기본연구
—
2025-08

미래 직업사회 대비를 위한 AI 기반 진로교육의 (초)개인화 방안 연구

이정민·윤혜준·김민경·이수현·이한별·김가연

KRIVET

KOREA RESEARCH INSTITUTE FOR VOCATIONAL EDUCATION & TRAINING

KRIVET 한국직업능력연구원
Korea Research Institute for Vocational Education & Training

본 저작물은 **한국직업능력연구원**에서 2025년도에 작성하여 제공한 '미래 직업사회 대비를 위한 AI 기반 진로교육의 (초)개인화 방안 연구'(이정민) 이며, 해당 저작물은 **한국직업능력연구원** 누리집(**www.krivet.re.kr**)에서 무료로 다운로드하실 수 있습니다.

머 리 말

진로교육의 패러다임이 전환점을 맞이하고 있습니다. 전통적으로 진로교육은 초중등 교육의 진학 지도, 고등교육의 취업 준비, 평생교육의 재교육을 각각 독립된 영역으로 다루어 왔습니다. 그러나 급격한 기술 변화와 직업세계의 불확실성이 증가하는 현재, 이러한 분절적 접근은 학생 개개인의 고유한 진로 발달 경로를 지원하는 데 한계를 드러내고 있습니다.

특히 인공지능 기술의 발전은 진로교육에 새로운 가능성을 열어주고 있습니다. AI는 학생 개개인의 흥미, 적성, 경험, 학습 패턴을 종합적으로 분석하여 맞춤형 진로 정보를 제공할 수 있으며, 교사는 이러한 AI의 지원을 바탕으로 학생과의 심층적인 상담과 관계 형성에 집중할 수 있게 되었습니다. 이는 단순히 기술을 도입하는 것을 넘어, 진로교육의 본질적 목적인 '학생 개개인의 진로 자기주도성 함양'을 실현할 수 있는 구체적 방법론을 제시합니다.

이 연구는 이러한 시대적 요구에 부응하여 AI 기반 진로교육의 초개인화 방안을 탐색하기 위한 목적으로 수행되었습니다. 이를 위해 국내외 AI 교육 사례를 분석하고, 진로교육 전문가, 교사, 학생을 대상으로 한 심층 면담과 설문조사를 실시하였습니다. 또한 AI-PCE(Personalized Career Education) 모델이라는 구체적인 시스템 아키텍처와 실행 방안을 제시하여, 이론적 논의를 넘어 실제 교육 현장에서 활용 가능한 청사진을 마련하고자 하였습니다.

본 연구의 결과는 학생, 교사, 사회, 국가가 어떻게 협력하여 AI 기반 진로교육 생태계를 구축할 수 있는지에 관한 구체적인 로드맵을 제공합니다. 학생은 60건 이상의 진로체험 데이터를 기반으로 자신만의 진로 로드맵을 수립할 수

있으며, 교사는 AI와 협업하여 30건 이상의 맞춤형 콘텐츠를 개발하고 주당 30분의 질 높은 진로 상담 시간을 확보할 수 있습니다. 이러한 변화를 위해서는 인프라 구축 310억 원, 플랫폼 개발 315억 원을 포함한 총 810억 원 규모의 투자와 36개월의 단계별 추진 전략이 필요함을 제시하였습니다.

본 연구 수행 과정에서 심층 면담, 전문가 협의회, 델파이 조사 등에 참여해 주신 진로교육 전문가, 진로진학상담교사, 학교 관리자, 학생, 학부모, 그리고 교육부와 시도교육청 관계자 여러분께 깊은 감사를 드립니다. 끝으로 본 보고서에 제시된 정책 제안 및 의견은 우리 원의 공식적인 의견이 아닌 연구진의 견해임을 밝힙니다.

2025년 12월

한국직업능력연구원

원장 고 혜 원

제목 차례

요약_ix

제1장 서 론_1

제1절 연구의 필요성 및 목적 ····· 3
제2절 연구 방법 및 내용 ····· 14
제3절 연구의 의의 및 한계 ····· 27
제4절 용어의 정의 ····· 35

제2장 선행연구 및 문헌 분석_39

제1절 미래 직업사회 변화와 진로교육 패러다임 전환 ····· 41
제2절 초개인화 개념 및 교육적 적용 ····· 67
제3절 AI기반 진로교육 이론 ····· 84

제3장 AI 기반 진로교육의 실제 적용 사례 분석_103

제1절 국내 에듀테크 트렌드 분석 ····· 105
제2절 국내외 AI기반 진로교육 사례 연구 ····· 109

제4장 AI 기반 진로교육 시스템 설계를 위한 전문가 델파이 조사_121

제1절 델파이 조사 설계의 개요 ····· 123
제2절 1라운드 결과: 핵심 요소 도출 ····· 130
제3절 2라운드 결과: 우선순위 및 중요도 ····· 154

제4절 3라운드 결과: 최종 합의 모델 ····· 202
제5절 소결 및 시사점 ····· 225

제5장 AI 기반 초개인화 진로교육 모델(안)_247

제1절 모델 개발의 원리 및 방향 ····· 249
제2절 모델의 구조적 체계 ····· 260
제3절 AI-PCE 핵심 프로세스 ····· 275
제4절 실행 주체별 역할 모델 ····· 282
제5절 단계별 구현 로드맵 ····· 287

제6장 AI 기반 초개인화 진로교육의 정책적 지원과 제도화 방안_293

제1절 AI 기반 진로교육을 위한 법 제도 정비 방안 ····· 295
제2절 국가 표준 플랫폼 구축 및 운영 방안 ····· 306
제3절 교사 역량 강화 체계 구축 ····· 333
제4절 예산확보 및 배분 전략 ····· 348
제5절 거버넌스 및 관리 체계 ····· 360
제6절 이해관계자 수용성 확보 전략 ····· 369
제7절 지속가능성 확보 방안 ····· 381
제8절 위험 관리 및 대응 방안 ····· 394

제7장 결론 및 제언_411

제1절 연구의 핵심 기여와 독창성 ····· 413
제2절 정책적·사회적 함의 ····· 418

제3절 연구의 한계와 후속 연구 제언 ····· 424
제4절 맺음말: AI 시대 진로교육의 새로운 지평 ····· 429

참고문헌_431

부 록_485

표 차례

〈표 2-1〉 시도교육청별 AI 맞춤형 교수·학습 플랫폼 개발 현황 ····· 72
〈표 2-2〉 사회인지 진로이론(SCCT)의 5가지 하위 모형 요약 ····· 87

〈표 3-1〉 국내 공공기관 사례 ····· 113
〈표 3-2〉 국내 민간기업 사례 ····· 114
〈표 3-3〉 해외 사례 ····· 116
〈표 3-4〉 국내외 AI 기반 진로교육 사례 종합 ····· 120

〈표 4-1〉 델파이 조사 라운드별 설계 개요 ····· 126
〈표 4-2〉 전문가 패널 구성 요약 ····· 128
〈표 4-3〉 AI 기반 진로교육의 목적과 가치에 관한 항목별 합의 결과 154
〈표 4-4〉 시스템 설계의 교육학적 기반에 관한 항목별 합의 결과 · 156
〈표 4-5〉 학습자 이해 및 진단에 관한 항목별 합의 결과 ····· 159
〈표 4-6〉 상담과 AI의 통합에 관한 항목별 합의 결과 ····· 161
〈표 4-7〉 진로교육 콘텐츠 구성에 관한 항목별 합의 결과 ····· 162
〈표 4-8〉 교사의 변화된 역할에 관한 항목별 합의 결과 ····· 164
〈표 4-9〉 실천 조건 및 지원 체계에 관한 항목별 합의 결과 ····· 166
〈표 4-10〉 수용성 및 제약 요인에 관한 항목별 합의 결과 ····· 168
〈표 4-11〉 (초)개인화 진로교육을 위한 핵심 요소 선택 ····· 171
〈표 4-12〉 Borda Count 순위 분석표 ····· 173

〈표 4-13〉 구현 단계별 클러스터 분석 ····· 174
〈표 4-14〉 데이터 입력 및 전처리에 관한 항목별 합의 결과 ····· 175
〈표 4-15〉 알고리즘 및 시스템 설계에 관한 항목별 합의 결과 ····· 178
〈표 4-16〉 출력 및 사용자 인터페이스에 관한 항목별 합의 결과 ·· 181
〈표 4-17〉 개인정보 보호 및 시스템 연동에 관한 항목별 합의 결과 · 183
〈표 4-18〉 지속가능한 운영 및 유지관리에 관한 항목별 합의 결과 · 186
〈표 4-19〉 우선순위 분석표 ····· 189
〈표 4-20〉 기술적 난이도 평가 분석 ····· 191
〈표 4-21〉 MVP 핵심 기능 우선순위 ····· 192
〈표 4-22〉 구현 단계별 클러스터 분석 ····· 193
〈표 4-23〉 기술 영역별 도전과제 매트릭스 ····· 197
〈표 4-24〉 시스템 구현 우선순위 ····· 202
〈표 4-25〉 단계별 추진 전략: 1단계(1~6개월) ····· 205
〈표 4-26〉 단계별 추진 전략: 1단계(6~12개월) ····· 206
〈표 4-27〉 단계별 추진 전략: 1단계(12~18개월) ····· 207
〈표 4-28〉 단계별 추진 전략: 1단계(12~18개월) ····· 208
〈표 4-29〉 측정 지표 타당성 비교 분석 ····· 211
〈표 4-30〉 3차 델파이 조사 최종 합의 사항 ····· 211
〈표 4-31〉 AI Agent 시스템 아키텍처 구성요소 타당성 평가 종합 212
〈표 4-32〉 구성요소별 우선순위 및 구현 전략 ····· 217
〈표 4-33〉 기술 구현 시 핵심 고려사항 ····· 221
〈표 4-34〉 기술 요소별 종합 평가 및 권고사항 ····· 222
〈표 4-35〉 권장사항 및 확장방안 ····· 222
〈표 4-36〉 AI 기술 전문가 델파이 최종 합의 사항 ····· 223

〈표 4-37〉 전문가 집단 간 관점 비교 ····· 224
〈표 4-38〉 델파이 조사 주요 시사점 종합 ····· 228
〈표 4-39〉 이론적 기반 구축의 핵심 요소 ····· 230
〈표 4-40〉 콘텐츠 구성 및 전달 체계 ····· 232
〈표 4-41〉 교사 역할 재정의 및 필수 역량 ····· 234
〈표 4-42〉 초개인화를 위한 데이터 구성 및 윤리적 원칙 ····· 237
〈표 4-43〉 AI-인간 상담자 협력 모델 ····· 240
〈표 4-44〉 시스템 구현을 위한 실천 조건 ····· 242
〈표 4-45〉 델파이 조사 종합: 핵심 원칙과 실천 과제 ····· 245

〈표 5-1〉 AI-PCE 핵심 매커니즘: 축적-편집-제안 ····· 253
〈표 5-2〉 AI-PCE 핵심 매커니즘과 설계 원리의 관계 ····· 259
〈표 5-3〉 삼자 협업 보드(Three-way Collaboration Board) ····· 261
〈표 5-4〉 Level 1: 필수 데이터(명시적 동의, 최소 수집) ····· 265
〈표 5-5〉 Level 2: 심화 데이터(선택적 동의+익명화) ····· 265
〈표 5-6〉 Level 3: 장기 추적 데이터(학생·학부모 공동 동의) ····· 266
〈표 5-7〉 학습자 여정 5단계: S-E-P-A-R 프로세스 ····· 278

〈표 6-1〉 신설 조항: 제23조의2(교육에서의 인공지능 활용 원칙) ·· 302
〈표 6-2〉 단계별 예산 배분 ····· 320
〈표 6-3〉 항목별 예산 배분 ····· 321
〈표 6-4〉 AI-PCE를 위한 교사 역량 3단계 프레임워크 ····· 334
〈표 6-5〉 AI-PCE 필수 연수 프로그램 구성(총 15시간) ····· 338
〈표 6-6〉 AI-PCE 심화 연수 프로그램 구성(총 10시간) ····· 340

〈표 6-7〉 블렌디드 러닝 모델 구성 ····· 341
〈표 6-8〉 연수 일정 옵션 ····· 342
〈표 6-9〉 AI-PCE 온라인 지원 시스템 구성 ····· 343
〈표 6-10〉 권역별 지원센터 주요 기능(17개 시도) ····· 344
〈표 6-11〉 교사 학습공동체 지원 내용 ····· 345
〈표 6-12〉 교사 인센티브 내용 ····· 346
〈표 6-13〉 AI-PCE 36개월 총예산 활용 계획 ····· 349
〈표 6-14〉 항목별 예산 배분(총 810억 원) ····· 350
〈표 6-15〉 국고 예산확보 논리 체계 ····· 351
〈표 6-16〉 국고 예산 단계적 확보 전략 ····· 352
〈표 6-17〉 시도별 교부금 소요 예산(3년간) ····· 353
〈표 6-18〉 민간 협력 모델 및 절감 효과(3년간) ····· 355
〈표 6-19〉 예산 집행 관리 프로세스 ····· 356
〈표 6-20〉 비용 효율화 전략 및 절감 효과(3년간) ····· 358
〈표 6-21〉 AI 진로교육추진단 조직 구성(총 35명) ····· 361
〈표 6-22〉 학교 운영팀 역할 분담 ····· 362
〈표 6-23〉 편향 점검 기준 ····· 363
〈표 6-24〉 포트폴리오 품질 평가 루브릭 ····· 364
〈표 6-25〉 다차원 평가 프레임워크 ····· 365
〈표 6-26〉 주기별 환류 프로세스 ····· 366
〈표 6-27〉 거버넌스 운영 원칙 ····· 367
〈표 6-28〉 위기 유형별 대응 체계 ····· 367

그림 차례

[그림 2-1] Fastest-growing jobs, 2025-2030 ····· 44
[그림 2-2] Fastest-declining jobs, 2025~2030 ····· 51
[그림 2-3] 초개인화 교육의 핵심 특성 ····· 69
[그림 2-4] 초개인화 진로교육 시스템 전체 구조 ····· 71
[그림 2-5] 서울특별시교육청의 AI 맞춤형 교수·학습 플랫폼 개념도 ·· 81

[그림 3-1] 에듀테크 코리아 페어 광고문과 참여기업 리스트 및 배치도 106

[그림 4-1] 핵심설계 원리 ····· 152
[그림 4-2] 1차 델파이 조사 결과_정책적 함의 ····· 152

[그림 5-1] 표준 API 설계 ····· 267
[그림 5-2] AI-PCE 모델 블록 다이어그램 (레이어별 통합 구조) ···· 270
[그림 5-3] S-E-P-A-R 핵심 프로세스 ····· 277

[그림 6-1] AI-PCE 실행을 위한 법제도 정비 방안 ····· 296
[그림 6-2] 플랫폼 구조: 3-Tier 모델 ····· 307
[그림 6-3] AI 진로교육추진단 구성(안) ····· 360

[그림 7-1] 기대효과 ····· 416

요 약

1. 서론

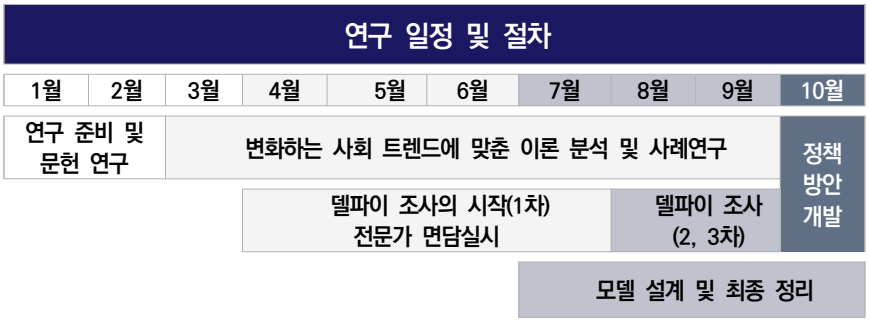
디지털 전환이 가속화되면서 직업 생태계가 근본적인 변화를 겪고 있다. 최근 세계경제포럼(2025)은 직무 구조의 전면적 개편을 전망하며, 창의적 사고와 민첩한 대응력 등을 미래 역량으로 꼽았다. 즉, 미래 사회에서 마주하게 될 불확실함과 빠른 변화 속에서 스스로 학습하고 새로운 가치를 창출하는 능력이 중요해졌음을 의미한다. 이 같은 전망은 우리 사회의 진로교육이 나아가야 할 방향을 제시한다. 현재의 진로교육은 여전히 획일적인 컨텐츠와 시대에 뒤처진 이론과 정보에 머물러있으며, 학생 개개인의 특성과 변화에 맞추어 진로를 지도할 전문인력도 부족한 실정이다. 따라서 진로교육 역시 이러한 변화에 대응하기 위해 전면적인 재체계화를 준비해야 하는 상황이다.

초개인화는 학습자의 인지, 정서, 행동, 환경에서 수집된 다양한 정보를 실시간 종합적으로 분석하여, 역동적으로 변화하는 상황에 즉각적으로 반응하고 개인에게 최적화된 피드백과 지원을 제공하는 접근법이다. AI 기술의 발전은 대규모 언어모델과 생성형 AI를 통해 데이터를 실시간 분석하여 초개인화된 교육 서비스를 현실화하고 있다. 따라서 AI를 비롯한 기술적 발전은 진로교육 분야에 새로운 패러다임을 제시한다고 볼 수 있다. 초개인화 진로교육은 학생의 내적, 외적 변화를 지속적으로 반영하여 진로 설계를 세심하게 업데이트하며, 학생 스스로 AI 도구를 활용하여 변화에 대응하고 미래를 설계하는 자기주도적 역량을 기르는데 기여할 것이다. 본 연구는 AI 기반 초개인화 진로교육의 구체적 실행 모델과 정책 방안을 탐색하고자 한

x

다. 이를 통해 개인의 성장 특성과 변화에 능동적으로 대응하는 진로교육 체계를 제시하고, 나아가 진로교육의 실효성과 적응력을 높이는 데 기여하고자 한다.

[그림 i-1] 연구 일정 및 절차



【주요 연구 절차】

① 선행연구 분석 및 연구 방향 설정	② 지속적 이론 분석 및 현황 탐색	③ 델파이조사 및 모델 개발
연구 계획 수립 - 연구 범위 설정 및 연구 설계 구체화	**미래 직업사회 변화추적** - 사회적 변화와 흐름에 대응한 메가트렌드의 지속적 분석	**델파이 1차** - 상위 전문가 대상 개별·집단 면담, 서면 작성 등을 통한 핵심 쟁점 발굴
선행 연구 수집 - 국내외 AI 진로교육 관련 문헌 수집	**초개인화 이론 심화** - 교육적 적용 사례 추가 발굴 및 최신 연구동향 반영	**델파이 2차** - 확대 패널 대상으로 중요성, 타당성, 실현가능성 평가
이론적 기반 검토 - 진로발달이론, AI 교육의 이론적 사례검토	**AI기술 발전 모니터링** - 생성형 AI 및 LLM 기술 진화 추이 실시간 반영	**델파이 3차** - 합의 확인 및 미합의 항목의 재평가
	국내외 정책 동향 분석 - AI 교육 정책 및 에듀테크 산업 변화 지속 관찰	**AI-PCE 모델 설계** - 모델 구조, 프로세스, 단계적 실행 로드맵 작성

④ 제도적 정책 방안 마련
- 법제도 정비, 국가 표준 플랫폼 구축 방안 제시, 교사 역량 강화 체계 구축, 예산확보 및 배분 전략 수립, 거버넌스 및 관리 체계, 이해관계자 수용성 확보, 지속가능성 확보, 위험관리 대응 방안 마련

2. 이론적 배경

미래의 직업사회는 인공지능 자동화로 인해 약 8,500만 개 일자리가 사라지는 동시에 9,200만 개의 일자리가 생성되는 거대한 전환기를 맞이하고 있다. 단순 반복 업무의 비중은 줄어드는 반면, AI 개발자나 빅데이터 전문가와 같은 신기술을 다루는 직업군이 빠르게 성장하며, 플랫폼 노동과 기그 이코노미의 확산으로 고용 형태 역시 더욱 다양화되고 있다.

초개인화는 기존의 개인화 개념을 확장한 접근으로, 학습자의 역동적인 상황과 맥락 정보를 실시간으로 분석해 최적의 반응을 도출한다. 즉, 실시간으로 반응하며, 맥락에 민감하고, 적응적으로 예측하고, 다차원을 한번에 고려하는 특성으로 인해, 진로교육에 적용 시 개인의 흥미와 적성뿐 아니라 학습 스타일, 발달 단계, 심리적 준비도, 가정 환경 등 다양한 요인을을 종합 고려한 맞춤형 경로 설계가 가능하다. AI 기반 진로교육은 Super(1953), Savickas(2002) 등 고전적 진로발달 이론뿐 아니라, 적응적 학습, 머신러닝·자연어처리·추천시스템 등 AI 기술이 이를 뒷받침한다. 이러한 시스템은 학습자의 진단 및 평가, 정보 제공 및 탐색, 의사결정 지원, 상담 및 코칭까지 통합적으로 수행함으로써 진로교육의 실질적 효과를 높일 수 있다.

생애주기별 진로교육 통합 모델은 초중등의 진학 연계, 대학의 직업과 경력설계, 성인기의 재교육과 전환을 하나의 흐름으로 묶어 인공지능 기반 의사결정 지원으로 여러 시나리오를 설계하게 한다. 학습자의 흥미와 적성, 발달 단계, 심리적 준비도 같은 개인 특성과 전공, 직무, 고용 정보를 실시간으로 연결해 경로를 진단하고 추천하며 보정하고, 청년실업과 전공 직무 미스매치, 창업 실패 같은 위험을 예측해 회복 경로를 제시한다.

[그림 i-2] 생애주기별 진로교육 통합 모델 (패러다임 전환의 핵심)

	초·중등 진로교육 (K-12) – 진학과 연계	고등 진로교육 (대학·전문대) – 평생교육 관점에서 직업 연계	평생 진로교육 (성인·재직자) – 재교육과 연계
패러다임 전환	– 진로교육 ≠ 직업 정보 제공 – 진로교육 = 불확실성 속 진로 탐색 역량 함양	– 대학 ≠ 취업 준비 기관 – 대학 = 평생 학습 + 다중경력 준비 시작점	– 평생교육 ≠ 진로교육과 별개 – 평생교육 = 경력전환, 재기의 핵심 수단
목표	– 자기이해 기반 진로 탐색 및 변화 적응 역량	– 취업, 창업, 경력전환 대비 통합 역량 함양	– 이직, 창업 실패, 경력단절 후 재기 지원
내용	– 자기이해 → 적성 발견 → 학과 탐색 → 진학 설계	– 전공 심화 → 직무 탐색 → 취업/창업 준비 → 경력 설계 → 재학습 계획 → 플랜B 준비	– 경력 진단 → 전환 탐색 → 재학습 → 새경력개발 → 순환(평생 반복 가능)
AI역할	– 개인 특성 기반 학과 추천, 진학 경로 시뮬레이션 – 미래 직업 변화 예측 정보 제공	– 전공-직업 매칭, 구인 정보 연계, 경력 경로 추천 – 창업 적합성 분석, 실패 대비 전환 경로 제시 – 평생 학습 로드맵 제시	– 전직 가능성 분석, 재교육 과정 추천 – 창업 실패 후 재취업 경로 설계 – 일인기업 성장 전략 및 네트워크 연결
핵심	"내가 좋아하고 잘하는 것"을 찾고, 그것이 "어떤 공부와 진학"으로 이어질 수 있는지 탐색	"지금 배우는 것"이 "평생 성장의 기반"이 되도록 취업 실패·창업 실패를 대비한 다중 시나리오 준비	"지금의 경력"이 "다음 경력의 자산"이 되도록 실패를 학습으로, 경력 공백을 재충전으로 재해석
전략	– 초경량대응: 단순 암기보다 창의성·문제해결력 강조	– 청년실업 대응: 전공-직업 미스매치 최소화, 실무역량 강화 – 창업지원: 비즈니스 모델 검증, 멘토링, 실패학습 제공	– 초경량 대응: 프리랜서·긱워커 역량 개발, 포트폴리오 관리 – 일인기업 지원: 지속가능 비즈니스 모델 구축 컨설팅

3. 국내외 사례 분석

국내에서는 한국고용정보원의 '잡케어'가 직업 추천과 진로 설계를 지원하고 있으며, 인천시교육청은 맞춤형 정보 제공과 챗봇 상담 기능을 갖춘

진로 AI 시스템을 운영하고 있다. 이 밖에도 민간 부문에서는 '진로톡톡', '노크', '메이저맵' 등 다양한 플랫폼이 활용되고 있다. 해외의 경우 인도는 국가 디지털 교육 아키텍처(NDEAR)를 기반으로 한 진로 안내 체계를 구축하고 있으며, 미국에서는 대학 진학을 돕는 AI 코칭 서비스 'Coach'와 경력 개발을 지원하는 'FutureFit AI' 같은 사례를 찾아볼 수 있다. 이 사례들을 종합적으로 살펴보면, 전반적으로 AI 활용은 아직 초기 단계에 머물러 있다고 볼 수 있으며, 아직은 교사의 역할에 대한 고려가 부족하고, 데이터 통합과 윤리적 기준에 있어 한계가 있다는 점이 주요 개선 과제로 나타났다.

4. 델파이 조사 결과

진로교육 전문가 15명과 AI 기술 전문가 12명이 참여하여 3차에 걸친 델파이 조사를 수행하였다. 분석 결과, 다음과 같은 합의점이 도출되었다.

- AI 기반 진로교육의 핵심 가치는 학생의 자기주도성을 높이고 진로 역량을 강화하는 데 있다.
- AI의 판단에 교사의 전문적 해석이 더해지는 Human-in-the-Loop 구조가 필수적이며, 교사가 결과를 검토하고 교육적 결정을 내려야 한다.
- 학업 데이터, 진로 검사 결과, 활동 이력 등 여러 데이터를 통합적으로 활용하는 것이 중요하며, 이 과정에서 개인정보 보호를 철저히 보장해야 한다.
- 교사의 역량 강화는 시스템의 지속적 성과를 좌우하는 핵심 요소로 평가되었다.

AI 기반 진로교육을 구현할 핵심기술 요소로는 대규모 언어모델, 검색 증강 생성(RAG), 추천 시스템, 예측 모델, 지식 그래프, 설명가능한 AI 등이 제시되었다.

5. AI 기반 초개인화 진로교육(AI-PCE) 모델

본 연구에서는 학생, 교사, AI가 상호 협력하여 개인 맞춤형 진로교육을 구현하는 통합적 체계로서 AI-PCE(Artificial Intelligence-hyper-Personalized Career Education) 모델을 제시한다.

AI-PCE 모델의 비전은 "모든 학생이 스스로 의미를 만들고, 작게 행동하며, 지속적으로 성장하도록 돕는 공공 진로교육의 기본 인프라 구축"이다. 이 비전은 의미 만들기(Meaning-Making), 작은 행동(Micro-Action), 지속적 성장(Continuous Growth)이라는 세 가지 핵심 개념이 상호 연결된 선순환 구조로 구성된다.

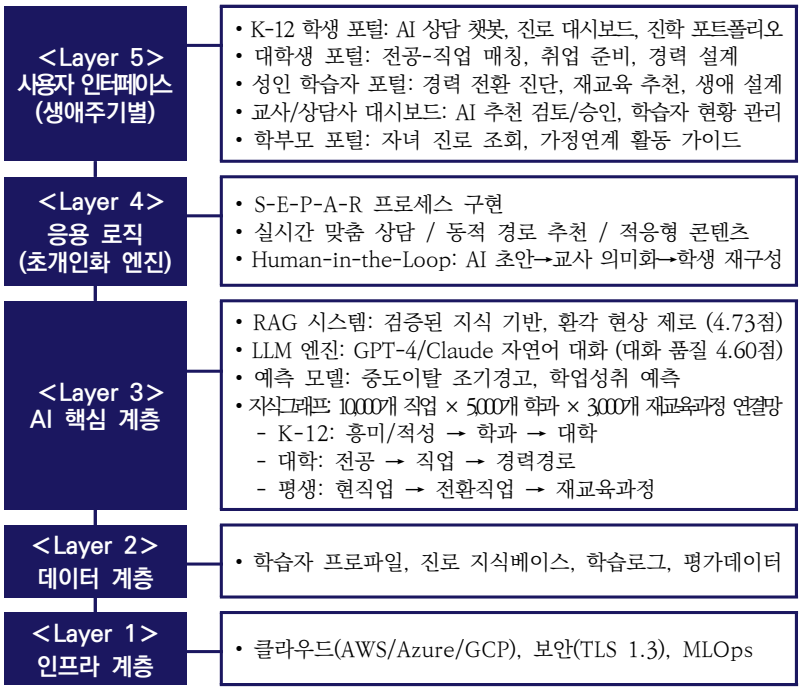
AI-PCE 모델의 차별성은 기존 진로교육의 '일회성 선택' 패러다임을 넘어서는 '축적-편집-제안(Accumulate-Edit-Suggest)' 핵심 메커니즘에 있다. 축적 단계에서는 초등학교부터 성인까지 개인 데이터를 지속적으로 축적하여 생애주기 연속성을 확보하고, 편집 단계에서는 진로 목표 변경 시 축적된 데이터를 새로운 목표에 맞게 재해석하며, 제안 단계에서는 맞춤형 경로와 실행 가능한 마이크로 액션을 설계한다.

이 모델은 델파이 조사를 통해 도출된 7가지 설계 원리를 기반으로 하며, [그림 i-3]과 [그림 i-4]와 같이 5개의 층으로 구성된다.

- 첫째, **목적의 불변, 그러나 방법 혁신의 원칙**: 진로교육의 핵심 가치는 유지하되, 구현 방식에서 AI 기술을 활용하여 효율성과 효과성을 높인다.
- 둘째, **주체성 우선의 원칙**: AI 추천은 참고자료일 뿐, 최종 결정 주체는 학생 자신이며, AI와 교사는 조력자 역할을 수행한다.
- 셋째, **과정중심의 원칙**: 자기이해→탐색→계획→실행→성찰의 순환 과정을 구조화하여 장기적 성장과 발달을 지원한다.

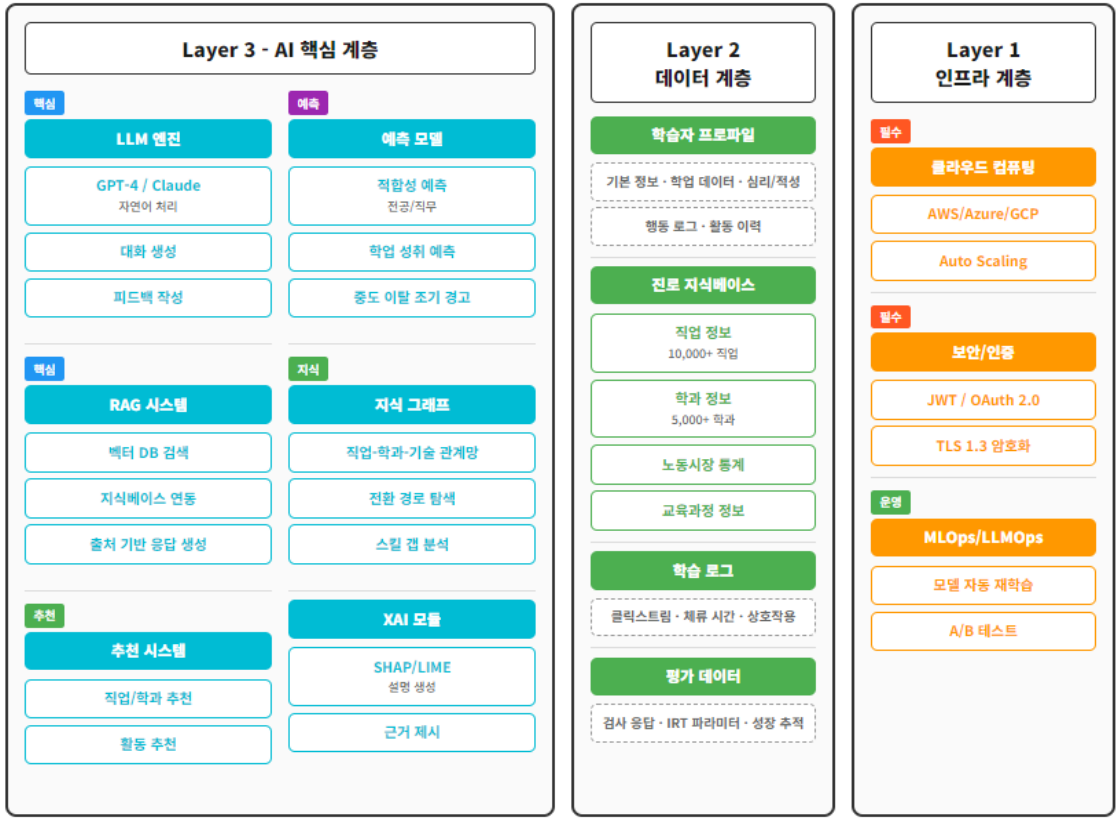
- 넷째, Human-in-the-Loop **원칙**: 교사는 AI 분석 결과를 해석하고 의미를 부여하는 핵심 주체로서, 학생의 맥락을 고려한 전문적 판단을 제공한다.
- 다섯째, **책임 있는 개인화의 원칙**: 개인정보를 최소 수집하고, 편향성을 모니터링하며, 알고리즘 공정성과 데이터 프라이버시를 보장한다.
- 여섯째, **설명 가능성의 원칙**: AI의 모든 분석과 추천은 근거를 명확히 표기하고, 학생과 교사가 이해할 수 있는 언어로 투명하게 설명한다.
- 일곱째, **접근성과 확장성의 원칙**: 공공 표준과 API 기반 설계로 모든 학생의 동등한 접근을 보장하고, 기술 발전에 따라 유연하게 확장 가능하도록 구조화한다.

