안을 활용하여 실제 고객의 미충족 수요를 해결할 수 있는 새로운 제품이나 기존 제품의 개선을 실현하는 혁신이다.

제품혁신의 대상에는 물리적인 제품과 소재 및 산업기술을 활용한 제품뿐 아니라 전문적인 소프트웨어와 AI Agent 및 산업 특화 솔루션이 포함될 수 있다. 제품혁신의 가치는 새로운 기술이나 기능의 구현 자체보다 실제 고객에게 제공하는 가치와 제품의 기능 및 품질과 시장 및 산업현장에 대한 적합성을 통해 검증한다.

서비스혁신(Service Innovation)

서비스혁신은 기존 서비스의 제공 구조와 품질 및 접근성을 개선하거나 인간과 AI 의 협업을 통해 새로운 고객 가치를 제공하는 서비스를 개발하는 혁신이다.

기존의 전문인력과 비용 및 운영 구조의 제약으로 인해 충분히 제공하기 어려웠던 서비스의 가능성을 탐색하고 실제 수요자의 요구사항에 적합한 서비스의 실행 구조를 설계할 수 있다.

비즈니스 모델 혁신(Business Model Innovation)

비즈니스 모델 혁신은 새로운 업무와 기술 및 제품과 서비스의 실행 구조를 기반으로 조직의 가치제안과 고객 및 시장과 공급 구조 및 비용과 수익 구조 등을 혁신하는 활동이다.

AI 를 통해 확보한 새로운 전문역량과 기술 및 운영 방식은 기존 사업의 경쟁력을 강화하는 것뿐 아니라 새로운 사업 기회와 지속 가능한 가치 창출 구조를 형성하는 데 활용할 수 있다.

이러한 다섯 가지 혁신 영역은 서로 독립적으로만 추진되는 것이 아니다. 실제 산업현장의 복합적인 미충족 수요를 해결하기 위해서는 여러 혁신 영역의 결합이 필요할 수 있다.

과학적 연구와 기술혁신을 통해 새로운 제품 및 서비스의 개발을 추진하고, 이를 실제 산업현장에 적용하기 위해 기존 업무의 수행 구조를 혁신하며, 새로운 제품과 서비스의 공급을 통해 비즈니스 모델의 혁신으로 발전할 수 있다.

따라서 AI 혁신의 영역은 특정 기술의 특성에 따라 사전에 결정하기보다 실제 미충족 수요와 해결 방안 및 새로운 가치 창출의 목적을 기반으로 정의한다.

17.4.2. 수요 주도형 AI 혁신의 7 단계 실행 방법론

수요 주도형 AI 혁신의 일곱 단계 실행 방법론은 개인과 조직 및 산업현장의 미충족 수요를 실제 새로운 경제적·사회적 가치 창출로 연결하기 위한 체계적인 실행 구조이다.

본 백서에서는 이러한 일곱 단계의 혁신 실행 방법론을 문제 탐색 및 정의, 해결 방안 설계 및 실현, 가치 실현 및 확산의 세 가지 실행 구간으로 구분하였다.

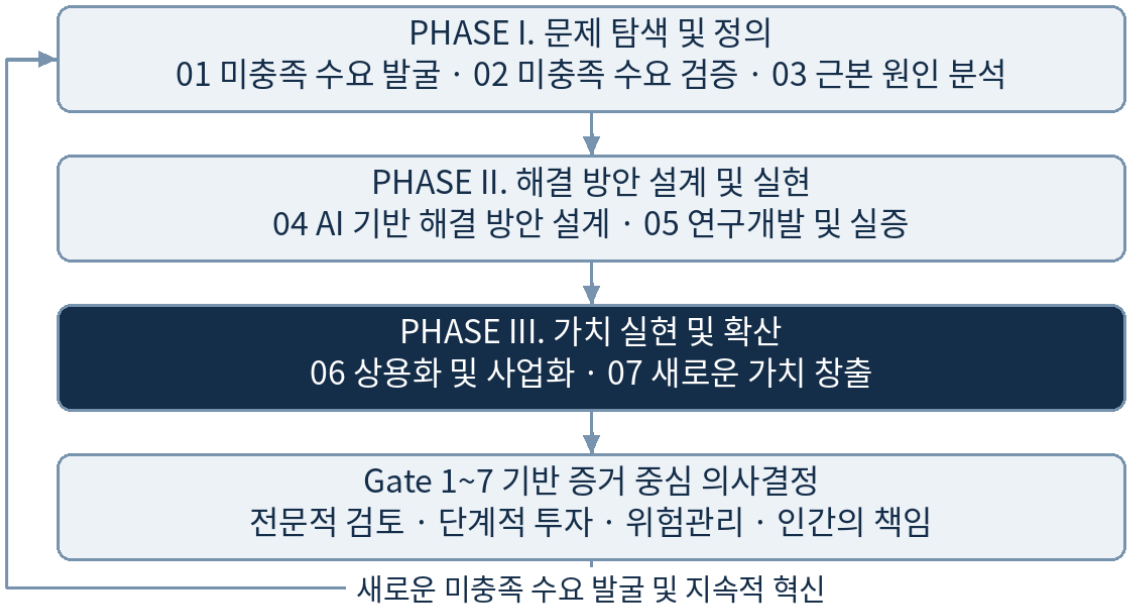


도표 17-2. 수요 주도형 AI 혁신의 7 단계 실행 방법론 및 지속적 혁신 구조

각 단계의 검증 결과에 따라 선행 단계로의 환류, 개선, 보류 및 중단이 가능하다.

문제 탐색 및 정의

첫 번째 실행 구간은 실제 미충족 수요를 발굴하고 검증하며 해당 문제의 근본 원인을 분석하는 활동으로 구성된다.

이 구간에서는 새로운 기술이나 해결 방안을 사전에 확정하기보다 실제로 해결해야 하는 문제가 무엇인지, 해당 문제는 왜 발생하는지 및 문제 해결을 통해 어떠한 새로운 가치를 창출할 수 있는지를 이해하는 데 중점을 둔다.

미충족 수요의 실재성과 중요성과 기존 해결 방안의 한계 및 경제적·사회적 가치의 창출 가능성을 검증한다.

이후 해당 미충족 수요를 발생시키는 과학적·기술적·업무적·경제적·제도적 원인과 구조적 제약을 분석하고 실제 혁신 대상을 정의한다.

이러한 문제 탐색 및 정의는 후속 연구개발과 기술적 해결 방안 및 투자와 가치 창출의 방향을 결정하기 위한 기반이 된다.

해결 방안 설계 및 실현

두 번째 실행 구간에서는 검증된 미충족 수요와 근본 원인 및 혁신 대상을 기반으로 AI 기반의 창의적 해결 방안을 설계하고 필요한 연구개발과 실증을 수행한다.

이 과정에서는 기존 과학적 지식과 기술의 활용 및 새로운 과학적 연구와 핵심 기술개발의 필요성을 검토하고 적절한 혁신 모델을 설계한다.

Human-AI Work Redesign 을 통해 인간과 AI Agent 의 업무 수행 구조를 정의하고 실제 업무와 연구개발의 목적에 적합한 전문지식과 기술 및 Resource 를 활용한다.

설계한 혁신 모델의 기능과 성능 및 품질과 안전성과 산업현장의 적용 가능성을 적절한 연구개발 및 실증을 통해 검증한다.

검증 과정에서 기존 연구 가설이나 기술적 해결 방안이 충분하지 않은 것으로 확인된 경우에는 관련 선행 활동으로 환류하여 새로운 해결 방안을 탐색할 수 있다.

이러한 실행 구간의 목적은 기술의 구현 자체가 아니라 실제 미충족 수요를 해결할 수 있는 검증된 혁신 모델을 확보하는 데 있다.

가치 실현 및 확산

세 번째 실행 구간에서는 검증된 혁신 모델을 실제 산업현장의 업무와 제품 및 서비스와 사업에 적용하고 실제 새로운 경제적·사회적 가치를 창출한다.

상용화 및 사업화 과정에서는 실제 업무 수행과 제품 및 서비스의 공급에 필요한 기술과 운영 및 조직적 조건을 확보하고 적절한 사업화 및 공급 구조를 구성한다.

이후 실제 운영과 사업화에서 확보한 업무 및 기술적 성과와 미충족 수요의 해결 수준 및 경제적·사회적 가치를 검증한다.

검증한 혁신 성과와 전문지식 및 기술 및 Human-AI Work 를 새로운 업무와 조직 및 산업현장에 활용하고 새로운 미충족 수요의 발굴 및 후속 혁신을 추진할 수 있다.

이러한 일곱 단계의 실행 방법론은 모든 혁신 활동을 일률적인 선형 절차로 수행해야 한다는 의미가 아니다.

과학적 연구와 기술개발 및 실제 산업현장의 문제 해결 과정에서는 새로운 지식과 검증 결과에 따라 기존의 가정과 연구개발 방향 및 혁신 모델을 수정할 필요가 있다.

따라서 제 14 장에서 정립한 Stage-Gate 와 적응형 프로젝트 관리 및 단계적 투자를 활용하여 각 혁신 단계의 실행과 검증 및 후속 활동에 관한 의사결정을 수행한다.

제 7 단계의 가치 창출 및 Gate 7 의 평가 결과는 지속 운영과 개선 및 확산과 새로운 혁신 및 필요한 선행 단계로의 환류와 연결된다.

이러한 구조를 통해 수요 주도형 AI 혁신은 개별 프로젝트의 실행 방법론을 넘어 새로운 미충족 수요의 발굴과 지속적인 혁신을 지원하는 순환적인 가치 창출 체계로 발전할 수 있다.

17.4.3. Human-AI Work Redesign 의 방법론적 의미

Human-AI Work Redesign 은 인간의 현실 세계 업무와 AI 의 분석 및 탐색과 생성 및 실행 역량을 연결하는 핵심적인 업무혁신 방법론이다.

AI 기술을 실제 산업현장의 문제 해결에 활용하기 위해서는 개별 모델의 기능을 이해하는 것과 함께 해당 기술이 인간의 실제 업무 수행과 전문적인 판단 및 기존 기술과 데이터의 활용 구조에 어떻게 결합할 수 있는지를 설계해야 한다.

Human-AI Work Redesign 에서는 실제 업무의 목적과 요구사항 및 기대 성과를 분석하고 인간과 AI Agent 가 수행하거나 지원해야 하는 활동과 역할 및 책임을 정의한다.

필요한 전문지식과 AI 모델 및 데이터와 도구 및 스킬과 업무 실행 구조를 구성하고 실제 업무를 실행하고 검증할 수 있는 Human-Agent Workflow Specification 을 설계한다.

이를 실행 가능한 Workflow Resource 로 구현하고 필요한 기술 및 전문적인 검토와 승인 및 운영 조건을 확보한다.

이러한 업무 재설계에서는 인간의 전문성과 창의적인 의사결정 및 책임을 유지하면서 AI Agent 의 정보 탐색과 분석 및 생성 및 전문 도구의 실행을 활용하여 실제 업무의 수행 능력을 확대한다.

Human-AI Work Redesign 의 적용 범위는 기존의 기업 업무혁신에 한정되지 않는다. 과학적 연구와 수리적 모델링 및 새로운 기술개발과 제품 및 서비스의 개발 및 창작과 사업화의 다양한 활동에서도 인간과 AI Agent 의 업무 수행 구조를 설계할 수 있다.

예를 들어 과학적 연구에서는 연구자가 실제 연구 문제와 가설 및 과학적 판단과 검증을 수행하고 AI Agent 가 연구자료의 탐색과 분석 및 전문적인 계산과 시뮬레이션 도구의 활용을 지원할 수 있다.

제품과 서비스의 개발에서는 인간이 가치 창출의 목적과 실제 제품 및 서비스의 요구사항을 정의하고 AI Agent 가 다양한 설계 대안의 탐색 및 전문적인 분석과 개발 활동을 지원할 수 있다.

따라서 Human-AI Work Redesign 은 수요 주도형 AI 혁신의 다양한 영역에서 실제 인간과 AI 의 협업 및 전문적인 실행 능력을 확보하기 위한 공통적인 방법론으로 활용할 수 있다.

17.5. 실제 혁신 성과에서 새로운 가치 창출로의 발전

AI 혁신의 궁극적인 목적은 새로운 기술의 도입이나 특정 업무의 기술적 구현에 있지 않다. 실제 개인과 조직 및 산업현장의 미충족 수요를 해결하고 인간의 전문역량 및 조직의 경쟁력과 새로운 경제적·사회적 가치를 창출하는 데 있다.

이를 위해서는 AI 기술을 활용하여 확보한 성과를 실제 조직의 운영과 사업 및 사회적 가치로 전환하는 구조를 이해하고 관리해야 한다.

17.5.1. 개인 성과·조직 성과·사업 성과의 연결

본 백서에서는 AI 혁신의 실제 성과와 사업 가치의 관계를 설명하기 위해 개인 성과에서 조직 성과 및 사업 성과로 이어지는 성과 가치사슬을 정립하였다.

개인 성과는 인간이 자신의 전문성과 AI 의 역량을 결합하여 실제 업무와 문제 해결 및 창작과 연구개발 활동에서 확보한 성과이다. 개인의 전문역량과 업무 생산성 및 결과의 품질과 새로운 문제 해결 능력의 향상 등이 이에 해당할 수 있다.

조직 성과는 이러한 개인의 전문역량과 검증된 업무 수행 방법 및 기술적 성과를 조직의 실제 업무 및 운영 체계에 반영하여 공동의 업무 수행 능력과 생산성 및 품질과 기술적 경쟁력을 확보하는 성과이다.

사업 성과는 조직이 확보한 전문역량과 운영 및 기술적 성과를 실제 고객의 미충족 수요 해결과 비용의 감소 및 새로운 제품과 서비스의 개발과 추가적인 사업 기회 및 경제적 가치의 실현으로 발전시키는 성과이다.



도표 17-3. 개인 및 조직의 혁신 성과에서 새로운 가치 창출로의 발전 구조

기존 성과 가치사슬을 유지하며 조직적 자산화와 실제 가치 실현 및 후속 확산의 관계를 설명한다.

성과 가치사슬의 각 성과는 서로 관련되어 있지만 선행 성과의 확보가 후속 성과의 실현을 자동으로 보장하는 것은 아니다.

개인의 AI 활용과 업무 수행 능력이 향상되었다고 하더라도 해당 성과가 조직의 업무 수행 구조와 실제 운영에 반영되지 않는 경우 조직 전체의 전문역량 및 생산성과 품질의 향상은 제한될 수 있다.

또한 조직의 업무 생산성과 기술적 역량이 향상되었다고 하더라도 해당 역량을 실제 사업 활동과 고객 가치 및 새로운 경제적 성과로 연결하지 못하는 경우 실제 사업 가치는 제한될 수 있다.

따라서 AI 혁신에서는 개별적인 기술 및 업무 성과와 조직의 운영 성과 및 실제 사업 가치 사이의 전환 구조를 체계적으로 설계하고 관리할 필요가 있다.

17.5.2. AI 혁신의 두 가지 성과 단절 극복

본 백서에서는 AI 혁신의 성과 가치사슬에서 발생할 수 있는 두 가지 핵심적인 성과 단절 지점을 정립하였다.

첫 번째 성과 단절: 개인 성과에서 조직 성과로의 전환

첫 번째 성과 단절은 개별 구성원이 AI 를 활용하여 자신의 업무 수행 능력과 생산성 및 품질을 향상하였지만 이러한 성과가 조직의 공동적인 업무 수행 능력과 운영 성과로 발전하지 못하는 문제이다.

개별 구성원이 보유한 산업 및 직무 전문성과 AI 활용 경험이 특정 개인에게만 의존하는 경우 다른 구성원이 해당 전문성과 업무 수행 방법을 활용하기 어려울 수 있다.

또한 새로운 업무 수행 방법이 조직의 실제 업무 지침과 전문적인 검토 및 승인과 책임 체계에 반영되지 않는 경우 조직 전체의 실제 운영 성과로 연결되지 않을 수 있다.

이러한 문제를 해결하기 위해서는 개별 구성원이 확보한 전문지식과 새로운 업무 수행 방법 및 검증된 성과를 조직이 활용할 수 있는 구조로 발전시켜야 한다.

Human-AI Work Redesign 을 통해 사람과 AI Agent 의 업무 수행 구조를 정의하고 필요한 전문 Agent 및 Model, Data, Tool, Skill 및 Workflow Resource 를 구성할 수 있다.

검증된 업무 수행 구조와 Resource 를 조직의 공동 자산으로 발전시키고 필요한 교육과 실제 운영 및 전문적인 검토와 책임 구조를 확보한다.

이를 통해 개별 구성원의 전문성과 AI 활용 경험을 다른 구성원과 부서 및 조직의 공동적인 업무 수행 역량으로 확장할 수 있다.

이러한 조직적 자산화와 운영 정착은 개인의 성과가 조직의 지속 가능한 혁신 역량으로 발전하기 위한 중요한 조건이다.

두 번째 성과 단절: 조직 성과에서 사업 성과로의 전환

두 번째 성과 단절은 조직의 업무 및 운영 성과와 기술적 역량이 향상되었지만 이러한 성과가 실제 사업 가치와 경제적·사회적 가치로 발전하지 못하는 문제이다.

업무의 수행시간을 감소하고 조직의 생산성을 향상하였더라도 확보한 업무역량과 자원을 실제 비용 절감과 새로운 사업 활동 및 고객 가치 창출에 활용하지 못하는 경우 실제 사업 성과는 제한될 수 있다.

또한 새로운 기술과 제품의 개발에 성공하였더라도 실제 수요기업과 고객을 확보하고 제품화와 공급 및 사업화에 필요한 조건을 충족하지 못하면 경제적 가치의 실현으로 이어지기 어려울 수 있다.

이러한 성과 단절을 극복하기 위해서는 조직의 AI 혁신 활동을 경영 및 사업 전략과 연결하고 실제 확보한 업무 및 기술적 성과를 어떠한 가치 창출 활동에 활용할 것인지를 정의해야 한다.

경영진과 사업 및 운영 책임자는 업무혁신을 통해 확보한 자원과 전문역량의 활용 방향을 결정하고 새로운 제품과 서비스 및 사업 기회의 실현을 위해 필요한 후속 활동과 투자를 추진해야 한다.

AI 혁신 프로젝트의 기술적인 실행 책임과 실제 가치 실현에 관한 책임을 구분하고 최초 혁신 과제의 설계 단계부터 가치의 실현 경로를 확보할 필요가 있다.

이러한 두 가지 성과 단절은 인간 중심의 AI 업무혁신에서 확보한 개인과 조직의 성과를 실제 사업 가치로 연결하기 위한 핵심적인 구조적 문제이다.

과학적 연구와 기술혁신 및 제품과 서비스의 혁신에서는 연구성과와 기술적 성능 및 실제 제품화와 사업화와 가치 창출 사이의 고유한 전환 제약이 존재할 수 있다.

본 방법론에서는 이러한 추가적인 제약을 각 혁신 영역에 적합한 가치 실현 경로로 분석하며 기존 성과 가치사슬의 두 가지 성과 단절에 관한 정의를 유지한다.

17.5.3. 실증 및 가치 검증 중심의 AI 혁신

AI 혁신의 실제 가치를 평가하기 위해서는 기대 효과와 검증된 성과 및 실제로 실현한 경제적·사회적 가치를 구분해야 한다.

새로운 AI 기술을 활용하여 특정 업무를 수행할 수 있음을 확인한 결과는 기술적 가능성의 검증에 해당할 수 있다.

그러나 해당 기술을 실제 조직의 업무와 산업현장에 적용하였을 때 필요한 품질과 생산성 및 운영 비용과 안전 및 책임의 조건을 확보할 수 있는지는 추가적인 실증을 통해 확인해야 한다.

실제 운영에서 업무의 생산성과 품질이 향상되었더라도 해당 성과가 실제 비용의 감소와 증분 사업 수익 및 고객 가치와 사회적 가치로 전환되었는지를 별도로 검증해야 한다.

과학적 연구와 기술개발에서도 연구 가설의 검증과 기술의 기능 및 성능의 확보와 실제 제품화 및 산업현장의 적용 및 경제적·사회적 가치 실현은 서로 다른 검증 대상을 가진다.

이러한 검증의 구분은 AI 혁신의 기대 효과를 실제 사업 및 사회적 가치로 과도하게 해석하는 것을 방지하고 조직의 혁신 활동과 투자에 관한 합리적인 의사결정을 지원한다.

제 11 장에서는 이러한 가치 검증을 수행하기 위해 미충족 수요 충족률(NFR), 가치 실현율(VRR), 투자수익률(ROI) 및 가치 창출 종합 평가 점수(VCS) 등의 평가 체계를 제시하였다.

이러한 평가 지표는 기술 도입의 규모나 AI 활용량이 아니라 실제 혁신 목표의 달성과 경제적·사회적 가치의 실현 및 지속적인 가치 창출의 가능성을 검토하는 데 활용한다.

또한 평가 지표의 결과를 해석할 때에는 기존 성과의 기준선과 실제 측정 조건 및 혁신 모델의 인과적 기여와 평가 기간 및 비용과 편익의 구분을 고려해야 한다.

정량적으로 높은 성과를 확보하였더라도 실제 적용에 필요한 안전과 윤리 및 법적·제도적 필수조건의 미충족을 정당화할 수는 없다.

AI 혁신의 성공은 AI 를 얼마나 많이 사용하였는가에 의해 판단하는 것이 아니라 실제로 해결해야 하는 미충족 수요를 어느 정도 충족하고 인간과 조직 및 사회에 어떠한 새로운 가치를 제공하였는지를 통해 판단해야 한다.

17.6. 크림슨앰버 AI 혁신의 통합 실행 체계

크림슨앰버의 수요 주도형 AI 혁신 체계는 혁신의 방향과 실행 방법을 제공하는 방법론과 실제 인간과 AI Agent 의 업무 실행을 지원하는 기술적 플랫폼 및 다양한 전문성과 기술 및 자원을 결합하는 개방형 협력 생태계로 구성된다.

수요 주도형 AI 혁신 방법론, Craftem AI 혁신 OS 및 SyenaHub AI 혁신 생태계는 각각 서로 다른 역할을 수행하면서 실제 산업현장의 미충족 수요 해결과 새로운 경제적·사회적 가치 창출을 지원하는 통합적인 혁신 체계를 형성한다.

17.6.1. 수요 주도형 AI 혁신 방법론

수요 주도형 AI 혁신 방법론은 개인과 조직 및 산업현장이 실제로 해결해야 하는 미충족 수요를 정의하고 어떠한 혁신을 추진할 것인지 및 해당 혁신을 어떠한 방법과 실행 구조를 통해 실현할 것인지를 설명한다.

혁신의 목적과 대상 및 실행 방법을 정의하는 방법론이 확보되지 않은 상태에서 특정 AI 기술과 전문인력을 도입하는 경우 개별적인 연구개발 및 기술 구현과 실제 문제 해결 및 가치 창출 사이의 일관성을 확보하기 어려울 수 있다.

수요 주도형 AI 혁신 방법론은 미충족 수요의 발굴과 검증 및 근본 원인 분석에서 출발하여 창의적인 해결 방안을 설계하고 필요한 연구개발과 실증을 수행하며 실제 상용화 및 사업화와 가치 창출로 연결하는 공통적인 실행 구조를 제공한다.

또한 Human-AI Work Redesign 을 통해 실제 인간과 AI Agent 의 업무 수행 구조를 설계하고 혁신 프로젝트 관리 및 Stage-Gate 와 실제 가치 평가를 통해 혁신의 실행과 검증 및 의사결정을 지원한다.

이러한 방법론의 역할은 모든 산업과 혁신 과제에서 동일한 기술과 업무 수행 방식을 적용하는 데 있지 않다.

서로 다른 산업과 전문분야의 미충족 수요를 일관된 관점에서 분석하고 해당 문제의 특성에 적합한 혁신 모델과 실행 방법 및 검증 체계를 설계할 수 있도록 하는 데 있다.

17.6.2. Craftem AI 혁신 OS

Craftem AI 혁신 OS 는 수요 주도형 AI 혁신 방법론을 실제 인간과 AI Agent 의 업무 수행 및 연구개발과 기술적 실행으로 연결하기 위한 AI 혁신 실행 플랫폼이다.

실제 산업현장의 미충족 수요를 해결하기 위해서는 필요한 전문성과 기술 및 다양한 데이터와 도구 및 AI 모델과 업무 수행 방법을 결합하고 사람과 AI Agent 의 업무 수행을 조율할 수 있는 실행 구조가 필요하다.

Craftem 은 이러한 Human-AI Work 를 설계하고 실행하며 지속적으로 개선할 수 있도록 지원하는 것을 목표로 한다.

Crafter 는 Craftem 을 활용하여 실제 업무와 혁신의 목적을 정의하고 필요한 전문 Agent 와 Resource 를 구성하며 새로운 Human-AI Work 를 실행할 수 있다.

Craftem Agent 는 실제 산업 및 직무의 전문적인 업무 수행에 필요한 AI 모델과 데이터 및 도구와 스킬 및 Workflow Resource 를 활용하여 인간과 AI Agent 의 업무 실행을 지원할 수 있다.

Craftem Resource 는 실제 Human-AI Work 와 연구개발 및 혁신 활동에 필요한 Model, Data, Tool, Skill 및 Workflow 를 관리하고 활용하기 위한 실행 자산으로 구성된다.

Craftem Orchestration Runtime 은 Human-Agent Workflow Resource 를 실행하고 사람과 AI Agent 의 업무 수행 및 의사결정을 조율하며 다양한 Resource 의 활용과 실행 상태를 통합적으로 관리하는 핵심 실행 시스템이다.

이러한 플랫폼의 구성은 실제 기술 및 업무 수행 구조를 구현하는 것뿐 아니라 검증된 전문지식과 기술 및 Human-AI Work 를 후속 업무와 새로운 혁신 활동에서 활용할 수 있는 기반을 제공하는 것을 지향한다.

개별 Crafter 와 혁신 프로젝트에서 확보한 전문적인 업무 수행 방법과 기술 및 검증된 Resource 는 적절한 권리와 적용 조건 및 검증 범위에 따라 조직의 공동 혁신 자산으로 발전할 수 있다.