[그림 i-3] 5계층 아키텍처



[그림 i-4-1] AI-PCE 모델 블록 다이어그램 (레이어별 통합 구조)

[그림 i-4-2] AI-PCE 모델 블록 다이어그램 (레이어별 통합 구조)



AI-PCE 모델의 핵심 프로세스는 S-E-P-A-R로 명명된 5단계 진로 학습 여정이다. 자기인식(Self-insight) 단계에서는 학생이 자신의 흥미, 적성, 가치관, 성격, 강점 등을 다면적으로 탐색한다. AI는 다양한 진로심리검사 결과와 학습 행동 데이터를 통합 분석하여 학생에게 자신에 대한 통찰을 제공한다. 탐색(explore) 단계에서는 AI가 학생의 특성에 맞는 직업과 학과 정보를 추천하고, 가상 직업 체험, 직업인 인터뷰 영상 등 다양한 탐색 활동을 제안함으로써 학생이 다양한 직업 세계와 교육 경로를 탐색한다. 계획(plan) 단계에서는 학생이 구체적인 진로 목표를 설정하고 실행 계획을 수립한다. 실행(act) 단계에서는 학생이 계획을 실천하며, AI는 실행 과정을 실시간 모니터링하고, 필요한 학습 자원과 활동 기회를 적시에 제공한다. 성찰(reflection) 단계에서는 학생이 자신의 진로 탐색과 실행 과정을 성찰한다.

[그림 i-5] AI-PCE 모델 핵심 프로세스: S-E-P-A-R

AI-PCE 모델의 핵심 특징은 교사와 AI의 협업 구조이다. AI는 데이터 분석과 패턴 인식에서 강점을 발휘하여 학생에 대한 객관적 정보와 다양한 옵션을 제시한다. 교사는 AI가 제공한 정보를 검토하고, 학생의 개별적 맥락과 교육적 가치를 고려하여 최종적인 판단과 조언을 한다. 이러한 협업을 통해 AI의 효율성과 교사의 전문성이 시너지를 발휘한다.

[그림 i-6] 36개월 추진 로드맵

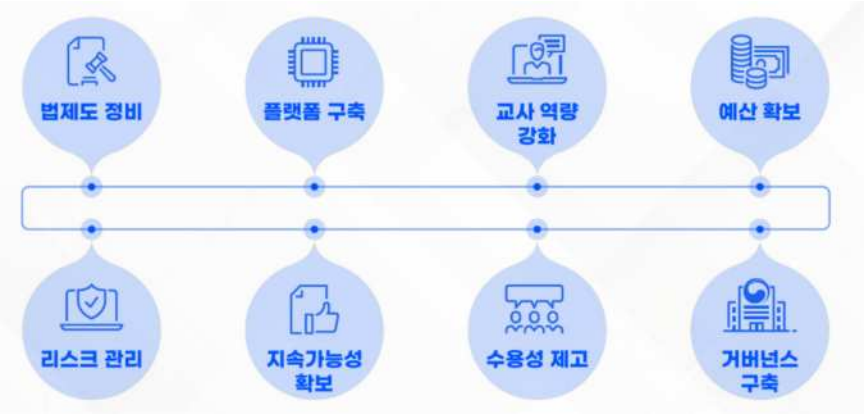
6. 정책적 지원과 제도화 방안

이 연구의 함의점을 토대로 8대 정책지원방안을 [그림 i-6]에 제시하였다.

가. 법제도 정비

AI 기반 초개인화 진로교육을 안정적으로 추진하기 위해서는 관련 법적 기반을 마련하는 것이 필수적이다. 이를 위해 'AI 진로교육 진흥법(가칭)'을 제정하여 AI 진로교육의 개념, 추진 목적, 기본 원칙을 명확히 하고, 국가·지

[그림 i-7] 8대 정책 지원 방안



방자치단체·학교의 역할과 책무를 구체적으로 규정할 필요가 있다. 해당 법에는 AI 진로교육 플랫폼의 개발과 운영 기준, 데이터 수집 및 활용의 절차, 개인정보 보호 방안, 알고리즘의 공정성과 투명성 확보, 교사와 학생의 권리 및 의무에 관한 조항이 포함되어야 한다.

아울러 현행 진로교육법과 관련 법령을 개정하여 AI 기술의 활용 근거를 명확히 하고, 개인정보 보호법과의 정합성을 확보하는 것도 중요하다. 특히 학생의 진로 관련 개인 데이터는 민감 정보로 분류되므로, 이를 안전하게 처리하기 위한 명확한 법적 근거와 보호 장치가 마련되어야 한다.

① 「AI 진로교육 촉진법」 제정	② 「개인정보보호법」 특례 조항 신설	③ AI 윤리 가이드라인 수립
• 국가와 교육청의 책무 명확화 • 예산 지원의 법적 근거 마련 (중기재정계획 반영) • AI 진로교육 추진체계 법제화	• 교육목적 데이터 활용의 법적 근거 • 학생 수정·삭제권 보장 (전문가 81.3% 합의) • 알고리즘 투명성 확보 의무화	• 3대 원칙: 편향 방지, 투명성 확보, 학생 주도성 보장 • 독립 검증기구 설치 (AI 윤리위원회) • 위반 시 제재 조항 명시
→ 정책 추진 동력 확보, 이해관계자 신뢰 구축, 예산 안정성 보장		

나. 국가 표준 플랫폼 구축

교육부 주도로 국가 차원의 AI 진로교육 표준 플랫폼을 구축할 필요가 있다. 이 플랫폼은 3계층 구조로 설계된다. 제1계층은 국가 핵심 플랫폼으로, AI 엔진, 통합 데이터베이스, 표준 API 등 핵심 인프라를 제공한다. 제2계층은 시도교육청 플랫폼으로, 지역 특성을 반영한 진로 정보와 프로그램을 제공한다. 제3계층은 학교 및 기관 플랫폼으로, 개별 학교나 진로교육 기관이 자체적으로 운영하는 시스템이 표준 API를 통해 국가 플랫폼과 연계된다.

다. 교사 역량 강화 체계

AI 진로교육의 성공적 실행을 위해서는 교사의 AI 리터러시와 AI 활용 역량 강화가 필수적이다. 이를 위해 단계적 교사 연수 체계를 구축해야 한다. 기초 단계에서는 AI 기술의 기본 개념, AI 윤리, AI 진로교육 플랫폼의 기본 사용법 등을 교육한다. 심화 단계에서는 AI 분석 결과의 해석과 활용, AI-교사 협업 전략, 개인화 진로 지도 방법론 등을 교육한다. 전문가 단계에서는 AI 시스템의 고급 활용, 학교 차원의 AI 진로교육 설계, 동료 교사 지원 등의 역량을 함양한다.

① 전문가 과정 (64시간)	② 심화 과정 (32시간)	③ 기본 과정 (16시간, 전체 교사 필수)
• AI 협력 진로상담 전문가 인증 • 데이터 해석 및 교육적 활용 심화 • 1,000명 리더교사 양성 → 일반교사 지원 체계	• 데이터 해석 및 활용실습 • AI 추천 검토 및 의미화 훈련 • 학생 맥락 고려한 재해석 연습	• AI-PCE 플랫폼 사용법 • 교사-AI 협업 모델 이해 • 윤리적 이슈 및 개인정보보호
→ 정책 추진 동력 확보, 이해관계자 신뢰 구축, 예산 안정성 보장		

라. 예산확보 및 배분 전략

AI 기반 초개인화 진로교육의 전국적 도입을 위해서는 상당한 규모의 예산 투자가 필요하다. 초기 3년간 국가 플랫폼 구축, AI 엔진 개발, 데이터 인프라 구축 등에 집중 투자하고, 이후 시스템 운영, 콘텐츠 개발, 교사 연수 등에 지속적으로 예산을 배분해야 한다.

마. 거버넌스 및 관리 체계

AI 진로교육의 효과적 추진을 위해서는 명확한 거버넌스 체계가 필요하다. 교육부 내에 'AI 진로교육 추진단'을 설치하여 정책 수립, 예산 배분, 사업 조정 등의 컨트롤타워 역할을 수행하게 한다. 시도교육청에는 'AI 진로교육 지원센터'를 설치하여 지역 단위의 실행과 지원을 담당하게 한다. 또한 교육계, 기술계, 산업계, 학계 등 다양한 이해관계자가 참여하는 '국가 AI 진로교육 협의회'를 구성하여 정책 자문, 기술 표준 수립, 윤리 가이드라인 제정 등을 수행하게 한다.

바. 이해관계자 수용성 확보

AI 진로교육의 성공적 정착을 위해서는 교사, 학생, 학부모 등 주요 이해관계자의 수용성 확보가 필수적이다. 이를 위해 다음의 전략을 추진해야 한다. 첫째, 투명한 정보 공개이다. AI 시스템의 작동 원리, 데이터 활용 방식, 기대 효과 등을 투명하게 공개하여 불안과 오해를 해소한다.

사. 지속가능성 확보 방안

AI 진로교육 시스템의 지속가능성을 위해서는 네 가지 측면의 방안이 필요하다. 첫째, 기술적 지속가능성으로, 플랫폼의 확장성, 유지보수성, 상호운용성을 설계 단계부터 고려하고 최신 기술 트렌드를 반영할 수 있는 체계의 구축이다. 둘째, 재정적 지속가능성으로, 초기 정부 투자를 기반으로 하되 장기적으로는 민간 파트너십과 콘텐츠 수익화 등 다양한 재원 확보 방안을 모색이다. 셋째, 조직적 지속가능성으로, 전담 조직과 인력을 안정적으로 확보하고 명확한 역할과 책임 체계를 구축하는 것이다. 넷째, 사회적 지속가능성으로, AI 진로교육이 사회적 가치 실현에 기여함을 지속적으로 입증하여 광범위한 사회적 지지를 확보해야 한다.

아. 위험 관리 및 대응 방안

AI 진로교육 도입 과정에서 예상되는 주요 위험과 대응 방안은 다음과 같다. 첫째, 기술적 위험이다. 시스템 오류, 데이터 손실, 보안 침해 등의 가능성이 있다. 이에 대응하여 이중화 시스템 구축, 정기적 백업, 침입 탐지 시스템 운영 등의 안전장치를 마련해야 한다. 둘째, 윤리적 위험이다. 알고리즘 편향, 프라이버시 침해, 자율성 훼손 등의 우려가 있다. 이에 대응하여 편향 모니터링 체계 구축, 엄격한 개인정보 보호 정책 시행, Human-in-the-Loop 구조 강화 등의 장치가 필요하다. 셋째, 사회적 위험이다. 디지털 격차 심화, 교사 역할 위축, 기술 과의존 등의 부작용이 우려된다. 이에 대응하여 정보소외계층 지원 강화, 교사의 전문성 재정립, 기술과 인간의 균형 잡힌 역할 분담 등의 정책을 추진한다. 넷째, 정치적 위험이다. 정권 교체, 정책 우선순위 변화 등으로 사업의 지속성이 위협받을 수 있다.

이에 대응하여 법제화를 통한 안정적 기반 마련, 초당적 사회적 합의 형성, 명확한 성과 지표 관리 등을 추진이 요구된다.

7. 결론

본 연구는 AI 기반 초개인화 진로교육의 이론적 토대를 마련하고, 실행 가능한 모델과 정책 방안을 제시하였다. 그러나 이것은 시작에 불과하다. 실제 현장 적용을 통한 효과 검증, 지속적인 기술 개선, 교사와 학생의 피드백 반영 등 앞으로 해결해야 할 과제가 많다. 또한 AI 기술이 급속도로 발전하고 있는 만큼, 교육 현장도 이에 발맞춰 유연하고 민첩하게 변화해야 한다.

미래는 예측하는 것이 아니라 준비하는 것이다. AI 기반 초개인화 진로교육은 우리 학생들이 불확실한 미래를 두려워하지 않고 주도적으로 준비할 수 있도록 돕는 강력한 수단이 될 것이다. 이를 통해 모든 학생이 자신의 꿈을 발견하고 실현할 수 있는 교육 환경을 조성하는 것이 우리의 책무이다.

[그림 i-8] 기대효과

주제어	AI 기반 초개인화 진로교육 (AI-PCE, AI-based hyper Personalized Career Education), Human-in-the-Loop, S-E-P-A-R 프로세스

제1장

서 론

제1절 연구의 필요성 및 목적
제2절 연구 방법 및 내용
제3절 연구의 의의 및 한계
제4절 용어의 정의

제1장 서 론

제1절 연구의 필요성 및 목적

1. 연구의 필요성

21세기 들어 인공지능(AI), 빅데이터, 사물인터넷, 로봇공학, 클라우드 컴퓨팅 등 디지털 전환이 가속화되면서 직업 생태계가 근본적으로 재편되고 있다(Klaus, 2016; OECD, 2019a). 세계경제포럼(WEF, 2025)은 향후 5년간 대규모 직무 재편과 함께 소멸 일자리와 창출 일자리가 동시에 늘어날 것으로 전망하며, 평생에 걸친 지속적 학습과 역량 갱신을 생존 조건으로 제시하였다. 특히 생성형 AI의 급속한 발전은 법률, 의료, 예술 등 전문 지식이나 창의성이 필수적이라고 여겨졌던 직무들도 기계로 대체될 가능성이 커지고 있다(Eloundou et al., 2023). 이러한 변화는 학생들의 진로 설계 방식을 근본적으로 재구성해야 한다는 과제를 제기한다.

더불어 기술 지식의 반감기가 짧아지고(Center for Security and Emerging Technology, 2024), '한 번의 교육으로 평생 직업'이라는 전제가 더 이상 성립하지 않게 되었다(Autor, 2015). 인구 고령화와 신흥국의 청년

층 증가가 병존하는 인구학적 변화(United Nations, 2019), 원격·플랫폼 노동의 확산(Rani et al., 2021), 그리고 전문 사무직까지 파고든 자동화(Eloundou et al., 2023; Frey & Osborne, 2017) 등은 인간-AI 협업을 전제한 일의 방식을 새로운 표준으로 만들고 있다(Acemoglu & Restrepo, 2019; Davenport & Kirby, 2016). 이러한 변화는 우리나라 청소년들에게 더욱 중요한 의미를 갖는다. 한국사회는 급격한 산업구조 변화와 저출산과 고령화가 맞물리면서 청소년들은 선배 세대보다 훨씬 더 오랜 기간 일해야 하고, 그 사이 직업을 여러 번 바꿔야 하는 상황에 놓이게 된다.

이와 같은 변화 속에서 미래 인재에게 요구되는 역량은 단순한 기술 숙련을 넘어 적응력, 학습능력, 협업능력, 창의적 사고, 감정지능 등 메타 역량까지 확장되고 있다(WEF, 2023; Ployhart & Bliese, 2006; De Rue et al., 2012; Runco & Jaeger, 2012; Mayer & Salovey, 1997). 따라서 미래 사회를 살아갈 학생들은 특정 직업에 고정되기보다 변화에 유연하게 대응하며, 지속적으로 진로를 재설계할 수 있는 자기주도적 역량을 갖추어야 한다(Super, 1990; Savickas, 2012). 이러한 사회적 현상적 요구는 진로교육이 고정된 직업 준비를 위한 교육에서 급변하는 직업 환경 속에서 다양한 가능성을 탐색하고, 이를 바탕으로 진로를 장기적이고 역동적으로 설계하도록 지원해야 한다는 것을 시사한다. 그러나 현재 학교 현장에서 이루어지는 진로교육은 여전히 정형화된 진로 심리 검사를 실시하고, 일반화된 직업정보 제공하며, 단기 체험 위주의 활동 등에 집중되고 있다. 이와 같은 진로교육의 형태는 산업사회 기반의 안정적이고 예측가능한 직업 구조를 전제로 발달한 방식이기에 현대 사회의 복잡성과 불확실성에 대응하기 어렵다(OECD, 2018; 유네스코한국위원회, 2021).

이러한 맥락에서 현재의 진로교육의 한계는 다음과 같이 정리할 수 있다.

첫째, 획일화된 콘텐츠와 지도 방식은 학생 개개인의 발달 수준, 흥미, 성향, 학습 환경을 충분히 반영하지 못한다(Holland, 1997; Spokane et al., 2002; 정철영 외, 2015). 특히 표준화된 진로 심리 검사 도구는 우리나라 학생들의 문화적, 사회적 맥락을 충분히 반영하지 못하고 있을 뿐만 아니라 빠르게 변화하는 미래 직업세계의 제대로 요구사항을 담아내지 못한다.

둘째, 진로정보는 불확실한 직업세계의 변화를 반영하기 어렵다. 특히, 신기술이나 융합 직업에 관한 정보는 부족하며, 실시간 업데이트가 어렵다는 한계가 존재한다(Hooley & Rice, 2019; 김민경 외, 2024).

셋째, 활용 인력과 여건의 현실적인 제약이 존재한다. 2022년에는 학교당 평균 0.8명의 진로상담교사가 배치되는 것으로 보고되었고, 2024년에는 학교당 평균 약 1명 수준으로 개선되었으나 여전히 진로상담교사 1명이 감당해야 하는 학생 수가 수백 명에 이르는 현실에서, 교사가 개별 학생의 특성과 발달 과정을 지속적으로 관찰하여 맞춤형 지도를 제공하는 것은 현실적으로 불가능하다(교육부·한국직업능력연구원, 2022/2024; 임은미, 2022).

넷째, 연속성과 통합성의 부재도 문제로 지적된다. 각 학년이나 학기마다 산발적인 프로그램이 제공될 뿐, 학생의 진로 성숙 과정을 장기적 관점에서 추적하며 지원하는 시스템이 부족하다. 중학교에서 고등학교로, 또 고등학교에서 고등교육 기관이나 노동시장으로 진입하는 주요 전환점에서도 연계 지원이 단절되어 있다. 일반 교과와 진로 프로그램 간의 융합 역시 충분히 이루어지지 않고 있다.

이러한 한계로 인해 학생들은 자신의 흥미와 잠재력을 충분히 인식하거나 미래 핵심 역량과 진로 선택 간의 연관성을 탐색하지 못한 채 제한된 선택에 머무르는 경우가 많으며(OECD, 2018; 유네스코한국위원회, 2021), 진로 발달 과정에 대한 장기적이고 통합적인 지원도 이루어지지 못하고 있다

(Hooley & Rice, 2019). 코로나19 이후 온라인과 에듀테크 활용의 확대에도 불구하고, 현장은 여전히 오프라인 중심과 경직된 교육과정 구조에 묶여 있다(장혜정 외, 2021; 정윤경 외, 2021).

이와 같은 한계 속에서도 주목할 점은 AI가 지능형 튜터링, 적응학습, 평가 자동화 등을 통해 교육 경험을 근본적으로 재구성할 잠재력을 지니고 있다는 사실이다(Holmes et al., 2019). 특히 대규모 언어모델(LLM: Large Language Model)과 생성형 AI는 학습자의 데이터를 기반으로 실시간으로 학습자를 진단하고 개입하여 적절한 피드백을 가능하게 하며, 대규모 개인화(Personalization at scale)를 현실적으로 가능하게 하였다(Ouyang et al., 2022).

더욱이 진로교육 맥락에서 AI는 학습자의 인지·심리적 특성, 흥미, 역량, 직업 가치관, 학업성취도, 디지털 학습 행동, 진로탐색 이력 등을 종합적으로 수집하고 분석하여 진로결정에 영향을 미치는 요인을 정밀하게 반영할 수 있다(OECD, 2021a). 이를 바탕으로 실시간 노동시장 정보를 연동하여 진로를 제안하거나(Westman et al., 2021), 개인화된 진로 로드맵 등의 진로발달 이력을 관리하기도 하며, 정서 기반 상담 지원(Picard, 1997; D'Mello & Graesser, 2012) 등 다층적이며 전생애적인 지원이 가능해진다.

또한 AI 기술은 교사가 물리적으로 모든 학생을 밀착 지도하기 어려운 현실에서, 개별 학생의 진로발달 과정을 지속적으로 모니터링하여 필요한 시점에 개입할 수 있는 보조 수단으로 활동할 수 있다. 즉, 학생의 학습 데이터, 진로탐색 활동 이력, 상담 기록 등을 종합적으로 분석하여 학생만의 고유한 진로발달 단계를 파악하고, 개별 학생에게 필요한 시점에 적절한 정보와 학습 기회를 제공할 수 있다. 이는 AI 기술이 교사의 전문성을 대체하는 것이 아니라, 교사가 더 많은 학생에게 질 높은 진로 지도를 제공할 수 있도

록 전문성을 보완하고 확장하는 증강 도구로 작용할 수 있음을 시사한다.

물론 AI 기반 진로교육이 더욱 실효성을 갖기 위해서는 공정성, 투명성, 프라이버시 보호와 같은 윤리적 원칙이 반드시 전제되어야 한다. 특히 알고리즘 편향을 최소화하고, AI가 교사의 전문적 판단을 보완하고 확장하는 보조 기능으로 활용되어야 한다(Holmes et al., 2019; 2022). 우리나라의 학력 중심의 사회적 구조나 지역 간의 교육 격차, 그리고 사교육 의존도가 높은 현실을 고려할 때, AI 기반 진로교육 시스템은 이러한 사회적 특성을 면밀히 반영하여 신중하게 설계될 필요가 있다.

따라서 이러한 맥락에서 주목받는 '초개인화(Hyper-personalization)'는 단순한 맞춤형 교육을 넘어서는 개념이다. 초개인화는 학습자의 즉각적 맥락 — 인지적·정서적·행동적 특성 — 과 환경 신호를 실시간 통합 분석하여 가장 적절한 개입을 제공하는 접근으로 정의된다(Vesanen, 2007; Montgomery & Smith, 2009; Xie et al., 2019). 즉, 초개인화된 진로교육은 학생의 발달 변화와 학습 상황을 즉각적으로 반영하여, 보다 정교하고 맥락에 기반한 진로탐색과 선택, 체험, 그리고 학습 경로의 설계 등을 가능하게 한다(Baker, Inventado, & Heffernan, 2019; UNESCO, 2022). 그 결과 학습자가 자신의 진로 설계 및 실행에 몰입함과 동시에 자기결정성을 높이고, 자신의 진로에 대한 확신을 강화하는 데 기여할 수 있다.

이와 같은 진로교육에서의 새로운 패러다임은 기존의 맞춤형 교육이 주로 사전 진단을 통해 학습자를 몇 가지 유형으로 분류하여 그에 맞는 콘텐츠를 제공하는 수준에 머물렀던 것과 질적으로 구분된다. 초개인화된 진로교육은 학습자의 실시간적인 상황과 맥락을 감지하고 반응하는 동적인 대응방식이 된다. 이는 학습자가 특정 진로정보를 탐색할 때 보이는 반응 패턴, 상담과정에서 표현하는 감정 상태, 진로 관련 과제를 수행하면서 겪는 어려움을

실시간으로 감지하여 순간적으로 학생에게 가장 필요한 정보나 지원을 제공할 수 있다.

나아가 이는 교육 불평등을 완화하고, 학습자의 다양성을 존중하고, 국가 경쟁력 제고라는 사회적 요구와 직결된다. 다시 말해, AI 기반 초개인화 진로교육은 지역이나 가정 배경, 그리고 학교 여건과 관계없이 모두에게 동등하게 질 높은 진로 지도 기회를 제공하여 교육 격차를 완화할 수 있다. 또한 학생 개개인의 고유한 강점과 잠재력을 발견하고 계발하도록 지원함으로써 단일한 성공 모델이 아닌 다양한 진로 경로와 성취를 존중하는 사회로 나아가는 데 이바지할 수 있다.

이를 종합하면 미래 직업사회의 급격한 변화와 이러한 변화에 대한 전통적 진로교육의 구조적 한계로 인한 대응력 약화, AI 기술의 교육적 잠재력이 교차하는 지금이야 말고 AI 기반 진로교육의 초개인화 방안 연구를 진행해야 하는 적기임은 분명하다. 이에 본 연구는 이러한 시대적 요구에 부응하여, 학생이 자신의 누적된 데이터와 사회적 정보에 기반해 자기주도적으로 진로를 설계하고 실행할 수 있도록 지원할 수 있는 실행 가능한 대안을 제시하고자 한다.

2. 연구의 목적

본 연구는 4차 산업혁명과 AI 기술 발전으로 인한 미래 직업세계의 불확실성과 빠른 변화에 대응하여 학생 개개인의 고유한 특성과 역량을 바탕으로 자기주도적 진로 설계 능력을 갖춘 미래 인재를 양성하는 것을 궁극적 목표로 한다.

이러한 근본적인 연구목적을 달성하기 위해, AI 기반 진로교육의 초개인

화 방안을 제안하는 것을 목표로 한다. 구체적으로 초개인화 방안의 핵심 결과물로서 'AI 기반 초개인화 진로교육(AI based hyper-Personalized Career Education, AI-PCE) 모델'을 개발하며, 이 모델은 초개인화 진로교육의 이론적 틀과 실행 체계를 통합적으로 구현할 수 있는 방안을 제안하고자 한다. 나아가 이렇게 개발된 모델이 공교육 체계에 효과적으로 통합될 수 있도록 정책적·제도적 실행 방안을 함께 제시하고자 한다.

본 연구가 제시하는 AI-PCE 모델은 전통적 진로교육의 획일성과 정형성을 극복하고, 변화하는 직업 환경과 개별 학습자의 발달 과정을 실시간적으로 뿐만 아니라 종합적으로 반영하여 AI와 교사가 협력하는 진로교육 생태계를 구축하고자 한다. 궁극적으로는 모든 학생이 자신만의 고유한 진로 경로를 탐색하고 이를 설계할 수 있도록 지원할 수 있는 근간을 만드는 것이다.

가. 세부 연구 목표

앞서 제시한 본 연구의 궁극적 목표를 달성하기 위해 다음과 같은 세 가지 세부 목표를 설정하였다.

첫째, 미래 직업환경 변화와 초개인화 개념에 대한 체계적 분석을 통해 AI-PCE 모델의 이론적 기반을 정립한다. 이를 위해 4차 산업혁명과 AI 기술 발전이 초래하는 직업세계의 구조적 재편과 새로운 노동시장을 분석하여, 미래 인재에게 요구되는 핵심 역량을 규명한다. 또한 초개인화의 개념과 교육적 적용 가능성을 탐색하고, AI-PCE의 이론적 토대를 검토하였다. 이를 바탕으로 기존 진로교육 패러다임의 한계를 진단하고, 학습자 중심의 자기주도적 진로 설계 역량의 함양을 지원하는 진로교육의 새로운 방향과 원리

를 제시하고자 하였다.

둘째, 국내외 AI 기반 진로교육 사례 분석을 통해 상황적 시사점을 도출한다. 구체적으로 국내 에듀테크 트렌드를 분석하고, 국내외에서 시행되고 있는 AI 기반 진로교육 사례를 조사하여 운영 방식, 기술적 특성, 교육적 성과를 비교 분석하였다. 이를 통해 현재의 기술적 수준과 교육적 효과를 평가하고, 개선이 필요한 영역과 우리나라 교육 현장에 주는 시사점을 파악하고자 하였다.

셋째, 델파이 조사를 통해 진로교육 전문가와 AI 기술 전문가의 합의를 바탕으로 한 AI-PCE 모델을 개발하고, 정책적 실행 방안도 함께 제시한다. 진로교육 전문가, AI 기술 전문가, 교육정책 전문가, 현장 교사 등 다양한 분야의 전문가를 대상으로 3라운드 델파이 조사를 진행하였고, 그 결과를 토대로 AI-PCE 모델의 핵심 구성 요소, 설계 원리, 구현 조건에 대한 합의를 도출하고자 하였다.

궁극적으로 이러한 연구 결과를 토대로 학습자 개별 특성에 기반한 진로 경로 추천, 역량 개발 로드맵 제시, 적응적 학습 지원, 정서 인식 기반 상담 지원 등이 통합된 AI-PCE 모델을 설계하고자 한다. 이 모델은 AI 기반 진로교육 초개인화 방안의 구체적 실행 체계로서, 개별 학생의 발달 과정과 실시간 맥락을 반영하여 학습자가 필요로 하는 시기에 맞추어 쌍방향적인 지원을 제공하고자 하였다. 또한 개발된 모델이 실제 교육 현장에서 효과적으로 작동할 수 있도록 제도적 정책적 방안도 함께 제시하였다.

나. 주요 연구 문제

본 연구의 목적 달성을 위해 다음과 같은 네 가지 주요 연구 문제와 그에 따른 세부 연구 질문을 설정하였다.

1) 미래 직업사회 변화가 진로교육에 미치는 영향은 무엇인가?

4차 산업혁명과 AI 기술 발전이 직업 구조와 노동시장의 구조에 미치는 영향을 살펴보고, 이러한 변화가 학습자의 진로발달과 진로교육의 방향 설정에 주는 시사점을 도출한다.

① 미래 직업시장의 변화는 학습자의 진로 역량 개발에 어떤 시사점을 제공하는가?

- 4차 산업혁명과 AI 기술 발전이 직업군 구성과 노동시장 구조적 변화에 어떠한 변화를 불러오며, 이러한 변화가 학습자의 진로 설계 방식이나 형태에 주는 시사점은 무엇인가?
- 미래 직업사회가 요구하는 핵심 역량과 직무 환경 변화는 학습자의 진로 역량 개발에 어떠한 영향을 미치며, 이를 반영한 진로교육의 방향은 어떻게 설정해야 하는가?

2) AI 기반 초개인화 진로교육의 이론적 기반은 무엇인가?

초개인화의 개념과 교육적 적용 가능성을 탐색하고, AI 기반 진로교육의 이론적 토대를 검토하여 AI-PCE 모델 설계의 기반을 마련한다.

① 초개인화의 개념은 진로교육에 어떻게 적용될 수 있는가?

- 초개인화의 개념과 특성은 무엇이며, 기존 개인화 교육이나 맞춤형 교육과 어떻게 차별화되는가?
- 초개인화 접근이 진로교육에 제고하는 가능성은 무엇이고, 여기에는

어떠한 한계가 있는가?

② AI 기반 진로교육의 이론적 기반은 무엇인가?

- AI 기술이 진로교육에 적용될 수 있는 이론적 근거와 방법은 무엇인가?
- AI와 교사의 협력적 진로교육 모델을 위한 설계 원리는 무엇인가?

3) 현시점에서 국내외 AI 기반 진로교육의 현황과 시사점은 무엇인가?

국내외 AI 기반 진로교육 사례를 분석하여 현재의 기술적 수준과 교육적 효과를 평가하고, 개선이 필요한 영역을 파악하고 진단한다.

① 국내 에듀테크 트렌드와 AI 기반 진로교육 현황은 어떠한가?

- 국내 에듀테크 산업의 발전 방향과 AI 기술 활용 현황은 어떠한가?
- 국내 AI 기반 진로교육 서비스의 특성과 한계는 무엇인가?

② 국내외 AI 기반 진로교육 사례가 주는 시사점은 무엇인가?

- 국내외 주요 AI 기반 진로교육 사례들의 운영 방식, 기술적 특성, 교육적 성과는 어떠하며, 이를 통해 얻을 수 있는 시사점은 무엇인가?
- 이러한 AI 진로교육 시스템들의 한계와 개선이 필요한 영역은 무엇이며, 이를 극복하기 위한 방법은 무엇인가?

4) 전문가 합의 기반의 AI-PCE 모델과 제도적, 정책적 방안은 무엇인가?

델파이 조사를 통해 전문가 합의 기반의 AI-PCE 모델을 개발하고, 제도적, 정책적 실행 방안을 제시한다.

① AI-PCE 모델의 핵심 구성 요소는 무엇인가?

- 전문가들이 제시하는 AI-PCE 모델의 핵심 요소와 설계 원리는 무엇인가?
- 모델의 구조적 체계, 핵심 프로세스, 실행 주체별 역할은 어떻게 설계되어야 하는가?

② AI-PCE의 실현을 위한 정책적, 제도적 요건은 무엇인가?