Craftem 의 전략적 의미는 개별적인 AI 도구의 활용을 지원하는 데 한정되지 않는다.

인간의 전문성과 AI 기술의 실행 능력을 실제 산업현장의 업무와 연구개발 및 기술혁신과 새로운 가치 창출로 연결하고, 이러한 혁신의 성과를 지속적인 실행 역량으로 발전시키는 플랫폼을 지향한다는 데 있다.

다만 본 백서에서 제시한 Craftem 의 제품 및 기술적 구조는 목표로 하는 혁신 실행 플랫폼의 설계를 포함한다.

각 기능의 실제 구현 및 제품의 공급과 운영 가능성 및 특정 고객 환경에서의 기술적 호환성과 성능은 별도의 개발 및 검증을 통해 확인해야 한다.

17.6.3. SyenaHub AI 혁신 생태계

SyenaHub 는 개인과 조직의 AI 혁신을 위한 개방형 협력 생태계이다.

실제 산업현장의 복합적인 미충족 수요를 해결하기 위해서는 개별 개인이나 조직이 보유한 전문지식과 기술 및 자원의 범위를 넘어 다양한 전문성과 연구개발 및 사업화 역량을 확보해야 할 수 있다.

기존 기술로 해결하기 어려운 문제에서는 새로운 과학적 연구와 수리과학적 모델링 및 AI 기술과 전문적인 소프트웨어 및 산업 기술의 결합이 필요할 수 있다.

또한 실제 연구개발을 통해 확보한 기술과 혁신 모델을 산업현장에 적용하고 제품 및 서비스로 발전시키기 위해서는 수요기업과 기술기업 및 연구기관과 사업화 전문가의 협력이 필요할 수 있다.

SyenaHub 는 이러한 다양한 전문성과 기술 및 자원을 검증된 미충족 수요를 중심으로 결합하고 새로운 공동 혁신 활동을 추진할 수 있는 협력 기반을 지향한다.

산업현장의 미충족 수요를 경험하는 수요기업과 실제 산업 전문가, 과학자와 수리과학자 및 AI 연구자와 기술기업 및 전문적인 사업화 역량을 보유한 참여 주체가 공동으로 혁신 과제를 정의하고 필요한 연구개발과 실증 및 기술사업화를 추진할 수 있다.

이러한 협력을 통해 개별 조직의 전문성과 기술적 역량 및 자원의 제약을 완화하고 단일 조직이나 기존의 산업적 협력 구조에서 해결하기 어려웠던 새로운 문제를 해결할 수 있는 가능성을 탐색한다.

또한 검증한 혁신 모델과 전문지식 및 기술과 Human-AI Work 를 다른 조직 및 산업에서 활용하고 새로운 가치 창출을 추진할 수 있다.

SyenaHub 는 산업별 공동 연구개발과 기술사업화뿐 아니라 교육과 전문적인 인재 성장 및 새로운 혁신 주체의 발굴과 지속적인 협력을 지원하는 생태계로 발전하는 것을 지향한다.

이러한 개방형 협력은 참여자의 자발적인 참여와 전문적 기여 및 지식재산권과 데이터의 보호 및 실제 사업화 권리와 책임 및 가치의 공정한 배분을 기반으로 이루어져야 한다.

SyenaHub 의 개방성은 모든 기술과 데이터 및 연구성과의 무제한 공유를 의미하지 않는다.

적절한 권리와 책임 및 실제 협력 조건을 기반으로 다양한 전문성과 자원을 결합하여 공동으로 새로운 가치를 창출하는 것을 의미한다.

17.6.4. 방법론·실행 플랫폼·협력 생태계의 통합

수요 주도형 AI 혁신 방법론과 Craftem AI 혁신 OS 및 SyenaHub AI 혁신 생태계는 각각 독립적인 기능과 역할을 가지면서도 실제 혁신 활동에서 서로 상호보완적인 관계를 형성한다.

수요 주도형 AI 혁신 방법론은 실제로 해결해야 하는 문제가 무엇인지와 어떠한 혁신이 필요한지 및 해당 혁신을 어떻게 실현할 것인지를 정의하는 방법을 제공한다.

Craftem AI 혁신 OS 는 이러한 혁신 활동을 실제 인간과 AI Agent 의 업무 수행 및 다양한 전문지식과 기술 및 Resource 의 활용을 통해 실현할 수 있도록 지원한다.

SyenaHub AI 혁신 생태계는 실제 혁신 과제에 필요한 다양한 전문성과 기술 및 자원을 확보하고 공동 연구개발과 실증 및 기술사업화와 가치 확산을 추진할 수 있도록 협력 기반을 제공한다.

프로젝트 관리 및 거버넌스는 이러한 전체 혁신 활동의 실행과 검증 및 의사결정과 투자와 위험 및 책임을 횡단적으로 관리하는 체계이다.

방법론만으로는 실제 기술과 전문인력 및 업무의 실행 능력을 확보하기 어려울 수 있다.

기술적인 실행 플랫폼만으로는 실제 산업현장에서 해결해야 하는 문제와 새로운 가치 창출의 방향을 충분히 정의하기 어려울 수 있다.

또한 다양한 전문성과 기술을 보유한 참여 주체가 존재하더라도 실제 미충족 수요와 명확한 혁신의 목적 및 실행과 검증 체계가 확보되지 않은 경우 지속적인 공동 혁신으로 발전하기 어려울 수 있다.

따라서 세 가지 핵심 실행 체계는 실제 산업현장의 미충족 수요와 혁신 목표 및 새로운 가치 창출을 중심으로 결합한다.

이러한 통합 실행 체계는 특정 AI 모델이나 기술 또는 개별적인 혁신 프로젝트에 한정되지 않고 다양한 산업과 혁신 영역에서 인간과 AI 의 협업 및 전문적인 공동 혁신을 실현할 수 있는 기반을 지향한다.

이러한 체계에서 인간은 실제 문제를 정의하고 전문성과 창의적인 역량을 기반으로 새로운 가치를 창출하는 주체이다.

Craftem 은 인간과 AI Agent 의 업무 수행과 혁신의 실행을 지원하며 SyenaHub 는 필요한 전문성과 기술 및 자원의 협력과 공동 혁신 및 가치의 확산을 지원한다.

크림슨앰버의 통합 AI 혁신 체계는 이러한 관계를 다음과 같이 표현한다.

Crafter 가 가치를 창조하고, Craftem 이 실행을 지원하며, SyenaHub 가 협력을 통해 그 가치를 확산한다.

17.7. 산업별 AI 혁신의 실현 및 확산

수요 주도형 AI 혁신은 특정 산업이나 업무 및 기술분야에 한정되는 혁신 체계가 아니다.

개인과 조직 및 산업현장의 다양한 미충족 수요를 기반으로 필요한 전문성과 기술 및 혁신 모델을 정의하고 실제 문제 해결과 새로운 경제적·사회적 가치 창출을 실현하는 범산업적인 방법론이다.

제 15 장에서는 일곱 가지 주요 산업을 대상으로 열네 가지 AI 혁신 활용 사례와 세 가지 대표적인 심층 적용 모델을 제시하였다.

제 16 장에서는 이러한 혁신 모델을 실제 개인과 조직 및 산업현장에 도입하고 검증된 성과를 지속적으로 확산하기 위한 전략적 실행 구조를 정립하였다.

17.7.1. 다양한 산업 및 혁신 영역의 적용 가능성

산업별 미충족 수요와 전문적인 기술 및 업무의 특성은 서로 다르다.

건설산업의 설계와 품질검토 및 기술적 검증에 관한 문제와 보건의료산업의 과학적 연구와 진단 기술의 개발에 관한 문제는 서로 다른 전문성과 기술적 해결 방안 및 검증 기준을 필요로 한다.

금융산업의 위험관리와 전문적인 금융서비스 및 제조산업의 공정과 제품과 소재의 개발 및 유통산업의 수요와 공급망 및 고객서비스에 관한 문제 역시 각각의 산업적 특성을 고려하여 접근해야 한다.

콘텐츠산업에서는 인간의 창의성과 원천 콘텐츠의 개발 및 지식재산권과 실제 사업화에 관한 요구사항이 중요할 수 있으며, 교육산업에서는 인간의 전문역량과 성장 기회 및 실제 산업현장의 문제 해결과 지속적인 경력 성장에 관한 요구사항이 중요할 수 있다.

수요 주도형 AI 혁신 방법론은 이러한 서로 다른 산업의 문제를 동일한 기술과 해결 방안으로 접근하는 것이 아니라 각 산업의 미충족 수요와 근본 원인 및 필요한 전문역량과 기술 및 실행 구조를 분석하는 공통적인 방법을 제공한다.

제 15 장에서 제시한 세 가지 대표적인 심층 적용 모델은 이러한 범산업적 적용 가능성과 서로 다른 혁신 영역의 특성을 설명한다.

건축설계 품질검토 혁신

건축설계 품질검토 혁신은 기존의 산업 전문지식과 전문 소프트웨어 및 설계 데이터와 AI Agent 를 결합하여 실제 업무 수행 구조를 개선하는 업무혁신 중심의 적용 모델이다.

기존 BIM 소프트웨어와 전문적인 분석 및 검증 도구와 설계 기준 및 인간 전문가의 판단을 결합하여 새로운 Human-AI Work 를 구성하고 실제 품질검토 업무의 생산성과 품질을 향상하는 가능성을 탐색한다.

또한 이러한 업무 성과가 실제 조직의 전문역량과 운영 성과 및 비용 절감과 새로운 사업 역량으로 발전할 수 있는 구조를 설명한다.

본 사례의 방법론적 의미는 AI 모델 자체가 기존 전문 소프트웨어와 인간 전문가의 모든 기능을 대체하는 것이 아니라 기존 기술과 전문성 및 AI Agent 를 적절하게 결합하여 실제 산업현장의 문제를 해결하는 새로운 업무 수행 구조를 설계할 수 있다는 데 있다.

췌장암 조기 진단 기술의 통합 공동 연구개발

췌장암 조기 진단 기술의 통합 공동 연구개발은 의료현장의 미충족 수요와 과학적 연구 및 수리과학적 방법과 AI 기반 기술개발과 실제 기술사업화를 연결하는 연구개발 중심의 적용 모델이다.

질병 발생 및 진행 기전에 관한 연구와 조기 진단 목적의 분자 표적 발굴 및 검증, 표적 결합 단백질과 관련 진단 기술의 설계 및 검증을 통합하는 공동 연구개발의 가능성을 제시한다.

이러한 연구개발은 임상의와 기초의과학자 및 수리과학자와 AI 연구자와 진단 기술기업 및 사업화 전문가의 전문성을 결합할 수 있는 다학제적 협력 구조를 필요로 할 수 있다.

본 사례의 방법론적 의미는 AI 혁신이 기존의 연구개발 업무에 대한 효율화에 한정되지 않고 새로운 과학적 지식과 원천기술 및 제품의 개발을 실현하기 위한 통합 연구개발 체계로 발전할 수 있다는 데 있다.

다만 제안한 연구개발 구조의 타당성과 실제 진단 기술의 성능 및 임상적 유용성은 별도의 과학적 연구와 적절한 검증을 통해 확인해야 한다.

AI 시대 초기 경력 성장 경로 재설계

AI 시대 초기 경력 성장 경로의 재설계는 인간의 전문역량과 실무 경험 및 실제 산업현장의 문제 해결과 지속적인 경력 성장을 연결하는 서비스혁신 및 사회적 가치 창출 중심의 적용 모델이다.

SyenaHub Cura 를 기반으로 Cura Career 와 Cura Venture 및 Cura Mentoring 을 실제 산업현장의 미충족 수요에 관한 실무 프로젝트와 연결하고 인간의 전문성과 창의적인 문제 해결 능력 및 Human-AI 협업 역량을 발전시키는 구조를 제안한다.

본 사례의 방법론적 의미는 AI 시대의 교육과 인재 성장 역시 새로운 기술의 사용 능력을 개발하는 것에 한정되지 않고 인간이 실제 산업현장에서 새로운 가치를 창출할 수 있는 성장 경로를 설계하는 혁신 활동으로 접근할 수 있다는 데 있다.

또한 AI 혁신의 가치를 직접적인 경제적 성과뿐 아니라 인간의 성장과 새로운 기회의 확보 및 사회적 가치의 창출이라는 관점에서 평가할 수 있음을 설명한다.

이러한 세 가지 대표적인 적용 모델은 각각 업무혁신과 과학적 연구 및 기술혁신과 인간의 성장 및 사회적 가치 창출의 서로 다른 혁신 목적을 가진다.

그러나 실제 미충족 수요에서 출발하여 필요한 전문성과 기술을 결합하고 적절한 혁신 모델과 검증 방법을 설계하며 새로운 가치를 창출하고자 한다는 공통적인 혁신 원리를 가진다.

제 15 장의 활용 사례와 적용 모델은 이러한 방법론적 적용 가능성을 설명하기 위한 제안 시나리오이며 실제 산업현장의 검증된 운영 성과와 성공적인 기술사업화 및 임상적 또는 사회적 성과를 의미하지 않는다.

17.7.2. 개별 혁신에서 조직 및 산업 혁신으로의 확산

개별 혁신 프로젝트에서 확보한 기술과 전문지식 및 업무 수행 방법은 최초 미충족 수요를 해결하는 데 활용될 뿐 아니라 새로운 미충족 수요의 해결과 후속 혁신 활동에 활용할 수 있는 자산으로 발전할 수 있다.

실제 혁신 프로젝트에서 검증한 전문 Agent 와 Resource 및 Human-AI Work 는 적절한 권리와 검증 범위 및 적용 조건에 따라 다른 구성원과 부서의 업무에 활용할 수 있다.

이를 통해 조직은 개별적인 혁신 성과를 다양한 업무와 조직 단위의 전문적인 실행 역량으로 확장하는 수평적 혁신 확산을 추진할 수 있다.

또한 개별 업무의 혁신 성과를 관련 업무와 상위 업무 수행 구조 및 경영과 사업 전략으로 연결하는 수직적 혁신 확산을 추진할 수 있다.

이러한 조직적 혁신 확산은 개인의 전문역량과 실제 업무 성과를 조직의 공동 혁신 역량으로 발전시키고 조직의 운영 및 기술적 성과를 실제 사업 경쟁력과 새로운 경제적 가치로 연결하는 데 활용할 수 있다.

나아가 특정 수요기업에서 검증한 혁신 모델의 공통적인 기술과 전문지식 및 업무 수행 구조를 다른 수요기업에 적용할 수 있는 산업 특화 솔루션으로 발전시킬 수 있다.

과학적 연구와 핵심 기술개발에서 확보한 검증된 성과는 실제 기술이전과 라이선싱 및 제품과 서비스의 개발과 공동 사업화의 대상으로 발전할 수 있다.

특정 산업에서 확보한 수리적 분석과 데이터 처리 및 기술적 검증과 전문적인 업무 수행 방법을 다른 산업의 미충족 수요 해결에 활용하는 산업 간 혁신 확산도 추진할 수 있다.

이러한 혁신 확산은 기존의 기술과 업무 수행 구조를 다른 조직과 산업에 단순하게 복제하는 활동이 아니다.

새로운 적용 환경의 미충족 수요와 전문적인 요구사항 및 데이터와 기술적 조건과 관련 법적·윤리적 및 안전과 운영의 요구사항을 검토하고 필요한 재설계와 추가 검증을 수행해야 한다.

Craftem 의 혁신 자산 관리 및 실행 구조와 SyenaHub 의 개방형 협력 및 공동 연구개발과 기술사업화 체계는 이러한 조직적 및 산업적 혁신 확산을 지원하는 기반으로 발전할 수 있다.

17.7.3. 지속 가능한 조직의 혁신 역량 확보

조직의 AI 혁신은 초기 기술 도입과 개별적인 PoC 및 특정 프로젝트의 성공만으로 지속 가능한 혁신 역량을 확보하였다고 평가할 수 없다.

실제 미충족 수요의 발굴과 혁신 모델의 설계 및 연구개발과 실증 및 실제 운영과 가치 검증을 지속적으로 수행하고 확보한 성과를 조직의 전문역량과 후속 혁신에 활용할 수 있어야 한다.

제 16 장에서는 이를 위해 조직의 AI 혁신 준비도와 실제 도입 및 확산을 위한 다섯 단계 로드맵과 다섯 단계의 혁신 성숙도 모델을 제시하였다.

AI 혁신 준비도는 조직이 실제 혁신 활동을 추진하기 위해 필요한 전략과 전문역량 및 기술과 데이터와 실행 자원 및 조직과 거버넌스와 가치관리의 조건을 어느 정도 확보하고 있는지를 나타낸다.

AI 혁신 성숙도는 실제 혁신 활동의 수행과 검증된 성과 및 조직적 운영과 확산과 지속적인 가치 창출을 통해 확보한 조직의 혁신 역량의 발전 수준을 나타낸다.

조직은 이러한 준비도와 성숙도의 개념을 활용하여 실제 혁신을 제한하는 역량과 구조적 제약을 파악하고 적절한 도입 및 개선 전략을 수립할 수 있다.

개별적인 AI 활용과 초기 혁신 과제의 추진에서 검증된 혁신 모델의 실제 조직적 운영과 전략적 확산 및 지속적인 공동 혁신으로 발전하는 방향을 탐색할 수 있다.

다만 조직의 발전 수준을 AI 기술의 도입 규모나 사용량 및 Agent 의 실행 자율성의 증가로 판단하지 않는다.

실제 미충족 수요를 해결하고 인간의 전문역량과 조직의 경쟁력을 향상하며 새로운 경제적·사회적 가치를 지속적으로 창출할 수 있는 역량을 기반으로 판단한다.

17.8. AI 혁신이 지향하는 인간과 조직 및 산업의 미래

AI 기술의 발전은 인간의 업무 수행 방식과 조직의 운영 구조 및 산업의 경쟁 환경과 새로운 가치 창출 방식에 다양한 변화를 발생시킬 수 있다.

이러한 변화는 인간에게 새로운 성장과 가치 창출의 기회를 제공할 수 있지만 기존의 전문적인 업무 수행 방식과 고용 및 경력 성장 구조와 조직의 경쟁력 및 사회적 가치의 배분에 새로운 문제를 발생시킬 가능성도 존재한다.

따라서 AI 시대의 미래는 기술의 발전만으로 결정되는 것이 아니다.

인간이 어떠한 문제를 해결하고 어떠한 가치를 창출하고자 하는지 및 새로운 기술과 전문역량을 어떠한 방식으로 활용하고 협력하며 책임 있게 실행하는지에 따라 서로 다른 방향으로 발전할 수 있다.

수요 주도형 AI 혁신은 이러한 변화의 과정에서 인간과 조직 및 산업의 지속 가능한 가치 창출 능력을 발전시키는 방향을 지향한다.

개인의 새로운 가능성

AI 기술의 발전은 개인이 자신의 전문성과 창의적 역량을 활용하여 기존에는 충분히 수행하기 어려웠던 다양한 업무와 연구개발 및 창작과 사업 활동을 수행할 수 있는 가능성을 확대한다.

개인이 보유한 시간과 자원 및 정보와 기술적 실행 능력의 제약으로 인해 기존에는 충분히 탐색할 수 없었던 새로운 문제와 해결 방안을 AI Agent 및 전문 도구와 외부 전문역량의 협력을 통해 탐색할 수 있다.

한 사람의 전문적인 경험과 창의적인 아이디어를 실제 제품과 서비스 및 새로운 사업과 사회적 가치 창출의 가능성으로 발전시킬 수 있다.

이는 개인의 전문성과 창의적 역량을 기반으로 새로운 형태의 전문 활동과 연구개발 및 창작과 기업가정신의 발현이 이루어질 수 있는 가능성을 의미한다.

그러나 이러한 가능성이 인간의 실제 전문역량 강화와 지속적인 경력 성장으로 이어지기 위해서는 필요한 전문지식과 실제 문제 해결 경험 및 책임 있는 AI 활용과 새로운 Human-AI Work 의 설계 및 실행 능력을 확보해야 한다.

AI 가 제공하는 정보와 결과를 활용하는 것에 한정되지 않고 인간이 새로운 문제를 발견하고 창의적인 해결 방안을 정의하며 실행 결과를 검증할 수 있는 역량을 발전시키는 것이 중요하다.

또한 AI 시대에 변화하는 초기 경력 성장 구조와 기존 전문인력의 역할 및 재교육의 필요성을 고려하여 다양한 성장 단계의 인간이 자신의 전문성과 가치 창출 능력을 발전시킬 수 있는 교육 및 실무 경험과 협력 기회를 확보해야 한다.

조직의 새로운 경쟁력

조직의 경쟁력은 보유한 기술과 자원 및 전문인력의 규모뿐 아니라 실제 미충족 수요를 이해하고 적절한 전문성과 기술 및 자원을 결합하여 새로운 가치를 창출할 수 있는 능력에 의해 발전할 수 있다.

AI 혁신을 통해 조직은 기존 구성원이 보유한 전문지식과 창의적 역량을 새로운 Human-AI Work 와 결합하고 개별적인 업무 수행 능력을 조직의 공동 혁신 역량으로 발전시킬 수 있다.

검증한 전문지식과 기술 및 Agent 와 Resource 및 업무 실행 구조를 적절하게 관리하고 재사용함으로써 새로운 문제 해결과 후속 혁신에 필요한 기술적 및 조직적 역량을 확보할 수 있다.

또한 기존의 조직 규모와 전문인력 및 기술과 자원의 제약으로 인해 수행하기 어려웠던 복합적인 연구개발과 기술혁신 및 새로운 제품과 서비스의 개발 및 사업 기회의 탐색을 추진할 수 있는 가능성이 확대된다.

이러한 변화는 중소기업과 소규모 전문조직 및 개인 중심의 기업에서도 새로운 혁신과 사업 모델의 가능성을 검토할 수 있도록 한다.

다만 AI 를 활용한다는 사실만으로 기존 조직의 규모와 자원 및 시장과 기술적 제약이 모두 해소되는 것은 아니다.

실제 사업과 연구개발의 성공을 위해서는 필요한 전문성과 자원과 기술 및 고객과 시장에 관한 이해와 조직의 실행 및 운영과 협력 역량을 확보해야 한다.

조직의 지속 가능한 경쟁력은 이러한 인간의 전문성과 AI 기술 및 실제 혁신 방법과 가치 창출의 실행 능력을 결합하고 새로운 환경과 수요의 변화에 대응하여 지속적으로 발전시키는 데서 형성될 수 있다.

산업의 공동 혁신

산업현장의 복합적인 미충족 수요는 특정 기업이나 연구기관과 개별적인 전문분야의 기술만으로 충분히 해결하기 어려울 수 있다.

새로운 의료기술과 기능성 소재 및 에너지 기술과 제조공정과 제품개발 등에서는 여러 과학적 지식과 수리과학적 방법 및 AI 기술과 산업 전문지식의 결합이 필요할 수 있다.

또한 실제 과학적 연구와 기술개발에서 확보한 성과를 산업현장의 제품과 서비스 및 실제 사업으로 발전시키기 위해서는 수요기업과 연구기관 및 기술기업과 전문적인 사업화 역량의 협력이 필요할 수 있다.

수요 주도형 AI 혁신은 이러한 다양한 전문성과 기술 및 자원을 실제 검증된 미충족 수요를 중심으로 결합하여 공동 혁신을 추진하는 방향을 지향한다.

개별 조직과 산업에서 검증한 기술과 전문지식 및 Human-AI Work 를 다른 산업의 미충족 수요 해결에 활용하고 새로운 과학적 연구 및 기술개발의 기회로 연결할 수 있다.

이러한 공동 혁신과 산업 간 지식과 기술의 융합을 통해 기존 산업의 문제 해결 능력과 경쟁력을 강화하고 새로운 제품 및 서비스와 사업의 가능성을 탐색할 수 있다.

SyenaHub 는 이러한 개방형 협력과 공동 연구개발 및 기술사업화와 가치 확산을 지원하는 생태계로 발전하는 것을 지향한다.

사회의 새로운 가치 창출

AI 혁신의 가치는 조직의 생산성과 수익성 및 산업 경쟁력의 향상에 한정되지 않는다.

의료와 교육과 공공서비스 및 다양한 사회적 문제의 해결 과정에서도 새로운 과학적 지식과 기술 및 인간의 전문역량을 활용하여 새로운 사회적 가치를 창출할 수 있는 가능성이 존재한다.

보건의료 분야의 새로운 과학적 연구와 진단 및 치료 관련 기술은 실제 검증과 적절한 의료현장 적용을 통해 인간의 건강과 삶의 질 향상에 기여할 가능성이 있다.

교육과 인재 성장 분야에서는 인간의 전문역량과 창의적 문제 해결 능력 및 새로운 경력 성장의 기회를 확대하는 새로운 교육 및 성장 모델을 개발할 수 있다.

공공서비스와 사회적 문제 해결 분야에서는 다양한 수요자의 미충족 수요와 실제 문제 및 기존 서비스의 한계를 분석하고 서비스의 품질과 접근성 및 운영의 지속 가능성을 향상할 수 있는 새로운 해결 방안을 탐색할 수 있다.

그러나 이러한 사회적 가치의 실현은 새로운 AI 기술의 활용이나 서비스의 도입에 의해 자동적으로 보장되지 않는다.

실제 수혜자의 변화와 사회적 편익 및 위험과 공정성과 접근성 및 지속적인 운영 가능성을 검증하고 다양한 이해관계자의 권리와 책임 및 사회적 영향을 고려해야 한다.

인간 중심의 AI 혁신은 이러한 경제적·사회적 가치를 함께 고려하면서 인간의 전문성과 창의적 역량과 성장 가능성을 확대하고 다양한 혁신 주체의 협력을 통해 새로운 가치를 지속적으로 창출하는 미래를 지향한다.

17.9. 수요 주도형 AI 혁신 방법론의 한계 및 발전 방향

본 백서는 수요 주도형 AI 혁신의 철학과 기본 개념 및 일곱 단계의 혁신 실행 방법론과 Human-AI Work Redesign 및 실제 실행 플랫폼과 협력 생태계와 프로젝트 관리 및 가치 검증과 산업별 적용 및 도입·확산 전략을 통합적으로 정립하였다.