- 법 제도 정비, 국가 표준 플랫폼 구축, 교사 역량 강화 등 모델 실현을 위한 정책적 지원 방안은 무엇인가?
- 예산확보, 거버넌스 구축, 이해관계자 수용성 확보 등 지속 가능한 확산 전략은 무엇인가?

제2절 연구 방법 및 내용

본 연구는 4차 산업혁명과 AI 기술 발전으로 인한 미래 직업세계의 변화에 대응할 수 있는 AI-PCE모델을 설계하고, 그 실현 가능성과 정책적, 제도적 확산 전략을 제시하기 위해 문헌 연구, 사례 분석, 델파이 조사를 통합하는 다층적인 연구 방법을 적용하였다. 본 연구는 크게 세 가지 단계로 구성되며, 각 단계별 주요 방법과 내용은 다음과 같다.

1. 문헌 연구

문헌 연구는 미래 직업사회 변화, 초개인화의 개념 및 교육적 적용, AI 기반 진로교육 이론 등 세 가지 주제를 중심으로 이루어졌다.

가. 미래 직업사회에 관한 예측 연구

글로벌 메가트렌드 분석을 통해 미래 직업사회를 형성하는 주요 동력을 파악하였다. 세계경제포럼(WEF), OECD, 한국고용정보원, 한국직업능력연구원(KRIVET) 등에서 발간한 보고서를 바탕으로 인구 구조의 변화(고령화 vs 젊은 노동력), 기술 혁신(AI, 로봇, 자동화), 경제 패러다임 변화(플랫폼 경제, 기그 이코노미), 사회문화적 변화(원격근무, 일-삶 균형) 등 네 가지 핵심 메가트렌드를 체계적으로 분석하였다.

특히 직업 생태계의 변화를 집중적으로 검토하여 신규 창출 직업군과 소멸 위험 직업군을 분석하고, 직업 수명 주기의 단축화 현상과 스킬 기반 고용 시장으로의 전환을 탐색하였다. 이를 통해 미래 인재에게 요구되는 핵심 역량으로 인간-AI 협업 역량, 창의성과 비판적 사고, 적응력과 회복탄력성,

평생학습 능력과 자기주도성을 도출하였다.

나. 초개인화의 개념 및 교육적 적용

초개인화의 정의 및 특성을 규명하기 위해 개인화(Personalization), 맞춤화(Customization), 초개인화(Hyper-Personalization)의 개념적 차이를 분명히 하고, 초개인화의 핵심 구성 요소를 분석하였다. 특히 데이터 기반 개인 프로파일링, 실시간 적응형 콘텐츠 전달, AI 기반 예측적 진로 안내, 지속적 피드백 루프 등 네 가지 핵심 요소를 체계화하였다.

또한 교육 분야에서의 초개인화 연구 동향을 검토하여 적응형 학습 시스템(Adaptive Learning Systems), 지능형 튜터링 시스템(Intelligent Tutoring Systems), 학습자 모델링(Learner Modeling) 기법 등의 발전 과정과 특징을 분석하고, 초개인화 교육의 효과성에 대한 국내외 실증 연구를 종합하여 학습 성과 향상, 학습 동기 및 참여도 개선, 개인차 고려 교육의 장단점을 파악하였다.

다. AI 기반 진로교육 이론의 검토

진로발달 이론의 진화 과정을 체계적으로 검토하였다. 홀랜드(Holland)의 RIASEC 이론, 슈퍼(Super)의 생애-공간 이론, 고트프레드슨(Gottfredson)의 제한과 타협 이론 등 전통적 진로발달 이론과 카오스 진로 이론(Chaos Theory of Careers), 사회인지 진로 이론(Social Cognitive Career Theory) 등 현대적 진로발달 이론을 비교 분석하였다. 특히 AI 시대의 진로발달 이론적 확장을 탐색하여, 전통 이론과 AI 기술의 융합 가능성을 검토하였다.

또한 AI 기술과 진로교육의 융합 방안을 구체적으로 분석하였다. 진로교

육의 본질과 현재의 한계를 진단하고, AI 기반 진로교육의 필요성과 구현 방식을 제시하였다. 특히 자기이해 기반 진단의 정밀화와 맞춤형 진로 경로 설계 및 추천, 그리고 진로탐색 과정의 실시간 피드백과 몰입도와 실행력 증진 등 AI가 진로교육에 기여할 수 있는 구체적 영역을 규명하였다.

더 나아가 머신러닝 기반의 진로 예측 모델과 자연어 처리(NLP)를 적용한 진로상담 및 추천 시스템의 진로교육 적용 등 AI 기술의 구체적 활용 방안을 검토하였다. 또한 다중지능이론 기반 진로 매칭과 성격 특성과 직업 적합성 분석 및 개인별 학습 경로 최적화 알고리즘 등 AI를 활용한 개인화 진로교육 모델의 이론적 기반을 마련하였다. 아울러 교사 역할 변화와 Human-AI 협력 모델, 그리고 개인정보 보호와 형평성 및 책무성 등 윤리적 고려사항도 함께 탐색하였다.

2. 사례 분석

국내외 AI 기반 진로교육의 현황을 살펴보고 실천적 시사점을 도출하기 위해 사례 분석을 수행하였다.

가. 국내 에듀테크 트렌드 분석

국내 에듀테크 산업의 발전 방향과 AI 기술 활용 현황을 분석하여 AI 기반 진로교육 도입을 위한 기술적·산업적 환경을 파악하였다. 특히 11개 시도교육청이 공동 개발 중인 'AI 맞춤형 교수·학습 플랫폼'의 추진 현황과 계획을 검토하여 국내 교육 현장의 AI 도입 준비 상태와 정책적 방향을 분석하였다. 또한 서울, 인천, 부산, 경남, 울산, 광주, 제주, 전북, 전남, 경북, 세종, 강원 등 주요 시도교육청의 AI 교육 플랫폼 개발 사례를 비교 분석하

여 각 지역의 특화된 접근 방식과 공통 과제를 도출하였다. 이를 통해 AI 기반 교육 시스템 구축을 위한 기술적 인프라와 데이터 표준화, 상호운용성 확보 등의 중요성을 확인하였다.

나. 국내외 AI 기반 진로교육 사례 연구

국내외에서 시행되고 있는 AI 기반 진로교육 사례를 조사하고 운영 방식과 기술적 특성 및 교육적 성과를 비교 분석하였다. 또한 주요 사례의 강점과 한계를 평가하여 우리나라 교육 현장에 적용가능한 모델 설계 방향을 도출하였다. 특히 해외 선진 사례에서 나타나는 개인정보 보호와 알고리즘 투명성, 교사-AI 협력 모델 등의 실천 방안을 중점적으로 검토하였다. 또한 고용노동부의 '고용24' 플랫폼 등 국내 주요 진로교육 플랫폼의 AI 활용 사례를 분석하여 교육 현장과의 연계 가능성을 탐색하였다.

3. 델파이 조사

문헌 연구와 사례 분석의 결과를 바탕으로, 진로교육 전문가와 AI 기술 전문가를 대상으로 수정된 델파이 조사를 실시하여 AI 기반 초개인화 진로교육 모델의 구성 요소와 설계 원칙, 정책적 실행 조건에 대한 전문가 합의를 도출하였다.

가. 수정된 델파이 방법론의 적용

본 연구에서는 1차 조사에서 이론적 전문성과 고도의 기술적 식견을 갖춘 상위 전문가 집단이 참여하여 핵심 쟁점과 주요 항목을 도출하고, 2·3차 조사에서는 상위 전문가 집단에 교육 현장의 실무경험을 갖춘 현장 전문가 집

단을 추가하여 패널을 확대함으로써 이론적 타당성과 실천적 적용 가능성을 동시에 확보하는 수정된 델파이 방법론을 적용하였다.

나. 델파이 조사의 실시

델파이 조사는 2025년 4월부터 9월까지 총 3차에 걸쳐 진행되었다. 1차 조사에서는 진로교육 전문가 11명과 AI 기술 전문가 7명으로 구성된 상위 전문가 집단을 대상으로, 개별면담과 집단면담을 통해 AI 기반 초개인화 진로교육 시스템의 핵심 쟁점을 발굴하였다. 2차 조사에서는 1차 참여 전문가에 더해 초중등 관련 교육기관 소속의 현장 전문가를 추가로 포함하여 진로교육 전문가 16명과 AI 기술 전문가 15명으로 패널을 확대하고, 온라인 설문을 통해 5점 척도 기반의 중요도 및 타당성 평가를 실시하였다. 그리고 3차 조사에서는 동일한 확대 패널을 대상으로 전문가 의견의 합의 여부를 확인하고, 합의 기준에 미달한 항목에 대해 재평가를 진행하였다.

다. 합의 기준 및 결과

합의 기준은 평균 4.0점 이상과 표준편차 1.0 이하 및 내용타당도 비율(CVR) 0.37 이상으로 설정하여 전문가 간 의견 수렴의 객관성을 확보하였다. 이러한 수정된 델파이 방법론을 통해 AI 진로교육 시스템의 구성 요소와 설계 원칙 및 정책적 실행 조건에 대해 이론적으로 타당하면서도 현장 적용 가능성이 높은 전문가 합의를 도출할 수 있었다.

4. AI 기반 진로교육 모델 설계

델파이 조사 결과를 종합 분석하여 AI 기반 초개인화 진로교육(AI-PCE: AI hyper-Personalized Career Education) 모델의 설계 원칙과 구조적 체계 및 핵심 프로세스를 설계하고 실행 주체별 역할과 정책적 실행 방안을 제시하였다.

가. 모델의 기본 방향 및 핵심 가치

AI-PCE 모델은 학습자의 정체성과 자기결정력 및 실행력을 핵심 가치로 설정하고, 인공지능을 보조적 조력자로 활용하여 개인의 맥락에 부합하는 진로탐색과 계획 및 실행과 성찰을 책임 있게 개인화하는 모델이다. 델파이 조사 결과 진로교육 전문가 그룹과 AI 기술 전문가 그룹 모두 교사 중심성 확립을 최우선 과제로 합의했으며, 이는 인공지능이 교사를 대체하는 것이 아니라 교사의 전문성을 증강하는 역할을 수행해야 함을 명확히 한다.

나. 설계 원칙 및 구조적 체계

AI-PCE 모델은 목적의 불변성, 방법 혁신, 주체성 우선, 과정중심, 휴먼 인 더 루프(Human-in-the-Loop), 책임 있는 개인화와 설명가능성, 접근성과 확장성 등 7대 설계 원칙을 기반으로 하며, 사용자 경험부터 신뢰 및 운영 기반까지 5계층 참조 아키텍처로 구조화되었다.

다. 핵심 프로세스 및 협력 모델

핵심 프로세스는 Self-Insight(자기이해)와 Explore(탐색) 및 Plan(계획)과

Act(실행), 그리고 Reflect(성찰)의 S-E-P-A-R 순환 구조로 설계되었으며, AI와 교사 및 학생 간의 3단계 협력 루틴을 통해 인간-AI 협력 모델을 구현하였다.

라. 실행 주체 및 성과지표

실행 주체와 성과지표로는 학생과 교사, 진로상담교사, 학교 데이터 담당자, 학교 리더십, 지역 및 시도 컨소시엄과 국가 센터, 보호자 등 일곱 주체의 명확한 역할을 정의하고, 학습자 차원과 교육과정 차원, 그리고 형평성과 신뢰 차원으로 구성된 성과지표 체계를 수립하였다.

5. 정책적 실행 방안

AI-PCE 모델의 실제 현장 적용을 위한 포괄적인 정책적·제도적 실행 방안을 도출하였다. 델파이 조사 결과, 진로교육 전문가 그룹은 법 제도 정비와 국가 표준 플랫폼 구축 및 교사 역량 강화가 모두 동등하게 중요하다는 데 전원 합의하였으며(합의율 100%), AI 기술 전문가 그룹은 RAG 기반 지식 검증 시스템을 최우선 기술 과제로 제시하였다(평균 4.73점). 이러한 전문가 합의를 바탕으로 8가지 영역의 정책적 실행 방안을 제시하였다.

가. AI 기반 진로교육을 위한 법 제도 정비 방안

현행 법령의 AI 기반 개인화 교육에 대한 법적 근거 부재를 해소하기 위해 '(가칭) AI 진로교육 촉진법' 제정, 「개인정보 보호법」 특례 규정 신설, 그리고 「진로교육법」과 「교육기본법」 개정 등 세 가지 층위의 법 제도 정비 방안을 제시하였다. 또한 학생 데이터 주권 5대 권리(열람권, 이동권, 정정권, 삭제권, 처리 내역 확인권)를 법적으로 명시하고, 알고리즘 투명성 확보

와 교사 중심성 확립 등 AI 기반 진로교육의 안정적 도입과 운영을 위한 법적 기반을 마련하였다.

나. 국가 표준 플랫폼 구축 및 운영 방안

AI-PCE 모델을 실제 작동 가능한 시스템으로 구현하기 위해 중앙-지역-학교의 3단계 계층 구조(3-Tier)와 기능별 5계층 아키텍처를 통합한 국가 표준 플랫폼 구축 방안을 제시하였다. 즉 중앙 플랫폼은 핵심 AI 엔진(LLM+RAG)과 표준 API 및 국가 진로정보 DB 통합을 담당하고, 지역 플랫폼은 지역 특화 콘텐츠를 제공하며, 학교 플랫폼은 학생 데이터 관리와 교사 지원에 집중하는 역할 분담 체계를 확립하였다. 플랫폼 개발은 4단계 36개월에 걸쳐 최소 기능 제품 시범부터 전국 확산까지 점진적으로 추진하는 로드맵을 수립하고, 하이브리드 클라우드 모델과 7개 레이어 다층 보안 체계를 강화하여 개인정보 보호와 시스템 안정성을 확보하였다. 특히 델파이 조사에서 강조된 RAG 기반 지식 검증 시스템(평균 4.73점)을 구현하여 AI의 환각 현상을 최소화하고, 민간의 우수한 콘텐츠가 연계될 수 있는 개방형 플랫폼으로 설계하였다.

다. 교사 역량 강화 체계 구축

델파이 조사 결과, 교사 역량 강화가 AI 기반 초개인화 진로교육의 성공 요인으로 최우선 과제로 선정(Borda 점수 85점, 68.8%가 필수 요소)됨에 따라 3단계 레벨 체계(기초-숙련자-전문가)의 연수 프로그램을 설계하였다. 모든 진로 담당 교사가 이수해야 하는 15시간의 필수 연수는 AI 기초 이해, 시스템 활용 실습, 교사-AI 협업 실천, 데이터 및 윤리 등 4개 모듈로 구성

하고, 심화 연수 10시간을 선택적으로 제공하여 교사의 전문성 수준에 맞는 성장 경로를 마련하였다. 또한 블렌디드 러닝 모델(온라인 40%, 집합 40%, 실천 20%)을 적용하여 시간적 제약을 최소화하고, 24/7 헬프 데스크와 온라인 커뮤니티 및 권역별 지원센터 등 온오프라인 통합 지원 체계를 구축하였다. 아울러 우수 활용 교사 포상과 연구비 지원 및 승진 가산점 등 인센티브 제도를 통해 교사의 자발적 참여를 유도하였다.

라. 예산확보 및 배분 전략

36개월간 총 810억 원의 소요 예산을 **'신중한 시작, 검증된 확산'** 원칙에 따라 Stage 0-1(시범, 180억 원)에서 충분한 검증을 거친 후 Stage 3(전국 확산, 400억 원)에 집중 투자하는 전략을 수립하였다. 또한 플랫폼 개발(265억 원, 33%)과 인프라 구축(165억 원, 20%) 등 기술 인프라에 53%를 배정하고, 교사 연수(123억 원, 15%)와 콘텐츠 개발(128억 원, 16%)에도 상당한 투자를 배분하였다. 국고 예산확보를 위해 법적 근거와 사회경제적 타당성(B/C Ratio 3.2)을 제시하고, 나아가 지방교육재정교부금(3년간 약 270억 원)과 민간 협력(3년간 60억 원 절감)을 통한 다층적 재원 확보 전략을 마련하였다. 아울러 투명한 집행을 위해 4단계 프로세스(계획-집행-모니터링-평가)와 대국민 공개 원칙을 확립하고, 클라우드 최적화 및 오픈소스 활용 등 효율화 전략으로 총 110억 원의 비용 절감 효과를 창출하였다.

마. 거버넌스 및 관리 체계

국가 단위에서는 교육부 산하에 차관급 단장이 이끄는 AI 진로교육추진단(35명)을 설치하고, 지역 단위에서는 17개 시도교육청에 AI 진로교육센터

(10~15명)를 구축하며, 학교 단위에서는 진로진학상담교사 중심의 운영팀을 구성하는 3단계 추진 조직 체계를 수립하였다. 독립적 감독을 위해 AI 진로교육 자문위원회(17명)와 개인정보보호 감독위원회(9명) 및 알고리즘 편향 점검단(7명) 등 자문 및 감독 기구를 구성하고, 분기별 편향 점검과 월별 개인정보 감사 등 정기적 모니터링 체계를 마련하였다. 이에 따른 성과 평가는 효과성(진로성숙도, 자기결정성)과 만족도(학생, 교사, 학부모), 형평성(성별·지역·SES 격차)과 윤리(개인정보 침해, 권리 요청 처리) 등 다차원 지표로 실시하고, 월·분기·반기·연간 단위로 환류 체계를 통해 지속적 개선 방안을 도모하였다.

바. 이해관계자 수용성 확보 전략

델파이 조사에서 학부모 저항(75.0%)과 교사 저항(62.5%)이 주요 장애 요인으로 식별됨에 따라 이해관계자별로 맞춤형 수용성 확보 전략을 수립하였다. 먼저 학부모를 위해서는 3단계 소통 전략(사전 소통 - 도입 초기 - 안정화)을 적용하여 학부모 설명회와 개인정보 보호 워크숍, 〈월간 뉴스레터〉와 학부모 포털 운영 등을 통해 불안을 안심으로 전환하고, FAQ 50개와 핵심 메시지 프레이밍을 활용하여 투명하게 정보를 제공하였다. 한편, 교사를 위해서는 업무 경감 효과 가시화와 전문성 강화 프레임 제시, 단계적 역량 강화 프로그램과 교사 커뮤니티 활성화 등을 통해 저항을 최소화하고, 교사 자문단 운영과 베타 테스트 참여 등으로 시스템 개선 과정에 교사를 직접 참여시켜 주인의식을 고취하였다. 그리고 학생에 대해서는 학생 자문위원회 구성과 UX 평가단 운영, 게이미피케이션 요소 도입 등을 통해 자발적 참여를 유도하고, 선택권 부여와 설명가능성 보장 및 개인정보 자기결정권 교육

등을 통해 학생 주체성을 확보하였다.

사. 지속가능성 확보 방안

AI-PCE 시스템이 일회성 프로젝트로 끝나지 않고 장기적으로 발전할 수 있도록 5가지 차원의 지속가능성 방안을 마련하였다. 먼저, 재정적 지속가능성을 위해 다원화된 재원 확보 전략(국가 예산, 교육청 매칭 펀드, 민간 파트너십)과 효율적 예산 운용 체계(비용-효과 분석, 클라우드 활용, 오픈소스 활용) 및 재정 투명성 확보(예산 공개, 외부 감사)를 제시하였다. 다음으로 기술적 지속가능성을 위해 모듈형 아키텍처 설계와 AI 모델 지속 개선 체계, 그리고 5개년 기술 로드맵을 수립하고, 데이터 품질 관리와 시스템 안정성 확보 방안을 마련하였다. 또한, 제도적 지속가능성을 위해 관련 법령 정비와 중장기 계획 수립(최소 5년), 나아가 정책 연속성 보장 장치와 국제 협력 및 표준화 참여를 제안하였다. 아울러 인적자원 지속가능성을 위해 전문인력 양성 체계와 지식 관리 시스템, 그리고 멘토링 체계와 혁신 친화적 조직문화 조성을 제시하였다. 마지막으로 사회문화적 지속가능성을 위해 정기적 공론화와 형평성 지속 모니터링 및 교육적 가치 우선의 원칙을 확립하였다.

아. 위험 관리 및 대응 방안

기술 및 윤리적 위험과 사회 및 운영적 위험을 체계적으로 식별하고 예방 조치와 대응 전략을 마련하였다. 먼저 기술적 위험 관리로는 시스템 장애 대비 이중화 체계 구축과 데이터 보안을 위한 다층 보안 체계(방화벽, IDS/IPS, 암호화), 그리고 AI 모델 성능 지속 모니터링과 기술 종속성 완화

를 위한 벤더 중립적 아키텍처를 제시하였다. 다음으로 윤리적 위험 관리로는 알고리즘 편향 사전 분석 및 제거와 학생 자율성 보장을 위한 인터페이스 설계, 개인정보 목적 제한 원칙과 설명 가능한 AI(XAI) 기법 적용을 마련하였다. 또한 사회적 위험 관리로는 형평성 지표 설정 및 모니터링과 취약 계층 지원 프로그램 운영, 적극적 소통과 투명한 정보 공개를 통한 사회적 신뢰 구축을 제안하였다. 나아가 운영적 위험 관리로는 법적 근거 마련을 통한 예산 안정성 확보와 핵심 인력 유출 방지, 이해관계자 간 갈등 해결 메커니즘과 법적 책임 명확화를 제시하였다. 그리고 통합 위험 관리 체계로 위험관리위원회, 전담팀, 비상대응팀을 구성하고, 정기적 위험 평가와 실시간 모니터링, 사후 검토 및 모의훈련을 통한 학습과 개선 체계를 수립하였다.

6. 연구의 일정 및 절차

본 연구의 주요 일정 및 절차는 다음과 같다.

연구 일정 및 절차

1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월
연구 준비 및 문헌 연구		변화하는 사회 트렌드에 맞춘 이론 분석 및 사례연구							정책 방안 개발
			델파이 조사의 시작(1차) 전문가 면담실시				델파이 조사 (2, 3차)		
						모델 설계 및 최종 정리			

【주요 연구 절차】

① 선행연구 분석 및 연구 방향 설정	② 지속적 이론 분석 및 현황 탐색	③ 델파이조사 및 모델 개발
연구 계획 수립 - 연구 범위 설정 및 연구 설계 구체화	**미래 직업사회 변화추적** - 사회적 변화와 흐름에 대응한 메가트렌드의 지속적 분석	**델파이 1차** - 상위 전문가 대상 개별·집단 면담, 서면 작성 등을 통한 핵심 쟁점 발굴
선행 연구 수집 - 국내외 AI 진로교육 관련 문헌 수집	**초개인화 이론 심화** - 교육적 적용 사례 추가 발굴 및 최신 연구동향 반영	**델파이 2차** - 확대 패널 대상으로 중요성, 타당성, 실현가능성 평가
이론적 기반 검토 - 진로발달이론, AI 교육의 이론적 사례검토	**AI기술 발전 모니터링** - 생성형 AI 및 LLM 기술 진화 추이 실시간 반영	**델파이 3차** - 합의 확인 및 미합의 항목의 재평가
	국내외 정책 동향 분석 - AI 교육 정책 및 에듀테크 산업 변화 지속 관찰	**AI-PCE 모델 설계** - 모델 구조, 프로세스, 단계적 실행 로드맵 작성

④ 제도적 정책 방안 마련

- 법제도 정비, 국가 표준 플랫폼 구축 방안 제시, 교사 역량 강화 체계 구축, 예산확보 및 배분 전략 수립, 거버넌스 및 관리 체계, 이해관계자 수용성 확보, 지속가능성 확보, 위험관리 대응 방안 마련

제3절 연구의 의의 및 한계

1. 연구의 의의

본 연구의 이론적, 실천적, 정책적 측면에서 의의는 다음과 같다.

가. 이론적 의의

첫째, 본 연구는 진로교육 이론과 AI 기술의 융합적 접근을 시도하였다. 기존의 진로발달 이론(Super, 1990; Holland, 1997; Gottfredson, 2005)은 AI 시대 이전에 발전한 이론으로 AI가 진로탐색 과정에 어떻게 통합될 수 있는지에 대한 이론적 논의가 충분하지 않았다. 본 연구는 전통적 진로이론의 핵심 통찰인 자기이해의 중요성과 개인을 둘러싸고 있는 환경 탐색의 필요성, 그리고 개인의 발달적 과정으로서의 진로 선택을 유지하며 실행할 수 있도록 지원하는 데 AI 기술이 어떻게 지원하고 증강할 수 있는지를 체계적으로 탐구하였다.

둘째, 교육학적으로 정당화된 AI 활용 프레임워크를 제시하였다. 현존하는 많은 AI 교육 시스템은 기술 중심적으로 설계되어 교육학적 근거가 취약한 것을 확인하고, 본 연구는 구성주의 학습 이론(Vygotsky, 1978), 자기결정성 이론(Deci & Ryan, 2000), 메타인지 이론(Flavell, 1979) 등 이미 잘 확립되어 검증된 교육학 이론을 토대로 AI 활용의 교육적 정당성을 확보하였다. 특히 AI를 단순한 정보제공자가 아니라, 학습촉진자(learning facilitator)로 개념화하였다.

셋째, 인간-AI 협업 모델의 이론적 토대를 제공하였다. 교육 분야에서 인

간과 AI의 관계를 어떻게 설정할 것인지는 아직 충분히 이론화되지 않은 영역임을 확인하였다. 이에 본 연구는 AI를 보완성 원칙에 기반하여 AI의 교육적 역할을 개념화하였다. 즉, AI가 제공하는 데이터 분석과 패턴 인식, 저장된 학습자의 정보 편집 등을 활용하여 교사가 맥락을 해석하고 학습자와의 관계를 형성하는 역할을 배분하여 AI와 교사가 각자의 강점을 발휘하는 협업 모델을 제시하였다. 이는 교육 분야뿐만 아니라 인간-AI 상호작용(Human-AI Interaction) 연구 전반에도 기여할 것이다.

넷째, 책임있는 AI(Responsible AI) 개념을 진로교육 맥락에 구체화하였다. 현 상황에서 AI의 윤리적 논의는 주로 추상적 원칙 수준에서 이루어져 있음을 확인하고, 본 연구는 진로교육이라는 구체적 맥락에서 투명성, 공정성, 책임성, 설명가능성 등이 실제로 어떻게 구현되어야 하는지를 상세히 제시하였다. 이는 교육에서의 AI에 관한 윤리 연구의 중요한 사례 연구가 될 것이다.

나. 실천적 의의

첫째, 교육 현장에 현실적으로 적용 가능한 구체적인 모델을 제공하였다. 본 연구는 추상적인 이론이나 원칙에 머무르지 않고, 시스템의 아키텍처와 사용자 인터페이스, 데이터 구조와 표준 API, 교사 연수 프로그램과 학생 활동 가이드 등 실제 구현에 필요한 다양한 요소를 포괄적으로 제시하였다. 특히 4단계 36개월 개발 로드맵과 단계별 검증 전략을 통해 실행가능성을 제고하였다.

둘째, 교육 격차를 해소에 이바지할 수 있는 방안을 제시하였다. 현재 진로교육의 질은 학교의 여건과 지역의 자원, 가정의 경제력에 따라 큰 차이를

보인다. AI-PCE 모델을 반영한 시스템은 모든 학생에게 동등한 품질의 맞춤형으로 진로 지원을 제공함으로써 이러한 격차를 실질적으로 완화할 수 있다. 특히 진로정보와 자원이 부족한 농산어촌 지역이나 저소득층 학생에게 큰 도움이 될 것이다.

셋째, 교사의 전문성 신장을 지원하는 구체적인 프로그램을 제공함으로써 교사 연수 체계를 제안하였다. 교육현장에서 AI는 교사의 역할을 대체하는 것으로 사용되는 것이 아니라 교사가 해야 하는 반복적이고 시간 소모적인 업무(데이터 정리, 정보 검색, 리포트 작성 등)에서 벗어나, 학생과의 심층상담과 관계 형성에 더 많은 시간을 할애할 수 있도록 지원한다. 또한 3단계 레벨 체계(기초-심화-전문가)의 교사의 역량 강화 연수 프로그램을 통해 AI 리터러시와 데이터 기반 의사결정 역량을 강화함으로써 교사의 전문성을 새로운 차원으로 발전시킬 수 있을 것으로 기대한다.

넷째, 학생의 진로 설계 역량을 실질적으로 향상시킬 수 있는 진로 개발 프로세스를 제시하였다. S-E-P-A-R 프로세스를 통해 학생은 자기이해를 심화하고(Self-Insight), 다양한 진로를 탐색하며(Explore), 구체적인 계획을 수립하고(Plan), 작은 실행을 시작하며(Act), 자신의 경험을 성찰하는(Reflect) 전 과정을 체계적으로 경험할 수 있도록 설계하였다. 이는 단순히 학생이 AI에게 진로정보만 제공받는 것 이상으로, 평생에 걸쳐 활용할 수 있는 정보의 저장-편집-인출의 서비스를 제공받음으로써 진로 설계 역량을 기를 수 있을 것이다.

다섯째, 진로교육 생태계 전반의 혁신을 촉진할 수 있는 국가 수준의 개방형 플랫폼 모델을 제시하였다. AI-PCE 시스템은 표준 API를 제공하여 민간의 우수한 진로교육 콘텐츠와 서비스가 연계될 수 있는 개방형 플랫폼으로 기능하도록 설계하였다. 이는 공공의 안정성과 민간의 혁신성이 결합되는

선순환 생태계를 조성하여 진로교육 분야 전체의 질적인 혁신 도약을 이끌 것이다.

다. 정책적 의의

첫째, 국가 진로교육 정책의 패러다임 전환 방향을 제시하였다. 본 연구는 개별 학교나 교사의 자발적 노력에 의존하는 기존 방식에서 벗어나, 국가가 표준 플랫폼을 구축하고 모든 학생에게 공평한 서비스를 제공하는 공공 인프라 모델로의 전환을 제안하였다. 이는 진로교육을 선택적 부가 서비스임과 동시에 모든 학생의 기본 권리로 재정립하는 정책적 전환을 의미한다.

둘째, 법 제도 정비의 구체적 방향을 제시하여 정책적 제도적 지속성을 확보하였다. 현행 법령은 AI 기반 개인화 교육에 대한 명확한 규정을 담고 있지 않아 법적 불확실성이 존재한다. 본 연구는 '(가칭) AI 진로교육 촉진법' 제정(총 7개 장 27개 조문), 「개인정보 보호법」 특례 규정 신설, 「진로교육법」과 「교육기본법」 개정 등 포괄적인 법 제도 정비 방안을 제시하여 정책입안자와 입법자에게 실질적 가이드를 제공하였다.

셋째, AI-PCE 실행을 위한 예산확보와 이를 배분하는 합리적 근거를 제공하였다. 36개월간 총 810억 원의 소요 예산에 대해 항목별 배분(플랫폼 개발 33%, 인프라 구축 20%, 콘텐츠 개발 16%, 교사 연수 15% 등)과 단계별 집행 계획 뿐만 아니라 비용/편익 분석(B/C Ratio 3.2)을 제시하여 예산 당국과 국회를 설득할 수 있는 객관적 근거를 마련하였다. 또한 국고와 지방교육재정교부금(3년간 약 270억 원)과 민간 협력(60억 원 절감) 방안을 제안하여 다층적 재원 확보 전략을 제시하였다.

넷째, AI-PCE 의 현장 적용을 가능하게 할 거버넌스의 체계적인 구축을

위한 청사진을 제시하였다. 교육부 AI 진로교육추진단(차관급 단장, 35명)과 시도교육청 AI 진로교육센터(10~15명) 및 단위 학교 운영팀으로 이어지는 3단계 추진 조직의 구성과 함께 AI 진로교육 자문위원회(17명)와 개인정보 보호 감독위원회(9명), 알고리즘 편향 점검단(7명) 등 자문 및 감독 기구의 구성과 운영 방안을 구체적으로 제시하여 정책 집행의 실효성을 높였다.

다섯째, 이해관계자 수용성 확보 전략을 제공하였다. 델파이 조사 결과 학부모 저항(75.0%)과 교사 저항(62.5%)이 주요 장애 요인으로 식별되었다. 본 연구는 이해관계자별로 3단계의 소통 전략(학부모: 사전 소통 - 도입 초기 - 안정화, 교사: 업무 경감 - 전문성 강화 - 참여형 개선)과 이때 활용될 핵심 메시지 프레이밍(불안을 안심으로, 부담을 혜택으로), 그리고 저항 대응 시나리오(개인정보 유출 우려, AI 과의존 우려, 교육 격차 심화 우려 등) 등을 구체적으로 제시하여 정책 추진 과정에서 발생할 수 있는 사회적 갈등을 최소화하고 합의를 도출할 수 있는 방안을 마련하고자 하였다.

여섯째, AI-PCE가 개인의 전생애 발달 지원을 위한 지속가능성 확보 방안을 제시하였다. AI-PCE 시스템이 일회성 프로젝트로 끝나지 않고 장기적으로 운영되고 발전할 수 있도록 재정적(다원화된 재원 확보, 효율적 예산 운용), 기술적(모듈형 아키텍처, AI 모델 지속 개선, 5개년 기술 로드맵), 제도적(법령 정비, 중장기 계획, 정책 연속성 보장), 인적(전문인력 양성, 지식 관리 시스템, 멘토링 체계), 그리고 사회문화적(공론화, 형평성 모니터링, 가치 지향성 유지) 지속가능성을 다차원적으로 검토하여 각 항목별 구체적 방안을 제시하였다.

일곱째, AI-PCE 실행의 측면에서 예상되는 위험 관리 체계를 수립하였다. 기술적(시스템 장애, 데이터 보안, AI 모델 성능 저하, 기술 종속성), 윤리적(알고리즘 편향, 학생 자율성 침해, 개인정보 오남용, 투명성 부족), 사회적

(사회적 불평등 심화, 사회적 반발, 교사 역할 변화에 따른 갈등), 운영적(예산 부족, 인력 유출, 이해관계자 간 갈등, 법적 책임) 위험을 체계적으로 식별하고, 각 위험에 대한 예방 조치와 대응 방안을 마련하여 정책 실패 가능성을 최소화하였다. 통합 위험 관리 체계로 위험관리위원회와 전담팀 및 비상대응팀을 구성하고, 정기적 위험 평가와 실시간 모니터링, 사후 검토 및 모의훈련을 통한 학습과 개선 체계를 수립하였다.

여덟째, 국제적 리더십 확보의 기반을 마련하였다. 본 연구를 통해 개발된 한국형 AI-PCE 모델은 국제 표준 개발에 참여하고, 개발도상국에 한국의 경험과 기술을 전파함으로써, AI 교육 분야에서 한국의 선도적 위상을 확립하는 토대가 될 것이다.

2. 연구의 범위와 한계

가. 연구의 범위

본 연구는 다음과 같이 대상, 내용, 기술, 정책의 네 가지 측면에서 수행되었다.

첫째, 본 연구의 결과물에 대한 1차적인 수혜 대상 측면에서는 한국의 중학교와 고등학교 학생(만 12~18세)을 우선적으로 감안하여 작성하였다. 초등학생은 발달 단계상 자기주도적 진로탐색에 한계가 있다. 대학생과 성인은 진로결정의 성격과 맥락에서 염두해야 할 더 많은 내용을 감안할 때, 본 연구 수행의 기간 및 예산의 범위를 초과하는 것으로 판단하여 제외하였다. 다만 향후 확장 가능성은 열어 두었다.

둘째, 내용 측면에서는 진로교육의 전 영역을 포괄하되, 특히 자기이해와 진로탐색, 진로 설계, 진로 실행, 그리고 성찰에 초점을 맞추었다. 따라서 구

직 기술에 관한 훈련이나 취업 알선과 같은 직업교육 영역은 본 연구의 범위를 벗어난다고 볼 수 있다.

셋째, 기술 측면에서는 대규모 언어모델(LLM)과 검색 증강 생성(RAG) 지식 그래프와 개인화 알고리즘 등 최신 AI 기술을 활용하되, 기술 자체의 개발보다는 교육적 맥락에서의 적절한 활용에 보다 초점을 맞추어 연구를 수행하였다.

넷째, 정책 측면에서는 **AI-PCE** 모델의 도입과 운영을 위한 법 제도 체계 확립과 플랫폼 구축, 교사 역량 강화와 예산확보, 거버넌스 체계와 이해관계자 수용성, 그리고 지속가능성과 위험 관리 등 포괄적 정책 지원에 관한 구체적이고 실현 가능한 측변에서 방안을 제시하였다.

나. 연구의 한계

본 연구는 다음과 같은 한계를 갖는다.

첫째, AI-PCE와 관련된 실증 데이터의 부재이다. 본 연구는 진로교육에 관한 개념적 모델 개발과 전문가 검증을 중심으로 수행되었다. 하지만 실제 학생을 대상으로 한 실증분석이나 대규모 실험 및 종단 연구는 수행하지 않았다. 따라서 **AI-PCE** 모델의 실제 효과성은 향후 시범 운영과 본격적인 도입 과정에서 반드시 검증되어야 하는 영역이다. 또한 델파이 조사를 통해 전문가 합의를 도출하기는 하였으나, 학생의 실제 진로성숙도 향상이나 자기결정성 증가 등의 본 연구가 기대하는 성과가 실제 시스템 운영을 통해 확인할 수 있을지는 미지수이다.

둘째, 기술적 구현의 세부 사항은 여전히 부족하다. 본 연구는 시스템 설계를 위한 전체 아키텍처(3-Tier 플랫폼 모델, 5계층 참조 아키텍처)와 핵심

기능(RAG 기반 지식 검증, S-E-P-A-R 프로세스, 삼자 협업 보드)을 제시하고자 하였다. 그러나, 기술적 측면에서 기능구현에 관한 소스 코드 수준의 세부 사항이나 특정 알고리즘의 수학적 증명은 다루지 않았다. 이는 후속 개발 과정에서 AI 기술 전문가들에 의해 완성되기를 기대한다.

셋째, 문화적 맥락에서 본 연구의 일반화는 어느 정도가 한계가 존재할 것이다. 다시 말해, 본 연구는 한국의 교육 체계와 문화적 맥락을 기반으로 설계되었다. 따라서 교육 체계와 진로 교육의 문화 및 기술 인프라가 다른 국가에 그대로 적용하기는 어려울 수 있으며, 각국의 맥락에 맞는 적용이 필요하다.

넷째, 본 AI-PCE의 장기적 영향에 대해서는 불확실하다. AI 기반 진로교육이 학생의 실제적인 진로 선택과 대학 전공 만족도, 직업 적응과 생애 진로발달 등에 미치는 장기적 영향은 수년에 걸친 종단 연구를 통해서만 밝혀질 수 있을 것이다. 이에 본 연구는 장기 학습자 추적 시스템의 설계 방향을 제시하였으나 장기 효과는 장담하기 어렵다.

다섯째, 본 연구의 수행 단시 예상치 못한 부작용의 가능성에 관한 것이다. 모든 혁신적인 기술이 그렇듯 AI 기반 진로교육도 설계 단계에서 예측하지 못한 부작용은 초래할 수 있다. 본 연구는 연구 수행과정에서 예측한 위험 요인(시스템 장애, 데이터 보안, 알고리즘 편향, 사회적 반발 등)에 대한 대응 방안을 마련하긴 하였다. 그러나, 시스템 운영 과정에서 새로운 문제가 발견될 수 있으며, 이에 대한 지속적인 모니터링과 대응이 필요한 부분이다.

이러한 한계에도 불구하고 본 연구는 AI 기반 진로교육의 이론적 토대와 실천적 방향을 제시하고, 향후 연구와 정책의 출발점을 마련했다는 점에서 중요한 의의를 지닌다.

제4절 용어의 정의

본 연구에서 사용하는 주요 용어를 다음과 같이 정의한다.

- AI 기반 초개인화 진로교육(AI-PCE: AI based hyper-Personalized Career Education): 대규모 언어모델(LLM), 검색 증강 생성(RAG), 지식 그래프, 개인화 알고리즘 등 최신 AI 기술을 활용하여 각 학생의 흥미, 적성, 가치관, 학업 성취, 환경적 맥락을 종합적으로 고려한 맞춤형 진로 지원을 제공하면서도 학생의 주체성과 교사의 전문성을 존중하고, 교육적 형평성과 윤리적 책임성을 보장하는 진로교육 체계
- 대규모 언어모델(LLM: Large Language Model): 수십억 개 이상의 매개변수를 가진 심층 신경망 구조로, 방대한 텍스트 데이터를 학습하여 인간 수준의 자연어 이해와 생성 능력을 갖춘 AI 모델. 본 연구에서는 Gemini 1.5 Pro / FlashGPT-4, Claude Sonnet 4.5 등을 지칭
- 검색 증강 생성(RAG: Retrieval-Augmented Generation): 대규모 언어모델(LLM)이 학습한 지식만으로 응답하는 것이 아니라, 외부 지식베이스에서 관련 정보를 실시간으로 검색하여 응답 생성에 활용함으로써 정보의 정확성과 최신성을 높이고, 환각(hallucination) 현상을 줄이는 기술
- 학생 주체성(Student Agency): 학생이 자신의 진로발달 과정에서 수동적으로 정보를 받아들이는 존재가 아니라, 정보를 능동적으로 탐색하고, 비판적으로 판단하며, 주체적으로 결정하고, 책임감 있게 실행하는 행위자로서의 역할과 능력

- 교사 중심성(Teacher Centrality): AI가 교사를 대체하는 것이 아니라, 교사가 AI를 도구로 활용하여 학생을 더 효과적으로 지원하는 체계. 특히 AI의 추천을 학생의 개별적 맥락에서 해석하고 의미를 부여하는 교사의 전문적 역할을 강조
- 책임 있는 개인화(Responsible Personalization): 학생 개인의 특성에 맞춘 맞춤형 서비스를 제공하되 알고리즘의 편향을 방지하고, 개인정보를 철저히 보호하며, 의사결정 과정을 투명하게 공개하고, 학생과 학부모의 선택권을 존중하는 윤리적 개인화 방식
- 삼자 협업 보드(Triadic Collaboration Board): AI가 데이터 기반 추천을 제공하고, 교사가 이를 학생의 맥락에서 검토하고 의미화하며, 학생이 이를 바탕으로 자신의 언어로 재해석하고 실천 계획을 수립하는 3자 협업 과정을 지원하는 디지털 작업 공간
- Human-in-the-Loop: AI가 완전히 자동화된 의사결정을 내리는 것이 아니라, 중요한 단계마다 인간(교사)이 개입하여 검토하고 승인하는 체계. 이는 AI의 오류와 편향을 방지하고, 인간의 판단과 책임을 보장하기 위한 안전장치
- 형평성 모니터링(Equity Monitoring): AI 시스템이 성별, 지역, 사회경제적 배경, 장애 여부 등에 따라 차별적인 서비스를 제공하지 않는지를 실시간으로 감시하고, 격차가 발견되면 즉시 개입하는 체계
- 설명가능 AI(XAI: Explainable AI): AI가 특정 추천이나 판단을 내린 이유를 사람이 이해할 수 있는 언어로 설명할 수 있는 능력. 블랙박스 같은 불투명한 AI가 아니라, 그 작동 원리와 근거를 투명하게 공개하는 AI

- 지식 그래프(Knowledge Graph): 직업, 전공, 역량, 활동 등의 개념(노드)과 그들 사이의 관계(에지)를 그래프 구조로 표현한 지식 표현 방식. 이를 통해 AI는 단순한 키워드 매칭을 넘어 개념 간의 의미적 연결을 이해하고 추론할 수 있음.
- S-E-P-A-R 프로세스: 학생의 진로발달을 지원하는 5단계 순환 과정으로 Self-Insight(자기이해) → Explore(탐색) → Plan(계획) → Act(실행) → Reflect(성찰)의 약자로, 학생이 이 과정을 반복하며 점진적으로 진로성숙도를 높여 가도록 설계됨.
- 진로성숙도(Career Maturity): 개인의 발달 단계에 비추어 적절한 진로결정을 내릴 수 있는 준비도를 의미함. 진로에 대한 태도적 측면(계획성, 탐색성, 독립성)과 인지적 측면(자기이해, 직업세계 이해, 의사결정 능력)을 포괄
- 진로준비행동(Career Preparation Behavior): 합리적이고 올바른 진로결정을 위해 수행하는 행동. 정보 수집 활동, 필요한 도구나 장비 준비, 실제 활동 수행 등을 포함함.
- 자기결정성(Self-Determination): 자신의 행동을 스스로 결정하고 통제한다는 느낌으로 Deci와 Ryan(2000)의 자기결정성 이론에 따르면, 자율성(autonomy), 유능감(competence), 관계성(relatedness)의 세 가지 기본 심리적 욕구가 충족될 때 자기결정성이 높아짐.
- 알고리즘 편향(Algorithmic Bias): AI 알고리즘이 학습 데이터에 내재된 사회적 편견(성별, 인종, 사회계층 등에 대한 고정관념)을 학습하여 특정 집단에게 불공정하거나 차별적인 결과를 산출하는 현상

- 개인정보 자기결정권(Right to Informational Self-Determination): 자신에 관한 정보가 언제, 어떻게, 어느 범위까지 타인에게 전달되고 이용될 수 있는지를 스스로 결정할 수 있는 권리. 헌법상 기본권으로 인정됨.
- 교육 형평성(Educational Equity): 모든 학생이 그들의 사회경제적 배경, 지역, 성별, 장애 여부 등에 관계없이 동등한 질의 교육을 받을 권리와 기회를 갖는 것. 단순한 평등(equality)을 넘어, 각자의 필요에 맞는 차별화된 지원(differentiated support)을 통해 실질적으로 공정한 출발선을 보장하는 개념

이상의 용어 정의는 본 연구 전반에 걸쳐 일관되게 적용된다.

제2장

선행연구 및 문헌 분석

제1절 미래 직업사회 변화와 진로교육 패러다임 전환
제2절 초개인화 개념 및 교육적 적용
제3절 AI기반 진로교육 이론

제2장 선행연구 및 문헌 분석

제1절 미래 직업사회 변화와 진로교육 패러다임 전환

1. 미래 직업사회 변화 예측과 실증 분석

미래 직업사회를 형성하는 주요 동력은 서로 관련된 글로벌 메가트렌드에서 확인할 수 있다. 본 절에서는 이러한 글로벌 메가트렌드를 체계적으로 분석하고, 이를 통하여 미래 직업사회를 전망하고자 한다.

가. 인구 구조의 변화: 고령화 vs 젊은 노동력

세계 각국의 인구 구조는 두 극단으로 나뉘고 있다. 즉, 한국, 일본, 유럽 등 일부 국가는 빠르게 고령화되며, 출생률마저 낮아지는 반면, 아프리카와 일부 아시아 국가들은 젊은 인구가 계속 증가하고 있다(United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2022). 이러한 인구구조의 변화는 전 세계 노동시장의 형태마저 근본적으로 바꾸고 있다(International Labour Organization, 2024; World Bank, 2024). 이러한 변화에 대해 World Economic Forum(WEF, 2025)의 「Future

of Jobs Report 2025」는 기술의 변화, 지정학적 분열, 경제의 불확실성, 인구 구조의 변화, 녹색 전환을 2030년까지 글로벌 노동시장을 형성할 주요 동력으로 보고하였다. 이와 함께 OECD(2025b)의 「Employment Outlook 2025」는 인구 고령화를 노동시장의 측면에서 미래를 형성하는 핵심 메가트렌드로 지목하여 향후 35년 동안 노년부양비가 대부분의 OECD 국가에서 전례 없는 수준에 이르게 될 것이라고 전망하였다.

더욱이 한국의 고령화는 더욱 빠르게 진행되고 있다. Morgan Stanley(2025)는 한국이 2024년 12월 말에 초고령사회에 진입하였으며, 여기에 세계 최저 출산율이 더해지면서 약 7년 만에 초고령사회로 진입하게 되었다고 발표하였다. 이는 일본(11년), 독일(40년)과 비교해도 매우 빠른 속도다. 결국 이러한 사회적 인구구조의 변화는 국가적으로 노동력 부족의 심화와 구조적 불균형을 초래하게 될 것이다. 또, 노인 인구에 대한 부양 부담의 증가와 함께 개인의 전생애적인 재정 설계에도 영향을 미치면서 진로설계시 전 생애 주기별 재정 계획의 중요성이 증가하고 있다.

나. 기술 혁신: AI, 로봇, 자동화의 영향

기술 혁신은 현대 노동시장 변화의 핵심적인 동력으로 작용한다. 생성형 AI의 등장과 자동화 기술의 급속한 발전은 과거 산업혁명과 질적으로 다른 변화를 일으킬 것으로 예측된다. 즉, 이는 육체노동뿐만 아니라 인지적 업무까지 자동화 대상이 된다는 점에서도 의미가 크다.

1) AI 자동화의 영향 범위와 직업별 대체 전망

Goldman Sachs의 「The Potentially Large Effects of Artificial

Intelligence on Economic Growth」 보고서(Hatzius et al., 2023)는 현재 직업의 약 2/3가 AI 자동화에 어느 정도 노출되어 있으며, 생성형 AI가 현재 업무의 최대 1/4을 대체할 수 있다고 전망한다(Hatzius et al., 2023). 이에 따라 전 세계적으로 3억 개의 정규직 일자리가 자동화 위험에 노출될 수 있다(Hatzius et al., 2023).

직업 유형별로는 사무직과 행정직이 46%, 법률 분야가 44%, 건축 및 엔지니어링이 37% 자동화 위험에 노출되었다(Hatzius et al., 2023). 반면에 건설업은 6%, 설치·유지·수리업은 4%의 노출도를 보여 물리적 노동 중심 직종의 상대적 안정성을 보여 준다(Hatzius et al., 2023). 변호사, 회계사, 의료 진단 전문의 등 고도의 인지적 업무를 수행하는 전문직도 자동화 위험에 상당히 노출되어 있다Hatzius et al., 2023).

국내 상황을 보면, 김동규 외(2024)의 한국고용정보원 연구는 520개 직업의 평균 직무 대체율이 2024년 38.69%에서 2027년까지 66.71%로 상승할 것으로 예측한다. 화이트칼라 직종의 직무대체율이 2024년에 41.41%에서 2027년에는 70.96%로 상승하는 반면, 비화이트칼라는 2024년에 35.92%에서 2027년에는 62.37%로 상승하여 전통적으로 안전하다고 여겼던 사무직과 전문직 종사자들이 자동화의 주요 대상이 되고 있다(김동규 외, 2024).

직무 대체율 70% 이상 고위험군에는 패턴사(71.65%), 일반행정공무원, 성우, 영상제작전문가, 안내사무원이 포함되며, 2027년에는 물류사무원(94.17%)이 최고 위험군으로 예측된다. 이들의 공통점은 정보 및 데이터의 탐색, 수집, 분석, 처리 등 AI가 효과적으로 대체할 수 있는 업무를 수행한다는 점이다(김동규 외, 2024).

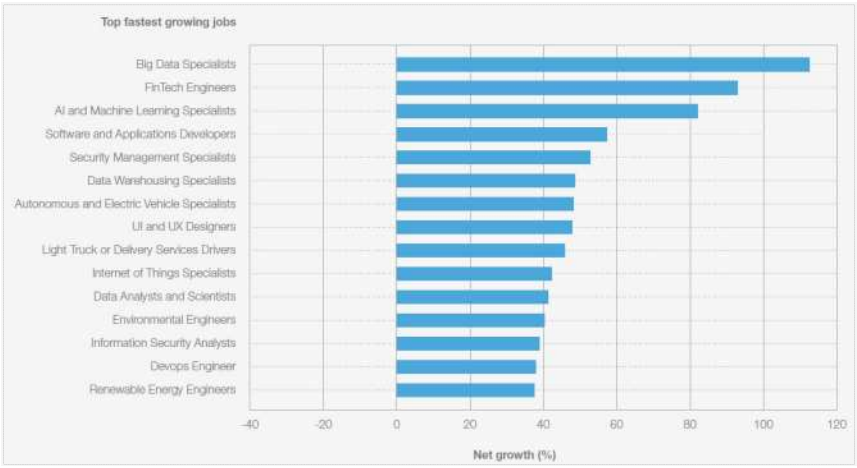
반면에 자동화 저위험군에는 직업운동선수(2.5%), 요양보호사(15.3%), 선박조립원(18.7%), 간병인(19.2%) 등 신체적 수행이나 인간적 상호작용이 중

심인 직업이 포함되었다. 한편 프로게이머의 대체율이 0.00%로 가장 낮게 나타난 것은 창의성과 실시간 전략적 사고, 인간적 경쟁 요소가 AI가 완전히 대체하기 어려운 영역이라는 것을 보여 준다(김동규 외, 2024).

2) 새로운 기회의 창출과 일자리 재편

기술 혁신은 일자리를 감소시키는 동시에, 또한 새로운 일자리를 만들어 내기도 한다. World Economic Forum(2025)의 「Future of Jobs Report」에 따르면, 2030년까지 1억 7,000만 개의 새로운 일자리가 창출되고, 9,200만 개의 일자리가 사라져 순증 7,800만 개의 일자리가 증가할 것으로 전망된다.

[그림 2-1] Fastest-growing jobs, 2025-2030



자료: World Economic Forum(2025). 「Future of Jobs Report 2025」 p. 18.

신규 일자리의 특성을 구체적으로 살펴보면, 기술 관련 직무들이 비율적으로 가장 빠르게 성장하고 있다.

- 빅데이터 전문가(Big Data Specialists): 2025년 대비 30.5% 성장률
- 핀테크 엔지니어(FinTech Engineers): 연평균 28.2% 성장 예상
- AI 및 머신러닝 전문가: 향후 5년간 35% 증가 전망
- 소프트웨어 및 애플리케이션 개발자: 25% 성장률
- 사이버보안 전문가: 연평균 22.1% 증가

동시에 녹색 전환과 연계된 직업들도 상위 15개 급성장 직무에 포함되어 있다.

- 자율주행 및 전기차 전문가: 태양광 및 풍력 발전 기술자와 함께 재생에너지 분야 27.8% 성장
- 환경 엔지니어: 탄소중립 정책과 연계하여 24.3% 증가 예상
- 지속가능성 컨설턴트: ESG 경영 확산으로 32.1% 성장

국내에서도 이러한 변화에 대응하여 새로운 직무의 제도화가 진행되고 있다. 한국지능정보사회진흥원(NIA)이 2022년 '인공지능 학습데이터 구축' 직무를 신규 국가직무능력표준(NCS)으로 정식 확정·고시한 것이 대표적이다(한국지능정보사회진흥원, 2022). 이는 '데이터 라벨러'라는 새로운 직업의 공식화를 의미하며, 국내 데이터 라벨링 시장은 빠르게 성장하고 있다.

3) 업무 수행 방식의 구조적 변화

이러한 변화는 일자리 수의 증감을 넘어 업무 수행 방식의 근본적 변화를 가져온다. Goldman Sachs 보고서는 생성형 AI가 미국의 연간 노동생산성 증가율을 광범위하게 채택 후 10년간 1.5%p 상승시킬 수 있으며, AI가 연간 글로벌 GDP를 7% 증가시킬 수 있다고 전망한다(Hatzius et al., 2023).

World Economic Forum 보고서(2025)에 따르면, 2025~2030년 기간 동안 근로자들의 기존 스킬 세트(skill set)의 5분의 2(39%)가 변화하거나 구식이 될 것으로 예상된다. 이러한 '기술 불안정성(skill instability)'의 측정은 2023년에 44%, 2020년 팬데믹 시기 최고점(57%)에 비해 완화된 것으로 보고된다(WEF, 2025).

미래 노동시장의 핵심 특징은 인간-기계 협업 모델이 빠르게 확산되는 데 있다(WEF, 2025). 현재 47%의 업무를 주로 인간이 수행하고, 22%는 주로 기술(기계·알고리즘)이 수행하며, 30%는 인간과 기술의 조합으로 완료된다(WEF, 2025). 2030년까지 고용주들은 이러한 비율이 거의 균등하게 3개 범주로 분할될 것으로 예상하여, 완전한 대체보다는 상호 보완적 협업이 미래 노동의 주요 형태가 될 것으로 전망한다(WEF, 2025).

특히 주목할 점은 '완전 대체(automation) vs 보완(augmentation)'의 균형 속에서, 인간-기계 협업(augmentation)도 함께 확대될 것이라는 점이다(WEF, 2025). 한편, 8%와 22%는 '업무(task) 대체/보완 비중'이 아니라, 2030년까지 거시트렌드로 인해 전체 정규직 일자리의 22%가 생성과 소멸로 변동하고 그중 8%는 소멸(일자리 대체·감소)할 것으로 추정한 값이다(WEF, 2025).

다. 경제 패러다임 변화: 플랫폼 경제, 기그 이코노미(Gig Economy[1])

현대 경제는 전통적인 고용 구조에서 벗어나 플랫폼 기반의 새로운 패러다임으로 전환되고 있다. 이러한 변화는 노동시장 전반의 구조적 변화를 불러오며, 근로자들의 가치관과 일하는 방식에도 근본적인 변화를 초래한다.

1) 전통적인 정규직 고용 관계가 아닌 단기 계약, 프리랜서, 임시직, 일용직 등을 통해 수입을 얻는 경제 활동을 의미함.

World Economic Forum(2024)에 따르면, 기그 이코노미의 시장 규모는 2024년에 5,567억 달러에서 2032년까지 1조 8,470억 달러로 3배 이상 성장할 것으로 전망된다. Dua 외(2022)의 American Opportunity Survey에 따르면, 미국에서 36%의 근로자가 독립 근로자로 분류되며, 이는 약 5,800만 명에 해당한다. 이들 중 상당수가 기그 워크를 보조적 수입원으로 활용한다.

이러한 변화는 다음과 같은 새로운 고용 형태를 창출한다.

- 포트폴리오 커리어의 확산: 근로자들이 여러 개의 파트타임 역할을 동시에 수행하면서 자신만의 독특한 경력 경로를 구축한다. 이는 전통적인 단선적 경력 발전 모델에서 벗어나 다면적이고 유연한 경력 설계를 가능하게 한다.
- 프로젝트 기반 고용의 일반화: 특정 프로젝트를 위해 팀을 구성한 후 완료와 함께 해산하는 방식이 많은 분야에서 표준이 되어 가고 있다. 이는 조직의 민첩성을 높이는 동시에 개인에게는 다양한 경험과 네트워킹 기회를 제공한다.
- 전문 스킬 플랫폼의 발달: 고급 프리랜서와 기업 간의 매칭 시스템이 정교화되면서 전문성을 바탕으로 한 고부가가치 서비스 제공이 용이해지고 있다.

기그 이코노미 참가자들은 전통적인 정규직 직원보다 미래 직업 전망에 대해 더 낙관적이다. Dua 외(2022)는 독립 근로자의 1/3 이상이 12개월 후 더 많은 경제적 기회를 가질 것으로 예상하였으며, 이는 전체 근로자의 1/5과 비교해 현저히 높은 수준이다. 또한 독립 근로자의 40% 이상이 향후 5년간 지속적인 경제 성장이 있을 것으로 예상하기도 하였으며, 이는 전체 응답자의 약 1/3과 비교해 높은 수준이다.

라. 사회문화적 변화: 원격근무, 일-삶 균형

경제적 패러다임의 변화와 함께 사회문화적 차원에서도 근본적인 변화가 일어나고 있다. 원격근무는 팬데믹을 계기로 급속히 확산되었으며, 이제는 새로운 업무처리 방식의 표준으로 자리 잡고 있다. Bloom 외(2024)의 1,600명 이상 근로자를 대상으로 한 무작위 대조 실험 연구에 따르면, 주 2일 재택근무를 허용한 하이브리드 근무 방식은 생산성이나 승진율에 부정적 영향 없이 이직률을 33% 감소시키는 것으로 나타났다. 이러한 연구 결과는 Fortune 500 기업의 80%가 하이브리드 근무를 채택하는 근거가 되고 있다.

Stanford의 Global Survey of Working Arrangements(Aksoy et al., 2024)에 따르면, 글로벌 데스크 워커의 약 절반이 하이브리드 형태로 근무하며, 완전 원격 근무자는 약 17%에 달한다. 이러한 변화는 업무처리 방식 뿐만 아니라 협업 문화 자체의 전환을 가져온다.

더욱 중요한 것은 근로자들의 가치관 변화이다. Deloitte(2024)의 「Global Gen Z and Millennial Survey」는 현재 노동시장의 주력을 이루는 두 세대의 뚜렷한 특성을 보여 준다. Z세대와 밀레니얼 세대 모두에서 목적 중심적 가치관이 두드러지는데, Z세대의 86%, 밀레니얼 세대의 89%가 일의 의미와 목적이 직업 만족도와 웰빙에 중요하다고 응답했다. 또한 일-삶 균형은 두 세대 모두에서 고용주 선택 시 가장 중요한 고려 요소로 나타났다. 유연한 근무 형태에 대한 강한 선호는 파트타임, 직무 공유, 주 4일 근무제 등에 대한 수요 증가로 이어지고 있다.

이러한 가치관의 변화는 플랫폼 경제와 기그 이코노미의 성장, 그리고 Z세대와 밀레니얼 세대의 가치관과 밀접하게 연관된다. 전통적인 고용 관계에서 충족하기 어려웠던 유연성과 자율성에 대한 욕구가 새로운 경제 패러

다임을 통해 실현되고 있다. 동시에 원격근무의 확산은 지리적 제약을 완화하여 글로벌 인재 풀에 대한 접근을 가능하게 하고, 일-삶 균형에 대한 새로운 기준을 제시한다.

2. 직업 생태계의 변화

21세기 디지털 전환과 AI 혁명은 전 세계 노동시장에 근본적이고 광범위한 변화를 가져오고 있다. 기술 혁신과 녹색 전환을 중심으로 새로운 직업군이 급속히 등장하는 한편, 자동화와 AI 기술의 발전으로 기존 일자리의 상당 부분이 소멸 위험에 직면하고 있다(WEF, 2025). 이러한 변화는 일자리 수의 증감에 그치지 않고, 직업의 본질과 경력개발 패러다임 자체를 재정의하고 있다. 특히 학력 중심에서 역량 중심 채용으로의 전환과 직업 수명 주기의 급격한 단축은 평생학습을 필수 요소로 만들고 있다. 한국 역시 이러한 글로벌 트렌드에 따라 신직업 창출과 직업세계의 재편이 가속화되고 있다(김동규 외, 2024).

가. 소멸 위험 직업군 및 대체 가능성

자동화와 AI 기술의 발전은 노동시장에 양면적 영향을 미친다. Frey와 Osborne(2017)의 연구는 미국 전체 일자리의 47%가 향후 20년 내 자동화될 위험이 있다고 경고하였다. 그러나 이후 연구들은 보다 미묘한 전망을 제시한다. OECD의 Arntz, Gregory와 Zierahn(2016)의 연구는 작업 기반 접근법(task-based approach)을 채택하여 실제 자동화로 인한 일자리 손실은 9%에 그칠 것으로 예측하였으며, 이는 직업 전체가 아닌 특정 업무만 자동화될 가능성이 높음을 시사한다.

한국고용정보원(2023)의 「디지털 기반 기술혁신과 인력수요 구조 변화」 연구에 따르면, 20개 업종 1,700개 사업체를 대상으로 조사한 결과 디지털 기술이 성공적으로 도입될 경우 고용 규모가 5년 후 8.5%, 10년 후 13.9% 감소할 것으로 예측하였다. 산업별로는 음식숙박업(2028년, -14.7%), 운수·물류업(2035년, -21.9%)에서 고용 감소 폭이 클 것으로 나타났다(정순기 등, 2023). 또한 110개 직업별 전문가 887명을 대상으로 한 델파이 조사에서는 사무종사자, 판매종사자, 장치기계조립, 단순노무 직군에서 대체 가능성(61~80%)이 높은 것으로 나타난 반면, 숙련도를 요하는 전문가와 대면 업무 중심의 서비스직에서는 대체 가능성(21~40%)이 낮을 것으로 분석되었다(정순기 등, 2023).

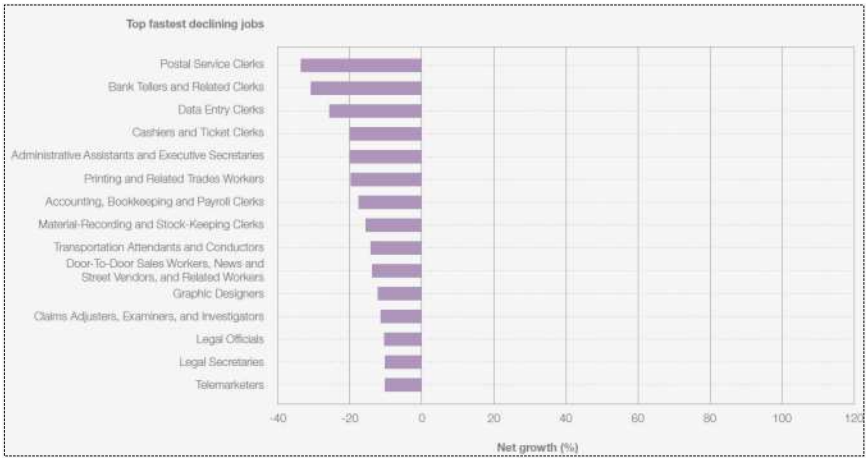
World Economic Forum(2025)의 최신 분석에 따르면, 2030년까지 9,200만 개의 일자리가 사라지지만, 동시에 1억 7,000만 개의 새로운 일자리가 창출되어 순증가는 7,800만여 개에 이를 것으로 전망된다. 이는 전체 일자리의 22%가 재편될 것임을 의미하며, 특히 사무·행정직, 계산원, 은행창구직원 등 반복적이고 규칙 기반의 업무를 수행하는 직종이 가장 큰 타격을 받을 것으로 예측된다.