그러나 새로운 혁신 방법론의 개념과 실행 체계를 정립하는 활동과 해당 방법론의 실제 효과 및 산업적 타당성을 실증적으로 검증하는 활동은 구분해야 한다.

본 백서에서 제시한 자체 방법론과 기술적 설계 및 산업별 활용 사례와 평가 체계는 실제 산업현장의 적용과 연구개발 및 운영과 가치 검증을 통해 지속적으로 발전시킬 필요가 있다.

이러한 한계와 발전 과제를 명확하게 정의하는 것은 수요 주도형 AI 혁신 방법론의 학술적 및 실무적 신뢰성을 확보하고 실제 산업현장에서의 활용 가능성을 발전시키기 위한 중요한 활동이다.

17.9.1. 현재 방법론의 검증 범위 및 한계

혁신 방법론의 산업별 실증

본 백서에서 정립한 수요 주도형 AI 혁신의 일곱 단계 실행 방법론은 다양한 산업현장의 미충족 수요를 해결하고 새로운 경제적·사회적 가치를 창출하기 위한 공통적인 실행 구조를 제시한다.

그러나 서로 다른 산업과 조직 및 혁신 영역의 실제 과제를 대상으로 이러한 방법론의 실행 가능성과 효과를 체계적으로 비교하고 검증한 충분한 실증 자료는 본 백서에서 제시하지 않았다.

특히 기존 기술을 활용한 업무혁신과 새로운 과학적 연구 및 원천기술의 개발과 복합적인 제품 및 서비스와 비즈니스 모델의 혁신에서는 실제 연구개발의 불확실성과 실행 및 검증 조건이 다를 수 있다.

따라서 일곱 단계의 공통적인 혁신 실행 구조가 다양한 산업과 혁신 영역에서 어떠한 방식으로 적용될 수 있는지 및 필요한 조정과 보완의 범위를 실제 사례를 통해 검토할 필요가 있다.

Human-AI Work Redesign 의 적용 및 검증

Human-AI Work Redesign 은 인간과 AI Agent 의 업무 수행 구조를 재설계하고 필요한 전문지식과 기술 및 Resource 를 결합하여 실제 업무를 수행할 수 있도록 하는 방법론이다.

그러나 인간과 AI Agent 의 적절한 역할 배분과 실행 범위 및 전문적인 검토와 승인과 책임 구조는 해당 산업 및 업무의 특성과 기술적 성능 및 위험에 따라 달라질 수 있다.

특정 업무에서 검증한 Human-AI Work 가 다른 업무와 조직에서도 동일한 품질과 생산성 및 실제 가치 창출 효과를 제공한다고 가정할 수 없다.

실제 조직의 업무 수행 과정과 전문역량 및 역할과 책임의 변화와 운영의 지속 가능성을 분석하고 다양한 산업과 직무의 특성에 적합한 업무 재설계의 적용 기준을 지속적으로 검토할 필요가 있다.

또한 AI 기술의 활용이 인간의 전문적인 학습과 판단 및 성장에 어떠한 영향을 미치는지에 관한 장기적인 평가가 필요할 수 있다.

성과 가치사슬 및 성과 단절의 검증

본 백서에서는 개인 성과에서 조직 성과 및 사업 성과로 이어지는 성과 가치사슬과 두 가지 성과 단절을 통해 AI 혁신의 성과와 실제 가치 사이의 전환 문제를 설명하였다.

이러한 개념은 실제 AI 혁신에서 기술 및 업무 성과를 조직과 사업의 가치로 연결해야 한다는 구조적 문제를 이해하기 위한 방법론적 분석 체계를 제공한다.

다만 실제 산업과 조직의 다양한 혁신 사례에서 각 성과 단절이 발생하는 조건과 주요 원인 및 해결 방안의 효과에 관한 실증적인 연구가 필요하다.

개인의 AI 활용 성과를 조직적 자산으로 발전시키는 활동과 경영 및 사업 전략을 통해 조직 성과를 실제 사업 가치로 전환하는 활동이 실제로 어떠한 효과를 제공하는지 검증할 필요가 있다.

혁신 성과 및 가치 평가 체계의 검증

본 백서에서 제시한 NFR, VRR, ROI 및 VCS 등의 평가 체계는 실제 미충족 수요의 해결과 가치 실현 및 투자성과와 종합적인 가치 창출을 평가하기 위한 방법론적 구조이다.

각 평가 지표를 실제 산업현장에서 활용하기 위해서는 적절한 성과의 기준선과 목표와 실제 성과 자료 및 경제적·사회적 가치의 평가 조건을 확보해야 한다.

특히 자체적으로 설계한 평가 기준과 종합 평가의 구성 및 가중치 등에 대해서는 다양한 실제 적용 사례를 통해 평가 결과의 해석 가능성과 타당성 및 일관성을 검토할 필요가 있다.

본 백서의 가상 산정 사례는 평가 체계의 개념과 산정 방법을 설명하기 위한 것이며 실제 고객과 산업현장에서 확보한 투자성과나 경제적 가치의 실증 결과가 아니다.

따라서 새로운 평가 체계의 효과와 타당성을 판단하기 위해서는 실제 운영 및 사업성과 자료를 기반으로 한 추가 검증이 필요하다.

Craftem 의 제품 설계와 실제 구현

본 백서에서는 Craftem AI 혁신 OS 의 전략적 역할과 제품 및 기술적 구조 및 전문 Agent 와 Resource 와 Human-Agent Workflow 의 실행과 관리 구조를 제시하였다.

그러나 본 백서에서 정의한 목표 제품 구조와 실제 개발 및 검증을 완료한 기능과 상용 운영 및 기술지원의 범위는 구분해야 한다.

특히 산업별 전문 Agent 와 Resource 의 개발 및 검증과 기존 시스템 및 데이터 환경의 연계와 운영의 안정성 및 보안과 실행 비용과 고객의 실제 업무 성과 등에 관한 검증이 필요하다.

Craftem 의 제품 및 기술적 가능성은 실제 산업현장의 혁신 과제와 고객 환경에서 확보한 개발과 실증 및 운영의 증거를 기반으로 평가하고 지속적으로 발전시켜야 한다.

SyenaHub 의 공동 혁신 및 기술사업화 구조

SyenaHub 는 실제 산업현장의 미충족 수요를 기반으로 다양한 전문성과 기술 및 연구개발 자원과 사업화 역량을 결합하는 개방형 협력 생태계로 기획되었다.

이러한 생태계의 지속적인 운영과 공동 혁신의 효과를 확인하기 위해서는 실제 공동 연구개발 및 실증과 기술사업화의 사례와 참여자의 역할 및 책임과 지식재산권과 사업화 권리 및 가치 배분의 운영 경험을 확보해야 한다.

공동 연구개발의 규모와 참여기관 및 전문가의 수를 확대하는 것 자체를 생태계의 성과로 평가하지 않고 실제 미충족 수요의 해결과 공동 연구개발 및 기술사업화와 새로운 경제적·사회적 가치에 대한 기여를 검증해야 한다.

산업별 활용 사례의 검증 수준

제 15 장에서 제시한 열네 가지 산업별 활용 사례와 세 가지 대표적인 심층 적용 모델은 수요 주도형 AI 혁신 방법론의 적용 가능성을 설명하기 위한 활용 시나리오이다.

각 사례에서 제시한 미충족 수요와 근본 원인 및 해결 방안과 기대 성과는 실제 산업현장의 수요 검증과 연구개발 및 실증의 결과에 따라 변경될 수 있다.

따라서 이러한 활용 사례를 실제 고객과 연구기관에서 구현하고 검증한 성공적인 운영 사례로 해석하지 않는다.

실제 혁신 프로젝트를 추진하는 과정에서 확보한 검증 증거와 적용 조건 및 실패와 성공의 경험을 기반으로 활용 사례를 지속적으로 보완하고 실제 운영 사례로 발전시킬 필요가 있다.

AI 혁신 준비도 및 성숙도 모델

제 16 장에서 제시한 여덟 가지 AI 혁신 준비도 진단 영역과 다섯 단계의 도입 및 확산 로드맵과 다섯 단계의 혁신 성숙도 모델은 조직의 혁신 도입 및 발전을 지원하기 위해 자체적으로 설계한 방법론적 구조이다.

이러한 모델은 국제적으로 표준화된 평가 체계나 실제 조직 데이터를 기반으로 통계적인 타당성을 충분히 검증한 평가 도구를 의미하지 않는다.

다양한 규모와 산업의 조직에서 실제 준비도와 혁신 실행의 성과 및 조직적 운영과 확산 역량 및 가치 창출의 관계를 분석하여 해당 모델의 실무적 타당성과 활용 가능성을 검증해야 한다.

학술적 근거 및 참고문헌의 검증

본 백서는 기존의 혁신과 과학적 연구 및 기술개발과 조직관리와 프로젝트 관리 및 경제적·사회적 가치 평가에 관한 다양한 개념과 연구를 참고하여 자체적인 AI 혁신 방법론을 정립하는 방향으로 집필되었다.

기존 학술적 연구와 표준 및 국제적인 평가 체계와 본 백서에서 자체적으로 정의한 개념 및 방법론과의 관계를 보다 명확하게 정립하기 위해서는 전체 참고문헌의 서지정보와 원문 및 본문에 반영한 내용의 정확성과 인용 위치를 검증할 필요가 있다.

또한 새로운 방법론의 학술적 및 실무적 기여를 평가하기 위해서는 관련 연구와 기존 방법론에 대한 체계적인 비교 분석 및 실제 산업현장의 적용을 통한 실증적인 연구가 필요하다.

이러한 검증 과제는 본 백서에서 정립한 방법론의 개념적 및 실무적 가능성을 부정하는 것이 아니다.

현재 확보한 방법론과 제안한 실행 체계를 실제 산업현장의 검증된 혁신 역량과 신뢰성 있는 지식 체계로 발전시키기 위해 필요한 후속 활동을 의미한다.

17.9.2. 산업현장 적용 및 실증을 통한 방법론의 발전

수요 주도형 AI 혁신 방법론의 발전은 새로운 개념과 기술적인 가능성을 추가하는 활동뿐 아니라 실제 산업현장의 미충족 수요와 연구개발 및 운영 사례를 통해 기존 방법론의 타당성과 효과를 검증하고 보완하는 활동을 중심으로 추진할 필요가 있다.

산업별 혁신 방법론의 적용 및 비교 검증

건설과 보건의료 및 금융과 제조 및 유통과 콘텐츠와 교육의 다양한 산업에서 실제 미충족 수요를 발굴하고 해당 과제의 특성에 적합한 수요 주도형 AI 혁신 방법론을 적용한다.

기존의 일곱 단계 혁신 실행 구조와 Human-AI Work Redesign 및 프로젝트 관리와 검증 및 사업화의 적용 과정에서 필요한 전문역량과 기술 및 실제 운영 조건을 분석한다.

서로 다른 산업과 혁신 영역에서 확보한 검증 결과를 비교하여 공통적으로 적용할 수 있는 방법론적 요소와 산업별 특화 요소 및 기존 방법론의 보완이 필요한 부분을 확인한다.

Human-AI Work Redesign 의 실제 성과 검증

실제 산업 및 직무를 대상으로 기존 업무 수행 구조와 재설계된 Human-AI Work 의 실행 결과를 비교하고 업무 수행시간과 전문적인 품질 및 실제 오류와 검토 및 수정에 필요한 시간과 조직적 운영에 관한 성과를 분석한다.

또한 인간의 전문역량과 업무 수행 경험 및 역할의 변화와 지속적인 성장 및 실제 조직의 혁신 역량의 발전에 관한 영향을 검토한다.

이러한 성과 검증을 통해 Human-AI Work Redesign 의 실제 적용 기준과 역할 및 책임과 기술적 실행 구조 및 검증 방법을 발전시킨다.

성과 단절의 구조적 원인 및 해결 효과 연구

실제 AI 혁신을 추진하는 조직에서 개별 구성원의 AI 활용 및 업무 성과가 조직의 공동 혁신 역량으로 발전하는 과정과 조직의 실제 업무 및 운영 성과가 사업 및 사회적 가치로 전환되는 과정을 분석한다.

각 성과 단절이 발생하는 구체적인 조건과 구조적 원인 및 전문 Agent 와 Resource 의 조직적 자산화와 Human-AI Work 의 운영 정착 및 경영 전략과 가치 실현 구조의 효과를 검증한다.

이를 기반으로 실제 조직별 성과 단절을 진단하고 해결할 수 있는 보다 구체적인 실행 방법과 검증 기준을 발전시킬 수 있다.

가치 평가 지표 및 혁신 준비도와 성숙도 모델의 검증

실제 혁신 프로젝트에서 확보한 운영 및 사업성과 자료를 기반으로 미충족 수요 충족과 가치 실현 및 투자성과와 새로운 경제적·사회적 가치 평가 체계의 적용 가능성을 검토한다.

조직의 준비도 진단과 실제 혁신 활동의 성과 및 조직적 정착과 전략적 확산 및 지속적인 혁신 역량 사이의 관계를 분석한다.

다양한 실제 사례에서 확보한 증거를 기반으로 평가 기준과 해석 방법 및 적용 조건을 보완하고 필요한 경우 관련 모델을 개선한다.

과학·수리과학·AI 기반 공동 연구개발의 발전

새로운 과학적 지식과 원천기술의 개발이 필요한 산업현장의 미충족 수요를 기반으로 과학자와 수리과학자 및 AI 연구자와 산업 전문가 및 기술기업의 공동 연구개발을 추진한다.

과학적 연구 문제의 정의와 수리적 정식화 및 AI 기반의 탐색과 생성 설계 및 실제 실험과 기술개발과 검증 및 사업화 사이의 연계 구조를 검토한다.

이러한 공동 연구개발 및 실증 경험을 바탕으로 수요 주도형 AI 혁신 방법론을 기존 업무의 효율화를 넘어 새로운 과학적 연구와 기술 및 제품과 서비스의 혁신을 지원하는 방법론으로 발전시킨다.

실제 산업현장의 적용과 검증에서는 기대한 혁신 성과를 확보한 사례뿐 아니라 실패하거나 보류한 혁신 과제의 결과도 중요하게 활용한다.

실제 연구개발과 실증의 실패는 기존 문제 정의와 과학적 가설 및 기술적 해결 방안과 실행 구조의 한계를 확인하고 후속 혁신 활동의 방향을 개선하기 위한 근거가 될 수 있기 때문이다.

따라서 수요 주도형 AI 혁신 방법론의 지속적인 발전은 다양한 산업현장의 실제 혁신 경험과 검증 증거 및 새로운 과학적 지식과 전문적인 연구를 기반으로 이루어져야 한다.

17.9.3. 방법론·Craftem·SyenaHub 의 지속적인 발전

수요 주도형 AI 혁신 방법론과 Craftem AI 혁신 OS 및 SyenaHub AI 혁신 생태계의 발전은 서로 독립적인 활동으로만 추진되지 않는다.

실제 산업현장의 미충족 수요와 공동 연구개발 및 혁신 프로젝트의 실행 및 운영과 가치 창출의 경험을 기반으로 세 가지 실행 체계를 상호보완적으로 발전시킬 수 있다.

수요 주도형 AI 혁신 방법론의 발전

실제 산업현장의 혁신 프로젝트와 연구개발 및 실증과 상용 운영 및 가치 창출의 결과를 기반으로 기존 방법론과 검증 기준 및 프로젝트 관리와 도입·확산 전략의 타당성을 검토한다.

실제 혁신 과제에서 기존 방법론으로 충분히 설명하거나 해결하기 어려운 문제와 실행상의 제약을 발견한 경우 필요한 개념과 실행 방법 및 검증 조건을 보완한다.

이러한 방법론의 발전은 개념의 수를 확대하거나 새로운 기술을 방법론에 추가하는 것보다 실제 산업현장의 미충족 수요를 해결하고 새로운 가치를 창출하는 데 필요한 실행 방법의 실무적 타당성과 신뢰성을 향상하는 데 목적이 있다.

Craftem AI 혁신 OS 의 발전

실제 혁신 프로젝트에서 사람과 AI Agent 의 업무 수행 및 전문지식과 기술 및 Resource 의 활용과 기존 시스템 및 데이터 환경의 통합 과정에서 발생하는 기술적 및 운영상의 제약을 분석한다.

이러한 실제 요구사항과 검증 결과를 Craftem 의 제품 및 기술개발의 방향과 산업 특화 Agent 및 Resource 의 구성 및 업무 실행 구조와 운영 및 보안과 비용의 개선에 반영한다.

또한 다양한 혁신 프로젝트에서 확보한 전문적인 기술과 업무 수행 방법을 재사용할 수 있는 구조를 발전시키고 새로운 산업과 고객의 미충족 수요에 적합한 실행 가능성을 확대한다.

Craftem 의 발전은 AI 기술의 기능과 Agent 의 수를 확대하는 것 자체보다 실제 인간과 AI 의 협업 및 업무와 연구개발의 실행과 검증 및 새로운 가치 창출을 지원하는 역량을 확보하는 데 중점을 둔다.

SyenaHub AI 혁신 생태계의 발전

실제 산업현장의 미충족 수요와 공동 연구개발 및 기술사업화의 경험과 전문적인 협력의 성과를 기반으로 SyenaHub 의 협력 구조와 참여 주체의 역할 및 공동 혁신과 가치 배분 및 지속적인 인재 성장 체계를 발전시킨다.

기존에 확보한 전문성과 기술 및 연구개발 자원과 혁신 경험을 새로운 미충족 수요와 연결하고 필요한 새로운 전문성과 협력 관계를 확보한다.

또한 산업별 공동 혁신과 기술사업화 및 전문적인 교육과 성장 프로그램을 통해 새로운 혁신 주체의 참여와 전문역량의 발전을 지원한다.

이러한 생태계의 발전은 다양한 조직과 전문가의 협력을 통해 개별적인 혁신 활동의 범위를 확장하고 새로운 과학적 연구와 기술 및 제품과 서비스의 혁신을 실제 경제적·사회적 가치로 연결하는 데 목적이 있다.

방법론과 실행 플랫폼 및 협력 생태계가 실제 산업현장의 혁신 활동을 통해 상호보완적으로 발전함으로써 수요 주도형 AI 혁신 체계의 실무적 적용 가능성과 지속적인 가치 창출 역량을 강화할 수 있다.

17.10. 백서의 의의와 지속 가능한 공동 가치 창출

백서의 의의

크림슨앰버 AI 혁신 방법론 백서는 AI 기술의 일반적인 사용 방법이나 특정 AI 모델과 소프트웨어의 기능을 설명하는 기술 안내서가 아니다.

개인과 조직 및 산업현장의 실제 미충족 수요를 해결하고 인간의 전문성과 창의적 역량을 확장하며 새로운 경제적·사회적 가치를 창출하기 위한 AI 혁신의 철학과 방법론 및 실행 체계를 정립하는 데 목적이 있다.

본 백서는 AI 혁신을 기존 업무의 생산성과 효율성을 향상하는 활동에 한정하지 않고 새로운 과학적 연구와 핵심 기술개발 및 제품과 서비스 및 비즈니스 모델의 혁신을 포함하는 가치 창출 체계로 정의하였다.

또한 실제 혁신 활동에서 발생할 수 있는 다양한 구조적 문제와 성과 단절을 분석하고 인간과 AI Agent 의 업무 수행을 재설계하는 Human-AI Work Redesign 과 미충족 수요의 발굴에서 새로운 가치 창출까지 연결하는 일곱 단계 혁신 실행 방법론을 제시하였다.

이러한 방법론을 실제 산업현장의 혁신 활동으로 연결하기 위해 Craftem AI 혁신 OS 와 SyenaHub AI 혁신 생태계를 기술적 실행과 개방형 협력의 기반으로 구성하고 프로젝트 관리 및 거버넌스와 성과 및 가치 검증과 산업별 적용 및 도입·확산 전략을 통합하였다.

본 백서의 방법론적 의의는 AI 혁신을 기술의 활용 가능성과 기능의 구현에 한정하지 않고 실제 미충족 수요의 해결과 인간의 전문역량 및 조직과 산업의 새로운 가치 창출을 중심으로 정의하고 이러한 활동을 하나의 일관된 실행 체계로 연결하고자 하였다는 데 있다.

또한 과학적 연구와 수리과학 및 AI 기술과 다양한 산업 전문성과 업무혁신 및 기술사업화와 인간의 성장을 실제 미충족 수요와 새로운 가치 창출의 목적에 적합하게 연결하는 공동 혁신의 방향을 제시하였다.

백서의 공개 및 개방형 활용

수요 주도형 AI 혁신은 특정 개인이나 기업이 독립적으로 모든 전문성과 기술 및 자원을 확보하여 실현할 수 있는 활동에 한정되지 않는다.

산업현장의 실제 미충족 수요와 다양한 전문성과 과학적 지식 및 기술과 실제 혁신 경험을 결합하는 개방형 협력은 새로운 혁신의 가능성을 발견하고 실현하기 위한 중요한 기반이 될 수 있다.

이러한 관점에서 크림슨앰버는 본 백서를 무료로 공개하고 자유롭게 활용할 수 있도록 하는 방향을 지향한다.

본 백서는 AI 혁신을 추진하는 개인과 조직이 실제 산업 및 업무 환경의 미충족 수요를 분석하고 적절한 혁신 과제를 정의하며 필요한 전문역량과 기술 및 실행 체계를 확보하는 데 활용할 수 있다.

대학과 연구기관 및 과학자와 수리과학자 및 AI 연구자는 실제 산업현장의 미충족 수요를 기반으로 새로운 과학적 연구와 기술개발 및 공동 연구개발의 가능성을 탐색하고 수요 주도형 AI 혁신 방법론에 관한 학술적 및 실무적 연구를 수행하는 데 활용할 수 있다.

AI 기술기업과 전문 소프트웨어 및 솔루션 개발기업은 실제 수요자의 문제와 전문적인 요구사항을 기반으로 새로운 기술 및 산업 특화 전문 Agent 와 Resource 및 제품과 서비스와 비즈니스 모델을 개발하는 데 활용할 수 있다.

교육·컨설팅 전문가와 산업 전문가는 실제 산업현장의 AI 혁신 교육과 전문인력의 성장 및 혁신 프로젝트의 설계와 실행 및 성과 검증에 관한 전문적인 활동을 수행하는 데 활용할 수 있다.

이러한 백서의 공개 및 활용 정책은 관련 연구 및 개발과 산업현장의 다양한 혁신 활동이 확대되고 새로운 전문성과 기술 및 혁신 경험이 서로 연결될 수 있는 가능성을 발전시키기 위한 것이다.

다만 백서의 무료 공개와 자유로운 활용은 개별 고객의 데이터 및 공동 연구개발 성과와 소프트웨어와 제 3 자의 지식재산권 및 기타 기술과 전문지식의 이용 권리까지 무제한으로 허용한다는 의미는 아니다.

이러한 권리 및 공개와 이용에 관한 조건은 해당 자료와 기술 및 관련 계약과 권리자의 요구사항에 따라 별도로 존중하고 관리한다.

실제 혁신 경험을 통한 백서의 지속적인 발전

본 백서는 v1.0 의 발간으로 완결되는 고정적인 혁신 방법론이 아니라 실제 산업현장의 새로운 문제와 과학적 지식 및 기술의 발전과 공동 혁신 활동 및 실증과 운영의 결과를 기반으로 지속적으로 발전할 수 있는 방법론적 자료이다.

AI 기술과 산업환경의 변화에 따라 기존에는 해결하기 어려웠던 새로운 문제의 해결 가능성이 확대될 수 있으며 기존의 업무 수행 구조와 제품과 서비스 및 비즈니스 모델에 새로운 혁신의 필요성이 발생할 수 있다.

또한 실제 산업현장의 공동 연구개발과 기술사업화 및 운영에서 확보한 경험은 본 백서에서 정립한 기존 개념과 실행 방법 및 검증 기준과 산업별 적용 모델의 개선에 중요한 근거가 될 수 있다.

따라서 크림슨앰버는 실제 산업현장의 미충족 수요와 다양한 AI 혁신 활용 사례를 지속적으로 발굴하고 해당 사례의 연구개발과 실증 및 실제 운영과 가치 창출의 결과를 기반으로 백서를 발전시키고자 한다.

검증한 운영 사례와 실제 성과 및 경제적·사회적 가치와 연구개발 및 운영의 실패와 개선 경험을 객관적으로 관리하고 이를 후속 방법론의 보완과 제품 및 기술개발과 공동 혁신 활동에 활용한다.

또한 다양한 산업과 전문분야의 전문가와 연구기관 및 기술기업의 참여와 연구 및 검토를 통해 수요 주도형 AI 혁신 방법론의 학술적 및 실무적 타당성을 지속적으로 발전시키고자 한다.

이러한 발전 과정은 백서의 분량이나 활용 사례의 수를 확대하는 것 자체를 목적으로 하지 않는다.

실제 산업현장의 미충족 수요를 해결하고 인간의 전문성과 창의적 역량을 강화하며 새로운 경제적·사회적 가치를 창출할 수 있는 신뢰성 있는 혁신 방법론과 실행 체계를 발전시키는 데 목적이 있다.

인간 중심의 지속 가능한 공동 가치 창출

AI 시대의 혁신은 인간이 기존에 보유한 전문성과 창의적인 역량 및 새로운 가치를 창출할 수 있는 가능성을 어떻게 발전시킬 것인가에 관한 문제이기도 하다.

새로운 AI 기술을 활용하여 인간이 기존에는 해결하기 어려웠던 문제를 해결하고 보다 복합적인 연구개발과 업무 및 창작과 사업 활동을 수행할 수 있는 가능성이 확대될 수 있다.

이러한 가능성을 실제 가치로 실현하기 위해서는 인간이 해결해야 하는 문제를 정의하고 창의적인 해결 방안을 설계하며 전문적인 판단과 검증 및 결과에 관한 책임을 수행할 수 있어야 한다.

또한 개인과 조직이 보유한 전문성과 기술 및 자원의 제약을 극복하기 위해 다양한 산업과 전문분야의 협력을 통해 새로운 과학적 지식과 기술과 제품 및 서비스와 비즈니스 모델의 혁신을 추진할 수 있어야 한다.