Frey와 Osborne(2024)의 후속 연구는 생성형 AI의 등장이 예상과 다른 패턴을 보인다고 지적한다. 원격으로 수행 가능한 업무일수록 자동화 가능성이 높아지는 반면, 대면 상호작용과 사회적 기술이 요구되는 직종은 여전히 인간의 영역으로 남을 가능성이 크다. 이는 AI가 '평균적' 수준의 업무 수행은 가능하지만 창의성, 비판적 사고, 복잡한 인간관계 관리 등에서는 한계를 보인다는 점을 시사한다.

del Rio-Chanona 등(2021)의 연구는 자동화의 영향이 계층별로 차별적으로 나타날 것임을 경고한다. 저임금 노동자들은 이중의 어려움에 동시에

직면한다. 첫째, 자동화될 가능성이 높은 직종에 종사하고 있으며, 둘째, 대체 가능한 다른 직종 역시 자동화 위험에 노출되어 있다. 반면에 고임금 전문직 종사자들은 실직하더라도 더 많은 대안적 직업 기회를 가질 수 있다.

[그림 2-2] Fastest-declining jobs, 2025~2030



자료: World Economic Forum(2025). 「Future of Jobs Report 2025」. p. 18.

나. 직업 수명 주기의 단축화

근래 노동시장의 두드러진 특징 중 하나는 직업 안정성의 급격한 감소와 경력 이동성의 증가이다. U.S. Bureau of Labor Statistics. (2024, September 26))에 따르면, 2024년 1월 기준 미국 근로자의 중위 근속 연수는 3.9년으로 2022년의 4.1년에 비해 감소했으며, 이는 2002년 이후 최저 수준이다. 특히 25~34세 연령대의 중위 근속 기간은 2.7년에 불과하여, 젊은 세대일수록 더 빈번한 직업 전환을 경험하고 있다. 한국의 상황도 유사하다. 한국고용정보원(2019)의 「고용조사브리프, 청년 취업자의 기업 규모별 첫 일자리 특성 분석」 보고서에 따르면, 전체 청년 취업자의 23.4%는 1년

미만, 19.8%는 1년 이상~2년 미만의 첫 일자리 지속기간을 보이고 있으며, 4년 이상 장기적으로 첫 일자리를 유지하는 비율은 33.3%에 불과하였다. 이는 한국 청년층의 절반가량(43.2%)이 2년 이내에 첫 일자리를 떠나고 있음을 의미한다.

한국고용정보원(2023)의 『한국직업전망』에 따르면 디지털 전환, 탄소중립, 인구구조 변화 등의 영향으로 산업구조와 직업세계가 급변하고 있으며, 이로 인해 근로자의 업무와 요구되는 역량이 빠르게 변화하고 있다. 특히 한국의 청년층은 진로직업 선택과 경력개발에 어려움이 더욱 커지고 있다.

한국고용정보원·한국산업기술진흥원(2024. 1. 29.)은 산업별 일자리 전망에서 2024년 상반기 기계·조선·철강·반도체·자동차 업종의 일자리는 증가하는 반면, 섬유 업종은 감소할 것으로 예상하였다. 특히 조선(6.1%), 철강(2.4%), 반도체(2.4%), 기계(2.0%), 자동차(1.9%) 순으로 고용이 증가할 것으로 전망되어, 산업별로 직업 수명 주기와 안정성에 큰 차이가 있음을 보여준다.직업 수명 주기의 단축은 기술 변화 속도와 밀접한 관련이 있다. World Economic Forum(2025)은 2030년까지 현재 요구되는 직무 역량의 39%가 변화할 것으로 예측했으며, 이는 2023년의 예측치(44%)보다는 낮아졌지만, 여전히 상당한 수준의 변화를 의미한다. 특히 기술 관련 스킬의 수명 주기는 더욱 짧아지고 있어, IBM(2021)에 따르면 기술 스킬의 반감기는 약 2.5년에 불과하며, 소프트웨어 개발자의 경우 지속적으로 새로운 프로그래밍 언어나 프레임워크를 학습해야 하는 상황에 직면하고 있다.

산업별로도 직업 수명 주기의 차이가 뚜렷하다. 미국의 경우 여가·접객업(Leisure and hospitality)의 평균 근속 기간은 2.1년으로 가장 짧은 반면, 제조업은 4.9년, 금융업은 4.7년으로 상대적으로 안정적이다(U.S. Bureau of Labor Statistics, 2024, September 26). 한국의 경우도 청년 취업자의

첫 일자리 지속 기간이 평균적으로 단축되고 있으며, 기업 규모와 산업 특성이 직업 수명 주기에 중요한 영향을 미치고 있다.

모든 산업에서 공통적으로 나타나는 흐름은 평생학습과 지속적인 역량 개발의 필요성이 점점 커지고 있다는 점이다. LinkedIn(2019)의 「Workplace Learning Report」에 따르면, 근로자의 94%가 학습과 개발에 투자하는 기업에 더 오래 머물 의향이 있다고 응답하였다. 이는 직업 수명 주기의 단축화가 개인과 조직 모두에게 새로운 도전과 기회를 제시하고 있음을 시사한다.

모든 산업에서 공통적으로 나타나는 흐름은 평생학습과 지속적인 역량 개발의 필요성이 점점 커지고 있다는 점이다. LinkedIn(2024)의 「Workplace Learning Report」에 따르면, 근로자의 94%가 학습과 개발에 투자하는 기업에 더 오래 머물 의향이 있다고 응답하였다. 이는 직업 수명 주기의 단축화가 개인과 조직 모두에게 새로운 도전과 기회를 제시하고 있음을 시사한다.

다. 스킬 기반 고용 시장으로의 전환

21세기 노동시장에서 가장 근본적인 변화 중 하나는 학력 중심에서 역량 중심 고용으로의 패러다임 전환이다(Goel. et al., 2023; McKinsey & Company, 2022). 이러한 변화는 기술 발전과 함께 기업이 요구하는 인재상이 변화하면서 나타나는 구조적 현상으로, 글로벌 차원에서 광범위하게 진행되고 있다(WEF 2025; OECD, 2025a).

1) 스킬 기반 채용의 확산

전 세계적으로 스킬 기반 채용이 급속히 확산되고 있다. TestGorilla(2024)의 「The State of Skills-Based Hiring 2024」 보고서에 따르면, 2024년 기준

전 세계 기업의 81%가 스킬 기반 채용을 진행하고 있으며, 이는 2023년의 73%, 2022년의 56%에서 급격히 증가한 수치이다.

글로벌 주요 기업들의 변화도 이를 뒷받침한다. LinkedIn(2025)의 「Work Change Report」는 2030년까지 대부분의 직업에서 요구되는 스킬의 70%가 변화할 것으로 예측하였으며, Google, Apple, IBM 등 주요 기술 기업들이 이미 많은 직무에서 4년제 학위 요구 조건을 철폐하고 실무 프로젝트 포트폴리오, 기술 인증, 부트캠프 수료증 등 실질적인 역량을 증명할 수 있는 다양한 자격을 인정하고 있다.

2) 한국 기업의 채용 패러다임 변화

한국 기업들도 이러한 글로벌 트렌드에 발맞추어 채용 방식을 변화시키고 있다. 특히 한국경제인협회(2024. 3. 28)의 조사에 따르면, 국내 대기업들은 수시 채용 확대, 중고 신입(경력을 가진 신입) 채용 확대, 그리고 AI 기술 도입 등을 포함하여 적합한 인재를 확보하기 위한 노력을 강화하고 있다. 2023년 대졸 신규입사자의 25.7%가 '중고 신입'이었으며, AI를 활용한 채용이 전년도의 25.4%에서 40.7%로 1.6배 증가하였다.

3) 역량 기반 교육의 강화

교육 분야에서도 이러한 변화에 대응하고 있다. 한국직업능력연구원(2024)의 「대학생 핵심역량 진단(K-CESA)」 연구(송창용 외., 2024)에 따르면, 대학의 핵심역량 기반 교육과정과 교육 훈련 프로그램이 진단 결과와 연계되어 고등교육의 질을 제고하고 우수인재를 양성하는 데 이바지하고 있다. 특히 '자원·정보·기술의 활용역량' 부문에서 AI 리터러시가 새롭게 강조되고 있으며, 이는 기술 발전에 따른 역량 요구사항의 변화를 반영한다.

4) 정부 정책의 대응

정부 정책 차원에서도 변화가 나타나고 있다. 윤석열 정부의 120대 국정과제에는 '구직자 도약보장 패키지'가 포함되어 있으며, 이는 구직자 개인 경력개발 로드맵을 기반으로 훈련과 취업알선 등 생애주기별 맞춤형 고용서비스를 패키지로 지원하는 것을 목표로 한다(한국고용정보원, 2023). 또한 AI 등 신기술을 기반으로 온라인 고용센터를 구축하고 일자리 매칭 시스템을 고도화하는 계획도 포함되어 있다.

이러한 정책 방향이 구체적으로 실현된 사례가 2024년 9월에 정식 출범한 '고용24' 플랫폼이다. 고용24는 개인에게는 취업 가능성 진단과 AI 맞춤형 일자리·훈련 추천을 통해 취업 성공률을 높이고, 기업에는 AI 구인공고 작성, 맞춤형 인재 추천으로 채용 효율성을 제고하는 '디지털 고용서비스 통합플랫폼'으로서 기능하고 있다. 출범 1년 만에 개인 회원 1,189만 명, 기업 회원 51만 개, 일평균 방문자 121만 명을 기록하였으며, 특히 AI 일자리 매칭을 통한 취업자는 91.3%가 증가하는 등 가시적인 성과가 나타나고 있다(고용노동부, 2025c).

5) 평생학습의 필수화

스킬 기반 고용 시장으로의 전환은 평생학습 플랫폼의 급성장으로 이어지고 있다. Coursera의 데이터에 따르면 2023년 AI 관련 과정 등록이 740만 건에 달하였으며, 2024년에는 생성형 AI 교육에서 분당 평균 6건의 등록이 이루어져 약 300만 건 이상의 신규 등록을 기록하였다(Coursera, 2024). 이는 근로자들이 급변하는 기술 환경에 적응하기 위해 적극적으로 재교육과 역량 향상에 투자하고 있음을 보여 준다.

6) 미래 고용 시장의 전망

World Economic Forum(2025)은 향후 고용 시장이 더욱 유연하고 개별화된 경력개발 경로를 특징으로 할 것이라고 전망한다. 전통적인 직위나 위계보다는 스킬 진전에 따라 경력이 정의되며, 결과적으로 이는 더 높은 직원 만족도와 유지율로 이어질 것이다. 실제로 LinkedIn(2024)의 「Workplace Learning Report」 보고서에 따르면 경력개발은 직원 유지의 최상위 요인 중 하나이며, 내부 이동성 비율이 2021년 이후 약 30% 증가하였다.

이러한 변화는 개인의 경력개발뿐만 아니라 진로교육의 방향성에도 중요한 시사점을 제공한다. 즉, 단순한 직업정보 제공을 넘어, 개인의 역량 개발과 지속적인 학습 능력 배양에 초점을 맞춘 진로교육의 필요성이 커지고 있다.

3. 미래 인재 역량 요구사항

AI 기술의 급속한 발전과 노동시장의 구조적 변화는 미래 인재에게 요구되는 역량의 근본적 재정의를 촉구한다. 최근 분석에 따르면, AI는 '직무 전체'가 아니라 '직무 내 작업 단위(tasks)'를 중심으로 변화를 일으키며, 이에 따라 자동화되는 작업의 재설계와 인간 역량 중심의 업무 재구성, 그리고 재숙련(reskilling) 전략이 핵심이라는 점이 시사된다(McKinsey Global Institute, 2021; WEF, 2023; White, 2024).

World Economic Forum(2023)은 향후 5년 이내에 근로자 역량의 44%가 교란(disrupted)될 것으로 전망하면서 창의적·분석적 사고와 기술 리터러시, 회복탄력성, 공감 등 사회정서 역량의 중요성을 강조한다. OECD의 Education 2030(Learning Compass 2030)은 역량을 지식, 기술, 태도와 가

치의 동원(mobilisation)으로 정의하며, 기술 숙련을 넘어 개인적 특성과 태도를 포괄한다(OECD, 2019b).

국내에서도 관련 근거가 꾸준히 축적되고 있다. 이경화·박창희·배희라(2021)는 대학생 686명의 자료를 분석해 창의능력 — 신지식 및 가치창출, 창의성격 — 통합적 사고능력 간에 유의한 정적 상관을 확인하여 한국의 맥락에서 통합적 역량 개발의 중요성을 뒷받침하였다. 최숙영(2024)은 '생성형 AI 리터러시'를 기초 역량으로 보고 창의성, 비판적 사고, 협업, 시스템 사고, 문제해결, 지속적 학습, 메타인지, 윤리의식과 책임감, 자기주도성, 감성 등을 핵심역량으로 제시하였다.

가. 인간-AI 협업 역량

AI는 직무 전체를 대체하기보다 특정 과업에서 강점을 보이며, 복합적 판단이나 창의적 사고가 요구되는 영역에서는 인간 역량이 결정적이기에 인간-AI 협업 설계가 핵심 역량으로 부상하고 있다(WEF, 2023).

Long과 Magerko(2020)는 AI 리터러시를 "AI를 비판적으로 평가하고, AI와 의사소통을 통해 협업하며, 일상생활, 가정 및 직장에서 이를 도구로 활용할 수 있게 하는 역량들의 집합"으로 정의하였다. 이들은 17개 핵심 역량을 다음의 다섯 가지 질문으로 체계화하였다: ① AI란 무엇인가, ② AI는 무엇을 할 수 있는가, ③ AI는 어떻게 작동하는가, ④ AI를 어떻게 사용해야 하는가, ⑤ 사람들은 AI를 어떻게 인식하는가. 이는 AI가 잘하는 문제 유형과 한계를 구분하고, 언제 AI를 쓰고 언제 인간이 개입할지 판단하는 능력을 리터러시의 중심에 둔 것으로 해석된다.

최근 연구들은 인간-AI 협업의 복잡성과 효과성에 대한 실증적 증거를 제

공하고자 한다. Gomez 등(2025)은 의료 분야에서 AI 지원 의사결정 과정을 체계적으로 분석하여 인간과 AI 간의 상호작용 패턴이 아직 진정한 협력적 관계에 이르지 못했다고 지적했다. 이들은 AI가 제공하는 정보의 내용뿐만 아니라 제시하는 방식과 순서가 인간-AI 협업의 효과에도 결정적 영향을 미친다는 것을 강조했다. Wang 등(2020)은 인간-인간 협업에서 인간-AI 협업으로의 전환 과정에서 AI 시스템이 사람과 함께 작업할 수 있도록 설계되어야 한다고 주장하며, 학습자 중심의 AI 기술 개발의 중요성을 강조했다. 또한 Seeber 등(2020)은 팀 협업에서 AI의 역할에 대한 연구 어젠다를 제시하면서, AI가 팀원으로서 효과적으로 기능하기 위해서는 기술적 역량뿐만 아니라 사회적 상호작용 능력도 필요하다고 지적했다.

교육 분야에서도 인간-AI 협업에 대한 관심이 증가하고 있다. Atchley 등(2024)은 고등교육 환경에서 인간과 AI의 협력 관계를 분석하면서 메타인지 기술이 AI 시대 학습 효과성을 결정하는 핵심 요소라고 강조했다. 이들은 AI를 학습에 위협적인 존재가 아닌 중요한 협력자로 인식해야 한다고 주장했으며, 국내 연구도 이를 지지한다. 이경화, 박창희, 배희라(2021)는 창의역량과 융합역량, 자기주도 학습 역량의 동반 발달 필요성을 시사했으며, 최숙영(2024)은 윤리의식 및 책임감, 시스템 사고와 문제해결을 생성형 AI 시대의 핵심 역량으로 제시하였다. 결국 인간-AI 협업 역량은 다음과 같은 세 차원으로 구분하여 설명할 수 있다.

첫째, AI 리터러시와 기술적 이해력이다. 이는 AI 시스템의 작동 원리와 한계를 이해하고, 이를 업무에 효과적으로 활용할 수 있는 능력을 의미한다. Long과 Magerko(2020)에 따르면, 이는 단순한 도구 사용법을 넘어 AI의 알고리즘적 편향, 데이터 품질, 예측 정확성의 한계 등을 이해하고 이를 보완할 수 있는 메타인지적 역량을 포함한다. 이와 관련하여

Kolbjørnsrud(2024)는 조직 차원에서 AI와 인간의 상호 보완적 강점을 활용하는 것이 조직 지능 향상의 핵심이라고 강조했다.

둘째, 윤리적 판단력과 책임감이다. 이는 AI 기술의 사용이 초래할 수 있는 사회적, 윤리적 영향을 평가하고, 인간의 가치와 원칙에 바탕을 둔 의사결정을 내릴 수 있는 능력이다. Gomez 등(2025)의 연구에서는 AI 시스템의 편향성과 투명성 문제가 인간-AI 협업의 주요 장애 요인으로 지적되었으며, 이를 해결하기 위한 윤리적 판단력의 중요성이 강조되었다. 최숙영(2024) 역시 윤리의식과 책임감을 생성형 AI 시대 핵심역량으로 제시했다.

셋째, 협업 설계와 시스템 사고 능력이다. 이는 인간과 AI의 각각의 강점을 최적화하여 시너지를 창출할 수 있는 업무 프로세스를 설계하고 실행하는 능력이다. Chandrasekaran 등(2017)은 효과적인 인간-AI 팀을 위해서는 인간이 'AI의 마음 이론(Theory of AI's Mind, ToAIM)'을 개발해야 한다고 주장하면서, AI의 강점, 약점, 특성을 이해하는 것이 협업 성공의 열쇠라고 보았다. 이들은 시각적 질의응답(VQA) 과제를 통해 인간이 소수의 훈련 사례만으로도 AI의 행동을 예측하는 능력을 향상시킬 수 있음을 실증했다. Xu와 Gao(2024)는 인간-AI 공동 인지 시스템(Human-AI Joint Cognitive Systems, HAIJCS) 개념 틀을 제안하면서, 효과적인 인간-AI 팀이 되기 위해서는 양측의 고유한 능력을 활용하고 각 구성원의 한계를 극복하여 공동 성과를 높여야 한다고 강조했다. Edwards 등(2025)은 학습자 간 사회적 공유 조절(Socially Shared Regulation of Learning, SSRL)을 촉진하는 AI agent 설계 연구를 통해, AI와 인간 간의 상호작용 설계가 협업적 학습 효과성에 미치는 영향을 실증적으로 분석했다. 이러한 인간-AI 협업 역량은 단순한 기술적 숙련도를 넘어, 인간 고유의 판단력과 창의성을 바탕으로 AI와 효과적으로 협력할 수 있는 복합적 능력을 의미한다. 특히 급변하는 AI 기술 환

경에서 이러한 역량은 개인의 경쟁력과 더불어 조직과 사회 전체의 AI 활용 효과성을 결정하는 핵심 요소로도 작용하고 있다(Seeber et al., 2020; Shneiderman, 2022).

나. 창의성과 비판적 사고

AI 기술의 발전은 역설적으로 인간 고유의 창의성과 비판적 사고의 가치를 더욱 부각시키고 있다. 최근 대규모 실험 연구에서는 생성형 AI가 개인의 아이디어 수와 양을 끌어올릴 수 있으나, 결과물의 다양성(집단 창의성)은 오히려 축소(동질화)되는 경향을 보인다고 보고되었다(Doshi & Hauser, 2024). 이는 생성형 모델이 통계적 패턴 학습에는 탁월하지만, 언어지식의 의미적 이해나 급진적 참신성 창출에는 구조적 한계가 있음을 지적한 기초 연구들과도 맞닿는다(Bender et al., 2021; Bender & Koller, 2020; Lake & Baroni, 2018; 또한 인간 상위 수행자가 발산적 과제에서 여전히 앞선다는 근거, Koivisto & Grassini, 2023).

창의성은 단순한 예술적 재능을 넘어 문제 해결 과정에서 틀을 벗어난 관점과 실행 가능한 해법을 도출하는 능력이다(Guilford, 1950; Runco, 2007; Sternberg & Lubart, 1999). 생성형 AI는 발상 보조 등 창의적 사고를 지원할 잠재력이 있지만, 창의적 자기효능감이나 소유감(ownership)을 약화시키는 등 부정적 효과가 보고되기도 하므로 교육적 도입에는 신중한 설계가 필요하다(Faiella et al., 2025; Thomson et al., 2024).

융합적 창의성은 다음과 같은 세 가지 핵심 구성 요소로 이루어진다.

- 인지적 유연성(Cognitive Flexibility): 서로 다른 분야의 지식을 연결하고 통합하는 능력으로, 기존 개념을 새로운 맥락에서 재해석하고 응용할 수

있는 역량이다(Spiro et al., 2012; Spiro & Jehng, 1990). 이는 AI가 제공하는 정보와 분석을 창의적으로 재구성하여 혁신적 해결책을 도출하는 데 필수적이다.

- 발산적 사고(Divergent Thinking): 하나의 문제에 대해 다양한 해결책을 탐색하고 생성하는 능력이다. 창의성 연구에서 발산적 사고 능력은 인간이 다양한 아이디어를 상상하고 문제에 대한 여러 해결책을 탐색할 수 있게 하는 핵심 인지 기술 중 하나로 인식되고 있다(Guilford, 1967; Runco & Acar, 2012).
- 개방적 탐색 사고: 불확실한 상황에서도 가능성을 탐색하는 개방적 사고로, 예측 불가능한 환경에서 새로운 기회를 발견하고 활용하는 능력이다(DeYoung, 2013; McCrae & Costa, 1997; McMullen & Shepherd, 2006).

다른 한편으로 비판적 사고는 정보의 신뢰성과 타당성을 평가하고, 논리적 추론을 통해 합리적 결론에 도달하는 능력이다(Ennis, 1991; Facione, 1990). 생성형 AI가 내놓는 대량의 정보와 분석 결과가 범람하는 환경에서, 이러한 정보를 맹목적으로 수용하지 않고 비판적으로 검토할 수 있는 능력은 더욱 중요해지고 있다. 이는 실제로 외국어 학습자를 대상으로 한 연구에서 이들이 AI의 개인화 부족, 에코 체임버(echo chamber)[2] 효과의 가능성, 미묘한 이해의 어려움 등 AI의 한계에 대한 우려를 표현하고 있어 비판적 사고 교육의 필요성을 더욱 강조하고 있다(Darwin et al., 2024; Chan, 2023).

이에 비판적 사고는 다음과 같은 구체적 역량으로 구현된다.

---

2) 에코 체임버(echo chamber)는 자신과 비슷한 견해를 가진 사람들과만 소통하면서 특정 신념이나 의견이 반복적으로 증폭되는 현상을 말함.

- 정보 검증 능력: 정보의 출처, 편향성, 신뢰성을 평가하는 능력으로(Metzger & Flanagin, 2013; Wineburg et al., 2016), AI가 생성한 콘텐츠의 정확성과 한계를 식별할 수 있는 역량이다.
- 논리적 추론 능력: 논리적 오류를 식별하고, 전제와 결론 간의 논리적 연결을 평가하며, 증거를 바탕으로 합리적 판단을 내리는 능력이다(Ennis, 1987; Johnson & Blair, 2006).
- 다관점 통합 능력: 다양한 관점을 종합하여 균형 잡힌 판단을 내리는 능력으로(Kuhn, 1999; Paul, 1992), 복잡한 문제에 대한 다면적 이해를 도모한다.

이를 통합해 보면, 창의적 아이디어 생성은 비판적 평가를 거치며 정제·발전하고, 비판적 분석은 창의적 관점으로 새로운 평가 기준과 접근이 만들어지는 것을 유추할 수 있다. 이에 국제 교육 프레임워크 또한 창의성·비판적 사고·기술 유창성의 동시 개발을 권고하였다(OECD, 2019b; Battelle for Kids/P21, 2019). 이를 위한 구체적인 통합전략은 다음과 같다.

- 창의적 문제해결 프로세스: 문제 정의, 아이디어 발산, 비판적 평가, 해결책 정제, 실행 및 성찰의 순환적 과정을 통해 두 역량을 동시에 개발한다(Isaksen et al., 2011; Treffinger et al., 2006).
- AI 도구와의 협업적 창의성: AI가 제공하는 아이디어나 정보를 비판적으로 검토하고, 이를 창의적으로 재구성하여 새로운 가치를 창출하는 경험을 제공한다.
- 메타인지적 성찰: 자신의 창의적 과정과 비판적 사고 과정을 의식적으로 모니터링하고 개선하는 능력을 개발한다(Flavell, 1979; Zimmerman, 2002).

다. 적응력과 회복탄력성(Resilience)

급변하는 기술 환경과 불확실한 노동시장에서 적응력과 회복탄력성은 지속 가능한 경력개발의 핵심 역량으로 부상하고 있다(McKinsey Global Institute, 2021; OECD, 2023a). 코로나19 이후 원격이나 하이브리드 근무와 디지털 협업 도구의 확산은 근로자의 빠른 적응을 요구했으며, 직무와 기술 수요의 장기적 변화를 촉발했다(McKinsey Global Institute, 2021). 또한 하버드 비즈니스 스쿨의 연구는 인간이 비정상적이거나 비정지 환경 변화에 대한 유연한 적응에서 AI를 앞선다는 점을 보여 주었다(De Freitas et al., 2023).

적응력은 변화하는 상황에서 효과적으로 기능하기 위한 인지·정서·행동적 역량의 묶음으로, (1) 학습 민첩성(learning agility, 새로운 상황에서 빠르게 배우고 경험을 전이 및 확장)(Gravett & Caldwell, 2016), (2) 인지적 유연성(고정된 사고 틀을 벗어나 다양한 전략으로 재구성)(Egner & Siqi-Liu, 2024), (3) 불확실성 수용력(모호성 속에서도 정서적 안정과 탐색 유지)(Budner, 1962)로 요약된다.

다른 한편으로 회복탄력성은 스트레스, 실패 경험, 위기와 같은 역경 상황에서도 심리적 균형을 신속히 회복하고, 긍정적 적응을 통해 기존의 기능 수준을 유지하거나 오히려 강화할 수 있는 역량을 뜻한다(Caza & Milton, 2012; Luthans, Youssef, & Avolio, 2007). 구체적으로는 ① 정서 조절과 안정성(압박 상황에서 감정을 효과적으로 관리), ② 문제 해결 지향성(좌절을 학습 기회로 전환해 전략을 재정비), ③ 사회적 지원 활용 능력(주변 자원이나 네트워크를 동원해 회복 촉진)으로 구성된다(Luthans, Youssef, & Avolio, 2007; Caza & Milton, 2012). 나아가 직장 맥락에서의 회복탄력성

훈련은 정서적 안녕, 직무 몰입, 성과 등에 긍정적 효과를 보이는 것으로 보고된다(Robertson et al., 2015).

이러한 적응력과 회복탄력성은 AI 기반 기술의 확산과 그로 인한 직무 재구조화, 고용 불확실성의 심화라는 구조적 전환 국면에서 개인이 지속 가능한 경력 경로를 주도적으로 설계하고 유지할 수 있도록 하는 중요한 심리적 자원이며, 동시에 복잡하고 비선형적인 노동시장 환경 속에서 자율적 학습과 전략적 자기 계발을 가능하게 하는 인지적·정서적 기반으로 기능한다.

라. 평생학습 능력과 자기주도성

AI 확산과 직무 재편 속도는 '일회성 교육'에서 '지속적 학습'으로의 전환을 필연적으로 요구한다. 세계경제포럼(WEF)은 2030년까지 근로자의 핵심 기술 중 약 39%가 변할 것이라 전망하며(2023년 44%에서 다소 안정화 추세), 이에 대응하기 위한 핵심 전략으로 지속적 업스킬링과 리스킬링을 제시한다(WEF, 2025). OECD 또한 평생학습이 기술 수요 변화에 적응하고 더 나은 일자리로의 이동을 지원하는 핵심 축임을 강조한다(OECD, 2021b; 2025c). 실제 데이터에서도 이러한 경향이 확인되는데, 2023년 기준 Coursera 플랫폼에 AI 관련 등록 건수가 740만 건을 넘어섰으며, 2024년에는 320만 건 이상이 생성형 AI 관련 과정에 집중되면서 분당 평균 여섯 건씩 등록되는 추세를 보였다(Coursera, 2024). 이는 근로자들이 급변하는 기술 환경에 대응해 적극적으로 역량 향상에 투자하고 있음을 보여 준다.

1) 평생학습 능력의 구성

평생학습 능력은 크게 자기주도적 학습능력, 메타인지, 성장 마인드셋으로

구체화된다.

- 자기주도적 학습능력: 학습 필요의 자각, 목표 설정, 전략 수립, 실행, 성과 평가와 성찰에 이르는 전 과정을 스스로 관리하는 능력이다(Knowles, 1975). 세부적으로는 ① 학습 요구 진단, ② SMART 기반 목표 설정, ③ 전략·자원 선택, ④ 실행 및 진도 관리, ⑤ 성과 평가와 성찰 단계로 구성된다.
- 메타인지: 자신의 인지 과정을 점검하고 조절함으로써 학습의 효과성과 효율성을 높이는 핵심 기제이다. 이는 목표 달성을 위한 전략적 사고와 자기성찰을 가능하게 하며, 고차원적 학습 전환을 촉진한다(Flavell, 1979). OECD는 특히 성인·장년층의 전환 지원 맥락에서 메타인지적 접근의 중요성을 강조하고 있다(OECD, 2023a).
- 성장 마인드셋: 지적 능력이 노력과 전략을 통해 발전할 수 있다는 신념 체계로, 도전과 실패를 학습의 일부로 수용하도록 이끌면서 자기주도성의 정서적 기반을 제공한다(Dweck, 2006). 최근 연구에서도 지속적 학습 참여가 웰빙 증진, 고용 유지, 이직 위험 감소와 같은 긍정적 결과와 연계됨이 확인되고 있다.

2) 자기주도성(Self-directedness, Agency)

자기주도성은 단순한 학습 태도가 아니라 AI 시대에 생존을 좌우하는 핵심 역량이다. 이는 학습이나 업무를 수행하는 데 있어서 외부 지시 없이 계획하고 실행하며, 지속적 성장을 위해 동기를 자율적으로 조절하고 평가하는 능력을 포괄한다. Garrison(1997)은 이를 동기(과제 진입), 자기관리(맥락 통제), 자기점검(인지적 책임)의 상호작용으로 설명하였다. 기술 변화기에 조직이나 정책 차원의 업스킬링과 리스킬링 투자가 병행될 필요가 있으며,

실제 HR 조사에서도 60% 이상이 업·리스킬링을 최우선 과제로 인식하고 있다(TalentLMS, 2023).

3) 실증 동향과 생태계 설계

평생학습 능력과 자기주도성은 개인의 경력 주도권을 회복시키는 핵심 요인이다. 진로탐색, 직무전환, 조직혁신과 같은 다양한 맥락에서 이들은 자율적 의사결정과 지속적 성장을 가능하게 한다. 또한 변화에 대한 적응 역량, 사회적 상호작용 역량과 함께 AI 시대에 요구되는 인간 고유의 핵심 역량으로 자리 잡고 있다. 따라서 미래 세대를 위한 진로교육은 노동시장 변화의 속도와 복잡성에 대응할 수 있도록(WEF, 2025), 학생들이 자기주도적 학습 능력, 메타인지의 체득, 성장 마인드셋을 토대로(Knowles, 1975; Flavell, 1979; Dweck, 2006) 자신의 진로 경로를 자율적으로 설계하고, 환경 변화에 맞추어 이를 유연하게 조정할 수 있는 능력을 중심으로 구성될 필요가 있다(OECD, 2025c).

제2절 초개인화 개념 및 교육적 적용

4차 산업혁명과 디지털로의 빠른 전환은 교육 패러다임의 근본적 변화를 요구하고 있다. 특히 AI와 빅데이터 기술의 발전은 다수의 학습자에게 제공되는 획일적인 교육에서 벗어나 학습자 개개인에게 최적화된 교육 서비스를 제공할 수 있는 기술적 기반을 확보하도록 지원하였다. 이러한 변화의 중심에는 '초개인화(Hyper-Personalization)'라는 새로운 교육 접근법으로 관심을 받고 있다.

1. 초개인화의 정의 및 특성

가. 개인화 vs 맞춤형 vs 초개인화의 개념적 차이

오늘날의 교육 분야에서 개인화과 맞춤형, 그리고 초개인화 학습 또는 교육은 서로 다른 수준의 학습자 중심 교육을 나타내는 개념들이다.