인간의 전문성과 창의적 역량을 확장하는 AI 기술과 실제 미충족 수요를 해결하기 위한 혁신 방법론 및 인간과 AI 의 업무 실행을 지원하는 플랫폼과 다양한 전문성과 기술을 결합하는 개방형 협력 생태계는 이러한 가치 창출의 가능성을 실현하기 위한 상호보완적인 기반이 될 수 있다.

AI 시대의 혁신은 인간을 기술로 대체하는 데 궁극적인 목적이 있는 것이 아니다.

인간이 보유한 전문성과 창의적 역량을 확장하고, 기존에는 해결하기 어려웠던 문제를 해결하며, 새로운 가능성을 실현하여 더 큰 가치를 창출하는 데 목적이 있다.

수요 주도형 AI 혁신 방법론은 이러한 혁신의 방향과 실행 방법을 제공하고, Craftem AI 혁신 OS 는 사람과 AI Agent 의 업무 수행을 지원하며, SyenaHub AI 혁신 생태계는 다양한 전문성과 기술 및 자원을 결합하여 공동 혁신과 가치 확산을 지원한다.

크림슨앰버는 인간을 가치 창출의 중심에 두고, 개인과 조직이 AI 를 활용하여 자신의 역량을 강화하고 경쟁력을 높이며 더 나은 성과를 달성할 수 있도록 지원하고자 한다.

Crafter 가 가치를 창조하고, Craftem 이 실행을 지원하며, SyenaHub 가 협력을 통해 그 가치를 확산한다.

이를 통해 인간의 창조적 역량을 확장하여 더 큰 가치를 창출하는 지속 가능한 AI 혁신 체계를 발전시키고자 한다.

부록. 수요 주도형 AI 혁신 실무 가이드

Practical Guide to Demand-Driven AI Innovation

본 부록은 제 1~17 장에서 정립한 수요 주도형 AI 혁신 방법론을 실제 개인과 조직 및 산업현장의 혁신 활동에 적용하기 위한 실무 지침과 표준 양식을 제공한다. 실무 양식은 실제 미충족 수요와 혁신 목표, 실행 결과와 검증 증거를 일관된 구조로 관리하고 전문적인 검토와 의사결정을 지원한다. 모든 프로젝트에 동일한 문서를 요구하지 않으며 규모, 불확실성 및 위험 수준에 따라 선택·조정한다.

부록 활용 안내

구성	주요 내용
A	핵심 용어 및 약어 사전
B	준비도 및 성숙도 평가
C	7 단계 실행 표준 양식
D	Human-AI Work Redesign
E	Agent 및 Resource 기술 명세
F	연구개발 및 실증
G	프로젝트 관리 및 거버넌스
H	성과 및 가치 평가
I	Craftem 도입 및 상용 운영 전환
J	SyenaHub 공동 혁신 및 기술사업화
K	활용 사례 및 운영 사례 관리
L	통합 실무 적용 예시

도표 APP-1. 부록의 통합 구성 체계

적용 유형	주요 대상 및 적용 방법
경량형	개인·1 인 기업·소규모 저위험 혁신: 핵심 산출물 통합
표준형	일반 조직: 7 단계 실행 양식 및 전문 양식 선택
확장형	대규모·고위험·다학제 R&D: 상세 명세, 검증 증거, 위험 및 권리 관리

도표 APP-2. 실무 양식 적용 수준

경량형이라도 필수 검증, 안전, 보안, 법적·윤리적 조건과 전문적 책임을 생략하지 않는다.

공통 문서 관리 및 추적관리

양식 식별자 CA-AI-TPL-C02-01 등은 표준 양식의 식별자이며 프로젝트별 산출물 ID 와 구분한다. 다음 공통 항목은 모든 양식에 필요한 범위에서 결합하여 활용한다.

관리 항목	작성란
양식 ID	
문서 ID	
문서 명칭	
프로젝트 ID	
미충족 수요 ID	
버전	
작성일 및 변경일	
작성자	
검토자	
승인자	
문서 및 검증 상태	
관련 산출물 ID	
검증 증거 ID	
이용 및 공개 조건	

도표 APP-3. 공통 문서 관리 항목

미충족 수요 → 검증 및 근본 원인 → 혁신 모델 및 요구사항 → Work 및 Workflow Specification → Agent 및 Resource → 연구개발·실증 증거 → 운영·사업화 → 경제적·사회적 가치. 실제 추적관계는 다대다이며 변경과 환류 이력을 관리한다. 양식은 제품의 실제 API 또는 데이터 스키마를 의미하지 않는다.

부록 A. AI 혁신 핵심 용어 및 약어 사전

Glossary and Abbreviations. 기존 공식 정의의 의미를 유지하며 주요 개념을 실무적으로 해설한다.

A.1. AI 혁신 기본 개념

용어	정의 및 의미
인간 중심의 가치 창출 (Human-Centered Value Creation)	인간을 가치 창출의 중심에 두고 AI 를 통해 개인과 조직의 역량을 강화하여 더 큰 가치를 창출하는 가치 지향성
AI 혁신 (AI Innovation)	AI 를 활용하여 업무·기술·제품·서비스·비즈니스 모델을 혁신하고 새로운 가치를 창출하는 활동
수요 주도형 AI 혁신 (Demand-Driven AI Innovation)	미충족 수요와 근본 원인을 기반으로 AI 기반 해결 방안을 설계·실현하는 혁신 체계
미충족 수요 (Unmet Needs)	기존 해결 방안으로 충분히 해결되지 않은 개인과 조직 및 산업현장의 필요
잠재적 미충족 수요	충분히 인식하거나 표현하지 못했거나 아직 검증되지 않은 수요
수요 검증	수요의 실재성·중요성·해결 필요성·잠재 가치에 관한 근거 확보
근본 원인 분석	문제를 발생시키거나 지속시키는 핵심 원인과 구조적 제약의 규명
혁신 대상	변화시켜야 하는 업무·기술·제품·서비스·비즈니스 모델
혁신 목표	달성하고자 하는 성과와 가치
혁신 모델	해결 원리·전문성·기술·실행 구조·가치 창출 방법
업무혁신	업무 수행 구조와 전문역량·생산성·품질의 개선
기술혁신	새로운 과학적 지식과 기술 개발 또는 기존 기술의 개선
제품혁신	새로운 고객 가치를 제공하는 제품 개발 또는 개선
서비스혁신	서비스의 품질·접근성·제공 구조 개선 또는 신규 서비스 개발
비즈니스 모델 혁신	가치제안·공급·고객 관계·비용·수익 구조의 혁신
혁신 자산	후속 혁신에 활용할 전문지식·기술·검증된 업무 구조·연구개발 및 운영 성과
경제적 가치	실제로 확보한 경제적 편익
사회적 가치	인간과 사회에 제공하는 실제 편익과 긍정적 변화

도표 A-1. AI 혁신 기본 개념

수요 주도형 AI 혁신(Demand-Driven AI Innovation)이란 개인과 조직 및 산업현장의 미충족 수요를 발굴·검증하고, 그 근본 원인을 분석하여 AI 기반의 창의적 해결 방안을 설계하고 실현함으로써 업무, 기술, 제품, 서비스 및 비즈니스 모델을 혁신하고 새로운 경제적·사회적 가치를 창출하는 혁신 체계이다.

A.2. Human-AI Work Redesign 관련 용어

용어	정의 및 의미
Human-AI Work Redesign	인간과 AI Agent 의 업무 수행 및 역할과 책임을 재설계하는 방법론
Human-AI Work	인간과 AI Agent 가 전문지식과 기술 및 도구를 활용하여 공동으로 수행하는 업무
Human-Agent Workflow	사람과 AI Agent 및 도구의 업무 수행·의사결정·실행 관계
Human-Agent Workflow Specification	업무 실행 구조와 입력·출력·역할·Resource·검증·예외 처리의 명세
Workflow Resource	업무 실행 구조를 실제 실행할 수 있도록 구현한 Resource
Human-Tool	인간이 전문 소프트웨어 및 도구를 직접 활용하는 구조
Human-Agent-Tool	인간·AI Agent·전문 도구를 결합한 실행 구조
As-Is Work	현재 실제 수행하는 기존 업무
To-Be Work	혁신 목표와 요구사항에 따라 재설계한 업무
Human-in-the-Loop	인간의 검토·판단·승인·개입을 포함한 실행 구조
업무 실행 권한	특정 데이터·도구·업무 활동에 대해 승인된 실행 범위
실행 상태	진행 상황과 중간 결과 및 대기·오류·완료 정보

도표 A-2. Human-AI Work Redesign 관련 용어

현실 세계의 업무와 실행 명세 및 실행 가능한 Resource 를 동일한 개념으로 취급하지 않는다.

A.3. Craftem 관련 공식 용어

용어	정의 및 의미
Craftem AI Innovation OS	사람과 AI Agent 의 업무를 재설계하고 실행을 조율하는 AI 혁신 실행 플랫폼
Crafter	Human-AI Work 를 설계·실행·개선하고 개인의 전문역량을 조직 및 사업 가치로 확장하는 주체
Craftem Agent	전문 업무 실행 구조와 다양한 Resource 를 활용하는 AI 기반 소프트웨어
Agent Template	Agent 구성 및 업무 실행 구조와 설정 조건을 재사용하기 위한 템플릿
Craftem Resource	Model·Data·Tool·Skill·Workflow 자원
Craftem Orchestration Runtime	Human-Agent Workflow Resource 의 실행과 사람·AI Agent 의 업무 및 의사결정 조율과 Resource 및 상태 관리
AI Value Creation Loop	학습·창작·개발·혁신·재학습의 순환
Craftem Studio	Agent 및 Resource 개발·시험·등록 지원 환경
Craftem Store	Agent 및 Resource 탐색·공급·이용 지원 개념
Resource Version	기능·구성·의존관계·검증 상태의 특정 버전

도표 A-3. Craftem 관련 공식 용어

Craftem Agent 는 인간의 현실 세계 업무를 컴퓨터가 실행할 수 있는 알고리즘과 데이터 구조 기반의 Human-Agent Workflow 로 구현하고, AI 모델·데이터·도구·스킬·워크플로우 리소스를 활용하여 외부 소프트웨어 및 하드웨어와 상호작용하고 제어하는 AI 기반 소프트웨어이다.

Craftem Orchestration Runtime 은 Human-Agent Workflow Resource 를 실행하고, 사람과 AI Agent 의 업무 수행 및 의사결정을 조율하며, 모델·데이터·도구·스킬 등 다양한 리소스의 활용과 실행 상태를 통합 관리하는 Craftem AI Innovation OS 의 핵심 실행 시스템이다.

Resource	의미 및 예시
Model	언어모델·과학 특화 모델·예측 모델
Data	기업 데이터·연구자료·BIM 모델
Tool	IFC 분석·통계·시뮬레이션 도구
Skill	전문지식·업무 수행 방법·검토 기준
Workflow	실행 가능한 업무 구조

도표 A-4. 5 대 Resource 정의 및 적용 예시

A.4. SyenaHub 관련 공식 용어

용어	정의 및 의미
SyenaHub AI 혁신 생태계	개인과 조직의 AI 혁신을 위한 개방형 협력 생태계
수요 주도형 공동 혁신	검증된 미충족 수요를 중심으로 전문성과 기술 및 자원을 결합하는 활동
공동 연구개발	복수의 전문가·기업·연구기관이 공동 목표에 따라 연구개발하는 활동
기술사업화	검증된 기술을 기술이전·라이선싱·제품화·서비스화 및 사업으로 발전시키는 활동
SyenaHub 파트너	공동 혁신 및 가치 창출에 참여하는 협력 주체
수요기업	실제 미충족 수요를 보유하거나 제안하는 기업
SyenaHub Cura	자발적인 참여자와 후원단체 기반의 전문역량·커리어·기업가정신 성장 프로그램
Cura Career	전문역량과 실무 경험 기반 커리어 성장
Cura Venture	창의적 문제 해결·기업가정신·창업·조직 내 혁신
Cura Mentoring	전문 멘토와 참여자의 지속적인 성장 협력
Cura Personalis	전인적 배려
Growth Grit	지속적인 학습과 도전 및 성장 의지

도표 A-5. SyenaHub 관련 공식 용어

A.5. 프로젝트 관리 및 거버넌스 용어

용어	정의 및 의미
AI 혁신 프로젝트	미충족 수요의 해결 및 가치 창출을 위한 계획된 혁신 활동
혁신 포트폴리오	복수 혁신 과제와 투자·자원·위험·가치의 통합 관리
혁신 스폰서	전략·투자·자원 확보 및 주요 의사결정 지원 책임 주체
혁신 아키텍트	혁신 모델·기술·Human-AI Work 의 통합 설계 역할
프로젝트 관리자(PM)	범위·일정·비용·자원·위험·실행 관리 역할
AI 혁신 PMO	혁신 프로젝트·포트폴리오·거버넌스 지원 조직 또는 기능
Stage-Gate	단계별 산출물과 검증 증거 기반 의사결정 구조
PoC	기술적 개념 및 해결 원리의 실현 가능성 검토
Prototype	주요 기능과 상호작용을 검토하는 초기 구현물
Pilot	제한된 실제 환경에서 적용 가능성을 검증하는 활동
상용 운영	검증된 혁신 모델을 실제 산업현장에서 지속 운영
거버넌스	권한·책임·의사결정·위험·안전·통제 체계
실행 자율성	인간 감독과 승인 조건에 따른 Agent 실행 범위
검증 증거	가설·요구사항·기술 성과·가치의 타당성을 확인하는 자료

도표 A-6. 프로젝트 관리 및 거버넌스 용어

A.6. 성과 및 가치 평가 용어와 약어

용어	정의 및 의미
NFR (Needs Fulfillment Rate)	미충족 수요 충족률
VRR (Value Realization Rate)	가치 실현율
ROI (Return on Investment)	투자수익률
VCS (Value Creation Score)	가치 창출 종합 평가 점수
TCO (Total Cost of Ownership)	총소유비용
NPV (Net Present Value)	순현재가치
IRR (Internal Rate of Return)	내부수익률
Payback Period	투자회수기간
KPI (Key Performance Indicator)	핵심성과지표
Baseline	성과 비교 기준선
Target	목표 성과
Actual	실제 측정 성과
잠재적 생산성 가치	확보 가능한 업무시간 및 역량의 환산 가치
실제 실현 가치	객관적으로 확인한 경제적·사회적 가치
성과 가치사슬	개인 성과 → 조직 성과 → 사업 성과
성과 단절	선행 성과가 후속 성과 및 가치로 전환되지 못하는 구조적 문제

도표 A-7. 성과 및 가치 평가 용어와 약어

A.7. 주요 용어의 개념적 구분

용어	정의 및 의미
AI 기술 도입 vs AI 혁신 도입	기술 활용 환경의 확보 vs 실제 수요 해결과 가치 창출 체계 확보
AI 활용 역량 vs AI 혁신 역량	기술 사용 능력 vs 문제 정의·분석·해결·가치 검증 능력
미충족 수요 vs 요구사항	해결되지 않은 문제 vs 해결 방안이 충족해야 하는 구체적인 조건
활용 사례 vs 운영 사례	제안 시나리오 vs 실제 적용 및 운영 증거를 확보한 사례
성과 vs 가치	측정 가능한 실행 결과 vs 실제 경제적·사회적 편익
준비도 vs 성숙도	현재 실행 조건 vs 실제 혁신 경험과 역량의 발전 수준
PoC vs 파일럿 vs 상용 운영	해결 원리 검토 vs 현장 적합성 검증 vs 실제 지속 운영

도표 A-8. 주요 용어의 개념적 구분

부록 B. AI 혁신 준비도 및 성숙도 평가

AI Innovation Readiness and Maturity Assessment. 제 16 장의 여덟 가지 준비도 영역과 다섯 단계 성숙도 모델을 적용한다.

B.1. AI 혁신 준비도 진단 가이드

진단 목적과 범위 정의 → 인터뷰·업무 관찰·문서·데이터 증거 수집 → 영역별 평가 → 실행 제약 분석 → 개선 계획 → 재진단. 증거가 부족하면 미평가 또는 추가 검증 필요로 기록한다.

B.2. AI 혁신 준비도 진단서

양식 ID: CA-AI-TPL-B02-01

작성 항목	작성란
조직 명칭	
산업 및 주요 사업	
조직 유형 및 규모	
진단 대상 및 범위	
AI 혁신 목적	
초기 혁신 과제 후보	
진단 참여자	
진단 기간	

도표 B-1. AI 혁신 준비도 진단서

진단 영역	현재 수준	증거 ID	부족한 조건	개선 필요성
전략 및 경영진				
미충족 수요				
인간 및 전문역량				
업무 및 조직 구조				
데이터 및 지식자산				
기술 및 실행 환경				
프로젝트 및 거버넌스				
성과 및 가치관리				

도표 B-2. AI 혁신 준비도 진단서 기록표

진단 영역	핵심 질문	확인 증거
전략 및 경영진	경영 목표와 혁신 목적이 연결되는가?	경영 계획·예산·승인
미충족 수요	실제 문제가 검증되었는가?	인터뷰·업무 성과
인간 및 전문역량	필요 전문성과 AI 역량이 있는가?	인력·교육·실무 결과
업무 및 조직 구조	업무 및 책임이 정의되는가?	업무 지침·조직도
데이터 및 지식자산	품질과 이용 권리가 확보되는가?	데이터 목록·품질·권한
기술 및 실행 환경	기술과 통합 환경을 확보할 수 있는가?	시스템 명세·시험
프로젝트 및 거버넌스	실행·위험·의사결정을 관리하는가?	계획·위험관리
성과 및 가치관리	기준선·목표·가치 책임이 정의되는가?	KPI·비용·측정 계획

도표 B-3. 8 대 준비도 진단 항목

B.3. 준비도 평가 기준 및 증거 기록서

양식 ID: CA-AI-TPL-B03-01

작성 항목	작성란
평가 대상	
평가 근거	
판단의 한계	
추가 확인 사항	

도표 B-4. 준비도 평가 기준 및 증거 기록서

증거 ID	진단 영역	확인 사실	출처·버전	검토자	검증 상태

도표 B-5. 준비도 평가 기준 및 증거 기록서 기록표

수준	명칭	판단 기준
1	미확보	필요 조건 미확보
2	부분 확보	일부 확보하였으나 중요 제약 존재
3	기본 확보	초기 과제 기본 조건 확보
4	체계적 확보	조직적 관리 및 반복 활용
5	지속적 개선 가능	실제 요구에 따라 지속 검토·개선

도표 B-6. 준비도 5 단계 정성적 기준

필수 안전·보안·법적·윤리적 조건을 다른 영역의 높은 수준으로 상쇄하지 않는다.

B.4. 혁신 준비도 개선 계획서

양식 ID: CA-AI-TPL-B04-01

작성 항목	작성란
개선 우선순위	
필수 실행 조건	
내부 교육 및 인력 확보	
외부 PMO 및 전문가 협력	
재진단 계획	

도표 B-7. 혁신 준비도 개선 계획서

개선 ID	영역	현재 제약	목표 상태	개선 활동	책임자	목표일	완료 증거

도표 B-8. 혁신 준비도 개선 계획서 기록표

B.5. AI 혁신 성숙도 평가서

양식 ID: CA-AI-TPL-B05-01

작성 항목	작성란
평가 대상 및 범위	
실제 수행한 혁신 프로젝트	
검증된 연구개발 및 실증 성과	
상용 운영 및 조직적 정착 성과	
혁신 자산 관리 및 재사용	
실제 경제적·사회적 가치	
후속 및 공동 혁신 실적	
현재 성숙도 판단	
평가 증거 및 판단 근거	
부족한 역량 및 개선 방향	

도표 B-9. AI 혁신 성숙도 평가서

수준	명칭	대표 증거
1	개인 AI 활용	개별 AI 활용 경험
2	프로젝트 혁신	검증된 수요·프로젝트·실증
3	조직적 운영	실제 Work 운영·책임·성과
4	전략적 확산	포트폴리오·자산 재사용·사업 가치
5	지속적 공동 혁신	후속 혁신·공동 R&D·지속 개선

도표 B-10. 성숙도 5 단계 모델

B.6. AI 혁신 성숙도 개선 로드맵

양식 ID: CA-AI-TPL-B06-01

작성 항목	작성란
현재 성숙도	
목표 수준	
평가 범위	
개선 우선순위	

도표 B-11. AI 혁신 성숙도 개선 로드맵

개선 영역	현재 상태	목표 상태	실행 과제	필요 자원	검증 기준	목표 기간
전문역량						
혁신 프로젝트						
실제 운영						
혁신 자산화						
가치 실현						
조직 및 산업 확산						
공동 혁신						

도표 B-12. AI 혁신 성숙도 개선 로드맵 기록표

준비도 및 성숙도는 자체 방법론적 설계안이며 검증된 국제표준이나 통계적 평가 척도가 아니다. 가중치 기반 종합 점수는 신설하지 않는다.

부록 C. 수요 주도형 AI 혁신 7 단계 실행 표준 양식

Seven-stage AI Innovation Execution Templates. 단계별 핵심 산출물과 증거를 기록하고 Stage-Gate 의사결정과 연결한다.

단계	대표 산출물	검토
1. 미충족 수요 발굴	미충족 수요 발굴서	Gate 1
2. 미충족 수요 검증	미충족 수요 검증서	Gate 2
3. 근본 원인 분석	근본 원인 분석서	Gate 3
4. AI 기반 해결 방안 설계	AI 혁신 모델 설계서	Gate 4
5. 연구개발 및 실증	연구개발 및 실증 결과서	Gate 5
6. 상용화 및 사업화	상용화 및 사업화 계획·결과서	Gate 6
7. 새로운 가치 창출	AI 혁신 가치 검증 보고서	Gate 7

도표 C-1. 7 단계 실행 방법론과 대표 실무 양식

C.1. 제 1 단계 — 미충족 수요 발굴

C.1.1. 미충족 수요 발굴서

양식 ID: CA-AI-TPL-C01-01

특정 AI 모델이나 솔루션의 도입을 수요 자체로 정의하지 않는다.

작성 항목	작성란
미충족 수요 ID	
수요 명칭	
산업 및 적용 분야	
수요 경험 주체	
문제 발생 환경	
문제의 현상	
기존 해결 방안	
기존 해결 방안의 한계	
발생 빈도 및 규모	
잠재적 가치	
발굴 근거	
미확인 사항	
후속 검증 계획	

도표 C-2. 미충족 수요 발굴서

C.1.2. 산업현장 및 업무 조사 기록서

양식 ID: CA-AI-TPL-C01-02

작성 항목	작성란
조사 대상 및 목적	
조사 일시 및 장소	
조사 대상 업무 및 기술	
기존 업무 수행 구조	
주요 데이터 및 전문 도구	
실제 업무 중 발생한 문제	
문제 발생의 관찰 근거	
이해관계자의 요구사항	
추가 조사 필요 사항	

도표 C-3. 산업현장 및 업무 조사 기록서

C.1.3. 이해관계자 인터뷰 기록서

양식 ID: CA-AI-TPL-C01-03

의견과 조사자의 해석 및 검증된 사실을 구분한다.

작성 항목	작성란
인터뷰 대상 및 역할	
인터뷰 목적	
인터뷰 일시	
기록 및 정보 이용 동의 조건	
주요 업무 및 책임	
실제 경험하는 문제	
현재 해결 방법	
기존 해결 방법의 한계	
문제의 중요성과 영향	
해결 의지 및 제약	
관련 증거 및 추가 확인 사항	

도표 C-4. 이해관계자 인터뷰 기록서

Gate 1 연계: 해당 단계의 산출물 및 증거와 필수조건을 검토하고 승인·보완·환류·보류·중단 등을 결정한다.

C.2. 제 2 단계 — 미충족 수요 검증

C.2.1. 미충족 수요 검증서

양식 ID: CA-AI-TPL-C02-01

구매 의사는 모든 혁신 과제에 필수적인 검증 기준이 아니다.

작성 항목	작성란
관련 수요 ID	
검증 목적	
실제 수요자	
수요의 실재성	
문제의 중요성	
발생 빈도 및 규모	
기존 해결 방안의 한계	
기준선 성과	
잠재적 경제적 가치	
잠재적 사회적 가치	
수요자의 해결 의지	
검증의 한계	
수요 검증 결과	
후속 조치	

도표 C-5. 미충족 수요 검증서

C.2.2. 수요 검증 증거 기록서

양식 ID: CA-AI-TPL-C02-02

작성 항목	작성란
검증 목적	
자료의 최신성 및 대표성	
실제 수요와의 관련성	

도표 C-6. 수요 검증 증거 기록서

증거 ID	검증 대상	증거 유형 및 출처	주요 결과	한계	검토 결과

도표 C-7. 수요 검증 증거 기록서 기록표

C.2.3. 미충족 수요 우선순위 평가서

양식 ID: CA-AI-TPL-C02-03

정성적 우선순위를 확정된 경제적 가치로 해석하지 않는다.

작성 항목	작성란
평가 대상	
평가 기준	
선정 근거	
주요 제약	

도표 C-8. 미충족 수요 우선순위 평가서

수요 ID	실재성	중요성	잠재 가치	실현 가능성	주요 위험	추진 의견

도표 C-9. 미충족 수요 우선순위 평가서 기록표

Gate 2 연계: 해당 단계의 산출물 및 증거와 필수조건을 검토하고 승인·보완·환류·보류·중단 등을 결정한다.

C.3. 제 3 단계 — 근본 원인 분석

C.3.1. 근본 원인 분석서

양식 ID: CA-AI-TPL-C03-01

관련성을 인과적 원인으로 자동 판단하지 않는다.

작성 항목	작성란
관련 미충족 수요 ID	
검증된 문제 정의	
주요 현상	
직접 원인 후보	
과학적 원인 및 제약	
기술적 원인 및 제약	
업무적 원인 및 제약	
경제적 원인 및 제약	
제도적·조직적 원인 및 제약	
원인 간 관계	
근본 원인 가설	
검증 증거	
확인한 핵심 근본 원인	
미확인 원인 및 불확실성	
혁신 대상	

도표 C-10. 근본 원인 분석서

C.3.2. 원인 가설 및 검증 기록서

양식 ID: CA-AI-TPL-C03-02

가설의 지지·반증·판단 보류를 구분한다.

작성 항목	작성란
검증 목적	
가설 판단 기준	
추가 분석 필요 사항	

도표 C-11. 원인 가설 및 검증 기록서

가설 ID	원인 가설	예상 관찰	검증 방법	실제 증거	판단

도표 C-12. 원인 가설 및 검증 기록서 기록표

C.3.3. 핵심 혁신 대상 정의서

양식 ID: CA-AI-TPL-C03-03

작성 항목	작성란
검증된 근본 원인	
혁신 대상의 범위	
제외 범위	

도표 C-13. 핵심 혁신 대상 정의서

혁신 대상 ID	근본 원인	현재 구조 및 제약	필요 변화	혁신 영역

도표 C-14. 핵심 혁신 대상 정의서 기록표

Gate 3 연계: 해당 단계의 산출물 및 증거와 필수조건을 검토하고 승인·보완·환류·보류·중단 등을 결정한다.

C.4. 제 4 단계 — AI 기반 해결 방안 설계

C.4.1. AI 혁신 모델 설계서

양식 ID: CA-AI-TPL-C04-01

기존 AI 기술의 활용을 사전에 강제하지 않는다.

작성 항목	작성란
혁신 모델 ID 및 명칭	
관련 미충족 수요	
근본 원인 및 혁신 대상	
혁신 목표	
주요 혁신 영역	
핵심 해결 원리	
기존 기술 활용	
새로운 과학적 연구	
수리과학적 방법	
AI 기술의 역할	
Human-AI Work	
Agent 및 Resource	
전문역량 및 협력	
연구개발 및 실증	
사업화 및 운영	
가치 창출 경로	
불확실성 및 위험	

도표 C-15. AI 혁신 모델 설계서

C.4.2. 해결 방안 대안 비교 평가서

양식 ID: CA-AI-TPL-C04-02

작성 항목	작성란
대안 선정 근거	
필수 안전 조건	
추가 검증 계획	

도표 C-16. 해결 방안 대안 비교 평가서

평가 항목	대안 A	대안 B	대안 C
핵심 해결 원리			
근본 원인 적합성			
기술적 실현 가능성			
필요 연구개발			
전문역량 및 자원			
운영 적합성			
예상 비용			
잠재 가치			
안전·보안·윤리			
불확실성			
증거 및 한계			

도표 C-17. 대안 비교

C.4.3. 혁신 모델 요구사항 명세서

양식 ID: CA-AI-TPL-C04-03

요구사항은 가능한 범위에서 객관적으로 검증할 수 있도록 작성한다.

작성 항목	작성란
요구사항 범위	
수용 기준의 정의	
검증 책임자	

도표 C-18. 혁신 모델 요구사항 명세서

요구사항 ID	수요·원인 ID	요구사항	유형	우선순위	수용 기준	검증 방법

도표 C-19. 혁신 모델 요구사항 명세서 기록표

Gate 4 연계: 해당 단계의 산출물 및 증거와 필수조건을 검토하고 승인·보완·환류·보류·중단 등을 결정한다.

C.5. 제 5 단계 — 연구개발 및 실증

C.5.1. 연구개발 및 실증 계획서

양식 ID: CA-AI-TPL-C05-01

전문 양식은 부록 F 를 활용한다.

작성 항목	작성란
연구개발 및 실증 목적	
관련 혁신 모델 및 요구사항 ID	
연구 가설 및 기술적 가설	
주요 연구개발 활동	
Human-AI Work 구현 범위	
필요 Agent 및 Resource	
참여 연구자 및 전문인력	
일정 및 자원	
시험 및 실증 환경	
데이터 및 검증 자료	
비교 대상 및 기준선	
검증 기준 및 수용 조건	
위험 및 안전 조건	
기대 산출물 및 완료 조건	

도표 C-20. 연구개발 및 실증 계획서

C.5.2. 연구개발 및 실증 결과서

양식 ID: CA-AI-TPL-C05-02

개념 검증과 현장 적합성 및 운영 준비를 구분한다.

작성 항목	작성란
실제 수행한 연구개발 및 실증	
구현 기술·기능·업무 구조	
적용 Agent 및 Resource 버전	
시험 및 실증 환경	
연구 및 기술적 검증 결과	
업무 및 현장 적용 성과	
목표 대비 실제 결과	
오류·실패·미충족 항목	
안전·보안·책임 검증	
주요 검증 증거 ID	
남은 기술적 불확실성	
추가 개발 및 검증	
상용화 가능성 의견	

도표 C-21. 연구개발 및 실증 결과서

요구사항 ID	수용 기준	실제 결과	증거 ID	판정	후속 조치

도표 C-22. 연구개발 및 실증 결과서 기록표

Gate 5 연계: 해당 단계의 산출물 및 증거와 필수조건을 검토하고 승인·보완·환류·보류·중단 등을 결정한다.

C.6. 제 6 단계 — 상용화 및 사업화

C.6.1. 상용화 및 사업화 계획서

양식 ID: CA-AI-TPL-C06-01

기업 내부 업무혁신에 외부 판매를 필수 목표로 요구하지 않는다.

작성 항목	작성란
검증된 혁신 모델 및 적용 범위	
실제 수요기업 및 대상 고객	
가치제안	
상용 운영 및 공급 방식	
기술 및 제품화 요구사항	
고객별 데이터 및 시스템 연계	
사업화 또는 기술이전 경로	
지식재산권 및 공급 권리	
초기 구축 및 운영 비용	
가격 및 수익 구조	
운영 책임 및 기술지원	
안전·보안·필수조건	
상용 운영 전환 계획	
성과 및 가치 검증 계획	

도표 C-23. 상용화 및 사업화 계획서

C.6.2. 상용 운영 및 사업화 결과서

양식 ID: CA-AI-TPL-C06-02

작성 항목	작성란
실제 운영 개시일	
적용 대상 및 범위	
구현 및 운영 환경	
고객 및 사용자의 이용 결과	
기술 및 업무 성과	
제품 및 서비스 공급 결과	
기술이전 및 사업화 실적	
운영 비용	
장애 및 품질 문제	
운영 책임 및 지원 체계	
운영 제약	
관련 증거 및 검증 결과	
가치 검증 후속 활동	

도표 C-24. 상용 운영 및 사업화 결과서

Gate 6 연계: 해당 단계의 산출물 및 증거와 필수조건을 검토하고 승인·보완·환류·보류·중단 등을 결정한다.

C.7. 제 7 단계 — 새로운 가치 창출

C.7.1. AI 혁신 가치 실현 계획서

양식 ID: CA-AI-TPL-C07-01

기획 및 설계 단계부터 작성하고 운영 과정에서 갱신할 수 있다.

작성 항목	작성란
최초 수요 및 혁신 목표	
성과 및 가치 평가 대상	
개인 성과 목표	
조직 성과 목표	
사업 성과 목표	
사회적 가치 목표	
기준선 및 목표	
가치 실현 후속 활동	
가치 실현 책임자	
경제적 편익 및 비용 측정	
사회적 가치 측정	
평가 기간 및 자료 수집	

도표 C-25. AI 혁신 가치 실현 계획서

C.7.2. AI 혁신 가치 검증 보고서

양식 ID: CA-AI-TPL-C07-02

상세 산정은 부록 H 참조.

작성 항목	작성란
최초 수요 충족 수준	
실제 업무 및 기술 성과	
개인 전문역량	
조직 성과 및 정착	
경제적 편익	
사회적 편익	
전체 투자 및 운영 비용	
투자성과 및 가치 실현율	
성과 단절 해결 수준	
지속 운영 및 확산 가능성	
인과적 기여 및 한계	

도표 C-26. AI 혁신 가치 검증 보고서

C.7.3. 지속 운영 및 후속 혁신 계획서

양식 ID: CA-AI-TPL-C07-03

작성 항목	작성란
검증 성과 및 가치	
지속 운영 모델	
개선 업무 및 기술	
재사용 Agent 및 Resource	
조직 내 확산 대상	
산업 및 시장 확산 대상	
후속 미충족 수요	
공동 혁신 및 R&D 기회	
추가 투자 및 전문역량	
책임자 및 일정	

도표 C-27. 지속 운영 및 후속 혁신 계획서

Gate 7 연계: 해당 단계의 산출물 및 증거와 필수조건을 검토하고 승인·보완·환류·보류·중단 등을 결정한다.

C.8. 7 단계 실행 산출물 추적관리

C.8.1. 7 단계 실행 산출물 추적관리

양식 ID: CA-AI-TPL-C08-01

다대다 추적관계를 허용하며 변경과 환류의 이력을 관리한다.

작성 항목	작성란
프로젝트 ID	
산출물 변경 및 승인 이력	

도표 C-28. 7 단계 실행 산출물 추적관리

수요 ID	원인 ID	혁신 모델 ID	요구사항 ID	증거 ID	운영 및 가치 기록 ID

도표 C-29. 7 단계 실행 산출물 추적관리 기록표

혁신 단계	산출물 ID	증거 ID	버전	검토 상태	Gate 결과
미충족 수요 발굴					
미충족 수요 검증					
근본 원인 분석					
AI 기반 해결 방안 설계					
연구개발 및 실증					
상용화 및 사업화					
새로운 가치 창출					

도표 C-30. 단계별 산출물 관리대장

부록 D. Human-AI Work Redesign 실무 양식

Human-AI Work Redesign Templates. 업무 목적과 전문적 요구사항에 따라 인간과 AI 의 역할을 재설계하고 실행 명세와 구현을 구분한다.

D.1. 기존 업무 분석서(As-Is Work Analysis)

양식 ID: CA-AI-TPL-D01-01

작업시간·대기시간·검토·승인·재작업 시간을 구분한다.

작성 항목	작성란
Work ID	
업무 명칭	
관련 미충족 수요 ID	
업무 목적	
담당 조직	
실제 수행자	
전문 검토 및 승인 책임자	
업무 시작 조건	
업무 완료 조건	
입력 데이터 및 자료	
출력 및 산출물	
전문 소프트웨어 및 도구	
필요 전문지식과 역량	
수행 빈도	
수행시간 및 비용	
결과 품질 및 검증 방법	
오류 및 예외	
핵심 제약	

도표 D-1. 기존 업무 분석서(As-Is Work Analysis)

활동 ID	세부 활동	수행자	입력	도구	출력	소요시간	문제

도표 D-2. 기존 업무 분석서(As-Is Work Analysis) 기록표

D.2. Human-AI Work 재설계서(To-Be Work Design)

양식 ID: CA-AI-TPL-D02-01

불필요한 업무를 제거·통합하고 필요한 검증 및 감독 활동을 추가한다.

작성 항목	작성란
새로운 Work ID 및 명칭	
관련 기존 Work ID	
재설계 목적	
근본 원인	
목표 업무 성과	
새 업무 수행 구조	
인간 핵심 활동	
Agent 활동	
Tool 역할	
Model Resource	
Data Resource	
Tool Resource	
Skill Resource	
Workflow Resource	
검토 및 승인 조건	
위험과 실행 제약	
완료 및 검증 기준	
기존 업무와 차이	
가치 실현 경로	

도표 D-3. Human-AI Work 재설계서(To-Be Work Design)

기존 활동	재설계 활동	인간 역할	Agent 역할	Resource	검증 기준

도표 D-4. Human-AI Work 재설계서(To-Be Work Design) 기록표

D.3. Human-AI 업무 역할 및 책임 정의서

양식 ID: CA-AI-TPL-D03-01

AI Agent 의 실행 주체 지정은 법적·조직적 책임을 부여하는 것이 아니다.

작성 항목	작성란
업무 목적 및 요구사항	
전문 분석 및 판단	
정보 탐색 및 생성	
전문 기능 실행	
결과 검토 및 승인	
오류 및 예외 처리	
최종 책임자	

도표 D-5. Human-AI 업무 역할 및 책임 정의서

활동 ID	실행 주체	인간 책임자	실행 권한	검토·승인 조건	예외 대응

도표 D-6. Human-AI 업무 역할 및 책임 정의서 기록표

D.4. Human-Agent Workflow Specification

양식 ID: CA-AI-TPL-D04-01

선형·병렬·분기·반복·인간 승인 대기 및 중단·재개를 명세할 수 있다.

작성 항목	작성란
Specification ID	
Workflow 명칭	
명세 버전	
관련 Work ID	
관련 혁신 모델 및 요구사항 ID	
목적	
적용 범위	
실행 책임자	
검토 및 승인 책임자	
실행 전제조건	
종료 및 완료 조건	

도표 D-7. Human-Agent Workflow Specification

입력 및 출력 명세

구분	항목 ID	명칭	형식 및 구조	출처·위치	필수 여부	검증 조건

도표 D-8. 입력 및 출력 명세

업무 실행 단계 명세

Step ID	활동	실행 주체	선행 조건	입력	출력	Resource ID	완료 조건

도표 D-9. 업무 실행 단계 명세

Resource 의존관계 명세

유형	Resource ID	버전	활용 목적	실행 권한	필수 여부

도표 D-10. Resource 의존관계 명세

의사결정 및 분기 명세

Decision ID	판단 대상	판단 주체	조건 및 근거	충족 시	미충족 시

도표 D-11. 의사결정 및 분기 명세

상태 및 예외 처리 명세

상태·예외 ID	발생 조건	실행 상태	대응 활동	재개·중단 조건	책임자

도표 D-12. 상태 및 예외 처리 명세

시험 및 검증 요구사항

Test ID	요구사항	시험 조건	예상 결과	수용 기준	증거

도표 D-13. 시험 및 검증 요구사항

실행 통제 및 인간의 감독

통제 항목	명세
데이터 접근 범위	
Tool 실행 범위	
외부 시스템 변경 범위	
Agent 자율성	
인간 승인 조건	
비용 및 자원 한도	
실행시간 및 반복 제한	
정보보호 및 외부 전송	
중단 조건	
실행 기록 및 검증 증거	

도표 D-14. 실행 통제 명세

상태 및 예외 명세는 제품의 실제 API 규격이 아니다. 재시도로 외부 변경이 중복 수행되지 않도록 통제하고 비정상 입력, 도구 장애, 잘못된 출력, 권한 위반을 시험한다.

D.5. Human-AI Work 검증 및 평가서

양식 ID: CA-AI-TPL-D05-01

업무 범위·난이도·품질·인간 검토 및 수정 시간을 포함하여 비교한다.

작성 항목	작성란
평가 범위	
기준선 비교 조건	
전문 검증 책임자	

도표 D-15. Human-AI Work 검증 및 평가서

평가 항목	기존 성과	목표 성과	실제 성과	증거 ID	판정
전체 업무시간					
인간 작업시간					
검토 및 승인 시간					
오류 및 재작업					
결과 품질					
업무 수행 비용					
전문역량 및 사용 적합성					
실행 안정성					
안전 및 보안					

도표 D-16. Human-AI Work 검증 및 평가서 기록표

D.6. Human-AI Work 개선 이력서

양식 ID: CA-AI-TPL-D06-01

중요한 변경은 검증 및 승인 후 반영한다.

작성 항목	작성란
변경 관리 책임자	
재검증 및 승인 조건	

도표 D-17. Human-AI Work 개선 이력서

변경 ID	기존 버전	원인	변경 내용	영향 Resource	재검증	승인자	변경일

도표 D-18. Human-AI Work 개선 이력서 기록표

부록 E. Craftem Agent 및 Resource 기술 명세

Craftem Agent and Resource Specifications. 목표 기술 명세이며 실제 내부 데이터 스키마와 API 구현 규격은 별도 정의한다.

E.1. Craftem Agent 명세서

양식 ID: CA-AI-TPL-E01-01

검증하지 않은 능력을 확정 기능으로 명세하지 않는다.

작성 항목	작성란
Agent ID	
한글 및 영문 명칭	
버전	
산업 및 직무	
관련 수요 및 혁신 모델	
업무 목적	
핵심 업무	
적용 범위	
적용 제외 범위	
입력 및 출력	
Model 의존관계	
Data 의존관계	
Tool 의존관계	
Skill 의존관계	
Workflow 의존관계	
외부 시스템 상호작용	
실행 권한 및 자율성	
인간 검토 및 승인	
오류 및 예외	
실행 비용 및 자원	
검증 기준	
검증 상태 및 증거	
개발 및 운영 책임자	
권리 및 공급 조건	

도표 E-1. Craftem Agent 명세서

E.2. Craftem Agent Template 명세서

양식 ID: CA-AI-TPL-E02-01

Template 재사용과 개별 Agent 적합성을 구분한다.

작성 항목	작성란
Template ID 및 명칭	
버전	
산업 및 업무 유형	
지원 Work	
기본 Workflow	
필수 Resource	
선택 Resource	
고객별 설정	
변경 제한 조건	
데이터 구조	
권한 및 보안	
고객별 추가 검증	
호환 버전	
재사용 및 공급 권리	

도표 E-2. Craftem Agent Template 명세서

E.3. Model Resource 명세서

양식 ID: CA-AI-TPL-E03-01

실제 Work 및 연구개발 목적에서의 성능을 검증한다.

작성 항목	작성란
Resource ID	
모델 명칭 및 제공자	
버전 및 제공 상태	
유형 및 기능	
활용 목적	
입력 유형 및 제한	
출력 유형 및 구조	
검증 성능 및 범위	
알려진 한계	
실행 환경 및 의존관계	
데이터 처리 및 저장 조건	
학습 이용 조건	
라이선스 및 이용 권리	
사용량 및 과금	
실행시간 및 비용	
대체 모델 및 변경 조건	
검증 증거 및 상태	

도표 E-3. Model Resource 명세서

E.4. Data Resource 명세서

양식 ID: CA-AI-TPL-E04-01

데이터 확보와 적법한 이용 권리 확보를 구분한다.

작성 항목	작성란
Resource ID 및 명칭	
제공자 및 권리자	
출처	
유형 및 구조	
규모 및 갱신 주기	
버전	
저장 및 처리 위치	
품질 및 검증	
대표성 및 편향	
접근 및 인증	
허용 목적	
외부 전송 및 공유 제한	
개인정보 및 기밀 포함 여부	
보존 및 삭제	
라이선스 및 계약	
관리 책임자	

도표 E-4. Data Resource 명세서

E.5. Tool Resource 명세서

양식 ID: CA-AI-TPL-E05-01

조회·분석 도구와 상태 변경 도구의 권한 및 승인 조건을 구분한다.

작성 항목	작성란
Resource ID 및 명칭	
버전 및 개발자	
기능 및 목적	
외부 시스템 의존관계	
인터페이스	
입력 매개변수 및 구조	
출력 구조	
실행 전제조건	
권한 및 인증	
외부 상태 변경 여부	
오류 및 예외	
시간 및 비용	
자원 제한 및 안전	
성능 수용 기준	
검증 결과 및 범위	
라이선스 및 공급 권리	

도표 E-5. Tool Resource 명세서

E.6. Skill Resource 명세서

양식 ID: CA-AI-TPL-E06-01

전문 Skill 은 프롬프트뿐 아니라 기준·도구 이용 및 검증 방법을 포함할 수 있다.

작성 항목	작성란
Resource ID 및 명칭	
버전	
산업 및 직무	
지원 업무	
전문지식 출처	
업무 수행 방법	
적용 기준 및 판단 조건	
입력 자료	
기대 출력	
관련 Model·Data·Tool	
예외 및 적용 제한	
인간 검토 조건	
검증 방법 및 기준	
검토자 및 관리 책임자	
이용 및 재사용 권리	

도표 E-6. Skill Resource 명세서

E.7. Workflow Resource 명세서

양식 ID: CA-AI-TPL-E07-01

명세 완료와 실제 구현·검증 완료를 구분한다.

작성 항목	작성란
Resource ID	
명칭 및 버전	
관련 Work ID	
Specification ID 및 버전	
구현 방식	
실행 환경	
입출력 구조	
단계별 실행 구조	
Resource 의존관계 및 버전	
상태 및 중간 결과	
인간 승인 및 개입	
예외·재개·중단	
권한 및 보안	
비용 및 자원 제약	
구현 및 시험 결과	
검증 범위	
등록 및 운영 상태	
변경 및 유지관리 책임자	

도표 E-7. Workflow Resource 명세서

E.8. Agent 및 Resource 검증·등록·변경 관리

명세 → 구현 → 기능·성능·보안 검증 → 등록 및 승인 → 실제 업무 실행 → 운영 검토 및 변경·재검증.

E.8.1. Agent 및 Resource 검증서

양식 ID: CA-AI-TPL-E08-01

작성 항목	작성란
대상 및 버전	
검증 환경	
검토 책임자	

도표 E-8. Agent 및 Resource 검증서

검증 항목	수용 기준	실제 결과	증거 ID	판정
기능 및 정확성				
전문 업무 적합성				
입출력 유효성				
의존관계				
오류 및 예외				
실행 안정성				
권한 및 보안				
인간 감독 및 승인				
시간 및 비용				
이용 권리				

도표 E-9. Agent 및 Resource 검증서 기록표

E.8.2. Agent 및 Resource 등록 기록서

양식 ID: CA-AI-TPL-E08-02

등록과 고객 환경의 실행 승인을 구분한다.

작성 항목	작성란
Agent 또는 Resource ID	
명칭 및 유형	
등록 버전	
관련 명세 및 검증서	
검증 범위	
제외 및 제한 조건	
이용 및 공급 권한	
운영 승인 여부	
개발 및 관리 책임자	
검토 및 승인자	
등록일	

도표 E-10. Agent 및 Resource 등록 기록서

E.8.3. 버전 변경 및 재검증 기록서

양식 ID: CA-AI-TPL-E08-03

작성 항목	작성란
변경 영향 분석	
회귀시험 및 복구 조건	

도표 E-11. 버전 변경 및 재검증 기록서

변경 ID	대상 Resource	기존·신규 버전	변경 내용	영향 Work	재검증	승인 및 배포

도표 E-12. 버전 변경 및 재검증 기록서 기록표

부록 F. AI 혁신 연구개발 및 실증 실무 양식

Research, Development and Validation Templates. 과제별 전문 연구 기준과 안전·윤리 및 법적 요건을 별도로 적용한다.

F.1. 과학적 연구 문제 및 가설 정의서

양식 ID: CA-AI-TPL-F01-01

관찰 사실, 연구자 해석 및 AI 제안 가설을 구분한다.

작성 항목	작성란
연구 문제 ID 및 명칭	
수요 ID	
기존 과학적 지식 및 연구성과	
해결되지 않은 문제	
연구 목적	
연구 가설	
이론적 및 경험적 근거	
변수 및 현상	
대안 가설	
연구데이터 및 이용 조건	
검증 방법 개요	
수용 및 기각 판단 기준	
한계 및 불확실성	
연구윤리 및 안전	
연구자 및 검토자	
후속 기술개발 관계	

도표 F-1. 과학적 연구 문제 및 가설 정의서

F.2. 수리과학적 문제 정식화 명세서

양식 ID: CA-AI-TPL-F02-01

모든 연구 문제를 최적화 문제로 표현할 필요는 없다. 예측·통계·인과·시뮬레이션에 적합한 방법을 선택한다.

작성 항목	작성란
수리 문제 ID	
연구 및 기술 문제	
모델링 목적	
변수 및 매개변수	
의미 및 측정 단위	
목적함수 또는 분석 대상	
물리적·기술적 제약	
경제적·운영적 제약	
데이터 및 품질	
수리적·통계적 모델	
계산 및 분석 방법	
가정	
불확실성 및 오차	
검증 자료 및 기준	
적용 범위	
전문 검토 책임자	

도표 F-2. 수리과학적 문제 정식화 명세서

x 는 설계 또는 의사결정 변수, f(x)는 목적함수, X 는 실행 가능한 해의 집합이다.

F.3. 핵심 기술 연구개발 명세서

양식 ID: CA-AI-TPL-F03-01

기존 기술의 구현과 원천기술 개발을 구분한다.

작성 항목	작성란
과제 ID 및 명칭	
혁신 모델 및 요구사항	
핵심 기술	
기존 기술 및 한계	
해결 원리	
과학적 연구 및 수리 모델	
AI 모델 및 도구	
개발 활동	
목표 및 성능 기준	
불확실성 및 위험	
전문인력 및 자원	
산출물	
시험 및 검증	
지식재산권 및 이용 조건	
산업 적용 요구사항	

도표 F-3. 핵심 기술 연구개발 명세서

F.4. PoC 및 프로토타입 검증서

양식 ID: CA-AI-TPL-F04-01

개념 검증이 운영 준비 완료를 의미하지 않는다.

작성 항목	작성란
PoC ID	
검증 목적 및 가설	
구현 기능 및 구성	
데이터·모델·도구	
검증 환경	
사전 성공 기준	
실제 시험 결과	
실패·미충족	
증거 ID	
기술적 한계	
후속 개발 및 실증	
전문 검토 결과	

도표 F-4. PoC 및 프로토타입 검증서

F.5. 파일럿 및 현장 실증 계획·결과서

양식 ID: CA-AI-TPL-F05-01

정상 결과와 실패 및 예외를 함께 기록한다.

작성 항목	작성란
실증 ID 및 목적	
대상 조직 및 환경	
범위 및 기간	
참여자 및 책임자	
혁신 모델 및 버전	
데이터 및 선정 기준	
비교 조건	
평가 지표 및 수용 기준	
평가 및 자료 수집 방법	
안전·보안·윤리	
중단 및 변경 조건	
실증 한계	

도표 F-5. 파일럿 및 현장 실증 계획·결과서

평가 항목	기준선	목표·수용 기준	실제 결과	증거 ID	판정

도표 F-6. 파일럿 및 현장 실증 계획·결과서 기록표

F.6. 연구개발 및 실증 증거 관리서

양식 ID: CA-AI-TPL-F06-01

작성 항목	작성란
자료 관리 책임자	
재현 및 이용 조건	

도표 F-7. 연구개발 및 실증 증거 관리서

증거 ID	관련 가설·요구사항	증거 유형	생성 조건 및 출처	버전	주요 결과	검토 상태

도표 F-8. 연구개발 및 실증 증거 관리서 기록표

F.7. 연구개발 결과 검토 체크리스트

양식 ID: CA-AI-TPL-F07-01

충족·부분 충족·미충족·미평가·해당 없음으로 판정하고 해당 없음의 사유를 기록한다.