먼저 개인화 학습 혹은 개인화 교육은 학습자의 기본적인 특성을 고려하여 학습의 경로와 내용을 조정하는 접근법이다(김선영, 2018). 전통적으로 개인화 학습은 학습자의 연령, 성별, 학업성취도 등 기본적 정보를 활용하여 학습자를 분류하여 그룹별로 접근하는 방식으로 운영되었다.

다음으로 맞춤화 학습(Customized Learning)은 개인화보다 한 단계 발전된 형태로, 학습자 개개인의 필요를 충족시키는 접근법으로, 학생들이 개별적으로 지도를 받으며, 자신의 속도로 학습할 수 있도록 지원하는 방식이 대표적이다(Wilson College Online, 2023). 실제 학교 현장에서는 이러한 맞춤화된 학습이 학습관리시스템(LMS)이나 적응형 학습 플랫폼을 통해 구

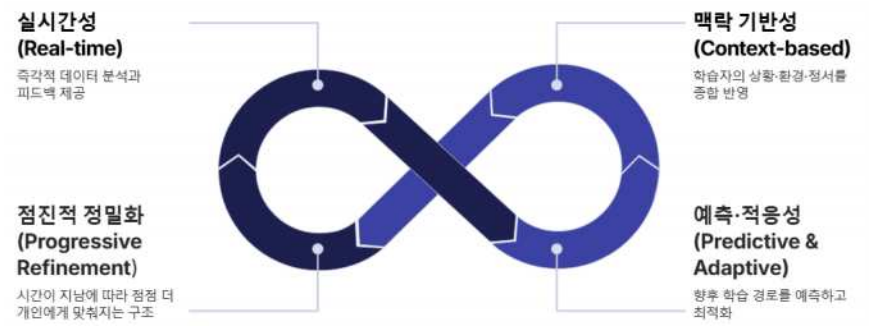
현되어 운영된다. 이러한 시스템을 활용하여 학습자의 진도와 성취도에 따라 콘텐츠를 적응할 수 있도록 제공한다(손찬희 외, 2019). du Plooy, Casteleijn, Franzsen (2024)은 체계적 문헌고찰을 통해 맞춤형 개인화 학습에 관한 59%의 연구에서 학업성취도를 향상시키고, 36%의 연구에서 학습자 참여도의 개선하였다고 그 효과를 보고하였다.

나아가 초개인화 학습(Hyper-Personalized Learning)은 가장 발전된 형태의 개인화 학습법이다. 실제 이 용어는 마케팅 영역에서는 "실시간으로 소비자의 상황과 맥락을 파악하고 이해하여 소비자가 가장 원하는 경험과 서비스와 상품을 제공하는 기술"로 정의하였다(손찬희, 2021). 이를 교육적 맥락에 적용하여 손찬희(2021)는 "데이터를 활용한 고도화된 개인 맞춤형 교육, 즉 학습자의 특성, 교육적 상황이나 수준에 따라 교육이 다양한 모습으로 찾아오고, 시간이 지날수록 내게 더 맞추어지는 교육"으로 설명하였다.

특히 이러한 초개인화는 AI와 빅데이터를 활용하여 학습자 정보를 실시간으로 분석하고 예측하는 것을 핵심으로 하며, 학습자의 행동이나 상황적 맥락, 정서까지 종합적으로 반영하는 전인적 접근을 특징으로 하는 방법으로 볼 수 있다. 이와 관련하여 임완철(2024)은 생성형 AI가 학습자의 학습 성향과 진도, 그리고 학습 수준을 분석한 후 개인에게 가장 절절한 콘텐츠와 학습 경로를 제공할 수 있어, AI 기술의 발전이 교육에서의 개인화를 초개인화로 진화할 수 있을 것이라고 지적하였다.

결국, 초개인화 교육은 ① 실시간 학습자의 정보처리와 즉각적 피드백, ② 학습자의 상화과 정서를 반영하는 전인적 접근, ③ 예측을 기반한 학습 경로의 설계, 드리고 ④ 학습 데이터 누적에 따른 점진적 학습의 정밀화라는 네 가지 특징으로 요약할 수 있다.

[그림 2-3] 초개인화 교육의 핵심 특성



출처: 연구진 작성

나. 초개인화 교육의 핵심 구성 요소

초개인화 교육의 핵심적인 구성 요소는 학습자에 관한 데이터 수집과 분석, 그리고 이를 통한 학습 콘텐츠 제공, 진로 안내, 피드백 개선의 네 가지 범주로 구분할 수 있다(Shemshack et al., 2021). 이 네가지 구성요소는 초개인화 시스템에 관한 기본 아키텍처로 형성되어 있음을 여러 연구에서 확인할 수 있다(Maier, & Klotz, 2022; Martin et. al., 2020 등). 이와 같은 맥락에서 IBM(2025)은 초개인화를 “AI와 머신러닝을 활용하여 방대한 양의 고객 데이터를 처리하고 패턴이나 선호도를 식별하는 것”으로 정의하며, 실시간 데이터 분석을 통한 맞춤화의 중요성을 강조하였다.

데이터 기반 개인 프로파일링은 초개인화 시스템이 전통적 학습자 모델링을 넘어, 다차원적 데이터를 통합하여 포괄적인 학습자 프로필을 구축하는 것을 의미한다. Digital Marketing Vocabulary(2024)에서는 초개인화의 첫 번째 핵심 영역으로 '데이터 수집과 분석'을 제시하였다. Amplitude(n.d.)는 초개인화가 "여러 소스에서 개별 고객에 대한 데이터를 수집하고 분석하여

그들의 고유한 관심사, 행동, 좋아하는 것, 그리고 요구사항을 드러내는 풍부한 프로필을 구축하는 것"이라고 정의하였다.

국내 연구에서도 흐름이 반영되고 있다. 손찬희 외(2019)는 학습분석학을 학습과 학습이 일어나는 환경에 대한 이해와 최적화를 위해 학습자와 그 맥락에 관한 데이터를 측정하고 수집하여 분석과 보고하는 활동으로 정의하며, 이러한 학습분석이 초개인화 교육의 기술적 기반임을 강조하였다. 이은경, 박도영, 최인봉(2014) 연구 역시 교육 빅데이터를 '온라인과 오프라인 교수·학습 과정 전반에서 산출되는 다층적 자료'로 정의하며, 다양한 수준에서의 데이터 수집 중요성을 강조하였다.

또, 실시간 적응형 콘텐츠 전달은 수집된 데이터가 학습자의 특성과 상황에 맞추어 상호작용의 측면에서 콘텐츠를 제공하는 데 활용되는 것을 말한다. 노영욱(2021)은 COVID-19 시기에 대규모 학습 데이터가 생성되면서 학습 분석과 AI 기술 발전을 통해 학습자에 대한 의미 있는 패턴을 추출하고, 그러한 패턴을 통한 지식을 발견할 수 있었음을 보고하였다. 초개인화 진로교육에서는 학습자의 현재 특징을 모니터링하고, 학습자의 관심 분야에 근간을 둔 직업정보의 자동 추천, 실시간적으로 노동시장 데이터와 연계하여 앞으로의 진로 전망을 제공하는 것이 학습자의 개별 학습 스타일에 맞춘 콘텐츠 제공이 핵심적인 특징이다.

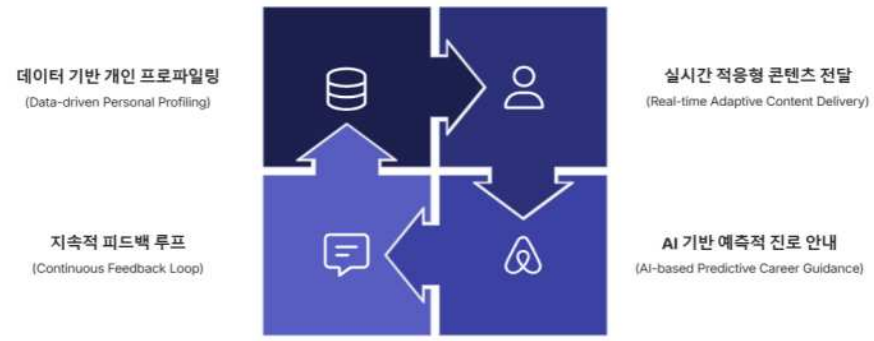
AI 기반 예측적 진로 안내는 머신러닝이나 생성형 AI가 학습자의 특성을 반영한 최적 진로 경로를 예측하고 제안할 수 있음을 의미한다. 서민규 외(2024)는 생성형 AI 시대에 교양교육의 방향성을 논하며, AI 기반 예측 시스템은 인간의 고유한 논리적이고 비판적인 사고, 그리고 창의적 사고를 보완하는 방식으로 설계되어야 한다고 주장하였다. 구체적으로는 협업 필터링과 콘텐츠 기반 필터링을 결합한 하이브리드 방식을 추천하면서, 유사한 학습

자 집단을 분석하고, 강화학습을 기반한 추천 성능 개선 등을 포함하였다.

마지막으로 지속적 피드백 루프(continuous feedback loop)는 시스템이 제시한 학습 경로나 콘텐츠에 대한 학습자의 반응을 다시 데이터로 수집하여 교육 내용을 지속적으로 개선하는 순환 과정을 의미한다. 초개인화 시스템은 이러한 피드백 루프를 통해 학습한 후 즉각적으로 개선점을 제시하고, 장기적 진로 목표와의 연계하여 분석한다. 또, 개인화된 동기부여 목적의 메시지를 제공하고, 마이크로러닝과 적응형 평가의 결합 등을 실현한다(Society for Learning Analytics Research [SoLAR], 2025; Whatfix, 2025).

이와 같은 AI 기반 교육 시스템의 발전은 단순한 기술적 혁신에 그치지 않고 사회적 요구와 밀접하게 연계되어 있다. 이상숙, 유인혁, 김진희(2020)은 AI 교육에 대한 사회적 인식을 분석한 결과, 코딩교육의 강화, 여성 인재의 육성, 대학 교과의 개편 등과 같은 교육 변화가 산업계와 사회의 요구에 대응하는 과정임을 확인하였다. 이는 초개인화 교육이 개별 학습자의 학습 최적화뿐만 아니라 사회 전체의 인재 양성 방향과도 조응하고 있음을 시사한다.

[그림 2-4] 초개인화 진로교육 시스템 전체 구조



출처: 연구진 작성

다. 기술적 구현 조건 및 요구사항

초개인화 진로교육 시스템의 성공적인 구현을 위해서는 국가 차원의 통합 플랫폼 구축이 필요하다. 교육부, 고용노동부, 중소벤처기업부 등 관련 부처 간의 협력을 통해 학교급별 연계성을 고려한 통합 서비스를 제공해야 한다 (손찬희 외, 2021).

국내에서도 이미 2025년 현재 11개 시도교육청이 'AI 맞춤형 교수·학습 플랫폼'을 공동으로 개발하여 하반기에 시범 운영을 시작하였으며, 2026년에는 AI 분석 모델의 본격적인 적용을 계획하고 있다. 이러한 대규모 통합 플랫폼은 학습자의 클릭스트림, 시선 추적, 음성 분석 등 다양한 멀티모달 데이터를 실시간으로 처리할 수 있는 인프라를 포함하고 있다.

〈표 2-1〉 시도교육청별 AI 맞춤형 교수·학습 플랫폼 개발 현황

시도	플랫폼·사업	핵심 내용·진행
서울	(11개 시도교육청 공동) AI 맞춤형 교수·학습 플랫폼	2025년 하반기 시범 운영(3단계 개통: 9~12월), 2026년 AI 분석 모델 본격화. 방송·보도자료로 일정 및 기능(수업 지원·데이터 분석·통합 로그인) 확인 (출처: SBS 뉴스)
인천	AI 서술형·논술형 자동채점 시범	2025학년도 2학기 중·고 '수학' 과목부터 공교육 최초 도입 발표. 평가 공정성·신속 피드백을 목표 (출처: 중부일보 - 경기·인천의 든든한 친구)
부산	BASS(부산학력향상지원시스템), 에듀빅·AI 교육 플랫폼	AI·빅데이터 기반 학력 진단·추천 제공. '부산형 학업성취도평가(BEST)' 운영자료와 AI·데이터 연수 체계 병행 (출처:부산학력향상지원시스템, BASS)
경남	아이톡톡·아이북	도교육청 자체 빅데이터, AI 플랫폼으로 수업 적용, 연수 체계 다수(폴리오북, 톡톡AI 진단/평가). 국내외 벤치마킹 및 연구 사례 축적 [출처: 아이톡톡 연수시스템(2023 미래교육 AI 포럼 [빅데이터-AI플랫폼 아이톡톡 공감콘서트], 2023. 06. 22.)]
울산	우리아이AI	생성형 AI 기반 교수·학습 서비스 공개(교과별 수업 모델·질문 템플릿). 연구정보원 빅데이터 동향분석 시리즈로 정책 분석 병행(우리아이AI)
광주	광주아이온(AI-ON)	시교육청 맞춤형 통합 교수·학습 플랫폼 개발 착수(2024), 2025 MSP 선정 보도. 공동개발(통합인증) 병행 (뉴스핌 2024. 09. 25.)

제주	(공동개발 참여) 제주형 플랫폼	2023~2024년 공동개발 참여 공식화(비전 선포식). 지역 특화 블렌디드, 학습분석 지향 (헤드라인제주, 2023. 11. 23.)
전북	(공동개발 참여) 교사연구회·워크숍	AI 플랫폼 교사연구회 운영, 특화서비스 논의·연수. 도교육청 보도와 공식 포털 공지 다수 (전북교육포털, 2024. 06. 29.)
전남	(공동개발 참여) 추진보고회·언론 공표	지능형 블렌디드, 학습분석, 유통 생태계, 마이데이터를 플랫폼 목표로 제시. 2024 착수 보도 (2024. 06. 26.)
경북	경북 AI 서비스 포털, 공동개발 참여	AI 서비스 포털 운영(업무/수업 웹앱), 2023 비전 선포·2024 우수기관 보도 (ai.gbe.kr)
세종	(공동개발) 공약/예산 로드맵	교육부 단일 플랫폼 → 11개 시도 공동개발로 전환. '23 정책연구 → '24 구축 → '25 시범 → '26 전면 운영 계획
강원	강원아이로(AI-ro) (신규)	수업 준비–진단–평가–맞춤형 지원 전 과정을 지원하는 강원 특화 플랫폼. 2026 상반기 공동 플랫폼과 연동 계획. 출범 공식 보도자료 (2025. 09. 26.)

출처: 각 자료에서 내용을 추출하여 연구진 작성

효과적인 초개인화를 구현하기 위해서는 AI 기반의 고급 개인화 알고리즘이 필요하다. 여기에는 협업 필터링과 콘텐츠 기반 필터링을 결합한 하이브리드 모델, 자연어처리를 통한 학습자 응답의 이해 및 생성, 컴퓨터 비전을 활용한 학습자의 감정 상태 파악, 그리고 강화학습을 통한 지속적인 시스템 개선 등이 포함한다.

최근 연구에 따르면, '지식추적 AI'는 학생의 지난 학습 기록을 활용하여 해당 학생에 대한 이해도를 추적하고 학생의 현재 지식 수준과 보완점을 파악할 수 있는 AI 모델로, 학생 개개인에게 맞춤형 초개인화 교육을 가능하게 하는 교육 AI의 핵심 기술 중 하나이다(Lee, et al., 2022).

실시간 적응형 학습 환경은 마이크로러닝과 적응형 평가를 결합하여 학습자에게 최적화된 학습 경험을 제공하게 된다. 적응형 학습은 인공지능과 빅데이터 기술을 활용하여 학습자의 능력과 학습 스타일에 맞춘 맞춤형 학습 경험을 제공하는 혁신적인 교육 방법이다. 다시 말해, AI가 학습자의 학습 패턴을 분석하여 학습자의 강점과 약점을 파악한 뒤 최적의 학습 경로를 제

공하게 된다(Hariyanto et al., 2025; OECD, 2021a).

이러한 적응형 학습 환경을 효과적으로 구현하기 위해서는 학습자 모델링 시스템의 구축이 필수적이다. 학습자 모델링 시스템은 크게 데이터 수집, 상태 감시, 프로파일링의 세 가지 기능을 중심으로 구성된다(Abyaa, Idrissi, & Bennani, 2019). 추적기(tracker)는 학습 과정에서 발생하는 다양한 이벤트를 실시간으로 기록하고, 모니터는 수집된 데이터를 분석하여 학습 진행 상태나 이상 징후를 탐지하게 된다. 마지막으로 프로파일러는 축적된 데이터를 기반으로 학습자의 인지적, 정의적, 행동적 특성을 통합하여 학습자 개인만의 프로필을 생성한다(Abyaa et al., 2019). 이러한 시스템이 효과적으로 작동하기 위해서는 데이터 표준화 및 상호운용성의 확보가 필수적이다.

국내에서도 학습분석과 머신러닝을 활용한 AI 교육 프로그램 개발이 활발해지고 있다. 특히 온라인 학습 플랫폼과 대학 강좌를 중심으로 학습 로그 데이터를 활용하여 중도탈락 예측 모델을 설계한 연구가 보고되고 있으며(노윤정, 2024), 머신러닝 기반 시스템을 적용한 AI 교육 프로그램을 설계한 사례도 확인되었다(유원진, 2020).

윤리적 안전장치와 개인정보 보호는 AI 기반의 학습 모델링과 교육 데이터 분석에서 필수적인 요소다. 유네스코 한국위원회(2021)는 「인공지능과 교육: 정책입안자를 위한 지침」에서 AI 교육 시스템을 구축할 때 개인정보 보호와 윤리적 안정장치를 우선적으로 다루어야 한다고 강조한다. 특히, 김병필(2023)은 인공지능 활용의 확대에 따라 가명처리, 동형 암호, 연합 학습과 같은 기술적 조치가 개인정보 보호를 강화하는 핵심 수단이 될 수 있음을 제안하였다.

이미 교육 현장에서도 AI 활용에 따른 윤리적 사안에 관한 인식이 높아지고 있다. 김위정·김종우(2024)는 교원을 대상으로 한 실증 연구에서, 교원

대상 AI 활용 교육에서 핵심적으로 개인정보 보호, 학습자의 자율성 보장, 그리고 교육 기회의 공정성을 꼽고 있음을 밝혔다. 이는 AI 교육 시스템이 기술적 효율성과 함께 교육의 본질적 가치를 지키는 방향으로 개발되어야 함을 시사한다.

다른 한편으로 초개인화 교육 시스템의 신뢰를 확보하기 위해서는 알고리즘이 투명하고 설명가능하게 설계되어야 한다. AI 시스템이 학습자를 평가하거나 학습 콘텐츠를 추천할 때, 그러한 결과가 어떤 과정을 거쳐 산출되었는지를 학습자와 교사에게 이해하기 쉬운 방식으로 제공해야 한다 (European Commission, 2022).

마지막으로 AI 시스템의 편향성을 방지하기 위해서는 정기적인 모니터링 체계 구축이 필수적이다. 학습 데이터셋의 불균형이나 알고리즘 설계 단계에서의 편향은 특정 학습자 집단에게 불리한 결과를 초래할 수 있으며, 이는 결국 학습자 간의 교육 기회 불평등으로 이어질 수 있기 때문이다 (Crawford, 2021).

2. 교육 분야에서의 초개인화 연구

가. 적응형 학습 시스템(Adaptive Learning Systems)

디지털 전환이 가속화되고 AI 기술이 발전함에 따라 교육 분야에서도 개별 학습자의 특성과 요구에 맞춘 맞춤형 교육에 관한 관심이 급증하고 있다. 이러한 맥락에서 적응형 학습 시스템은 초개인화 교육을 구현하는 핵심 수단으로 주목받고 있다. 적응형 학습 시스템은 학습자의 개별적 특성과 학습 진도에 따라 교육 내용과 방법을 상호작용적인 관점에서 조정하는 시스템으

로 정의되며, 이는 전통적인 일률적 교육 방식의 한계를 극복하는 혁신적 접근법으로 인식되고 있다(박연정·조일현, 2014). 초개인화 교육의 관점에서 적응형 학습 시스템은 손찬희 외(2021)가 제시한 '데이터를 활용한 보다 고도화된 개인 맞춤형 교육'의 구체적 실현 방안으로 작용한다. 이 시기의 이론들은 상대적으로 안정적인 사회 구조와 예측가능한 노동시장을 배경으로 발전하였으며, 개인-환경 적합성과 발달 단계적 접근을 핵심 원리로 삼았다.

이러한 시스템의 핵심은 박연정·조일현(2014)이 제시한 네 가지 구성 요소에 기반한다. 즉, 도메인 모델은 특정 교육 영역의 지식 구조와 개념 간의 관계로 정의하며, 학습자 모델은 개별 학습자의 지식 상태, 학습 선호도, 인지적 특성 등을 체계적으로 모델링한다. 교수학적 모델은 효과적인 교육 전략과 학습 경로를 결정하는 규칙과 알고리즘을 포함하며, 적응형 인터페이스는 학습자의 특성에 맞춘 최적화된 사용자 경험을 제공한다.

오늘날 적응형 학습 시스템은 인공지능과 데이터 분석 기술의 발전에 힘입어 더욱 정교해지고 있다. 신종호 외(2021)와 황은경, 신종호(2021)는 인공지능 기반 적응형 학습 시스템을 "학습자의 다양한 데이터를 기반으로 학습분석학적 관점에서 개별학습을 지원하는 시스템"으로 정의하였다.

적응형 학습 시스템의 교육적 효과성에 대한 국내외 실증적 검증이 활발히 이루어지고 있다. Zawacki-Richter 등(2019)은 AI 기반 적응형 학습 시스템이 개별 학습자의 요구에 맞춘 맞춤형 학습 경험을 제공하여 학습 결과를 향상시키는 것을 확인하였다. Strielkowski 등(2025)도 적응형 학습 기술이 개인화된 학습 경험을 개선하는 동시에, 지속가능성 이니셔티브를 발전시키는 이중적 영향을 미친다고 보고하였다.

국내 연구에서도 유사한 결과가 나타나고 있다. 전인숙·황성우·범은애(2024)의 연구에서는 AI 기반 적응형 학습이 학습동기와 학업성취와의 관계

에서 학습몰입과 자기주도적 학습능력에 부분 매개 효과를 미치는 것으로 확인되었다. 황은경·신종호(2021)의 연구에서도 유사한 결과가 나타났는데, AI 기반 적응형 학습이 학습 몰입과 학업적 자기효능감을 향상시키며, 효과는 디지털 리터러시와 자기주도 학습능력의 이중 매개효과를 통해 강화된다는 점을 밝혔다.

나. 지능형 튜터링 시스템(ITS: Intelligent Tutoring Systems)

지능형 튜터링 시스템은 인공지능 기술을 활용하여 개별 학습자에게 맞춤형 교육을 제공하는 컴퓨터 기반 학습 시스템으로, 초개인화 교육 실현의 또 다른 핵심 접근법이다. ITS는 1970년대부터 시작되어 현재까지 지속적으로 발전해 왔으며(VanLehn, 2011; Woolf, 2009), 임은미(2000)는 지능형 학습 체제가 약 40여 년 전 컴퓨터를 교육적 목적으로 사용하게 된 이래로 수많은 교육적 패러다임의 변화를 초래하였다고 지적하였다.

ITS의 핵심 아키텍처는 세 가지 모델의 상호 연계를 통해 작동한다(Woolf, 2009; Sottilare et al., 2016). 영역 모델은 학습 주제와 관련된 지식에 관한 개념, 규칙, 문제해결 전략 등을 체계적으로 구조화한다. 학습자 모델은 ITS의 가장 핵심적인 영역으로 학생의 선수 학습, 사전 지식, 경험, 감정 등의 인지적, 정의적 상태를 종합적으로 모델링한다. 교수자 모델은 영역 모델과 학습자 모델로부터 자료를 제공받아 튜터링 전략과 액션에 관한 결정을 수행한다.

오늘날 ITS의 발전된 특징은 다면적 지원 체계에서 나타난다. 인지적 진단과 모델링을 통해 학습자의 지식 구조, 문제해결 능력, 학습 전략 등을 종합적으로 분석하며(Corbett & Anderson, 1994; Liu, 2003), 메타인지적 지

원을 통해 단순한 지식 전달을 넘어서 학습자의 학습 과정에 대한 성찰 능력 개발을 지원한다(Aleven & Koedinger, 2002; Tasoulas et al., 2024).

ITS의 실제 적용 사례로는 미국 카네기멜론대학에서 개발된 MATHia가 대표적이다. 문항반응이론과 인지모델링 기법을 바탕으로 설계된 K-12 수학 ITS로, 학습자의 문제 해결 과정에서 성취수준과 오개념을 실시간 모니터링하며 개별화된 학습 경로를 제시한다. Khasawneh(2024)는 300명의 고등학생을 대상으로 한 연구에서 ITS 활용이 문제 해결 능력, 비판적 사고, 논리적 추론 능력을 유의하게 향상시켰음을 보고하였다.

ITS의 효과성은 여러 메타분석을 통해 검증되었다. VanLehn(2011)은 단계 기반 튜터링이 단순 답안 피드백보다 더 나은 성과를 보이는 것으로 보고했으며, Anderson 등(1995)은 즉각적 피드백을 제공하는 인지 튜터의 학습 효과를 제시하였다. Ma 등(2014)은 107개 연구를 메타분석한 결과, ITS가 전통적 교육보다 유의한 학습 향상을 가져온다고 확인하였다.

다. 학습자 모델링(Learner Modeling) 기법

학습자 모델링은 초개인화 교육 시스템의 핵심 기반 기술로서 학습자의 특성, 학습 행동, 선호도를 정교하게 표현하고 관리하는 기법이다(Chrysafiadi & Virvou, 2013). 단순히 학습자의 현재 상태를 기술하는 데 그치지 않고, 학습 과정 전반을 예측하고 최적화하는 기능을 수행한다(Fröschl, 2005).

학습자 모델링 연구는 초기부터 다양한 접근법이 제시되었다. Self(1994)의 오버레이 모델은 전문가의 지식 구조를 기준으로 학습자의 지식 상태를 비교 분석하여 부족한 부분을 식별한다. Brusilovsky(1996)의 스테레오 타입

모델은 학습자를 사전 정의된 유형으로 분류하여 전형적 특성에 기반한 개인화를 제공한다.

현대의 학습자 모델링은 손찬희 외(2021)의 초개인화 개념을 바탕으로 다차원적 데이터의 수집·분석을 특징으로 한다. 인지적 차원에서는 지식수준과 문제 해결 능력을 포함하며, 정서적 차원에서는 동기, 흥미, 불안 등을, 행동적 차원에서는 학습 패턴 및 참여도를, 사회적 차원에서는 협업 선호도, 상호작용 양식을, 그리고 개인적 차원에서는 가치관과 목표, 환경을 포함한다(Abyaa et al., 2019).

국외 연구에서는 Walkington과 Bernacki(2020)가 개인화 학습의 동기·성과 향상 효과를 실증하였고, Baker와 Inventado(2014)는 학습자 모델이 실제 대규모 학습 환경에서 활용되고 있음을 보고하였다. 국내에서도 윤태복, 이지형(2013)이 학습자 모델 구축 기술을 정적·동적·가정 기반으로 구분하여 체계화하였고, 성은모, 진성희, 유미나(2016)는 실시간 학습 데이터 분석의 중요성을 강조하였다.

학습자 모델링 기술 발전은 개인정보 보호와 윤리 문제를 동반한다. Pardo와 Siemens(2014)는 학습 분석의 윤리적 프레임워크 필요성을 제기하였고, 유네스코 한국위원회(2021)는 AI 교육 활용 가이드라인에서 학습자 동의, 데이터 활용의 투명성, 수정·삭제 권한 보장, 학습자 주권의 원칙을 강조하였다.

3. 초개인화 교육의 효과성 연구

초개인화 교육의 효과성은 최근 10여 년간 빠르게 축적되고 있다. 초개인화 교육은 학습분석과 AI 기반의 적응 및 추천 기술을 결합하여 인지적, 정의적, 메타인지적 전 영역에서 중간 수준 이상의 긍정적 효과를 나타내는

것으로 반복적으로 보고되고 있다(Walkington & Bernacki, 2020; U.S. Department of Education, 2023).

가. 개인화 교육의 이론적 기반 및 개념적 발전

초개인화는 "데이터를 활용해 학습자의 특성·상황·수준에 정합적으로 교육을 맞추고, 시간이 지날수록 정밀도가 높아지는 고도화된 개인 맞춤"으로 개념화되어 왔다(손찬희, 2021). 전통적 개인화와 달리 학습분석을 통한 실시간 진단·피드백·적응을 핵심으로 하며, 국제 학계에서는 학습분석을 "학습자와 맥락 데이터의 측정-수집-분석-보고를 통해 학습을 이해·최적화하려는 활동"으로 정의한다(SoLAR, 2025, April 1).

설계 관점에서 보면, 데이터 수집-분석-피드백-윤리의 선순환을 갖춘 일반 프레임워크가 널리 참조된다(Greller & Drachsler, 2012). 국내에서도 학습분석 기반 수업설계 모형과 현장 적용 사례가 축적되면서 개인화의 '교육적 정합성' 확보 근거가 마련되고 있다(문소연 외, 2023).

나. 학습분석 기반 개인화 교육의 실증적 효과

국내에서는 먼저 학습분석 기반의 개인화 효과를 종합적으로 검증한 메타분석이 축적되고 있다. 문소연 외(2023)는 교수·학습 맥락의 학습분석 대시보드 26편을 메타분석하여 전체 효과 크기가 중간 수준이며, 특히 정의적 영역에서 효과가 더 크게 나타남을 제시하였다.

플랫폼 기반 현장 연구 측면에서는 경기도교육연구원이 2024년에 AI 기반 교수·학습 플랫폼의 효과성 분석 체계를 제시하였다. 대규모 보급과 데이터 인프라는 효과 검증의 표집과 일반화 가능성을 높이는 기초가 된다(이은

주 외., 2024).

국외 연구 동향을 보면 학습분석 대시보드가 학업성취, 참여, 동기, 태도, 자기조절학습 등에 긍정적 영향을 미친다는 연구가 많이 보고되고 있다. 특히 교육적 타당성, 의미 해석 가능성, 피드백의 질을 갖춘 학습 중심 설계일수록 효과가 강하게 나타난다(Kaliisa et al., 2024).

[그림 2-5] 서울특별시교육청의 AI 맞춤형 교수·학습 플랫폼 개념도

출처: 서울특별시교육청 인공지능 맞춤형 교수·학습 플랫폼 구축(2025년 9월 기준), https://www.sen.go.kr/user/bbs/BD_selectBbs.do?q_bbsSn=1160&q_bbsDocNo=202509161519304 98, 2025. 09. 28. 인출.

다. 학습 동기 및 참여도 개선 효과

초개인화 진로교육의 또 다른 중요한 효과는 학습자의 동기와 참여도 향상이다. 이는 진로교육의 특성상 학습자의 내재적 동기와 자기주도적 탐색 의지가 핵심적 요소이기 때문에 더욱 중요한 의미를 갖는다.

박연정, 조일현(2014)의 학습분석학 기반 대시보드 연구를 진로교육에 적

용하면, 개별 학습자의 진로탐색 과정을 시각화하고 개인화된 피드백을 제공할 때 현저한 동기 향상 효과가 나타난다. 진로탐색 지속성 측면에서 개인화된 진로 대시보드를 활용한 학습자의 진로탐색 활동 지속률이 전통적 방식과 비교하여 향상되었으며, 자기효능감 증진 측면에서는 맞춤형 진로 피드백을 받은 학습자의 진로 자기효능감이 증가하였다.

성은모 외(2016)의 자기주도학습 지원 연구 결과를 진로교육에 적용하면, 진로 활동 참여율, 진로정보 활용도, 진로 계획 수립률 측면에서 개선 효과를 확인할 수 있다. 초개인화 시스템은 개별화와 함께 사회적 학습의 중요성도 고려한다. 유사한 진로 관심사를 가진 학습자들 간의 연결을 촉진하고, 멘토-멘티 매칭 시스템을 통해 협력적 진로 학습 환경을 조성한다.

라. 개인차를 고려한 교육의 장단점 분석

초개인화 교육은 개별 학습자의 다양한 특성을 고려하여 최적화된 학습 경험을 제공하지만, 동시에 여러 제약과 한계도 존재한다. 주요 장점으로는 진로교육의 본질적 가치 강화, 이론적 기반의 체계적 개인화, 다면적 정보 수집과 통합적 진단이 있다.

주요 한계와 과제로는 기술적 복잡성과 구현 난이도, 개인정보 보호 및 윤리적 우려, 교사 역할 변화와 역량 요구, 이해관계자 수용성 문제가 있다. 한계와 과제를 해결하기 위해 점진적 도입 전략, Human-in-the-Loop 설계, 체계적 역량 강화, 투명성 확보, 윤리적 안전장치 등의 개선 방향이 제시된다.