작성 항목	작성란
검토 책임자	
검토 범위	

도표 F-9. 연구개발 결과 검토 체크리스트

검토 항목	판정	증거 ID	보완 조치
수요와 연구개발 목적 정합성			
과학적 가설 타당성			
수리 모델 및 가정			
데이터 품질 및 권리			
기술 기능 및 성능			
재현 및 추적 가능성			
현장 적용 가능성			
인간 검토 및 책임			
안전 및 연구윤리			
지식재산권 및 사업화 조건			
미해결 위험			
후속 연구개발 및 실증			

도표 F-10. 연구개발 결과 검토 체크리스트 기록표

부록 G. AI 혁신 프로젝트 관리 및 거버넌스

AI Innovation Project Management and Governance Templates. 일정·비용·자원뿐 아니라 검증 증거, 불확실성, 인간의 책임 및 가치 실현을 관리한다.

G.1. AI 혁신 프로젝트 헌장

양식 ID: CA-AI-TPL-G01-01

헌장 승인은 후속 모든 투자 및 운영의 일괄 승인이 아니다.

작성 항목	작성란
프로젝트 ID 및 명칭	
추진 배경	
수요 및 검증 상태	
목적 및 목표	
혁신 영역	
적용 범위	
제외 범위	
기대 산출물 및 가치	
혁신 스폰서	
PM	
혁신 아키텍트	
참여기관 및 전문가	
의사결정 권한	
초기 투자 및 자원	
일정 및 마일스톤	
위험 및 제약	
승인 조건	

도표 G-1. AI 혁신 프로젝트 헌장

G.2. AI 혁신 프로젝트 실행 계획서

양식 ID: CA-AI-TPL-G02-01

불확실성이 높은 과제는 단계별 증거에 따라 계획을 조정한다.

작성 항목	작성란
목표 및 범위	
단계별 활동	
연구개발 및 실증 방법	
관리 방식	
전문인력 및 협력	
기술 및 Resource	
일정 및 자원	
예산 및 단계적 투자	
품질 및 검증	
위험·안전·보안	
Stage-Gate	
성과 및 가치관리	
변경 및 의사소통	

도표 G-2. AI 혁신 프로젝트 실행 계획서

활동 ID	단계	활동	선행 활동	책임자	시작일	완료일	산출물 ID

도표 G-3. AI 혁신 프로젝트 실행 계획서 기록표

비용 ID	항목	수량·기간	계획 비용	실제 비용	차이 및 원인
	전문인력				
	연구개발				
	모델 및 Tool				
	데이터 및 인프라				
	시험 및 실증				
	운영 준비 및 기타				

도표 G-4. 자원 및 예산 관리

G.3. AI 혁신 역할 및 책임 매트릭스

양식 ID: CA-AI-TPL-G03-01

RACI 를 활용하되 실제 승인권 및 전문적 책임을 구체화한다.

작성 항목	작성란
역할 정의	
독립 검토 필요 여부	
최종 승인 권한	

도표 G-5. AI 혁신 역할 및 책임 매트릭스

주요 활동	실행 담당	최종 책임·승인	협의 대상	정보 공유 대상
미충족 수요 발굴				
미충족 수요 검증				
근본 원인 분석				
AI 기반 해결 방안 설계				
연구개발 및 실증				
상용화 및 사업화				
새로운 가치 창출				
후속 투자 및 확산 판단				

도표 G-6. AI 혁신 역할 및 책임 매트릭스 기록표

참여 주체	주요 역할
혁신 스폰서	전략·투자·자원·주요 의사결정
PMO	포트폴리오 및 공통 관리
PM	범위·일정·비용·위험·실행
혁신 아키텍트	혁신 모델·기술·Work 통합 설계
산업 전문가	요구사항 및 전문 검증
과학자 및 수리과학자	연구·정식화·분석·검증
AI 엔지니어 및 개발자	기술 구현
운영 책임자	상용 운영·품질·유지관리
가치 실현 책임자	가치 실현 및 검증
독립 검토자	전문·안전·윤리 독립 검토

도표 G-7. 참여 주체 및 역할

G.4. 혁신 포트폴리오 관리대장

양식 ID: CA-AI-TPL-G04-01

잠재 가치와 실현 가치를 구분한다.

작성 항목	작성란
전략적 목적	
공통 Resource 및 과제 의존관계	
자원 배분 기준	

도표 G-8. 혁신 포트폴리오 관리대장

과제 ID	수요	목적	단계	우선순위	승인 투자	실제 비용	잠재·실현 가치	상태

도표 G-9. 혁신 포트폴리오 관리대장 기록표

G.5. 프로젝트 위험관리대장

양식 ID: CA-AI-TPL-G05-01

중대한 안전·보안·법적·윤리적 위험은 낮은 점수로 상쇄하지 않는다.

작성 항목	작성란
평가 범위	
위험 평가 기준	
위험 수용 책임자	

도표 G-10. 프로젝트 위험관리대장

위험 ID	유형	위험 및 원인	가능성 P	영향 I	위험 점수	우선순위

도표 G-11. 프로젝트 위험관리대장 기록표

순서형 평가값의 곱은 실제 기대손실액이 아니다.

위험 ID	대응 방안	책임자	목표일	대응 결과	잔여 위험	승인 및 상태

도표 G-12. 위험 대응 및 잔여 위험 관리

G.6. Stage-Gate 검토 및 의사결정서

양식 ID: CA-AI-TPL-G06-01

조건부 승인은 필수조건을 면제하지 않는다.

작성 항목	작성란
프로젝트 ID	
검토 Gate	
검토일	
승인 목표	
제출 산출물	
검증 증거	
목표 및 수용 기준 충족 여부	
기술적·업무적 타당성	
안전·보안·법적·윤리 검토	
불확실성 및 위험	
후속 자원	
검토 참여자 및 의견	
최종 판정	
승인 조건 및 제한	
후속 조치 및 재검토 일정	
의사결정 책임자	

도표 G-13. Stage-Gate 검토 및 의사결정서

Gate	검토 대상	핵심 판단
1	미충족 수요 발굴	검증할 가치가 있는 후보인가?
2	미충족 수요 검증	실제로 존재하며 해결할 필요가 있는가?
3	근본 원인 분석	핵심 원인과 혁신 대상이 규명되었는가?
4	AI 기반 해결 방안 설계	해결 방안이 원인과 목표에 적합한가?
5	연구개발 및 실증	기술 및 현장 검증이 충분한가?
6	상용화 및 사업화	운영 및 공급 조건을 확보했는가?
7	새로운 가치 창출	실제 가치와 후속 혁신이 타당한가?

도표 G-14. Gate 별 핵심 검토

Gate 1~6 판정	의미
Go	추진 승인
Conditional Go	조건부 추진 승인
Rework	보완·재검증
Pivot	방향 또는 해결 방안 변경
Return	선행 단계 환류
Hold	보류
Stop	중단

도표 G-15. Gate 1~6 판정

Gate 7 판정	의미
Sustain	지속 운영
Scale	확산
Improve	개선·재검증
Reinnovate	새로운 수요 기반 후속 혁신
Return	선행 단계 환류
Hold	보류
Stop	중단

도표 G-16. Gate 7 판정

G.7. 프로젝트 변경 및 의사결정 이력서

양식 ID: CA-AI-TPL-G07-01

작성 항목	작성란
변경 관리 원칙	
영향 분석 범위	

도표 G-17. 프로젝트 변경 및 의사결정 이력서

변경·결정 ID	원인	내용	산출물	영향	승인자	결정일	후속 조치

도표 G-18. 프로젝트 변경 및 의사결정 이력서 기록표

G.8. AI Agent 실행 자율성 및 권한 평가서

양식 ID: CA-AI-TPL-G08-01

업무별 위험과 검증 성능에 따라 수준을 선정한다.

작성 항목	작성란
Agent 및 Work ID	
검증된 기능 및 실행 범위	
제안 자율성	
선정 근거	
허용 Data	
허용 Tool 및 외부 시스템	
상태 변경 권한	
인간 승인 및 감독	
비용·시간·반복 한도	
위험 및 예외	
개입 및 중단	
실행 기록 및 모니터링	
검증 증거	
승인 자율성 및 권한	
운영 및 감독 책임자	

도표 G-19. AI Agent 실행 자율성 및 권한 평가서

수준	명칭	실행 조건
1	보조형	정보 탐색·분석·생성 지원
2	승인 기반	인간 명시적 승인 후 실행
3	제한적 자율	사전 승인 범위에서 제한 실행
4	감독 기반	정의 범위에서 연속 수행하며 감독·개입·중단 유지

도표 G-20. 4 단계 실행 자율성

G.9. AI 혁신 안전·보안·윤리 체크리스트

양식 ID: CA-AI-TPL-G09-01

산업별 법령·인증·연구윤리 심사를 대체하지 않는다.

작성 항목	작성란
검토 대상	
관련 산업 기준	
검토 책임자	

도표 G-21. AI 혁신 안전·보안·윤리 체크리스트

검토 영역	점검 항목	판정	증거 및 조치
인간 책임	검토 및 책임자가 정의되는가?		
권한	승인 조건이 정의되는가?		
정보보호	기밀 및 연구자료가 보호되는가?		
개인정보	처리 권한 및 보호 조건이 확보되는가?		
외부 전송	외부 모델 및 도구 전송을 통제하는가?		
지식재산권	이용 권리가 있는가?		
정확성	업무 품질과 오류를 검증하는가?		
안전	물리적 실행 등 안전 조건을 충족하는가?		
공정성	편향과 차별을 검토하는가?		
연구윤리	필요 심사 및 승인 조건을 충족하는가?		
운영 통제	개입 및 중단이 가능한가?		
추적성	실행과 변경 및 판단 기록을 관리하는가?		

도표 G-22. AI 혁신 안전·보안·윤리 체크리스트 기록표

G.10. 프로젝트 종료 및 운영 인계서

양식 ID: CA-AI-TPL-G10-01

프로젝트 종료와 운영 종료를 구분한다.

작성 항목	작성란
종료 목적 및 사유	
승인 범위 완료 여부	
최종 산출물 및 버전	
검증 기술 및 범위	
운영 환경	
인계 Agent 및 Resource	
운영 및 기술지원 책임자	
교육 결과	
미해결 문제 및 위험	
유지관리 및 변경	
운영 비용 및 성과관리	
가치 검증 책임 및 일정	
권리 및 자료 인계	
후속 혁신 및 개선	
인계 및 종료 승인	

도표 G-23. 프로젝트 종료 및 운영 인계서

부록 H. AI 혁신 성과 및 가치 평가

AI Innovation Performance and Value Assessment. 잠재적 생산성 가치와 실제 편익을 구분하고 중복 산정을 방지한다.

H.1. AI 혁신 성과 기준선 및 목표 설정서

양식 ID: CA-AI-TPL-H01-01

기준선과 목표 변경은 사유와 비교 가능성을 기록한다.

작성 항목	작성란
평가 대상 및 범위	
측정 기간	
기준선 확보 방법	
비교 업무 범위 및 난이도	
품질 및 안전 필수조건	
자료 수집 방법	
교란 요인	
평가 책임자	

도표 H-1. AI 혁신 성과 기준선 및 목표 설정서

성과 ID	평가 항목	단위	기준선 B	목표 T	개선 방향	측정 방법

도표 H-2. AI 혁신 성과 기준선 및 목표 설정서 기록표

H.2. 미충족 수요 충족률(NFR) 평가서

양식 ID: CA-AI-TPL-H02-01

작성 항목	작성란
평가 범위	
측정 조건	
산정 불가 사유	

도표 H-3. 미충족 수요 충족률(NFR) 평가서

성과 ID	측정 항목	기준선 B	목표 T	실제 A	NFR (%)	증거

도표 H-4. 미충족 수요 충족률(NFR) 평가서 기록표

B 는 기준선, T 는 목표, A 는 실제 성과이다. 악화 시 음수, 목표 초과 시 100% 초과가 가능하다. 기준선 40 시간, 목표 8 시간, 가상 실제 10 시간이면 93.75%이다. 이는 시간 감소율이 아니라 개선 목표 격차의 충족률이다.

H.3. 가치 실현율(VRR) 평가서

양식 ID: CA-AI-TPL-H03-01

작성 항목	작성란
평가 관점	
평가 기간	
단위 및 비용·편익의 정의	

도표 H-5. 가치 실현율(VRR) 평가서

가치 ID	평가 대상	목표 가치	실제 가치	VRR (%)	기간	증거

도표 H-6. 가치 실현율(VRR) 평가서 기록표

가상 목표 회피 비용 8,000 만원, 실제로 회피했다고 가정한 비용 6,000 만원이면 75%이다. 목표가 0 또는 음수이면 이 산식을 적용하지 않는다.

H.4. 경제적 가치 및 ROI 평가서

양식 ID: CA-AI-TPL-H04-01

잠재 가치와 실제 현금 지출 감소를 구분한다.

작성 항목	작성란
기존 업무시간	
새 업무시간	
업무당 확보 시간	
실제 연간 업무량	
연간 확보 업무시간	
시간당 환산 단가	
잠재적 생산성 가치	
실제 비용 회피 가능 시간	
나머지 가용 업무역량	

도표 H-7. 경제적 가치 및 ROI 평가서

편익 ID	유형	산정 방법	실제 금액	기간	증거
	실제 회피 비용				
	증분 공헌이익				
	기타 검증 편익				

도표 H-8. 경제적 편익 산정

비용 ID	유형	초기 비용	운영 비용	증거
	연구개발 및 실증			
	구축 및 통합			
	플랫폼 및 라이선스			
	Model 및 Tool			
	데이터 및 인프라			
	전문인력 및 운영			
	유지관리 및 지원			
	교육 및 변화관리			
	기타			

도표 H-9. 총비용 산정

평가 항목	작성란
평가 기간	
평가 주체 및 관점	
경제적 편익 B	
총비용 C	
순편익 B-C	
ROI	
가정 및 한계	
증거	

도표 H-10. ROI 산정

산식 설명용 가상 편익 6,000 만원과 비용 4,000 만원을 적용하면 ROI 는 50%이다. 비용은 기존 건축설계 사례의 검증 비용이 아니다.

H.5. TCO 및 투자 경제성 분석서

양식 ID: CA-AI-TPL-H05-01

작성 항목	작성란
평가 기간	
평가 관점	
할인율 및 근거	
초기 투자	
현금흐름 가정	
종료 및 전환 비용	

도표 H-11. TCO 및 투자 경제성 분석서

기간	경제적 편익·유입	비용·유출	순현금흐름	현재가치	누적 현금흐름
초기 투자					
제 1 기간					
제 2 기간					
제 3 기간					
합계					

도표 H-12. TCO 및 투자 경제성 분석서 기록표

IRR 이 존재하지 않거나 복수 해가 발생할 수 있다. 초기 투자는 초기 순현금흐름에 포함한다. 단순 및 할인 투자회수기간을 구분한다.

지표	산정 결과	가정 및 제한
TCO		
ROI		
NPV		
IRR		
투자회수기간		

도표 H-13. 투자 경제성 분석 결과

H.6. 사회적 가치 평가서

양식 ID: CA-AI-TPL-H06-01

활동 산출물과 실제 수혜자의 변화 및 장기 성과를 구분한다.

작성 항목	작성란
수혜자	
평가 목적	
평가 기간	
인과적 기여 및 한계	

도표 H-14. 사회적 가치 평가서

영역	평가 대상 및 지표	기준선	목표	실제 결과	증거 및 한계
인간 전문역량					
성장 및 경력 기회					
서비스 접근성					
건강 및 삶의 질					
공정성 및 사회적 편익					
환경 및 자원 활용					
운영 지속 가능성					

도표 H-15. 사회적 가치 평가서 기록표

H.7. 가치 창출 종합 평가 점수(VCS) 평가서

양식 ID: CA-AI-TPL-H07-01

제 11 장 평가 영역 명칭과 제안 가중치를 적용한다.

작성 항목	작성란
평가 대상	
평가 기간	
미평가 영역 및 사유	

도표 H-16. 가치 창출 종합 평가 점수(VCS) 평가서

평가 영역	가중치	평가 수준 1~5	환산 점수	증거 및 판단 근거
미충족 수요 충족	20%			
성과 가치사슬 전환	15%			
경제적 가치 실현	25%			
인간 및 사회적 가치	15%			
새로운 가치 창출	10%			
지속 가능성 및 가치 확산	15%			
합계	100%			

도표 H-17. VCS 평가 양식

유효한 평가 점수 범위는 20~100 점이다. 미평가 영역에 임의 점수나 재배분 가중치를 적용하지 않는다.

필수 안전 조건은 점수로 상쇄하지 않는다. 예시 수준 4, 4, 3, 3, 4, 4 의 환산 합계는 72 점이다.

H.8. 성과 가치사슬 및 성과 단절 진단서

양식 ID: CA-AI-TPL-H08-01

작성 항목	작성란
개인 성과 및 조직 성과 전환 현황	
개인 전문역량 및 업무 품질	
업무 방법 문서화	
Agent 및 Resource 자산화	
다른 구성원의 활용	
조직 업무 구조 반영	
조직 성과 증거	
조직 성과 및 사업 성과 전환 현황	
가용 업무역량	
자원 재배분	
실제 비용 감소	
추가 사업 및 고객 가치	
가치 실현 책임	
경제적·사회적 가치 증거	

도표 H-18. 성과 가치사슬 및 성과 단절 진단서

단절 지점	근본 원인	개선 방안	책임자	목표일	검증 기준
개인 → 조직					
조직 → 사업					

도표 H-19. 성과 가치사슬 및 성과 단절 진단서 기록표

H.9. AI 혁신 가치 검증 종합 보고서

양식 ID: CA-AI-TPL-H09-01

부록 C 제 7 단계 산출물과 Gate 7 검토에 연결한다.

작성 항목	작성란
프로젝트 및 혁신 모델	
최초 수요 및 원인	
운영 범위 및 기간	
기준선 및 목표	
실제 업무 및 기술 성과	
NFR	
개인·조직·사업 성과	
성과 단절 해결 여부	
잠재적 생산성 가치	
실제 경제적 편익	
총비용 및 ROI	
VRR 및 투자 경제성	
사회적 가치	
VCS	
인과적 기여 및 한계	
위험 및 지속 가능성	
핵심 증거	
Gate 7 검토 및 권고	

도표 H-20. AI 혁신 가치 검증 종합 보고서

부록 I. Craftem 도입 및 상용 운영 전환

Craftem Deployment and Operational Transition Guide. 실제 고객의 업무·데이터·시스템 및 운영 책임의 조건을 확보한다.

I.1. AI 혁신 도입 로드맵 작성서

양식 ID: CA-AI-TPL-I01-01

조직의 5 단계 도입 로드맵과 개별 과제의 7 단계를 구분한다.

작성 항목	작성란
조직 및 도입 범위	
혁신 목적	
현재 준비도 및 제약	

도표 I-1. AI 혁신 도입 로드맵 작성서

도입 단계	주요 활동	목표 산출물	책임자	추진 기간
혁신 인식 및 준비	교육·준비도 진단·경영 목표	추진 조건		
초기 혁신 과제 선정	수요 발굴·검증·선정	승인 초기 과제		
혁신 모델 설계 및 실증	원인 분석·HAW·R&D	검증 모델		
상용 운영 및 가치 실현	구축·운영 전환·가치 검증	운영 성과		
조직 및 산업 확산	자산화·재사용·공동 혁신	지속적 혁신 역량		

도표 I-2. AI 혁신 도입 로드맵 작성서 기록표

I.2. Craftem 도입 요구사항 정의서

양식 ID: CA-AI-TPL-I02-01

요구사항과 실제 공급 가능 기능을 구분한다.

작성 항목	작성란
고객 조직 및 산업	
프로젝트 및 수요	
도입 목적 및 성과	
대상 Human-AI Work	
전문 Agent 및 Resource	
기존 시스템 및 소프트웨어	
데이터 및 지식자산	
접근 및 이용 조건	
기능 및 성능	
인증·권한·보안	
사용자 및 승인 책임자	
SaaS·구축형·하이브리드 검토	
운영 및 기술지원	
서비스 수준 및 검증	
도입 및 운영 비용	
제외 범위 및 제약	

도표 I-3. Craftem 도입 요구사항 정의서

I.3. 고객별 기술 및 데이터 환경 조사서

양식 ID: CA-AI-TPL-I03-01

하이브리드 도입이 폐쇄망 및 에어갭 요건을 자동 충족하지 않는다.

작성 항목	작성란
인증 및 권한관리	
내부 네트워크 및 외부 연결	
외부 AI 모델 이용 범위	
외부 Tool 및 MCP 연계	
내부 데이터 처리 및 저장	
폐쇄망 및 에어갭	
시스템 변경 제한	
감사 및 실행 기록	
장애 대응 및 복구	

도표 I-4. 고객별 기술 및 데이터 환경 조사서

시스템 ID	명칭	기능	운영 위치	연계 방식	관리 책임자	제약
	ERP					
	CRM					
	NAS					
	CDE					
	산업 전문 소프트웨어					
	기타					

도표 I-5. 고객별 기술 및 데이터 환경 조사서 기록표

데이터 ID	명칭	저장 위치	유형 및 버전	접근 권한	외부 전송 제한	품질 및 활용 조건

도표 I-6. 데이터 환경 조사

I.4. Craftem 구축 및 시스템 통합 계획서

양식 ID: CA-AI-TPL-I04-01

구축 완료와 상용 운영 승인을 구분한다.

작성 항목	작성란
구축 및 통합 목적	
요구사항 및 Work ID	
구축 범위	
배포 구조	
Agent 개발 및 설정	
Resource 개발 및 연결	
인터페이스	
데이터 처리 구조	
권한 및 인증	
개발 및 실증 환경	
기능 및 통합 시험	
운영 전환	
사용자 교육 및 기술지원	
비용 계획	
위험 대응	

도표 I-7. Craftem 구축 및 시스템 통합 계획서

활동 ID	구축 대상	구현 내용	검증 기준	증거	고객 검토 및 승인

도표 I-8. Craftem 구축 및 시스템 통합 계획서 기록표

I.5. 상용 운영 전환 체크리스트

양식 ID: CA-AI-TPL-I05-01

Gate 5·6 과 연계하며 필수조건이 미충족된 활동을 승인하지 않는다.

작성 항목	작성란
대상 운영 모델 및 버전	
운영 승인 범위	
승인 책임자	

도표 I-9. 상용 운영 전환 체크리스트

검토 영역	확인 항목	판정	증거 ID	책임자 및 조치
혁신 목표	검증 수요와 운영 목적 일치			
업무 품질	Work 결과 및 품질 검증			
Agent·Resource	운영 버전 및 범위 검증			
시스템 통합	데이터 및 기존 시스템 연계			
정보보호	권한·외부 전송·보호 조건			
안전 및 책임	인간 검토·승인·책임			
장애 및 예외	대응 및 복구 체계			
운영 및 유지관리	운영 조직·지원·변경 관리			
경제성	운영 비용 및 타당성			
성과 측정	측정 기준 및 자료 수집			
운영 승인	운영 범위 및 조건 승인			

도표 I-10. 상용 운영 전환 체크리스트 기록표

I.6. 운영 및 기술지원 관리서

양식 ID: CA-AI-TPL-I06-01

개발·실증과 상용 운영의 Resource 비용을 구분한다.

작성 항목	작성란
운영 Work 및 Agent	
환경 및 범위	
운영 책임자	
사용자 지원 범위	
서비스 제공 조건	
품질 모니터링	
실행 상태 및 오류	
장애 대응 및 복구	
모델 및 Resource 변경	
권한 및 보안	
비용 및 사용량	
성과 및 가치 측정	
운영 제한 및 중단	

도표 I-11. 운영 및 기술지원 관리서

Issue ID	일시	영향 Work	문제 및 원인	대응	검증 결과	종료 상태

도표 I-12. 운영 및 기술지원 관리서 기록표

I.7. 조직 확산 및 후속 혁신 계획서

양식 ID: CA-AI-TPL-I07-01

새로운 적용 환경의 실제 수요 충족과 가치 확대를 검증한다.

작성 항목	작성란
검증 혁신 모델 및 성과	
재사용 Agent 및 Resource	
수평적 확산 대상	
수직적 확산 대상	
새로운 환경 요구사항	
추가 개발 및 실증	
교육 및 변화관리	
추가 투자 및 운영 비용	
확산 성과 및 가치 기준	
새로운 수요 및 후속 혁신	
책임자 및 기간	

도표 I-13. 조직 확산 및 후속 혁신 계획서

부록 J. SyenaHub 공동 혁신 및 기술사업화

Collaborative Innovation and Technology Commercialization. 검증된 수요를 중심으로 수요기업·대학·연구기관·과학자·수리과학자·AI 연구자·기술기업 및 사업화 전문가의 역량을 결합한다.

미충족 수요 발굴 및 검증 → 공동 혁신 과제 선정 → 공동 연구개발 → 실증 및 상용화 → 가치 창출 및 시장·사회 확산. 개별 과제에는 기존 7 단계 방법론을 적용한다.

J.1. 산업현장 미충족 수요 제안서

양식 ID: CA-AI-TPL-J01-01

제안 접수와 공동 과제 선정 및 투자 승인을 구분한다.

작성 항목	작성란
제안 ID 및 명칭	
기관 및 제안자	
산업 및 분야	
미충족 수요	
수요 경험 주체	
기존 해결 방안 및 기술 한계	
과학적 및 산업적 문제	
중요성과 영향	
자료 및 검증 증거	
연구개발 및 전문역량	
제안자가 제공할 자원	
기대 공동 혁신 및 가치	
공개 및 이용 조건	

도표 J-1. 산업현장 미충족 수요 제안서

J.2. 공동 혁신 과제 기획서

양식 ID: CA-AI-TPL-J02-01

수요와 연구 필요성 및 후속 적용 가능성을 검토한다.