4. 결론

초개인화 교육은 현대 교육 기술의 발전과 함께 주목받고 있는 혁신적인 교육 접근법이다. AI와 빅데이터를 활용한 초개인화가 학습자 개개인의 복합적이고 다차원적인 특성을 실시간으로 분석함으로써 최적화된 학습 경험을 제공할 수 있다는 것이 확인되었다.

특히 진로교육 분야에서 초개인화 시스템은 전통적인 집단 중심 교육의 한계를 극복하고, 개별 학습자의 진로발달 단계, 관심사, 학습 스타일에 맞춘 차별화된 교육 서비스를 제공할 수 있는 것으로 나타났다. 그러나 기술적 복잡성, 개인정보 보호, 교사 역량 변화 등의 과제들이 우선적으로 해결되어야 성공적인 구현이 가능할 것이다.

초개인화 교육의 성공적인 실현을 위해서는 기술적 혁신뿐만 아니라 교육자의 역량 강화, 제도적 지원, 그리고 교육 공동체 전반의 협력도 필수적이다. 이를 통해 모든 학습자가 자신의 잠재력을 최대한 발휘할 수 있는 진정한 개인화 교육 환경을 구축할 수 있을 것이다.

제3절 AI 기반 진로교육 이론

1. 진로발달 이론의 진화

진로발달 이론은 20세기 중반부터 현재까지 시대적 변화와 사회적 요구에 따라 지속적으로 발전해 왔다. 이론적 진화 과정은 안정적이고 예측할 수 있는 직업 환경을 전제로 한 전통적 접근에서 불확실성과 복잡성을 수용하는 현대적 관점으로, 그리고 최근에는 AI 기술과 빅데이터를 활용한 데이터 기반 접근으로 확장되고 있다. 패러다임의 변화는 미래 직업사회에 대비한 AI 기반 진로교육 모델 개발에 중요한 이론적 토대를 제공한다.

진로발달 이론은 20세기 중반부터 현재까지 시대적 변화와 사회적 요구에 따라 지속적으로 발전해 왔다. 이러한 이론적 진화 과정은 안정적이고 예측할 수 있는 직업 환경을 전제로 한 전통적 접근에서 불확실성과 복잡성을 수용하는 현대적 관점으로, 그리고 최근에는 AI 기술과 빅데이터를 활용한 데이터 기반 접근으로 확장되고 있다. 이러한 패러다임의 변화는 미래 직업사회에 대비한 AI 기반 진로교육 모델 개발에 중요한 이론적 토대를 제공한다. 여기에서는 먼저 Holland, Super, Gottfredson의 대표적 전통 이론들이 개인-환경 적합성과 발달 단계적 접근을 통해 어떻게 진로상담의 과학적 기반을 구축했는지 살펴보기로 한다. 이어서 카오스 이론과 사회인지 진로이론으로 대표되는 현대적 접근이 어떻게 급변하는 사회 환경과 개인의 능동적 역할을 반영하여 기존 이론의 한계를 극복했는지 분석한다. 마지막으로 AI와 머신러닝 기술이 기존 이론들과 어떻게 융합되어 개인화되고 예측 가능한 진로교육의 새로운 가능성을 열어 가고 있는지 고찰하고자 한다.

가. 전통적 진로발달 이론

전통적 진로발달 이론은 20세기 중반부터 1990년대까지 진로상담 분야의 핵심 토대를 형성하였으며, 개인의 특성과 직업 환경의 체계적 분석을 통한 과학적 접근을 특징으로 한다. 이 시기의 이론들은 상대적으로 안정적인 사회 구조와 예측 가능한 직업 시장을 배경으로 발전하였으며, 개인-환경 적합성과 발달 단계적 접근을 핵심 원리로 삼았다.

Holland(1997)의 RIASEC 이론은 개인-환경 적합성(Person–Environment fit)을 6유형(현실형, 탐구형, 예술형, 사회형, 진취형, 관습형)으로 체계화하고, 일치성, 분화도, 일관성, 정체성의 준거를 통해 진로행동을 예측하는 대표적 모형이다. 이 이론은 Self-Directed Search(SDS) 등 표준화 도구로 실무에 널리 확산되었다(Holland, 1997; Nauta, 2010).

Super(1980)의 생애-공간(Life-span, Life-space) 이론은 진로발달을 전 생애 발달과업의 연속으로 보고(성장–탐색–확립–유지–쇠퇴), 자아개념 실현과 진로성숙도를 핵심 개념으로 정립했다. '라이프-커리어 무지개' 도식은 다중 역할과 삶의 맥락을 통합적으로 파악하게 했다.

Gottfredson(2002)의 '제한과 타협' 이론은 사회계층, 성역할, 평판 등 구조적 요인이 진로 포부와 선택을 점차적으로 제한하며, 이후 실행가능성에 따라 타협이 일어난다고 본다(4단계 지향 발달). 이는 개인의 선택을 사회적 맥락 속에서 설명하는 강점을 지닌다.

나. 현대 진로발달 이론

1990년대 이후 세계화, 기술혁신, 경제구조의 변화 등으로 인해 직업세계는 급격한 변화와 불확실성을 특징으로 하게 되었다. 환경 변화는 선형적이

고 예측 가능한 진로발달을 전제로 한 전통적 이론들의 한계를 드러내면서, 복잡성과 불확실성을 수용할 수 있는 새로운 이론적 접근의 필요성을 제기하였다. 현대적 진로이론들은 시대적 요구에 부응하여 비선형적 진로발달, 우연의 역할, 사회적 맥락의 역동성 등을 강조하는 새로운 패러다임을 제시하였다.

Pryor와 Bright(2011)의 카오스 진로이론은 개인의 진로발달을 복잡한 동적·적응 시스템으로 파악하는 관점을 제시한다. 이론은 복잡성, 변화, 우연, 맥락, 연결이라는 5가지 요소를 통해 진로행동을 설명하며, 그 결과 진로 궤적은 본질적으로 예측 불가능성과 비선형성을 내포한다.

카오스 진로이론은 끌개, 창발적 패턴, 프랙탈 등 비선형 동역학 개념을 도입해, 개인이 환경과 상호작용하는 과정에서 나타나는 안정-교란-재안정의 반복과 다층 수준에서의 자기유사적 구조를 설명한다. 끌개는 개인이 반복적으로 되돌아가는 안정 상태 또는 경로를 지칭하고, 창발적 패턴은 과목 선택·과제 수행·사회적 경험 등 하위 상호작용이 축적되면서 전체 수준의 새로운 규칙성이 형성되는 현상을 뜻한다(Bright & Pryor, 2005; Pryor, Amundson, & Bright, 2008).

관점에서 선형 예측 중심의 처방은 구조적 한계를 가지므로, 진로상담의 목표는 불확실성의 수용과 적응성 함양으로 전환되어야 한다(Bright & Pryor, 2005). 실천적으로는 다양한 가능 경로를 병렬로 설계하는 시나리오 기반 계획, 저위험의 작은 탐색 실험을 통한 학습-피드백 루프 구축, 기회 사건의 체계적 포착과 재구성을 통해 끌개를 건강한 방향으로 재형성하는 접근이 요구된다(Pryor et al. 2008).

사회인지 진로이론은 Bandura의 사회인지이론을 진로 맥락에 확장한 틀로서 학습경험이 자기효능감과 결과기대를 형성하고, 이것이 흥미, 목표, 선

택, 행동, 수행, 지속으로 이어지며, 전 과정에서 지지와 장벽이 매개하거나 조절한다고 본다(Bandura, 1986; Lent, Brown, Hackett, 1994; Lent & Brown, 2019). 이 이론은 흥미, 선택, 수행, 만족/웰빙, 진로 자기관리의 5가지 하위 모형으로 정교화되었다(Lent & Brown, 2008; 2013; 2019).

기초한 개입은 성공경험 분절과 모델링, 언어적 설득, 정서조절을 통해 자기효능감을 높이고, 노동시장 및 역할모형 정보를 통해 결과기대를 현실화하며, 단기, 중기, 장기 목표-피드백 루프를 운영하고, 멘토, 공동체, 재정, 정보 접근성 개선으로 지지를 확충하는 데 초점을 둔다.

AI 기반 초개인화에서는 사회인지 진로이론 변수를 설문과 행동 로그로 피처화하여 흥미·선택·지속 예측과 목표 진전 극대화·장벽 최소화 제약을 갖는 경로 추천을 구현하고, 추천 사유를 사회인지 진로이론 변수에 근거해 설명가능성을 확보한다(Lent & Brown, 2013; 2019).

〈표 2-2〉 사회인지 진로이론(SCCT)의 5가지 하위 모형 요약

모형	핵심 예측 요인	매개/조절	대표 결과
흥미 모형	자기효능감, 결과 기대	–	특정 영역 흥미 발달
선택 모형	흥미, 목표	지지/장벽(근접 맥락)	교육·직업 선택(전공, 활동)
수행·지속 모형	자기효능감, 목표	지지/장벽, 수행 피드백	성과, 지속·이탈
만족/웰빙 모형	적합성, 목표 진전, 작업조건	정서 조절	직무·학업 만족, 주관적 안녕
진로 자기관리 모형(CSM)	자기조절 전략, 목표 진전	환경 변화	탐색·의사결정·구직·전환 대응 등 과정적 행동

출처: Lent et al.(1994); Lent & Brown(2008; 2013; 2019)의 내용을 바탕으로 연구진 작성

다. AI 시대의 진로발달 이론적 확장

최근 진로발달 이론과 진로교육 실천은 AI·빅데이터 도입으로 직관 중심에서 근거 기반으로 전환되고 있으며, 경력 전 생애에 걸친 영향과 과제를 재정의하고 있다(Bankins et al., 2024). AI·머신러닝은 학업 이력·흥미/성격·활동/성과·지역 노동시장 등 이질적 데이터를 통합 분석하여 개인의 흥미-선택-수행을 예측·지원하고 대규모 개인화를 가능하게 한다.

직무 및 경력 추천 연구에서는 랜덤 포레스트, SVM, 딥러닝 등 기법이 정립되고 윤리 논의가 병행된다(Bankins et al., 2024). Holland RIASEC은 범주 구조가 명료하여 자동 분류와 매칭에 적합하고, 직무 텍스트에 RIASEC 라벨을 부여하는 접근이나 O*NET 직업 흥미 프로필을 기계학습으로 산출하는 연구가 축적되고 있다(Silva, Lo, & Lim, 2020; Putka, et al., 2023).

국내에서도 정책운영, 플랫폼 설계, 현장 적용이 이를 뒷받침하고 있다. 임언, 안재영, 권희경(2017)은 AI 확산에 따른 직업세계 및 직업교육 재설계 방향을 제시하며 데이터 연계 기반의 대응 필요성을 강조하였다. 고용노동부 '고용24'는 AI 일자리 매칭을 통해 취업자를 기록하고, 지능형 직업심리검사, 데이터 기반 취업확률, AI 직업훈련 추천 등 개인화 기능을 고도화하였다(고용노동부, 2025a; 2025b).

학교 현장에서는 AI 디지털교과서를 통해 학생별 학습데이터를 실시간으로 수집하여 분석하고, 이를 바탕으로 개별 학습자에게 최적화된 학습 경로를 제공하는 맞춤형 교육 체제가 구축되고 있다(교육부, 2023). 커리어넷 온라인 진로상담 빅데이터 분석은 대규모 상담 텍스트를 활용한 이슈 도출·변화 추이를 제시해 자연어처리와 머신러닝 기반 상담·추천의 타당성을 뒷받침한다(김봄이 외, 2020).

2. AI 기술과 진로교육의 융합

가. 진로교육의 본질과 현재의 한계

진로교육은 단순히 직업정보를 제공하거나 특정 직업을 안내하는 활동에 국한되지 않는다. 그것은 학습자가 자신의 적성, 흥미, 능력, 가치관 등 개인 내적 특성을 종합적으로 이해하고, 직업세계와의 적합성을 탐색하며, 궁극적으로는 장기적인 경력개발을 계획하고 실행할 수 있도록 돕는 전인적 교육과정이다(「진로교육법」제2조 제1호).

Herr와 Cramer(1992)는 진로교육을 "기술, 지식, 태도의 습득과 성장을 지원하는 교육"으로 정의하였으며, Hughes 등(2016)은 이를 "직업세계와의 접촉을 통해 청년들이 노동시장에 대한 실제적 경험과 통찰을 획득하도록 돕는 교육"이라고 설명하였다. 정의는 진로교육이 단순한 정보 제공을 넘어, 학습자의 자기이해와 진로탐색, 미래 설계 역량을 함양하는 교육활동이라는 점을 강조한다.

그러나 현재 학교 현장에서 이루어지는 진로교육은 여러 측면에서 구조적 한계를 드러내고 있다. 대부분의 진로교육은 정형화된 콘텐츠와 표준화된 진로심리검사에 의존하며 학습자의 인지 수준, 흥미, 진로성숙도, 사회경제적 배경 등 개별적 차이를 충분히 반영하지 못한 채 획일적인 방식으로 운영되고 있다.

'진로와 직업' 과목 수강, 창의적 체험활동, 진로상담 프로그램 등 다양한 시도가 이루어지고 있음에도 불구하고, 진로 목표 설정, 정보 탐색, 실행 계획 수립에 있어 실질적인 맞춤형 지원은 여전히 미흡한 실정이다. 한계는 특히 진로 선택이 중요한 중·고등학생 시기에, 진로 불안(Kracke, 2002; Creed, Patton, & Prideaux, 2006), 진로결정 회피(Erikson, 1968; Gati et

al., 2010), 직접적인 진로 행동의 결핍(Savickas, 2005) 등 심리적·행동적 부작용으로 나타날 수 있다.

나. AI 기반 진로교육의 필요성과 구현 방식

한계를 보완할 수 있는 해결책으로 AI 기반 개인 맞춤형 진로교육이 부상하고 있다. AI 기술은 학습자의 특성과 반응을 실시간으로 파악하고, 이를 기반으로 진로진단, 정보 추천, 탐색 지원, 경로 안내 등을 자동화함으로써 개인화된 진로지원 체계를 실현할 수 있다(Baker & Smith, 2019).

자기이해 기반 진단의 정밀화는 AI가 행동 데이터 분석을 통해 학습자의 검색 이력, 클릭 패턴, 콘텐츠 소비 시간, 학습 플랫폼 내 진로탐색 경로 등을 분석하여, 흥미 변화나 탐색 경향성을 동적으로 파악하는 것을 의미한다. 정서 추적 기술은 얼굴 인식, 음성 분석, 생체 데이터 등을 기반으로 스트레스 지수, 몰입도, 만족도와 같은 정서적 요인을 실시간 측정한다. 다차원 프로파일링은 인지, 정의, 행동 정보를 통합하여 개별 학습자의 진로 관련 특성을 다차원적으로 시각화하고 지속적으로 업데이트한다.

맞춤형 진로 경로 설계 및 추천은 AI가 수집된 개인 데이터를 기반으로 최적화된 진로 경로를 제안하는 것이다. 학습자의 진로 희망, 성취수준, 진로성숙도, 가정의 사회경제적 조건, 지역 자원 등의 요소를 통합적으로 고려한다. 직무적합도, 성장 전망, 진입장벽, 개인 선호도를 종합 분석하여 추천 직업군 및 전공·학과를 제시한다. 진학, 취업, 자격 취득 등 다양한 경로 옵션을 비교하고, 그에 따른 성공 확률, 만족도 예측 등을 시각화한다.

진로탐색 과정의 실시간 피드백과 자기주도성 강화는 AI 시스템이 진로탐색 및 결정을 위한 피드백을 실시간으로 제공하며, 탐색 결과를 예측 가능한

데이터로 시각화하여 학습자의 자기결정력을 높이는 것이다. 특정 진로 선택 시 예상되는 직무 만족도, 이직률, 성과 전망 등을 학습자에게 제공한다. 다양한 진로 시나리오 비교를 통해 의사결정 능력을 향상시키고, 결과에 대한 책임감을 강화한다.

몰입도와 실행력 증진은 AI가 학습자의 동기 구조를 분석하여 학습 몰입도를 높이고, 실제 행동 변화로 이어지는 실행력을 촉진하는 것이다(U.S. Department of Education, 2023). 관심 분야에 기반한 기사, 인터뷰, 체험 프로그램, 실습 기회 등을 자동 추천한다. 불안 상태 탐지 시에 격려 메시지, 진로 혼란 시에 안정화 콘텐츠 제공 등 심리적 지원을 제공한다.

다. 실천적 기대 효과 및 교사의 역할

AI 기반 진로교육은 학생에게는 자기주도적 진로 설계 능력을 제공하며, 교사에게는 보다 정교한 상담 도구와 데이터 기반 진로지도 역량을 제공한다. 진로결정 자기효능감 및 진로성숙도의 향상, 진로결정 혼란 감소 및 탐색 행동 증진, 진로 목표 명료화와 실행성 강화, 교사의 진로상담 정확도 및 개별화 전략 제고 등의 효과가 기대된다.

AI는 교사를 대체하는 도구가 아니라 교사의 전문성을 확장시키는 보완적 기술로서 자리매김해야 하며, 기술 도입과 함께 윤리적 고려, 데이터 보안, 사적 판단 개입 최소화 등의 설계 원칙이 반드시 병행되어야 한다(Barrera Castro et al., 2024).

3. AI 기반 진로교육의 필요성과 구현 방식

본 장에서는 AI와 빅데이터가 진로교육의 전 과정을 근거 기반(person–environment fit, SCCT, 노동시장 데이터) 개인화로 전환하는 경향을 살펴보기로 한다. 특히 ① 머신러닝 기반 진로 예측, ② 자연어 처리(NLP) 기반 진로 상담, ③ 추천 시스템의 교육 적용, ④ 적응형 평가(CAT/HAT) 연계, ⑤ 운영 아키텍처 및 책무성의 관점에서 이를 설명하고자 한다.

가. 머신러닝 기반 진로 예측 모델

최근 공개되는 다양한 머신러닝을 활용한 진로 예측 모델은 학습자의 학업 성취·성장도, 과제·활동 로그, 흥미·성격, 사회인지 진로이론의 핵심 변인과 지역·직무 수준의 노동시장 지표를 통합하여 전공·직무 적합성, 지속·이탈, 전환 가능성을 예측한다(Lent & Brown, 2019; Bandura, 1986).

과제 특성에 따라 트리 계열, 커널, 딥러닝, 지식그래프·멀티태스크 모델이 병행되었다. 모델의 성능 평가는 분류 지표로 '이 학습자-이 전공·과목의 적합/부적합'을 얼마나 정확히 가르는지 확인하고, 랭킹 지표로 사용자 화면에 제시되는 Top-k 추천의 품질을 점검한다(Bitirim & Çelik Ertuğrul, 2024).

직업흥미 영역에서는 직무공고 텍스트에서 RIASEC 라벨을 추정하거나 O*NET 직업군에 대한 흥미 프로필을 기계학습으로 산출하는 접근이 제시되어 관심-직무 매칭의 자동화를 뒷받침한다(Silva et al., 2020; Putka, Dahlke, & Burke, 2023).

실무적으로는 사회인지 진로이론 경로를 반영한 피처군을 명시하여 설계

하고, 시간 분할 교차검증과 애블레이션으로 변수 기여도를 검증하며, 결과는 모델카드에 데이터 출처, 하위집단 성능, 의도된 사용 범위를 문서로 만들어 책임성을 확보한다(Mitchell et al., 2019; Lent & Brown, 2019).

나. 자연어 처리를 활용한 진로상담

자연어처리는 이력서, 자기소개서, 상담 대화, 직무공고 등 비정형 텍스트에서 기술·역량·경험·선호를 추출하여 정규화하고, 개인-직무 간 설명 가능한 매칭 근거를 생성한다. 표준 파이프라인은 스킬·직무 온톨로지 매핑, 개체·관계 추출로 구조화, 문서·스킬 임베딩으로 의미 거리 계산, 스킬 갭 산출과 보완 학습안 추천, 추천 사유를 제시하는 설명 스니펫 생성으로 구성된다(Senger et al., 2024).

대화형 추천은 질의응답을 통해 사용자의 선호·제약을 정교화하고, 검색 증강으로 직무기술서, 커리큘럼 등 근거 문서를 인용함으로써 실시간으로 근거 기반 상담을 구현한다(Jannach et al., 2021). 품질 평가는 스킬 추출 정밀도·재현율, 매칭 순위 품질, 설명의 전문가 블라인드 정합성 및 사용자 이해도 측정으로 이루어진다(Senger et al., 2024; Jannach et al., 2021).

다. 추천 시스템의 진로교육 적용

AI 기반 추천 시스템은 학습자의 현재 상태와 노동시장 요구를 함께 고려하여 학습 경로, 과목, 활동과 전공·직무를 개인화하는 데 있다. 구조적으로는 협업 필터링과 콘텐츠 기반을 결합한 하이브리드 구조, 선수학습, 자격요건, 시간/비용, 지역 제약을 반영하는 지식기반 제약, 장기 목표를 보상으로 삼아 정책을 학습하는 강화학습을 통합하는 설계가 적합하다(Chen et al.,

2023).

실제 운영에서는 학습자의 여정을 탐색-심화-전환의 세 단계로 구분한다. 탐색 단계에서는 저비용 체험, MOOC, 멘토 인터뷰를 통해, 심화 단계에서는 전공핵심, 프로젝트, 캡스톤을 중심으로, 전환 단계에서는 부전공, 자격, 현장실습 등으로 단계별 추천 단위를 명시한다.

성능 평가는 오프라인에서 분류 지표와 랭킹 지표를 병행하여 실시한다. 랭킹 평가는 유효 항목이 포함될 비율과 얼마나 상위에 배치했는지의 위치 가중 품질을 함께 사용해 '맞추었는가'와 '잘 올렸는가'를 동시에 점검한다. 온라인에서는 A/B 테스트로 Top-k 채택률, 완주율, 지속률을 검증하여 실제 교육 효과와 연결한다(Çelik Ertuğrul & Bitirim, 2025; Jannach et al., 2021).

진로교육은 고위험 영역이므로 형평성과 설명가능성을 표준 지표로 포함해야 한다. 형평성은 성별, 학교유형, 지역, 사회경제적 지위 등 집단별 정밀도와 재현율, 노출 격차를 정기적으로 보고하고, 편차가 확인될 경우 데이터 재가중 또는 노출 제약 등 적절한 완화 조치를 적용한다. 설명가능성은 추천 사유를 사회인지 진로이론 변수, 스킬 갭, 능력에 매핑한 문장형 근거로 제시하고, 모델카드에 데이터 출처, 용도, 하위집단 성능, 한계를 문서화하여 책무성을 확보한다(Lent & Brown, 2019; Mitchell et al., 2019).

4. AI를 활용한 개인화 진로교육 모델

급변하는 직업 환경에서 개인화 진로교육은 단순 정보 제공에 그치지 않고, 학습자의 다차원 데이터를 기반으로 '평가-예측-설명-개입-거버넌스'가 순환하는 종합 지원체계를 지향한다. 세계 시장 측면에서 AI 교육 분야는

2025년에 약 70.5억 달러에서 2034년에는 1,123억 달러 규모로 성장할 것으로 전망되며, '개인화 학습'이 핵심 수요로 부상하고 있다(Precedence Research, 2024).

이러한 동향은 국내에서도 'AI 디지털교과서' 도입 및 시범 운영을 통해 맞춤형 학습 기회 확대를 정책 기조로 삼는 흐름과 맞물린다(교육부·한국교육학술정보원, 2023). 2024년에 실시된 교원 인식 조사에 따르면 AI 활용에 대한 긍정적 인식은 높았으나, 제한된 수업 시간 내 추가 도구 활용의 부담 등으로 인해 실제 수업에 적용하는 데는 어려움이 있는 것으로 나타났다(한정윤, 2024).

가. 다중지능이론 기반 진로 매칭

Gardner(1983)의 다중지능이론은 지능을 단일 능력이 아닌 언어적, 논리-수학적, 공간적, 음악적, 신체-운동적, 대인관계적, 개인내적, 자연탐구적 지능의 8가지 독립적인 유형으로 구분한다. 이는 개인의 강점과 학습 스타일의 다양성을 인정하는 진로상담의 이론적 기반을 제공한다(Gardner, 1999). 이론은 개인의 고유한 지능 조합을 인식함으로써 자기 인식과 개인적 성장에 기여할 수 있는 프레임워크를 제공한다.

다중지능이론의 진로상담 적용에서 평가도구는 개인의 지능 프로필을 측정하여 적합한 직업을 매칭하는 데 사용된다(Shearer, 2007). 높은 공간 지능을 가진 사람은 그래픽 디자인, 건축, 사진, 기계공학 등의 진로를 고려할 수 있으며, 언어적 지능이 뛰어난 사람은 작가, 홍보전문가, 변호사, 언론인, 사서 등의 직업에 적합할 수 있다(Shearer, & Luzzo, 2009).

AI 시스템과 다중지능이론의 결합은 보다 정교한 개인화 진로교육을 가능

하게 한다. 교육 개인화는 사람들이 자연스럽게 정보를 흡수하고 처리하는 방식에 맞추어 훈련을 설계하는 것을 의미하며, 다양한 지능을 인정함으로써 모든 사람의 학습 스타일이 가치 있게 여겨지도록 포용성을 증진한다(Shearer, & Luzzo, 2009).

나. 성격 특성과 직업 적합성 분석

성격 특성과 직업 적합성 분석은 AI 기반 진로교육에서 핵심적인 요소로 작용한다. Holland의 RIASEC 이론은 개인의 직업 흥미를 여섯 가지 유형(Realistic, Investigative, Artistic, Social, Enterprising, Conventional)으로 분류하는 대표적인 이론적 틀이다. 이 이론은 개인의 3자리 흥미 코드를 결정하는 자기주도 탐색 도구(Self-Directed Search)와 해당 코드에 일치하는 직업을 찾는 데 도움을 주는 직업탐색도구(Occupations Finder)의 개발을 통해 실제로 운영되고 있다(Gottfredson & Holland, 1996). 이러한 체계적 접근 방식은 현대의 AI 알고리즘이 성격을 자동으로 분석하고 적합한 직업을 매칭하는 작업의 이론적 기반을 제공한다(Nauta, 2010).

최신 연구들은 AI 기술을 활용하여 직업 흥미와 직무를 자동으로 매칭하는 방법을 발전시키고 있다. 특히 직무나 직업을 설명하는 텍스트 데이터로부터 기계학습 알고리즘을 사용하여 RIASEC 라벨이나 흥미 프로필을 자동으로 추정하는 기술이 개발되고 있다(Putka et al., 2023; Silva et al., 2020). 이러한 기술은 개인의 흥미와 직무를 자동으로 매칭하는 과정의 정확도를 크게 향상시키고 있다.

초개인화 진로교육 시스템을 실무에 구현하기 위해서는 여러 가지 AI 기술을 결합하여 활용할 수 있다. 첫째, 협업 필터링 기법과 지식 그래프를 기

반으로 유사한 진로 경로를 추천할 수 있다. 이는 비슷한 특성을 가진 다른 학습자들이 선택한 성공적인 진로 경로를 분석하여 추천하는 방식이다. 둘째, 강화학습 기법을 활용하여 학습자의 진로 목표 달성을 최대화하면서 동시에 장애물을 최소화하는 최적의 진로 경로를 찾아낼 수 있다. 셋째, 시스템이 특정 진로를 추천한 이유를 사회인지 진로이론(Social Cognitive Career Theory)의 주요 변수들, 예를 들어 자기효능감, 결과 기대, 개인적 목표 등에 연결하여 설명함으로써 진로 상담자와 학습자가 추천 결과를 이해하고 신뢰할 수 있도록 해야 한다.

AI 기반 진로교육 시스템의 공정성을 확보하기 위해서는 지속적인 모니터링과 투명성 확보가 필요하다. 알고리즘이 특정 집단에 편향된 결과를 제공하지 않는지 정기적으로 점검해야 하며(Bellamy et al., 2019), 시스템의 성능과 한계를 명시한 모델카드(Model Card)를 작성하여 운영함으로써 시스템의 신뢰성과 책임성을 강화해야 한다(Mitchell et al., 2019).

다. 개인별 학습 경로 최적화 알고리즘

AI 기반 개인화 학습 경로 최적화는 각 학습자의 고유한 특성과 요구에 맞춘, 맞춤형 교육 경험을 제공하는 핵심기술이다. AI 매개 학습의 개인화를 위해 연구자들은 모바일 학습, 교육 게임, 소셜 네트워크에서의 협력학습, MOOC 또는 증강현실 적용과 같은 설루션을 선택할 수 있으며, 이는 복잡한 사고 기술에 초점을 맞춘 학습 평가로의 전환을 포함한다(Bayly-Castaneda, Ramirez-Montoya, & Morita-Alexander, 2024; Del Campo et al., 2023).

개인화된 추천을 생성하는 알고리즘은 직무 제목, 기술, 경험 수준, 위치

선호도, 급여 기대치, 산업 부문과 같은 요인들을 고려하여 구직자와 고용주 모두에게 개인화된 추천을 제공한다(Yang & Dong, 2024). 시스템은 방대한 양의 구인 정보, 이력서, 지원자 프로필을 분석하여 관련성 있는 매칭을 식별한다.

학습 경로 최적화에서 적응형 학습 기술의 개발이 주목받고 있다. 적응형 학습 기술의 개발이 우세하지만, 생성형 언어모델의 적용에 대한 관심이 증가하고 있다(Bayly-Castaneda et al., 2024). 기술들은 학습자의 진행 상황을 실시간으로 모니터링하고 분석하여 개인의 학습 속도와 이해 수준에 맞추어 내용과 난이도를 조정할 수 있다.

개인화 알고리즘의 효과성은 지속적인 피드백과 개선 메커니즘에 의존한다. 머신러닝, 심리측정 분석, 게임화의 통합은 진로 평가의 전반적인 정확성과 참여도를 향상시키며, 지속적인 개선과 실시간 피드백 메커니즘을 통해 이 시스템은 학생, 교육자, 학부모를 위한 진로상담을 혁신할 잠재력을 가지고 있다(Gowsika et al., 2025).

라. 교사 역할 변화와 인간-AI 협력 모델

교육 현장에서 AI 도입에 대해 국제기구와 각국 정책 보고서는 공통적으로 AI를 보조 수단으로 규정하고, 교사의 전문적 판단과 최종 책임을 원칙으로 제시한다(UNESCO, 2023; OECD, 2021a; U.S. Department of Education, 2023). UNESCO는 교육 및 연구 영역의 생성형 AI 활용에서 인간중심 운영, 투명성, 책임성을 핵심 원리로 제시하며 국가 및 기관 차원의 즉각 조치와 중장기 역량 개발을 병행할 것을 권고한다(UNESCO, 2023). 또한 OECD는 교실 오케스트레이션을 지원하는 데이터와 AI 활용이 교사의

역량을 대체하기보다는 보완하도록 설계되어야 하며, 공정성과 가드레일(guardrail)을 제도화해야 한다고 제안한다(OECD, 2023b; OECD & Education International, 2023). 나아가 미국 교육부 역시 AI를 수업 설계, 형성평가, 개별 피드백의 교사 지원 도구로 정의하고, 도입 시 설명가능성, 데이터 보호, 감사 가능성을 포함한 거버넌스 장치를 동시에 갖출 것을 요구한다(U.S. Department of Education, 2023).

국내 정책 문헌은 국제 원칙과 정합적으로 AI 디지털교과서의 단계적 도입을 추진하며, 표준, 인증, 운영 가이드를 통해 학교 현장에서 교사 주도–AI 보조(Co-supervision)가 작동하도록 설계하고 있다(교육부, 2023a; 교육부, 한국교육학술정보원, 2023). 이 계획은 교사가 대시보드로 학습 과정을 모니터링하고 개입을 조정하며, AI가 진단 및 자료 요약, 추천 후보 생성과 반복 업무 자동화를 담당하는 구조를 전제로 한다(교육부, 2023b; 교육부, 한국교육학술정보원, 2023).

마. 개인정보 보호, 형평성, 책무성

교육 맥락의 AI 도입에서 학교와 교육청은 '프라이버시 바이 디자인'을 원칙으로 삼아 최소 수집, 목적 제한, 사전 동의 및 정정·삭제권, 정기 감사 체계를 설계해야 하며, 이는 인간 검증과 투명성을 요구하는 국제 가이드에서 착안할 수 있다(UNESCO, 2023; U.S. Department of Education, 2023).

학습 데이터는 가능한 한 로컬 장치나 교내 서버에 머무르게 하고, 파라미터만 교환하는 연합학습을 적용해 원자료 이동을 줄이며, 통계적 노이즈 주입으로 재식별 위험을 수학적으로 한정하는 차등 개인정보 보호로 보호층을 추가해야 한다(McMahan et al., 2017; Abadi et al., 2016).