작성 항목	작성란
과제 ID 및 명칭	
검증된 미충족 수요	
원인 및 혁신 대상	
목적 및 목표	
혁신 영역	
과학적 연구	
수리과학적 분석 및 모델링	
AI 및 핵심 기술	
Human-AI Work 및 실행 환경	
기관 및 전문분야	
연구개발 활동	
실증 및 검증	
기술사업화 및 시장 경로	
자원 및 연구개발비	
위험	
경제적·사회적 가치 방향	

도표 J-2. 공동 혁신 과제 기획서

J.3. 공동 연구개발 참여 주체 및 역할 정의서

양식 ID: CA-AI-TPL-J03-01

작성 항목	작성란
참여기관 선정 근거	
공동 의사결정 구조	

도표 J-3. 공동 연구개발 참여 주체 및 역할 정의서

참여 주체	전문역량 및 기여	담당 연구·업무	산출물	검증 책임	자원 및 비용 부담
수요기업					
대학·연구기관					
과학자 및 연구자					
수리과학자					
AI 기술기업					
전문 산업기술기업					
실증 협력기관					
사업화 전문기관					
PMO 및 혁신 아키텍트					

도표 J-4. 공동 연구개발 참여 주체 및 역할 정의서 기록표

J.4. 공동 연구개발 협력 조건 정의서

양식 ID: CA-AI-TPL-J04-01

법적 효력을 갖는 계약서 표준안이 아니며 실제 합의 및 법적 검토를 거친다.

작성 항목	작성란
협의 참여자	
협의일 및 후속 계약 검토	

도표 J-5. 공동 연구개발 협력 조건 정의서

협의 항목	주요 협의 내용	합의 및 미확정 사항
공동 목적	문제와 혁신 목표	
참여 및 역할	기관별 책임 및 기여	
연구 범위	과학적 연구 및 기술개발	
연구 비용	자금·인력·시설·Resource 부담 및 정산	
기존 기술 및 권리	기존 IP	
신규 연구성과	신규 성과 권리	
데이터 및 연구자료	이용·접근·보관·공유	
연구성과 공개	논문 및 학술발표 조건	
사업화 권리	제품화·기술이전·라이선싱·공급	
가치 배분	사업 수익 및 경제적 가치 배분	
안전 및 연구윤리	연구 및 검증 책임	
의사결정	투자 및 변경 승인	
종료 및 중단	철회·종료 및 잔여 권리	
분쟁 대응	협의 및 법적 검토	

도표 J-6. 공동 연구개발 협력 조건 정의서 기록표

J.5. 기술사업화 계획서

양식 ID: CA-AI-TPL-J05-01

작성 항목	작성란
사업화 대상 및 기술	
연구개발 및 검증 결과	
미충족 수요	
고객 및 산업·시장	
경쟁 기술 및 대안	
가치제안 및 차별점	
검증 범위	
IP 및 사업화 권리	
추가 개발 및 제품화	
제조·공급·운영	
인허가 및 전문 검증	
기술이전 및 라이선싱	
직접 제품화 및 공동 사업화	
투자 및 자원	
비용·수익·공급	
가치 검증 계획	

도표 J-7. 기술사업화 계획서

사업화 경로	적용 가능성	필요 조건	위험	선정 의견
기업 내부 업무혁신				
산업 특화 솔루션 공급				
기술이전 및 라이선싱				
제품·서비스 개발 및 공급				
사회혁신 및 공공 적용				

도표 J-8. 기술사업화 계획서 기록표

J.6. 공동 혁신 및 기술사업화 성과 보고서

양식 ID: CA-AI-TPL-J06-01

연구성과·기술적 성과·사업화·실현 가치를 구분한다.

작성 항목	작성란
과제 및 참여기관	
최초 수요 및 목표	
실제 연구개발 활동	
과학적 연구성과	
핵심 기술 및 혁신 모델	
기술 및 현장 검증	
IP 및 이용 조건	
제품화 및 기술이전 실적	
사업화 및 공급	
경제적 가치	
사회적 가치	
기관별 기여 및 가치 배분	
남은 과제	
후속 공동 혁신	

도표 J-9. 공동 혁신 및 기술사업화 성과 보고서

부록 K. AI 혁신 활용 사례 및 운영 사례 관리

AI Innovation Use Case and Operational Case Management. 제안 시나리오·실제 검증 증거·운영 및 가치 상태를 구분한다.

K.1. AI 혁신 활용 사례 표준 양식

양식 ID: CA-AI-TPL-K01-01

미확보 증거는 검증 예정 또는 미확인으로 표시한다.

작성 항목	작성란
Use Case ID	
한글 및 영문 명칭	
산업	
제안 주체	
버전 및 작성일	
검증 상태	
산업적 배경	
미충족 수요	
수요 검증	
근본 원인	
혁신 영역	
AI 기반 해결 방안	
Human-AI Work Redesign	
연구개발 및 실증	
실행 및 협력 체계	
사업화 및 가치 창출	

도표 K-1. AI 혁신 활용 사례 표준 양식

K.2. AI 혁신 적용 모델 명세서

양식 ID: CA-AI-TPL-K02-01

작성 항목	작성란
Application Model ID	
관련 Use Case ID	
검증 수요 및 원인	
혁신 모델 및 해결 원리	
과학적 연구 및 기술 요구사항	
Human-AI Work	
Agent 및 Resource	
전문역량 및 참여 주체	
실행 환경	
연구개발 및 실증	
상용화 및 기술사업화	
성과 및 가치 검증	
위험 및 불확실성	
구현 및 검증 상태	

도표 K-2. AI 혁신 적용 모델 명세서

K.3. AI 혁신 운영 사례 표준 양식

양식 ID: CA-AI-TPL-K03-01

운영 사례라고 모든 가치 검증이 완료된 것은 아니다.

작성 항목	작성란
Operational Case ID	
Use Case 및 Application Model ID	
실제 고객 또는 기관	
적용 목적 및 범위	
혁신 모델 및 버전	
운영 환경 및 기간	
Agent 및 Resource	
연구개발 및 실증 결과	
업무 및 기술 성과	
조직 및 전문역량 성과	
경제적 가치	
사회적 가치	
운영 비용 및 제약	
오류·실패·개선	
증거 및 평가 한계	
확산 및 개선	
공개 승인 및 이용 조건	

도표 K-3. AI 혁신 운영 사례 표준 양식

K.4. 활용 사례 및 운영 사례 카탈로그

양식 ID: CA-AI-TPL-K04-01

작성 항목	작성란
카탈로그 버전	
관리 책임자	

도표 K-4. 활용 사례 및 운영 사례 카탈로그

사례 ID	유형	버전	검증 상태	프로젝트 ID	증거 ID	공개 범위

도표 K-5. 활용 사례 및 운영 사례 카탈로그 기록표

사례 ID	산업	활용 사례 명칭	혁신 영역
UC-01	건설	Human-AI 기반 건축설계 품질검토 혁신	업무·기술·서비스
UC-02	건설	AI 기반 건축물 에너지 성능 최적 설계	업무·기술·서비스
UC-03	보건의료	췌장암 조기 진단 기술의 통합 연구개발	기술·제품·서비스·BM
UC-04	보건의료	피부 항노화 기전 연구 및 기능성 단백질 설계	기술·제품·BM
UC-05	금융	Human-AI 기반 기업 신용위험 분석 혁신	업무·기술·서비스
UC-06	금융	중소기업 재무 및 자금관리 서비스 혁신	업무·서비스·BM
UC-07	제조	AI 기반 제조공정 품질 및 운영 최적화	업무·기술·제품
UC-08	제조	AI 기반 신소재 탐색 및 제품개발 혁신	기술·제품
UC-09	유통	AI 기반 수요 예측 및 재고·공급망 최적화	업무·기술
UC-10	유통	고객 미충족 수요 기반 맞춤형 유통서비스 혁신	서비스·BM
UC-11	콘텐츠	Human-AI 기반 영화 원천 장르소설 및 영상 콘텐츠 개발	업무·제품·서비스
UC-12	콘텐츠	AI 기반 원천 콘텐츠 IP 의 다중 사업화 혁신	제품·서비스·BM
UC-13	교육	AI 시대 초기 경력 성장 경로 재설계	업무·서비스·BM
UC-14	교육	AI 기반 기업 전문인력 재교육 및 직무혁신	업무·서비스

도표 K-6. 7 대 산업별 초기 활용 사례 카탈로그

BM 은 비즈니스 모델 혁신을 의미한다. 모두 제안 시나리오이며 실제 운영 실적이 아니다.

K.5. 활용 사례의 검증 상태 및 공개 기준

검증 상태	의미
미충족 수요 후보 및 혁신 아이디어	초기 제안
수요 검증 및 적용 타당성 분석	실제 수요 및 가능성 검토
해결 방안 설계 및 연구개발 기획	모델 및 연구개발 구조
기술적 검증 및 현장 실증	연구개발 및 적용 검증
실제 상용 운영 및 사업화	실제 구현 및 운영
경제적·사회적 가치 검증	실제 가치에 관한 객관적 증거

도표 K-7. 사례 검증 상태

공개 승인 체크리스트

양식 ID: CA-AI-TPL-K05-01

작성 항목	작성란
공개 대상 및 버전	
공개 책임자	

도표 K-8. 공개 승인 체크리스트

공개 검토 항목	판정	근거 및 조치
검증 상태 명시		
기대 및 실제 성과 구분		
산정 기준 및 기간		
고객 및 기관 공개 권한		
기밀정보 및 개인정보 보호		
연구성과 및 IP 공개 조건		
외부 자료 인용 및 이용 조건		
한계와 불확실성 명시		
전문 검토 및 공개 승인		

도표 K-9. 공개 승인 체크리스트 기록표

부록 L. AI 혁신 통합 실무 적용 예시

Integrated AI Innovation Practical Examples. 아래 사례는 제 15 장의 세 가지 제안 시나리오이며 실제 고객·기관의 검증된 운영 실적이 아니다. 모든 수치는 설명용 가상 자료이고 미확인 연구 및 성과는 미검증 상태로 구분한다.

L.1. 업무혁신형 적용 예시 — 건축설계 품질검토 혁신

UC-01 / DEMO-AEC-01. 기존 BIM 소프트웨어와 산업 전문지식 및 AI Agent 를 결합하는 업무·기술·서비스 혁신 모델이다.

L.1.1. 혁신 과제 개요

구분	적용 내용
혁신 대상	건축설계 품질검토 업무
수요자	건축설계사무소 및 품질관리 책임자
방법론	수요 주도형 AI 혁신·Human-AI Work Redesign
플랫폼	Craftem 목표 적용 모델
상태	설명용 가상 사례

도표 L-1. 과제 개요

L.1.2. 미충족 수요 발굴 및 검증

적용 양식: CA-AI-TPL-C01-01, CA-AI-TPL-C02-01

항목	작성 예시
수요 ID	NEED-AEC-01
미충족 수요	설계 기준과 BIM 모델 및 설계도서 사이의 불일치와 오류를 효율적으로 발견하고 검토 품질을 유지할 필요
수요자	건축설계 전문가 및 품질관리 책임자
기존 방식	전문 BIM 검토 도구 및 수작업
한계 가설	비정형 기준과 모델의 연계 부족, 반복 탐색 및 검토
기존 업무시간	40 시간/건 가정
영향	검토시간 증가·오류 누락·재작업 가능성
필요 증거	업무 기록·인터뷰·오류 및 재작업 자료
상태	실제 고객 자료 미확보

도표 L-2. 수요 발굴 및 검증 작성 예시

L.1.3. 근본 원인 및 혁신 모델 설계

원인 ID	원인 후보	혁신 대상
RCA-AEC-01	설계 기준 및 시방서의 비정형성	기준 및 검토 규칙 구조화
RCA-AEC-02	BIM 과 기준의 연계 부족	요구사항과 모델 통합 검증
RCA-AEC-03	전문지식의 개인 의존성	Skill 및 Workflow 자산화
RCA-AEC-04	검토와 수정의 연계 부족	이슈 관리 및 재검토 개선

도표 L-3. 원인 가설과 혁신 대상

IM-AEC-01 은 AI 기준 분석과 전문 BIM 검증 도구 및 인간의 판단을 통합하는 모델이다. 원인 후보는 실제 업무 분석을 통해 검증해야 한다.

L.1.4. Human-AI Work 재설계

업무 활동	기존 방식	새로운 구조	인간 책임
기준 탐색	직접 탐색	Agent 탐색·분석	기준 확정
검토 항목	직접 작성	Agent 구조화	규칙 승인
BIM 분석	직접 도구 실행	Agent·Tool 연계	범위·결과 검토
오류 후보	직접 검토	Agent 정리·분류	전문 판단
보고	직접 작성	Agent 초안	최종 승인
수정 및 재검토	직접 수행	이슈 연계 및 재검토 지원	설계 변경 책임

도표 L-4. 업무 활동별 역할 정의

L.1.5. Human-Agent Workflow Specification

명세 항목	작성 예시
Specification ID	WFS-AEC-01
Work ID	WORK-AEC-01
입력	승인된 BIM 모델·설계 기준·검토 요청
출력	검토 결과·오류 후보·전문가 승인 기록
시작	모델 및 기준 버전·권한 확인
완료	전문 검토·승인·결과 기록
예외	데이터 누락·도구 실패·기준 불명확
통제	승인된 데이터 및 도구 범위 내 실행

도표 L-5. 실행 명세 예시

Step	실행 활동	실행 주체 및 분기
1	검토 요청 및 입력 확인	인간 및 Agent
2	기준 분석 및 검토 계획	Agent
3	검토 기준 승인	전문가; 미승인 시 보완
4	BIM 검증	전문 Tool
5	오류 후보 및 결과 정리	Agent
6	결과 승인	전문가; 미승인 시 재검토
7	보고서 및 BCF 이슈 기록	승인된 결과만 기록

도표 L-6. Workflow 실행 예시

L.1.6. Agent 및 Resource 명세

항목	작성 예시
Agent ID	AGENT-AEC-QA-01
명칭	BIM QA/QC Agent
목적	품질검토 업무 실행 지원
입력	BIM 모델·기준·검토 규칙
출력	오류 후보·근거·보고서 초안
권한	승인 데이터 및 Tool 이용
인간 책임	기준·오류 후보·최종 적합성 판단
제외	전문가 승인 없는 최종 적합성 확정 및 변경
상태	개발 및 실증 후보

도표 L-7. Agent 명세

Resource	후보 및 활용
Model	전문문서 분석 및 검토 항목 구조화 모델
Data	IFC·시방서·설계 기준
Tool	IFC 분석 및 Clash Detection
Skill	품질검토 방법과 결과 분류
Workflow	검토·승인 조율

도표 L-8. Resource 구성 예시

구현 및 호환성은 미검증이다.

L.1.7. 현장 실증 계획 및 결과

실증 항목	평가 계획
비교 대상	기존 전문가 중심 업무
조건	비교 가능한 모델·검토 범위·품질
오류 검증	독립 전문가 기준 정답
시간 측정	검토 및 수정 포함 전체 업무시간
품질	검출·미검출·오탐·중요 오류
보안	데이터 및 도구 이용 조건
운영	예외·승인·안정성

도표 L-9. 실증 계획

업무 단계	가상 시간	NFR
기존	40 시간	0%
파일럿	12 시간	87.5%
상용 운영	10 시간	93.75%
목표	8 시간	100%

도표 L-10. 가상 실증 및 운영 성과

실제 품질 검증 결과가 없으므로 운영 승인을 의미하지 않는다.

L.1.8. 경제적 가치 평가

산정 항목	가정 및 결과
기존 업무시간	40 시간/건
파일럿	12 시간/건
가상 상용 운영	10 시간/건
목표	8 시간/건
연간 업무량	100 건
시간당 환산 단가	50,000 원
시간 감소율	75%
NFR	93.75%
연간 확보 시간	3,000 시간
잠재적 생산성 가치	150,000,000 원
비용 회피 가능 비율	40%
비용 회피 가능 시간	1,200 시간
가정상 회피 비용	60,000,000 원
나머지 가용 업무역량	1,800 시간

도표 L-11. 가상 경제적 가치 산정

실제 시간당 회피 비용이 환산 단가와 동일하다고 가정한다. 나머지 가용 시간에서의 증분 공헌이익은 별도 검증한다. 잠재 가치와 회피 비용을 중복 합산하지 않는다. 실제 구축·운영비가 없어 검증된 ROI 는 제시하지 않는다.

L.1.9. 조직적 자산화 및 후속 혁신

검증된 Agent·Tool·Skill·Workflow 를 조직 자산으로 구성하고 다른 설계팀 및 고객에 적용할 때 기준·데이터·소프트웨어 차이와 재사용 권리 및 추가 검증을 확인한다.

L.2. 연구개발형 적용 예시 — 췌장암 조기 진단 기술 통합 공동 연구개발

UC-03 / DEMO-MED-01. 의료현장의 미충족 수요를 과학적 연구·수리과학·AI 기반 진단 기술개발에 연결하는 기획 시나리오이다.

L.2.1. 공동 혁신 과제 개요

항목	작성 예시
산업	보건의료
혁신 영역	기술·제품·서비스·비즈니스 모델
목적	조기 진단 관련 미충족 수요 해결 가능성 탐색
협력	연구중심병원·의과대학·연구기관·수리과학자·AI 및 진단 기업
방법론	역중개의학·수요 주도형 AI 혁신·HAW Redesign
상태	공동 연구개발 기획

도표 L-12. 공동 혁신 과제 개요

L.2.2. 수요 검증 및 연구 문제 정의

항목	작성 예시
수요 ID	NEED-MED-01
미충족 수요	실제 임상 목적에 적합한 조건에서 췌장암을 보다 이른 시점에 신뢰성 있게 검출할 기술
수요자	임상의·의료기관·환자 등
검증 대상	대상 집단·진단 목적·기존 진단 경로·검사 및 의료 제약
필요 자료	학술자료·임상의 검토·연구데이터·진단 경로
상태	구체적 참여기관 및 적용 대상 추가 검증 필요

도표 L-13. 수요 검증 예시

일반 위험군 선별검사·고위험군 추적관리·증상 환자 진단 평가를 구분한다. 대상과 목적을 검증하지 않고 검사 성능이나 선별검사 적합성을 확정하지 않는다.

L.2.3. 근본 원인 및 공동 연구개발 모델

연구 영역	목적 및 검토 제약
질병 발생 및 진행 기전	발암 인자 및 관련 과학적 지식의 제약 분석
분자 표적	진단 정보 제공 가능성 및 목표 집단 적합성 검증
표적 결합 단백질 및 진단 기술	검출 기술 연구개발 및 기능 검증
의료현장 적용	분석적·임상적 검증 및 임상적 유용성
기술사업화	제품화·인허가·제조·공급 및 가치 검증

도표 L-14. 통합 공동 연구개발 모델

세 연구 영역은 상호 검증 및 환류 구조이며 모든 선행 연구가 완료되어야만 다음 영역을 시작할 수 있는 것은 아니다.

L.2.4. 과학적 연구 문제 및 수리과학적 정식화

연구 영역	수리과학자의 역할	검증 상태
발생 및 진행 기전	문제 정식화·변수 관계·불확실성	검증 예정
진단 분자 표적	데이터 분석·모델 평가·관련성 검토	검증 예정
표적 결합 단백질	설계 문제 표현·모델 및 평가 방법 검토	검증 예정
진단 기술	통계적 평가·불확실성·편향 분석	검증 예정

도표 L-15. 연구 문제 및 수리과학적 역할

발암 인자·분자 표적·표적 결합 단백질은 별개의 연구 대상이다. 인과성과 진단 적합성은 별도로 검증한다.

L.2.5. 다학제 협력

참여 주체	주요 역할
연구중심병원 및 임상의	수요·진단 목적·임상 요구 정의
기초의과학 연구자	질병 및 분자 연구
수리과학자	정식화·분석·검증 설계
AI 연구자	모델 및 계산기술 검토
진단 기술기업	검출 및 제품화 요구 검토
사업화 전문가	IP·기술이전·공급 검토
혁신 아키텍트 및 PMO	통합 설계·실행·검증 관리

도표 L-16. 공동 연구개발 참여 주체

기관·자원·연구비·권리 및 역할은 별도로 합의한다.

L.2.6. Craftem 연구개발 업무 구성

업무	Agent 지원	인간 전문가
연구 문제 정의	문헌·임상 요구 정리	목적 확정
기존 연구 분석	탐색 및 구조화	과학적 타당성 검토
수리 분석	데이터 및 도구 지원	모델 및 검증 확정
후보 기술 평가	예측 및 연구자료 정리	전문 판단
검증 증거	가설·요구사항 연결	전문 승인
사업화	기술·시장 자료 분석	권리 및 사업화 판단

도표 L-17. Human-AI 연구개발 업무

L.2.7. 연구개발 및 임상적 검증

검증 영역	검증 목적	상태
과학적 연구	가설 및 근거 타당성	미확보
분자 표적	진단 목적·대상 적합성	미확보
검출 기술	분석적 성능 및 신뢰성	미확보
임상적 검증	실제 임상 상태에 대한 성능	미확보
임상적 유용성	진료·건강성과 기여	미확보
제품화 및 사업화	인허가·제조·공급·경제성	미확보

도표 L-18. 검증 상태 기록

실제 실험 및 임상 연구 설계와 성능 기준은 전문 연구자·임상의 및 적절한 연구윤리·안전·인허가 체계에서 결정한다.

L.2.8. 기술사업화 및 가치 평가

가치 영역	기대 성과	상태
과학적 가치	새로운 지식 및 가설 검증	미평가
기술적 가치	표적 및 진단 기술 확보	미평가
연구개발 효율성	자료 분석·후보 평가 개선	미평가
경제적 가치	기술이전·제품개발 가능성	미평가
사회적 가치	적절한 임상 적용을 통한 건강 관련 편익	미평가

도표 L-19. 가치 평가 예시

일부 업무의 시간 감소를 전체 개발 기간·비용 감소로 간주하지 않는다. 검출 성능과 임상적 유용성·환자 건강성과·사업화는 별도로 검증한다. 실제 NFR·VRR·ROI·VCS 는 미산정이다.

L.3. 사회혁신형 적용 예시 — AI 시대 초기 경력 성장 경로 재설계

UC-13 / DEMO-EDU-01. SyenaHub Cura 및 Craftem 목표 적용 모델을 통해 실제 산업현장의 문제 해결과 인간의 전문역량 및 경력 성장을 연결하는 기획 시나리오이다.

L.3.1. 혁신 과제 개요

항목	작성 예시
산업	교육
혁신 영역	업무·서비스·비즈니스 모델
목적	전문역량·실무 경험·성장 기회 확대
운영	자발적 참여·공동체·후원 기반
상태	인재 성장 프로그램 기획

도표 L-20. 과제 개요

L.3.2. 미충족 수요 발굴 및 검증

항목	작성 예시
수요 ID	NEED-EDU-01
수요자	재학생·취업준비생·초기 경력 인재
수요	Human-AI Work 환경에 적합한 전문역량·실무 경험·경력 성장 기회
원인 후보	교육과 실무 단절·기초 실무 경험 변화·멘토링 접근성 제약
기존 방법	대학 교육·AI 교육·인턴십·멘토링
검증	산업 및 직무별 성장 기회와 참여자·기업의 실제 요구
잠재 가치	전문역량·실무 경험·성장 기회
상태	실제 자료 검증 필요

도표 L-21. 수요 검증 예시

초기 경력 성장 기회 감소를 모든 산업 및 직무에 동일하게 가정하지 않는다.

L.3.3. Cura 기반 혁신 모델

프로그램	주요 역할
Cura Career	전문역량 및 커리어 성장
Cura Venture	기업가정신·창업 및 조직 내 혁신
Cura Mentoring	전문 멘토와 성장 지원

도표 L-22. Cura 3 대 프로그램

수요기업의 과제와 참여자의 자발적 성장 의지를 산업 연계 프로젝트로 연결하고 전문 멘토·대학·수요기업·파트너와 협력한다. 취업·창업 성과는 별도 검증한다.

L.3.4. 산업 연계 실무 프로젝트 기획

항목	작성 예시
목적	실제 문제 해결 경험으로 전문역량 성장
대상	수요기업의 AI 혁신 미충족 수요
참여	정한 대상의 자발적 참여 및 선정
활동	수요 분석·문제 정의·HAW·프로토타입·검증
지원	산업 전문가 및 전문 멘토
플랫폼	Craftem 목표 모델 및 승인 도구
기간	12 주 예시
산출물	문제 정의서·혁신 모델·프로젝트 결과·성장 기록
평가	전문역량·문제 해결·책임 있는 AI 활용
후속	커리어·창업·공동 R&D

도표 L-23. 실무 프로젝트 기획

L.3.5. 12 주 정규 과정 운영

기간	활동	산출물
1~2 주	성장 목표 및 산업 이해	개인 성장 계획·수요 조사
3~4 주	수요 검증 및 원인 분석	검증서·원인 분석서
5~6 주	전문 학습 및 해결 설계	혁신 모델·요구사항
7~9 주	Work 및 프로토타입 구현	업무 명세·프로토타입
10~11 주	검증 및 개선	검증서·개선 기록
12 주	발표·성장 평가·후속 계획	결과서·성장 평가서

도표 L-24. 12 주 운영 예시

수료는 전체 연구개발·사업화·가치 검증 완료를 의미하지 않는다.

L.3.6. 참여 주체 및 책임

참여 주체	역할
멘티	자발적 참여·학습·프로젝트·성장 목표
멘티 리더	팀 조율 및 협력
전문 멘토	성장 및 전문 검토
수요기업	문제 및 요구 제공
대학 및 연구기관	교육·연구 지원
운영위원회	운영 조건·협력·보호
후원단체	자원 및 성장 지원
기술 및 생태계 파트너	승인 기술 및 전문역량

도표 L-25. 참여 주체 및 책임

교육 목적과 기업의 사업 목적, 참여자의 권리·보호·보상 및 지식재산권을 구분한다.

L.3.7. 성장 성과 및 사회적 가치 평가

성장 영역	참여 전	목표	참여 후	증거 및 의견
산업 및 직무 전문지식				
문제 정의 및 검증				
근본 원인 분석				
창의적 해결 설계				
Human-AI 협업				
실무 프로젝트 수행				
책임 및 협업				

도표 L-26. 성장 평가 기록

평가 항목	측정 대상	상태
참여 및 수료	참여·완료 기록	운영 이후 측정
전문역량	전후 비교	운영 이후 측정
실무 경험	프로젝트 및 수행 결과	운영 이후 측정
인턴십 및 취업	실제 후속 경력	추적 평가 필요
창업 및 조직 내 혁신	실제 활동	추적 평가 필요
지속적 성장	후속 학습·연구·경력	장기 추적 필요

도표 L-27. 사회적 가치 추적 평가

동일 또는 비교 가능한 평가 기준과 전문 멘토 및 실제 수행 결과를 활용한다. 수료·만족도를 취업·창업 효과로 간주하지 않으며 선택 편향 및 외부 요인을 고려한다. 실제 자료가 없어 사회적 가치 및 인과 효과는 미산정이다.

L.4. 혁신 유형별 실무 양식 선택 가이드

부록	업무혁신형	연구개발형	사회혁신형
A. 용어	공통 참조	공통 참조	공통 참조
B. 준비도	권장	권장	권장
C. 7 단계	핵심	핵심	핵심
D. HAW	핵심	권장	필요시
E. 기술 명세	핵심	필요시	필요시
F. 실증	업무 실증	핵심	필요시
G. 거버넌스	핵심	핵심	핵심
H. 가치 평가	핵심	핵심	핵심
I. 운영 전환	핵심	필요시	필요시
J. 공동 혁신	필요시	핵심	권장
K. 사례 관리	권장	권장	권장
L. 적용 예시	공통 참조	공통 참조	공통 참조

도표 L-28. 혁신 유형별 실무 양식 선택 매트릭스

혁신 단계	업무혁신형	연구개발형	사회혁신형
미충족 수요 발굴	기존 업무 문제	과학·산업 문제	성장·사회적 문제
미충족 수요 검증	업무 및 고객 자료	과학적 근거 및 산업 수요	수혜자·기관 요구
근본 원인 분석	업무·기술 제약	과학·기술 원인	구조적 성장 제약
AI 기반 해결 방안 설계	Work 및 Agent 설계	공동 R&D 모델	성장 프로그램
연구개발 및 실증	기술 및 업무 실증	과학 연구 및 기술 검증	프로그램 운영 및 효과 검증
상용화 및 사업화	업무 적용 및 운영	기술사업화 및 제품화	지속 가능한 서비스 운영
새로운 가치 창출	생산성·품질·경제 가치	과학·기술·사업 및 사회 가치	인간 성장 및 사회 편익

도표 L-29. 7 단계의 혁신 유형별 적용

실무 양식 작성 자체가 혁신 성과는 아니다. 과제의 위험 및 전문 요구에 따라 경량형·표준형·확장형으로 통합 또는 상세화하며 검증된 작성 방법을 후속 Skill·Workflow Resource 및 Agent Template 개발에 활용한다.

부록 실무 양식 통합 관리 목록

Appendix Template Catalog. 양식 ID 는 표준 양식의 식별자이며 개별 산출물 ID 와 구분한다.

부록 B — 5 개 양식

양식 ID	명칭
CA-AI-TPL-B02-01	AI 혁신 준비도 진단서
CA-AI-TPL-B03-01	준비도 평가 기준 및 증거 기록서
CA-AI-TPL-B04-01	혁신 준비도 개선 계획서
CA-AI-TPL-B05-01	AI 혁신 성숙도 평가서
CA-AI-TPL-B06-01	AI 혁신 성숙도 개선 로드맵

부록 C — 20 개 양식

양식 ID	명칭
CA-AI-TPL-C01-01	미충족 수요 발굴서
CA-AI-TPL-C01-02	산업현장 및 업무 조사 기록서
CA-AI-TPL-C01-03	이해관계자 인터뷰 기록서
CA-AI-TPL-C02-01	미충족 수요 검증서
CA-AI-TPL-C02-02	수요 검증 증거 기록서
CA-AI-TPL-C02-03	미충족 수요 우선순위 평가서
CA-AI-TPL-C03-01	근본 원인 분석서
CA-AI-TPL-C03-02	원인 가설 및 검증 기록서
CA-AI-TPL-C03-03	핵심 혁신 대상 정의서
CA-AI-TPL-C04-01	AI 혁신 모델 설계서
CA-AI-TPL-C04-02	해결 방안 대안 비교 평가서
CA-AI-TPL-C04-03	혁신 모델 요구사항 명세서
CA-AI-TPL-C05-01	연구개발 및 실증 계획서
CA-AI-TPL-C05-02	연구개발 및 실증 결과서
CA-AI-TPL-C06-01	상용화 및 사업화 계획서
CA-AI-TPL-C06-02	상용 운영 및 사업화 결과서
CA-AI-TPL-C07-01	AI 혁신 가치 실현 계획서
CA-AI-TPL-C07-02	AI 혁신 가치 검증 보고서
CA-AI-TPL-C07-03	지속 운영 및 후속 혁신 계획서
CA-AI-TPL-C08-01	7 단계 실행 산출물 추적관리

부록 D — 6 개 양식

양식 ID	명칭
CA-AI-TPL-D01-01	기존 업무 분석서(As-Is Work Analysis)
CA-AI-TPL-D02-01	Human-AI Work 재설계서(To-Be Work Design)
CA-AI-TPL-D03-01	Human-AI 업무 역할 및 책임 정의서
CA-AI-TPL-D04-01	Human-Agent Workflow Specification
CA-AI-TPL-D05-01	Human-AI Work 검증 및 평가서
CA-AI-TPL-D06-01	Human-AI Work 개선 이력서

부록 E — 10 개 양식

양식 ID	명칭
CA-AI-TPL-E01-01	Craftem Agent 명세서
CA-AI-TPL-E02-01	Craftem Agent Template 명세서
CA-AI-TPL-E03-01	Model Resource 명세서
CA-AI-TPL-E04-01	Data Resource 명세서
CA-AI-TPL-E05-01	Tool Resource 명세서
CA-AI-TPL-E06-01	Skill Resource 명세서
CA-AI-TPL-E07-01	Workflow Resource 명세서
CA-AI-TPL-E08-01	Agent 및 Resource 검증서
CA-AI-TPL-E08-02	Agent 및 Resource 등록 기록서
CA-AI-TPL-E08-03	버전 변경 및 재검증 기록서

부록 F — 7 개 양식

양식 ID	명칭
CA-AI-TPL-F01-01	과학적 연구 문제 및 가설 정의서
CA-AI-TPL-F02-01	수리과학적 문제 정식화 명세서
CA-AI-TPL-F03-01	핵심 기술 연구개발 명세서
CA-AI-TPL-F04-01	PoC 및 프로토타입 검증서
CA-AI-TPL-F05-01	파일럿 및 현장 실증 계획·결과서
CA-AI-TPL-F06-01	연구개발 및 실증 증거 관리서
CA-AI-TPL-F07-01	연구개발 결과 검토 체크리스트

부록 G — 10 개 양식

양식 ID	명칭
CA-AI-TPL-G01-01	AI 혁신 프로젝트 헌장
CA-AI-TPL-G02-01	AI 혁신 프로젝트 실행 계획서
CA-AI-TPL-G03-01	AI 혁신 역할 및 책임 매트릭스
CA-AI-TPL-G04-01	혁신 포트폴리오 관리대장
CA-AI-TPL-G05-01	프로젝트 위험관리대장
CA-AI-TPL-G06-01	Stage-Gate 검토 및 의사결정서
CA-AI-TPL-G07-01	프로젝트 변경 및 의사결정 이력서
CA-AI-TPL-G08-01	AI Agent 실행 자율성 및 권한 평가서
CA-AI-TPL-G09-01	AI 혁신 안전·보안·윤리 체크리스트
CA-AI-TPL-G10-01	프로젝트 종료 및 운영 인계서

부록 H — 9 개 양식

양식 ID	명칭
CA-AI-TPL-H01-01	AI 혁신 성과 기준선 및 목표 설정서
CA-AI-TPL-H02-01	미충족 수요 충족률(NFR) 평가서
CA-AI-TPL-H03-01	가치 실현율(VRR) 평가서
CA-AI-TPL-H04-01	경제적 가치 및 ROI 평가서
CA-AI-TPL-H05-01	TCO 및 투자 경제성 분석서
CA-AI-TPL-H06-01	사회적 가치 평가서
CA-AI-TPL-H07-01	가치 창출 종합 평가 점수(VCS) 평가서
CA-AI-TPL-H08-01	성과 가치사슬 및 성과 단절 진단서
CA-AI-TPL-H09-01	AI 혁신 가치 검증 종합 보고서

부록 I — 7 개 양식

양식 ID	명칭
CA-AI-TPL-I01-01	AI 혁신 도입 로드맵 작성서
CA-AI-TPL-I02-01	Craftem 도입 요구사항 정의서
CA-AI-TPL-I03-01	고객별 기술 및 데이터 환경 조사서
CA-AI-TPL-I04-01	Craftem 구축 및 시스템 통합 계획서
CA-AI-TPL-I05-01	상용 운영 전환 체크리스트
CA-AI-TPL-I06-01	운영 및 기술지원 관리서
CA-AI-TPL-I07-01	조직 확산 및 후속 혁신 계획서

부록 J — 6 개 양식

양식 ID	명칭
CA-AI-TPL-J01-01	산업현장 미충족 수요 제안서
CA-AI-TPL-J02-01	공동 혁신 과제 기획서
CA-AI-TPL-J03-01	공동 연구개발 참여 주체 및 역할 정의서
CA-AI-TPL-J04-01	공동 연구개발 협력 조건 정의서
CA-AI-TPL-J05-01	기술사업화 계획서
CA-AI-TPL-J06-01	공동 혁신 및 기술사업화 성과 보고서

부록 K — 5 개 양식

양식 ID	명칭
CA-AI-TPL-K01-01	AI 혁신 활용 사례 표준 양식
CA-AI-TPL-K02-01	AI 혁신 적용 모델 명세서
CA-AI-TPL-K03-01	AI 혁신 운영 사례 표준 양식
CA-AI-TPL-K04-01	활용 사례 및 운영 사례 카탈로그
CA-AI-TPL-K05-01	공개 승인 체크리스트

통합 참고문헌

Integrated References and Bibliography

편집·검증 기준일: 2026 년 11 월 28 일. 본 목록은 장별 참고문헌 및 참고자료를 통합하고, 확인한 서지정보를 반영한 통합 편집본이다. 숫자 인용 번호는 백서 전체에서 동일하게 적용한다. 직접 숫자 인용이 확인되지 않은 자료는 추가 참고자료로 구분하며, 본문 주장에 대한 실증적 근거를 의미하지 않는다. 본문 직접 인용 문헌 41 개와 추가 참고자료 41 개를 구분하였다. 인용 번호의 정합성을 점검하였으나 모든 링크의 유효성 및 원문과 본문 주장 간의 적합성 검증이 완료된 것은 아니다.

R1. 혁신 이론 및 혁신 방법론

[1] Adner, R. (2017). Ecosystem as Structure: An Actionable Construct for Strategy. Journal of Management, 43(1), 39–58. https://doi.org/10.1177/0149206316678451 *[추가 참고자료]*

[2] Chesbrough, H. W. (2003). Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology. Harvard Business School Press. *[추가 참고자료]*

[3] Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The Dynamics of Innovation: From National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of University–Industry–Government Relations. Research Policy, 29(2), 109–123. https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4 *[추가 참고자료]*

[4] Jacobides, M. G., Cennamo, C., & Gawer, A. (2018). Towards a Theory of Ecosystems. Strategic Management Journal, 39(8), 2255–2276. https://doi.org/10.1002/smj.2904 *[추가 참고자료]*

[5] Mowery, D., & Rosenberg, N. (1979). The influence of market demand upon innovation: a critical review of some recent empirical studies. Research Policy, 8(2), 102–153. https://doi.org/10.1016/0048-7333(79)90019-2

[6] OECD & Eurostat. (2018). Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation. 4th Edition. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/9789264304604-en

[7] OECD. (2011). Demand-side Innovation Policies. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/9789264098886-en *[추가 참고자료]*

[8] Prahalad, C. K., & Ramaswamy, V. (2004). The Future of Competition: Co-Creating Unique Value with Customers. Harvard Business School Press. *[추가 참고자료]*

[9] Schumpeter, J. A. (1934). The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle (R. Opie, Trans.). Harvard University Press. *[추가 참고자료]*

R2. 인간 중심 AI 및 Human-AI Work Redesign

[10] Brynjolfsson, E., Li, D., & Raymond, L. (2025). Generative AI at Work. The Quarterly Journal of Economics, 140(2), 889–942. https://doi.org/10.1093/qje/qjae044

[11] Brynjolfsson, E., Rock, D., & Syverson, C. (2021). The Productivity J-Curve: How Intangibles Complement General Purpose Technologies. American Economic Journal: Macroeconomics, 13(1), 333–372. https://doi.org/10.1257/mac.20180386

[12] Dell'Acqua, F., McFowland, E., III, Mollick, E., Lifshitz, H., Kellogg, K. C., Rajendran, S., Krayer, L., Candelon, F., & Lakhani, K. R. (2026). Navigating the jagged technological frontier: Field experimental evidence of the effects of artificial intelligence on knowledge worker productivity and quality. Organization Science, 37(2), 403–423. https://doi.org/10.1287/orsc.2025.21838

[13] Noy, S., & Zhang, W. (2023). Experimental evidence on the productivity effects of generative artificial intelligence. Science, 381(6654), 187–192. https://doi.org/10.1126/science.adh2586

[14] OECD. (2024). Explanatory memorandum on the updated OECD definition of an AI system. OECD Artificial Intelligence Papers, No. 8. https://doi.org/10.1787/623da898-en

[15] Parasuraman, R., Sheridan, T. B., & Wickens, C. D. (2000). A model for types and levels of human interaction with automation. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part A, 30(3), 286–297. https://doi.org/10.1109/3468.844354

[16] Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence (2026). The 2026 AI Index Report. https://hai.stanford.edu/ai-index/2026-ai-index-report

R3. 미충족 수요 발굴·검증 및 근본 원인 분석

[17] American Association for Public Opinion Research. (2022, March). AAPOR standards best practices. https://aapor.org/wp-content/uploads/2022/11/AAPOR-Standards-best-practices_March-2022.pdf

[18] ASQ. (n.d.). Start your journey with root cause analysis. https://asq.org/-/media/public/wqm/ASQ-WQM_RCA.pdf

[19] Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. Qualitative Research in Psychology, 3(2), 77–101. https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa

[20] Design Council. The Double Diamond. https://www.designcouncil.org.uk/resources/the-double-diamond/ (2026 년 11 월 28 일 확인).

[21] Hernán, M. A., & Robins, J. M. (2020). Causal Inference: What If. Chapman & Hall/CRC. https://miguelhernan.org/whatifbook

[22] Hill, A. B. (1965). The Environment and Disease: Association or Causation? Proceedings of the Royal Society of Medicine, 58(5), 295–300. https://doi.org/10.1177/003591576505800503

[23] Martilla, J. A., & James, J. C. (1977). Importance-Performance Analysis. Journal of Marketing, 41(1), 77–79. https://doi.org/10.1177/002224297704100112

[24] van der Aalst, W. (2016). Process Mining: Data Science in Action (2nd ed.). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-49851-4

[25] von Hippel, E. (1986). Lead Users: A Source of Novel Product Concepts. Management Science, 32(7), 791–805. https://doi.org/10.1287/mnsc.32.7.791

R4. 과학·수리과학·연구개발 및 실증

[26] NASA. (2016). NASA Systems Engineering Handbook. NASA/SP-2016-6105 Rev. 2. https://www.nasa.gov/reference/systems-engineering-handbook/

[27] OECD. (2015). Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/9789264239012-en *[추가 참고자료]*

[28] Wilkinson, M. D. et al. (2016). The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. Scientific Data, 3, 160018. https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18 *[추가 참고자료]*

R5. AI 기술 및 Agent 실행 플랫폼

[29] Hardt, D. (Ed.). (2012). The OAuth 2.0 Authorization Framework. RFC 6749. IETF. https://www.rfc-editor.org/info/rfc6749/

[30] Model Context Protocol. MCP TypeScript SDK Documentation. https://ts.sdk.modelcontextprotocol.io/v2/

[31] Model Context Protocol. The 2026-07-28 Specification. 2026. https://blog.modelcontextprotocol.io/posts/2026-07-28/

[32] Object Management Group (2014). Business Process Model and Notation (BPMN), Version 2.0.2. https://www.omg.org/spec/BPMN/2.0.2

[33] Sakimura, N., Bradley, J., Jones, M., de Medeiros, B., & Mortimore, C. (2023, December 15). OpenID Connect Core 1.0 incorporating errata set 2. OpenID Foundation. https://openid.net/specs/openid-connect-core-1_0.html

R6. 프로젝트 관리·혁신 관리 및 거버넌스

[34] Beck, K., et al. (2001). Manifesto for Agile Software Development. https://agilemanifesto.org/ *[추가 참고자료]*

[35] Cooper, R. G. (1990). Stage-Gate Systems: A New Tool for Managing New Products. Business Horizons, 33(3), 44–54. https://doi.org/10.1016/0007-6813(90)90040-I *[추가 참고자료]*

[36] Cooper, R. G. (2010). The Stage-Gate Idea to Launch System. Wiley International Encyclopedia of Marketing. https://doi.org/10.1002/9781444316568.WIEM05014

[37] Cooper, R. G., & Sommer, A. F. (2016). The Agile–Stage-Gate Hybrid Model: A Promising New Approach and a New Research Opportunity. Journal of Product Innovation Management, 33(5), 513–526. https://doi.org/10.1111/jpim.12314 *[추가 참고자료]*

[38] International Organization for Standardization & International Electrotechnical Commission. (2023). ISO/IEC 42001:2023, Information Technology — Artificial Intelligence — Management System. *[추가 참고자료]*

[39] International Organization for Standardization. (2019). ISO 56002:2019, Innovation Management — Innovation Management System — Guidance. *[추가 참고자료]*

[40] International Organization for Standardization. (2020). ISO 21502:2020, Project, Programme and Portfolio Management — Guidance on Project Management. *[추가 참고자료]*

[41] International Organization for Standardization. (2024). ISO 56001:2024, Innovation Management System — Requirements. *[추가 참고자료]*

[42] ISO 31000:2018. Risk management — Guidelines. *[추가 참고자료]*

[43] ISO 37000:2021. Governance of organizations — Guidance. *[추가 참고자료]*

[44] ISO/IEC 23894:2023. Information technology — Artificial intelligence — Guidance on risk management. *[추가 참고자료]*

[45] ISO/IEC 27001:2022. Information security, cybersecurity and privacy protection — Information security management systems — Requirements. *[추가 참고자료]*

[46] Tabassi, E. (2023). Artificial Intelligence Risk Management Framework (AI RMF 1.0). NIST AI 100-1. National Institute of Standards and Technology. https://doi.org/10.6028/NIST.AI.100-1

[47] Autio, C., Schwartz, R., Dunietz, J., Jain, S., Stanley, M., Tabassi, E., Hall, P., & Roberts, K. (2024). Artificial Intelligence Risk Management Framework: Generative Artificial Intelligence Profile. NIST AI 600-1. National Institute of Standards and Technology. https://doi.org/10.6028/NIST.AI.600-1

[48] Project Management Institute. (n.d.). PMBOK Guide [Official overview; retrieved November 28, 2026]. https://www.pmi.org/standards/pmbok *[추가 참고자료]*

R7. 사업화 및 경제적·사회적 가치 평가

[49] Centers for Disease Control and Prevention. (2024). Step 2 – Describe the Program. https://www.cdc.gov/evaluation/php/evaluation-framework-action-guide/step-2-describe-the-program.html

[50] HM Treasury. (2026). The Green Book. https://www.gov.uk/government/publications/the-green-book--2/the-green-book-2026

[51] Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1996). The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action. Harvard Business School Press. *[추가 참고자료]*

[52] Nicholls, J., Lawlor, E., Neitzert, E., & Goodspeed, T. (2012). A Guide to Social Return on Investment. The SROI Network. *[추가 참고자료]*

[53] Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers. John Wiley & Sons. ISBN 9780470876411. *[추가 참고자료]*

[54] Porter, M. E. (1985). Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance. Free Press. *[추가 참고자료]*

[55] Project Management Institute. (2019). Benefits Realization Management: A Practice Guide. Project Management Institute. *[추가 참고자료]*

[56] World Intellectual Property Organization. (n.d.). Knowledge and Technology Transfer. https://www.wipo.int/en/web/technology-transfer *[추가 참고자료]*

R8. 산업별 AI 혁신 및 응용 기술

[57] Board of Governors of the Federal Reserve System. (2026). Supervisory Guidance on Model Risk Management. https://www.federalreserve.gov/frrs/guidance/supervisory-guidance-on-model-risk-management.htm

[58] Board of Governors of the Federal Reserve System. (2026, April 17). Revised Guidance on Model Risk Management. SR Letter 26-2. https://www.federalreserve.gov/supervisionreg/srletters/SR2602.htm

[59] Brynjolfsson, E., Chandar, B., & Chen, R. (2026, August 12). Canaries in the coal mine? Six facts about the recent employment effects of artificial intelligence [Revised working paper]. Stanford Digital Economy Lab. https://digitaleconomy.stanford.edu/publication/canaries-in-the-coal-mine-six-facts-about-the-recent-employment-effects-of-artificial-intelligence/

[60] buildingSMART International. (n.d.). BIM Collaboration Format (BCF) [Standards overview]. https://www.buildingsmart.org/standards/bsi-standards/bim-collaboration-format/

[61] buildingSMART International. (n.d.). Industry Foundation Classes (IFC) [Standards overview]. https://www.buildingsmart.org/standards/bsi-standards/industry-foundation-classes/

[62] buildingSMART International. (n.d.). Information Delivery Specification (IDS) [Standards overview]. https://standards.buildingsmart.org/

[63] Dai, F., You, S., Zhu, Y., Gao, Y., Fu, L., Zhou, X., Su, J., Wang, C., Fan, Y., Tan, Q., Ma, X., Deng, X., Yu, L., Qian, H., He, Y., Ke, Y., Zhang, Z., Han, C., Chang, X., … Yuan, F. (2026). Programmable design of functional proteins from natural language. Nature. Advance online publication. https://doi.org/10.1038/s41586-026-11205-z

[64] Merchant, A., Batzner, S., Schoenholz, S. S., Aykol, M., Cheon, G., & Cubuk, E. D. (2023). Scaling Deep Learning for Materials Discovery. Nature, 624, 80–85. https://doi.org/10.1038/s41586-023-06735-9

[65] National Cancer Institute. (2026). Pancreatic Cancer Screening. https://www.cancer.gov/types/pancreatic/screening

[66] National Cancer Institute. (2026, January 30). Researchers Identify New Blood Markers That May Detect Early Pancreatic Cancer. https://www.cancer.gov/news-events/press-releases/2026/early-pancreatic-cancer-detection

[67] U.S. Copyright Office. (2025). Copyright and Artificial Intelligence, Part 2: Copyrightability. https://www.copyright.gov/ai/

[68] U.S. Department of Energy. (n.d.). EnergyPlus [Whole-building energy modeling engine overview]. https://www.energy.gov/cmei/buildings/articles/energyplus *[추가 참고자료]*

R9. 조직 변화·혁신 확산 및 인간의 성장

[69] Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. Administrative Science Quarterly, 35(1), 128–152. https://doi.org/10.2307/2393553 *[추가 참고자료]*

[70] Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. MIS Quarterly, 13(3), 319–340. https://doi.org/10.2307/249008 *[추가 참고자료]*

[71] Hiatt, J. M. (2006). ADKAR: A Model for Change in Business, Government and Our Community. Prosci Learning Center Publications. *[추가 참고자료]*

[72] Gmyrek, P., Berg, J., Kamiński, K., Konopczyński, F., Ładna, A., Nafradi, B., Rosłaniec, K., & Troszyński, M. (2025). Generative AI and jobs: A refined global index of occupational exposure (ILO Working Paper 140). International Labour Organization. https://doi.org/10.54394/HETP0387

[73] Kolb, D. A. (1984). Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development. Prentice-Hall. *[추가 참고자료]*

[74] Kotter, J. P. (1996). Leading Change. Harvard Business School Press. *[추가 참고자료]*

[75] Lent, R. W., Brown, S. D., & Hackett, G. (1994). Toward a Unifying Social Cognitive Theory of Career and Academic Interest, Choice, and Performance. Journal of Vocational Behavior, 45(1), 79–122. https://doi.org/10.1006/jvbe.1994.1027 *[추가 참고자료]*

[76] Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/oso/9780195092691.001.0001 *[추가 참고자료]*

[77] OECD. (2023). OECD Employment Outlook 2023: Artificial Intelligence and the Labour Market. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/08785bba-en *[추가 참고자료]*

[78] Rogers, E. M. (2003). Diffusion of Innovations. 5th Edition. Free Press. *[추가 참고자료]*

[79] Senge, P. M. (1990). The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization. Doubleday/Currency. *[추가 참고자료]*

[80] Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic Capabilities and Strategic Management. Strategic Management Journal, 18(7), 509–533. https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(199708)18:7%3C509::AID-SMJ882%3E3.0.CO;2-Z *[추가 참고자료]*

[81] Tornatzky, L. G., & Fleischer, M. (with Chakrabarti, A. K., et al.). (1990). The processes of technological innovation. Lexington Books. *[추가 참고자료]*

[82] Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. MIS Quarterly, 27(3), 425–478. https://doi.org/10.2307/30036540 *[추가 참고자료]*

R10. 크림슨앰버 내부 방법론 및 기획 자료

SyenaHub Cura. (2026 년 11 월 23 일). 시에나허브 큐라 운영규정 (v0.4). [내부 운영규정]. (확인한 관련 원본이며 최신 확정판 여부는 미확인.)

그 밖의 내부 기획 및 방법론은 독립 원본이 확인되지 않아 독립 참고문헌으로 수록하지 않는다.
제 3·4·12·13·15·16 장의 관련 설명을 상호참조한다.