사용자별 접근 권한은 역할 기반 접근제어를 기본으로 하고, 과목·장소·시간대·사유 등 맥락 속성까지 반영하는 속성 기반 접근제어를 보완하여 과도한 열람을 예방해야 한다(Sandhu et al., 1996). 형평성은 성별, 지역, 사회경제적 지위 등 하위집단별 오류율과 추천 노출 격차를 정기 점검하고, 편향 탐지, 완화를 위한 표준 툴킷과 절차를 운영 규정에 반영하여 지속적으로 관리해야 한다(Bellamy et al., 2019).

책임성은 모든 배포 모델에 모델카드를 적용하여 데이터 출처, 의도된 사용, 하위집단 성능, 한계 및 리스크를 문서화하고, 생성형 기능에는 검색증강생성으로 근거 출처를 부착한 뒤 고위험 제안은 교사 승인 후에만 학생 화면에 노출되도록 정책 게이트를 두어 확보해야 한다(Mitchell et al., 2019; Lewis et al., 2020).

바. 운영 및 인프라 조성(지속가능성)

AI의 교육적 활용에서 학교는 개발과 배포, 운영의 전 과정을 포괄하는 MLOps/LLMOps 체계를 구축하여 데이터, 특성, 모델, 파이프라인 단위의 테스트 자동화와 지속적 통합·배포, 온라인·오프라인 A/B 실험, 개념 드리프트 감시, 실시간 품질 대시보드를 표준 운영으로 삼아야 한다(Sculley et al., 2015; Gama et al., 2014).

교과의 변화나 학생 구성이 바뀌는 환경에서는 분포 이동에 민감한 모델이 성능 저하를 보일 수 있으므로, 드리프트 탐지-재학습-회귀검증의 반복 루프를 절차화하는 것이 필요하다(Lu et al., 2018). 정보시스템 연계는 마이크로서비스와 컨테이너 오케스트레이션을 통한 모듈식 연동과 표준 API 및 ETL 기반의 상호운용성으로 구현한다(Alam et al., 2018).

응답 지연과 비용을 줄이기 위해 에지·온디바이스 추론을 병행하고, 서버 측에서는 양자화, 지식증류 등 경량화 기법을 적용해야 한다(Jacob et al., 2018; Hinton, et al., 2015). 운영 지표는 예측 성능, 추천 채택·완주율, 하위집단 편차, 누적 오버라이드율과 사유 분포를 핵심으로 삼아 교사 대시보드에 시계열로 제시해야 한다(U.S. Department of Education, 2023).

사. MVP와 단계적 확산

운영 인프라를 기반으로, 교육기관은 최소기능제품 개발과 단계적 확산 전략을 수립해야 한다. 대화형 코칭 에이전트를 통해 흥미, 목표, 제약을 다회차 질의로 추출하여 개인화 추천에 반영하고, 추천 사유를 문장형으로 제시해야 한다(Jannach et al., 2021).

경로 시각화 및 타임라인 시뮬레이션으로 '선수 학습 내용–활동–성과–전환'의 인과 흐름과 대안 경로를 비교 가능하게 하며, 모델카드 혹은 설명 계층을 통해 "왜 이 경로인가"를 교사가 검증할 수 있도록 해야 한다(Mitchell et al., 2019).

감정인식 기반 적응형 인터페이스는 주의나 좌절, 몰입 지표를 바탕으로 난이도와 피드백 타이밍을 조정한다. 측정 오류와 사생활 침해를 방지하도록 인간 감독과 윤리적 검토를 전제로 제한적으로 사용해야 한다(D'Mello & Kory, 2015; UNESCO, 2023).

생성형 기능은 검색증강생성으로 근거를 부착하고 고위험 제안은 교사 승인 게이트를 통과하도록 하며, 최소기능제품 단계부터 편향 점검과 출처 표기, 그리고 승인 워크플로와 모델카드 공개를 출시 게이트로 설정하여 투명성과 책무성을 초기부터 내재화해야 한다(Lewis et al., 2020; U.S.

Department of Education, 2023; Mitchell et al., 2019).

최소기능제품 기능들이 안정적으로 운영되는 것이 확인되면, 구축된 MLOps/LLMOps 체계와 모니터링 지표를 활용하여 추천 카테고리, 대상 학년과 학과 연계를 점진적으로 확장한다. 매 확장 단계에서는 성과, 형평성 및 안전 지표를 사전 정의한 임곗값과 비교하여 '확대·유지·중단'을 결정하는 거버넌스를 적용하되, 앞서 설정한 교사 대시보드의 시계열 데이터를 의사결정 근거로 활용해야 한다(OECD, 2023b; U.S. Department of Education, 2023).

제3장

AI 기반 진로교육의 실제 적용 사례 분석

제1절 국내 에듀테크 트렌드 분석
제2절 국내외 AI기반 진로교육 사례 연구

제3장 AI 기반 진로교육의 실제 적용 사례 분석

제1절 국내 에듀테크 트렌드 분석

1. 분석의 목적

국내 에듀테크 트랜드를 분석하기 위해, '2025 에듀테크 코리아 페어'에 참가한 기업 가운데 진로·직업 상담 관련 기업을 대상으로 현황을 검토하였다. 이를 통해 최근 에듀테크 시장에서 나타나는 진로교육 분야의 혁신 방향을 파악하고, 향후 연구 및 정책적 시사점을 도출하고자 한다.

2. 2025 에듀테크 코리아 페어 개요

2025 에듀테크 코리아 페어는 9월 18~20일까지 서울 코엑스에서 개최되었으며, 217개사가 참여하고 약 3만 8,020명이 참관하였다. 행사는 AI·메타버스 등 디지털 기술을 활용한 교육 혁신 설루션을 공유하고, 공교육과 민간 기업 간 협력 모델을 모색하는 것을 목표로 하였다.

참여 기업들은 크게 네 가지 유형으로 구분된다. 첫째, 에듀캔버스, 사자가온다 등 AI 기반 맞춤형 진단·추천 서비스를 제공하는 기업들이 학습자 개인 데이터 기반의 초개인화 설루션을 선보였다. 둘째, 로보라이즌, 미래교

육VR교실 등은 메타버스·XR 기반 체험형 교육을 통해 몰입형 진로체험을 제공하였다. 셋째, 인앤써, 밸론업 컨설팅 등은 취업연계형 서비스로 진로상담과 경력개발을 통합하였다. 넷째, 리로소프트, 써티 등은 학습·행정 데이터 통합 관리 설루션을 제시하였다.

이를 통해 진로교육 분야에서 초개인화, 체험화, 경력 연계, 행정 통합이라는 기술적 트렌드가 확인되었으며, 이는 AI 활용 초개인화 진로교육 모델 설계의 실질적 근거를 제공한다.

[그림 3-1] 에듀테크 코리아 페어 광고문과 참여기업 리스트 및 배치도

출처: 에듀테크페어 홈페이지(https://edtechkorea.or.kr/fairDash.do?hl=KOR&utm_s) 2025. 10. 17. 인출

3. 진로·직업 상담 분야의 주요 트렌드 분석

2025년 에듀테크 페어 참여 기업 분석 결과, 진로·직업 상담 분야는 네 가지 핵심 트렌드로 요약된다.

첫째, AI 기반 초개인화 진단·상담의 확산이다. 에듀캔버스(알파지니), 사자가온다, Qmeet 등은 학습자의 행동, 학습 이력, 정서적 반응을 종합 분석하여 개인 맞춤형 진로 로드맵을 제시한다. 이는 일회성 검사 중심의 기존 방식을 넘어, 데이터 기반의 지속적 상담 체계로 진화하고 있음을 보여 준다.

둘째, 메타버스·XR 기반의 직업 체험이 강화되고 있다. 로보라이즌, 스마트소셜, 미래교육VR교실 등은 AI, 로봇, VR 기술을 결합하여 몰입형 체험 환경을 제공한다. 이를 통해 물리적 제약을 극복하고 자유학기제·고교학점제와의 시너지를 창출할 수 있다.

셋째, 진로–취업–평생학습의 연결이 확대되고 있다. Kolleges, 스텔업, 밸론업 컨설팅 등은 대학생과 청년을 대상으로 취업 준비와 경력개발을 지원하며, 진로교육이 학령기를 넘어 생애주기 전반의 경력 경고(Career Pathway) 지원 체계로 발전하고 있음을 시사한다.

넷째, 진로교육 행정·인증 지원 서비스가 부상하고 있다. 리로소프트, 써티, 브레인웍스 등은 학생부 관리와 디지털 배지, AI 행정처리를 통해 진로 데이터를 행정 시스템과 연계하며, 향후 국가 차원의 데이터 거버넌스 구축 가능성을 제시한다.

4. 본 연구의 연계성

2025 에듀테크 코리아 페어의 주요 트렌드는 본 연구의 핵심 주제인 '미래 직업사회 대비 AI 기반 초개인화 진로교육'과 직접적으로 맞닿아 있다.

이번 전시회에 참여한 다수의 기업들은 AI, 메타버스, 데이터 기반 플랫폼 등 첨단기술을 교육 현장에 접목함으로써 진로교육의 혁신적 전환 가능성을 제시하였다. 이를 바탕으로 본 연구에서 설계하는 진로교육 플랫폼의 방향성을 다음과 같이 도출할 수 있다.

첫째, AI 기반 초개인화 진단 및 추천 구조가 이미 산업 현장에서 구현되고 있음을 확인할 수 있다. 여러 참여 기업들은 학습자의 성향, 흥미, 역량 데이터를 수집·분석하여 맞춤형 학습 및 진로 추천을 제공하는 설루션을 제시하였다. 이는 본 연구에서 설계하려는 AI 진로교육 플랫폼의 기초 모델과 동일한 구조를 보여 주며, 실제 도입 및 확산 가능성을 실증적으로 뒷받침한다.

둘째, 메타버스 기반 체험형 설루션의 확산은 공교육 내 진로체험 프로그램과의 통합 가능성을 시사한다. 특히 고교학점제 및 자유학기제와 결합할 경우, 학생들이 가상공간에서 다양한 직업 활동을 시뮬레이션하고 학습경험을 확장할 수 있다. 이는 기존의 오프라인 중심 진로체험의 한계를 보완하고 학습자의 몰입도와 자기주도성을 제고하는 방안이 될 수 있다.

셋째, 진로–취업–평생학습 연계 구조가 다수 기업의 서비스에서 강조되었다. 이는 학령기 교육과 고용 서비스, 평생학습 기관을 연계하여 경력 경로를 구축해야 한다는 정책적 요구와 일맥상통한다. 즉 진로교육이 학교 교육에 그치지 않고 전 생애적 맥락에서 확장되어야 함을 시사한다.

넷째, 행정·인증 통합형 서비스의 등장은 중요한 시사점을 제공한다. 일부 기업은 진로상담 데이터와 행정 데이터를 통합·관리하는 설루션을 제안하며, 데이터 보안과 프라이버시 보호를 전제로 한 관리 체계를 강조하였다. 이는 향후 국가 차원의 진로 데이터 거버넌스를 수립하는 데 있어 참고할 만한 모델을 제공한다.

요컨대 2025 에듀테크 코리아 페어는 AI와 데이터 기반 기술이 진로교육 영역으로 확장되고 있음을 명확히 보여 주었다. 이러한 산업 현장의 트렌드는 본 연구가 지향하는 AI 활용 초개인화 진로교육 플랫폼의 필요성과 타당성을 뒷받침하며, 향후 연구 및 정책 설계 과정에서 중요한 실증적 근거로 활용될 수 있다.

제2절 국내외 AI 기반 진로교육 사례 연구

본 절에서는 국내외 AI 기반 진로교육 사례를 분석한다. AI 기반 학습자 맞춤형 진로교육의 성공 사례를 중심으로 AI를 활용한 진로교육 플랫폼 서비스의 입력(Input), 과정(Process), 출력(Output)을 분석하고, 각 플랫폼 서비스의 차별성을 규명하고자 한다. 이를 통해 본 연구에서 개발하고자 하는 AI 기반 진로교육 시스템에 대한 시사점을 도출하고자 한다.

1. 사례 연구의 배경 및 필요성

최근 인공지능 기술의 급속한 발전과 함께 교육 분야에서도 AI를 활용한 혁신적인 서비스들이 등장하고 있다. 특히 진로교육 영역에서는 학습자 개개인의 특성과 요구를 반영한 맞춤형 서비스 제공이 핵심 과제로 대두되면서, AI 기술이 이를 실현하는 효과적인 수단으로 주목받고 있다. 전통적인 진로교육이 제한된 인력과 자원으로 인해 일률적이고 정형화된 서비스를 제공하는 데 그쳤다면, AI 기반 진로교육 시스템은 대규모 데이터 분석과 개인화된 추천 알고리즘을 통해 학습자 한 명 한 명에게 최적화된 진로정보와 경력개발 경로를 제시할 수 있다.

이러한 변화는 국내뿐만 아니라 전 세계적인 추세로 자리 잡고 있다. 선진국들은 이미 국가 차원에서 AI 기반 디지털 교육 인프라를 구축하고 있으며, 민간 부문에서도 다양한 에듀테크 기업들이 혁신적인 AI 진로교육 설루션을 개발하여 시장에 진출하고 있다. 우리나라 역시 시도교육청과 고용노동부 등 공공기관이 AI 기반 진로교육 플랫폼을 개발·운영하고 있으며, 민간기업들도 생성형 AI를 활용한 진로상담, 학교생활기록부 관리, 모의면접 등 다양

한 서비스를 선보이고 있다.

그러나 이러한 플랫폼들이 실제로 어떤 데이터를 활용하고, 어떠한 AI 기술을 적용하며, 어떤 형태의 결과물을 제공하는지에 대한 체계적인 분석은 아직 충분히 이루어지지 않았다. 이에 각 플랫폼이 지닌 고유한 차별성과 강점이 무엇인지, 그리고 이들이 학습자의 진로발달에 실질적으로 어떠한 기여를 하는지에 대한 종합적인 이해가 필요한 시점이다.

가. 사례 연구의 목적 및 범위

본 연구는 국내외 AI 기반 진로교육 플랫폼의 구조와 작동 원리를 입력-과정-출력(I-P-O) 모델에 따라 체계적으로 분석함으로써 향후 개발될 AI 기반 진로교육 시스템의 설계 방향과 핵심 요소를 도출하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 다음과 같은 세부 목표를 설정하였다.

첫째, 국내 공공기관과 민간기업이 운영하는 대표적인 AI 기반 진로교육 플랫폼들을 선정하여 각각의 서비스 구조와 기능을 분석한다. 국내 사례는 공공 부문 3개 플랫폼[고용24 잡케어, 인천광역시교육청 진로 AI 시스템, 경기도교육청 꿈it(잇)다]과 민간 부문 3개 플랫폼(데이터드리븐 진로톡톡, 노크, 메이저맵 웨이메이커)을 포함한다.

둘째, 해외에서 운영되고 있는 AI 기반 진로교육 및 경력개발 플랫폼의 사례를 분석하여 글로벌 트렌드와 혁신 사례를 파악한다. 해외 사례로는 인도의 국가 디지털 교육 아키텍처(NDEAR), 미국의 AI 경력 코칭 플랫폼(Coach), 인력개발 AI 플랫폼(FutureFit AI), 그리고 구직 지원 플랫폼(Careerflow) 등 4개를 선정하였다.

셋째, 각 플랫폼의 입력(Input) 요소로서 어떤 유형의 데이터가 수집·활용

되는지, 과정(Process) 요소로서 어떤 AI 기술과 알고리즘이 적용되는지, 그리고 출력(Output) 요소로서 어떤 형태의 결과물과 서비스가 제공되는지를 구체적으로 분석한다. 이를 통해 각 플랫폼의 기술적·교육적 특성을 명확히 파악할 수 있다.

넷째, 분석 결과를 바탕으로 각 플랫폼이 지닌 차별성과 혁신성을 규명하고, 이들이 학습자 맞춤형 진로교육 실현에 어떻게 기여하는지를 평가한다. 특히 공공성, 접근성, 정확성, 통합성, 윤리성 등 다양한 관점에서 각 플랫폼의 강점과 한계를 종합적으로 검토한다.

다섯째, 사례 분석을 통해 도출된 시사점을 종합하여, 향후 개발될 AI 기반 진로교육 시스템이 갖추어야 할 핵심 요소와 설계 원칙을 제시한다. 이는 기술적 완성도뿐만 아니라 교육적 효과성, 사용자 경험, 윤리적 책임성 등을 모두 고려한 통합적 관점에서 제안될 것이다.

나. 사례 분석 방법 및 대상

본 연구에서는 AI 기반 진로교육 플랫폼을 입력(Input)-과정(Process)-출력(Output) 모델에 따라 분석하며, 국내 공공 부문 3개[고용24 잡케어, 인천진로 AI 시스템, 경기 꿈it(잇)다], 국내 민간 부문 3개(진로톡톡, 노크, 웨이메이커), 해외 4개(NDEAR, Coach, FutureFit AI, Careerflow) 등 총 10개 플랫폼을 분석 대상으로 한다.

다. 사례 연구의 기대효과

본 연구를 통해 다음과 같은 효과를 기대할 수 있다.

첫째, 국내외 AI 기반 진로교육 플랫폼의 현황과 특성을 체계적으로 정리함

으로써 해당 분야의 발전 방향과 글로벌 트렌드를 명확히 이해할 수 있다. 이는 정책입안자, 교육실무자, 연구자들에게 유용한 참고 자료가 될 것이다.

둘째, I-P-O 모델에 기반한 구조적 분석을 통해 각 플랫폼의 기술적·교육적 메커니즘을 명확히 파악할 수 있다. 이는 향후 새로운 시스템을 설계하거나 기존 시스템을 개선하고자 할 때 실질적인 가이드라인으로 활용될 수 있다.

셋째, 다양한 플랫폼의 차별성과 혁신성을 규명함으로써 각각의 강점을 벤치마킹하고, 약점을 보완하는 방향으로 더 나은 시스템을 개발할 수 있는 기반을 마련할 수 있다. 특히 공공성과 효율성과 정확성과 접근성, 기술적 완성도, 윤리적 책임성 등 다양한 가치를 균형 있게 고려한 시스템 설계가 가능해진다.

넷째, 사례 분석을 통해 도출된 시사점은 AI 기반 진로교육 시스템 개발에 있어 핵심적으로 고려해야 할 요소들을 제시한다. 이는 단순히 기술적 기능 구현에 그치지 않고, 학습자의 진로발달을 실질적으로 지원하고 교육 형평성 제고에 기여할 수 있도록 시스템을 구축하는 데 중요한 방향성을 제공할 것이다.

이하에서는 국내 공공기관 주도의 플랫폼, 국내 민간기업 주도의 플랫폼, 그리고 해외 플랫폼 순으로 각 사례를 상세히 분석하고, 종합 비교 및 시사점을 제시하고자 한다.

2. 국내 사례

국내 사례로는 공공기관의 AI 기반 진로 관련 플랫폼 3가지(고용24 잡케어, 인천광역시교육청 진로AI시스템, 경기도교육청 꿈it(잇)다)와 민간기업의 AI 기반 진로 관련 플랫폼 3가지(데이터드리븐 진로톡톡, 노크, 메이저맵 웨이메이커)를 분석한다.

가. 공공기관 사례

〈표 3-1〉 국내 공공기관 사례

구분	고용24 잡케어	인천 진로AI시스템	경기 꿈it(잇)다
의의·목적	생애주기별 경력개발 지원(초중고~재직자)	초중고 연계 진로교육 디지털 전환	발달단계별 AI 진로설계 + 대입 지원
입력	• 관심사(적성/흥미/지식) • 프로필(학력/ 훈련/ 자격/ 경력) • 유관 플랫폼 연동	• 희망 직업·직무 • 진로검사 3종 결과 • 진로탐색 활동지 4종	• 진로심리검사 결과 • 교사 피드백 데이터 • 면접 답변, 음성, 행동
과정	• NCS 기반 역량 진단 • 노동시장 정형·비정형 분석	• 진로 데이터 기반 • 추천 알고리즘(구체 방식 비공개)	• 생성형 AI (면접 분석) • 음성·영상 인식 설루션
출력	• 직업설계서(NCS 기반) • 역량 갭 진단 • 경력개발 로드맵 • 일자리·훈련 추천	• 진로 AI 리포트 • 직업·직무 추천 • 진로체험처 추천	• AI 추천 직업 • 대학·학과·전형 정보 • AI 면접 평가, 전사본, 영상
핵심 차별점	✓ NCS 체계적 역량 진단 ✓ 생애주기 전체 포괄 ✓ 정부 플랫폼 연동	✓ 오픈 API 활용 ✓ 종합적 진로활동 정보 ✓ 커리어넷 DB 연계	✓ AI 모의면접 기능 ✓ 초중고 연계 설계 ✓ 다국어 번역 지원

출처: 한국고용정보원 웹사이트 https://www.keis.or.kr/keis/ko/conts/100/web.do#tab-content1 (검색일: 2025. 04.09)
인천사이버진로교육원 (검색일: 2025.04.09.)
https://cyberjinro.ice.go.kr/smsc/ai/introduce1?menuId=20221110100003922254
꿈it(잇)다 소개 유튜브 영상 (검색일: 2025.04.09.)
https://www.youtube.com/watch?v=rW3HbIU4J1k
의 검색을 통한 연구진 작성

고용24 잡케어는 고용노동부와 한국고용정보원이 개발한 생애주기 전체를 포괄하는 진로교육 플랫폼이다. NCS(국가직무능력표준)를 기반으로 역량을 진단하고 경력개발 로드맵을 제시하며, 고용24, HRD-Net, Q-Net 등 유관 플랫폼과 연동되어 실시간 맞춤형 서비스를 제공한다.

인천 진로AI시스템은 인천광역시교육청이 운영하는 인천사이버진로교육원의 AI 시스템으로 오픈 API 형태로 커리어넷, 워크넷, 고용24의 진로검사

를 활용하며, 학생의 진로활동 정보를 추가 입력하여 종합적인 진로 AI 리포트를 생성한다.

경기 '꿈it(잇)다'는 경기도교육청이 개발한 초중고 연계 진로·진학 교육 플랫폼으로, AI 모의면접 기능이 핵심적인 차별점이다. 생성형 AI, 음성 인식, 영상 인식 기술을 활용하여 면접을 분석하고 평가하며, 다문화가정을 위한 다국어 번역 서비스도 제공한다.

나. 국내 민간 주도 사례

〈표 3-2〉 국내 민간기업 사례

구분	진로톡톡	노크(NOK)	웨이메이커
의의/목적	GPT 기반 AI 진로상담(초중등 대상)	교과-진로 융합AI 코스웨어	진로 원스톱 설루션(검사·탐색·설계·탐구)
입력	• 100만 건 진로상담 데이터 • 커리어넷 진로정보 DB	• 심리·진로검사 결과 • 학교생활기록부 데이터	• 학과·직업 선호도 검사 • 학교생활기록부 역량 자가진단 • 대학 커리큘럼·직무 데이터
과정	• GPT 기반 자연어 AI 모델 5종 • 진로상담 특화 학습	• 학교생활기록부 데이터 학습 • 생성형 AI • 문장 자동완성 및 기록 점검	• 학과·직업 특화 NLP 모델 • 노동집약적 데이터 • 매핑·라벨링
출력	• 대화형 진로상담 • 적합 직업군 예측 • 교육활동 추천 리포트	• 맞춤 진로활동 (수행평가, 동아리) • 학교생활기록부 기록문 • AI 튜터 상담	• AI 추천 대학·학과 • 키워드·활동·도서 정보 • 탐구보고서 작성 지원
핵심 차별점	✓ 대화형 AI 상담 ✓ 실제 상담 100만 건 학습 ✓ 메신저 접근성	✓ 교과-진로 융합 설계 ✓ 할루시네이션 없는 AI ✓ 교사-학생 협력 도구	✓ 원스톱 설루션 ✓ 오프라인 활동 병행 ✓ 미국 유학 정보 제공

출처: 손성봉. (2023.04.12.). 데이터드리븐, 교육 분야 첫 ChatGPT 기반 AI 진로상담 서비스 진로톡톡 개발. 매일경제. https://www.mk.co.kr/news/society/10710537
데이터드리븐 웹사이트 (검색일: 2025.04.09.) https://datadriven.kr/
노크 웹사이트 (검색일: 2025.04.09.) https://www.chickenok.kr/
메이저맵 USA 웹사이트 (검색일: 2025.04.09.) https://major-map.com/
의 검색을 통한 연구진 작성

데이터드리븐 진로톡톡은 100만 건의 실제 진로상담 데이터를 학습한 GPT 기반 대화형 AI 상담 서비스이다. 커리어넷의 진로정보 DB를 기반으로 상담을 진행하여 정확한 직업정보를 제공하며, 메신저 앱을 통해 언제 어디서나 접근할 수 있다는 점이 큰 강점이다.

노크(NOK)는 2022 개정 교육과정의 진로연계 교과교육을 지원하는 AI 코스웨어이다. 학교생활기록부 데이터를 학습한 생성형 AI로서 할루시네이션이 없는 정확한 정보를 제공하며, 교사와 학생 간 소통 도구로서 AI를 활용하는 협력적 접근이 특징이다.

메이저맵 웨이메이커는 검사-탐색-설계-탐구가 하나의 흐름으로 이어지는 진로 로드맵 원스톱 설루션이다. 온라인 플랫폼과 오프라인 활동(캠프, 컨설팅, 연수)을 병행하며, 교육 현장의 변화에 신속히 대응하여 플랫폼을 업데이트한다.

3. 해외 사례

해외 사례로는 AI 기반 진로 관련 플랫폼 네 가지를 분석한다. 이 네 가지 플랫폼은 모두 AI 기반의 서비스를 제공하지만, 각각 서비스의 대상과 초점이 다르다. NDEAR는 국가 차원에서 개발된 학생 대상의 AI 기반 진로교육 시스템이고, Coach는 학생과 구직자를 위한 경력코칭이다. 또한 FutureFit AI는 학생, 구직자, 재직자의 경력개발 및 고용주-구직자를 매칭하며, Careerflow는 학생과 구직자의 취업 지원에 초점을 두고 있다.

〈표 3-3〉 해외 사례

구분	NDEAR (인도)	Coach (미국)	FutureFit AI	Careerflow
의의·목적	국가 디지털교육 인프라 구축	진로정보 격차 해소(소외계층 지원)	인력 불일치 해결(매칭 최적화)	구직 활동 간소화, 최적화
입력	• 신원·레퍼런스 데이터 • 출석, 성취도, 학습 패턴 • 동의 기반 수집	• 진로준비도 검사 (CAAS-SF) • 12개 모듈 활동 데이터	• 채용공고, 이력서 • 교육 프로그램 정보 • 정부 노동시장 정보	• 구직자, 구인기업 • 이력서, 자기소개서 • 지원서
과정	• NLP, 기계 번역 • 추천 알고리즘 • KPI 기반 실시간 분석	• 진로준비도-활동 매핑 • 책임감 있는 AI프레임워크 적용	• 독점 AI 매칭알고리즘 • 자동화 스킬 추천	• 생성형 AI 문서 작성 • 대화형 AI 피드백 • AI Job Tracker
출력	• 맞춤형 학습·진로 콘텐츠 • 실시간 데이터 기반 개입 지원	• 진로개발 활동 효과 분석 • 맞춤형 진로 서비스	• 개인화 경력개발 로드맵 • 구직자-고용주 매칭 • 통합 포털	• 최적화 구직 문서 • 구직, 네트워킹 활동 추적 • LinkedIn 개선
핵심 차별점	✓ 모듈형 구조 ✓ 분산 신원 체계 ✓ 국가 차원 인프라	✓ 진로준비도 측정 ✓ 윤리적 AI 설계 ✓ 소외계층 접근성	✓ 통합 디지털 도어 ✓ 산업별 인재 파이프라인 ✓ 지역경제 연계	✓ 구직 시간 단축 ✓ 문서 최적화 ✓ 체계적 활동 관리

출처: Ministry of Education. (2021). NDEAR: National Digital Education Architecture – Main report. Government of India.https://www.ndear.gov.in/policies-and-standards.html p49~73 내용 재구성. https://www.ndear.gov.in/about-ndear.html(2025.05.22.검색)
Coach 웹사이트 (검색일: 2025.04.10.) https://www.aicareercoach.org/about
FutureFit 웹사이트 (검색일: 2025.04.11.) https://www.futurefit.ai/
Careerflow 웹사이트 (검색일: 2025.04.09.) https://www.careerflow.ai/resume-builder
의 검색을 통한 연구진 작성

NDEAR(인도)는 인도 정부가 국가교육정책(NEP 2020)의 일환으로 구축한 국가 디지털 교육 아키텍처이다. 12개 범주의 기능 블록으로 설계되어 학습자 신원 관리, 진로 콘텐츠 추천, 학습 분석 등이 유기적으로 연계되며, KPI 기반으로 출석률, 성취도, 학습 패턴을 실시간 분석하여 학교와 교사에게 즉각적 개입을 지원한다.

Coach(미국)는 CareerVillage와 20개 이상의 경력개발기관이 협력하여 만든 진로정보 격차 해소를 위한 비영리 플랫폼이다. 진로준비도 영향 모델에 따라 12개 모듈을 설계했으며, '책임감 있는 AI 프레임워크' 8대 원칙(인간중심성, AI 리터러시, 공동 설계, 설명 가능성, 포용성과 공정성, 모니터링, 투명성, 안전 및 개인정보 보호)을 준수한다.

FutureFit AI는 구직자와 고용주의 인력 불일치 문제를 해결하기 위한 통합 플랫폼이다. 여러 경력개발 포털을 통합하여 '통합 디지털 프런트 도어' 기능을 제공하며, 산업별·지역별 인재 파이프라인을 구축하여 지역경제 성장까지 고려한다.

Careerflow는 구직 활동 간소화에 특화된 AI 플랫폼으로 이력서, 자기소개서, 지원서 등의 작성 시간을 단축하고 최적화한다. AI Job Tracker를 통해 채용 공고 저장, 지원서 분류, 구직 활동 성과 분석, 연락처 및 인터뷰 관리가 가능하다.

4. 종합 및 시사점

국내외 AI 기반 진로교육 사례 분석을 통해 향후 개발될 진로교육 시스템이 나아가야 할 방향에 대한 주요 시사점은 다음과 같다.

첫째, AI 기반 진로교육 시스템은 초기에는 중·고등학생 등 수요가 높은 특정 연령층을 중심으로 개발될 수 있으나, 장기적으로는 전 생애 주기를 포괄하는 설계가 필요하다. 청소년기뿐만 아니라 대학생, 재직자, 경력 전환자, 고령층 등 다양한 인구집단을 대상으로 하여 이들의 발달단계와 진로·경력 개발 요구를 반영하여 맞춤형 기능이 구현되어야 한다.

둘째, 공공기관이 운영하는 다양한 진로 및 경력개발 플랫폼과의 연계 또는 통합 설계를 통해 이미 다른 시스템에 축적되어 있는 개인의 경력, 학습, 검사

결과 등을 불러올 수 있는 체계를 마련해야 한다. 특히 고용24, 커리어넷, 워크넷 등 공공 플랫폼과의 연동을 통해 중복 입력의 부담을 줄이고, AI 분석의 기반이 되는 고품질 데이터를 보다 효율적으로 확보해야 한다.

셋째, AI 분석에 투입되는 데이터는 단순한 행동 기반 정보에 국한되어서는 안 되며, 커리어넷의 6가지 진로심리검사 결과를 포함하여 학습자의 흥미, 성향, 가치관, 준비도에 대한 다면적 정보를 반영해야 한다. 즉 직업흥미검사, 직업적성검사, 직업가치관검사, 진로성숙도검사, 진로개발역량검사 등을 활용하면 대학·학과·직업·경력 경로에 대한 보다 정확한 진로 추천이 가능해진다.

넷째, AI를 통한 진로 추천 기능에만 머무르지 않고, 진로 및 경력개발 전반을 지원하는 다양한 서비스들을 통합적으로 제공할 수 있는 원스톱 플랫폼 구축의 필요성이 제기된다. AI 진로상담, AI 기반 자기소개서·이력서·보고서 작성, 모의면접, 경력관리 기능 등을 통합하면, 학습자의 실행력과 자기주도성을 높이는 데 실질적인 도움을 줄 수 있다.

다섯째, 생성형 AI의 한계로 지적되는 '할루시네이션(허위 정보 생성)' 문제를 해결하기 위해 공신력 있는 데이터를 기반으로 제한된 학습이 이루어지는 방식의 설계가 요구된다. 노크(NOK) 사례와 같이 검증된 데이터베이스와 공식 자료를 학습 대상으로 한정함으로써 학생과 교사에게 보다 정확하고 신뢰할 수 있는 정보를 제공할 수 있다.

여섯째, AI 기반 진로교육 시스템은 단발성으로 구축되어서는 안 되며, 교육 제도 및 노동시장 환경의 변화에 따라 지속적으로 업데이트되고 개선될 수 있는 유연한 구조를 갖추어야 한다. 빠르게 진화하는 AI 기반 에듀테크 생태계에서 경쟁력을 유지하기 위해서는 이러한 적응성이 필수적이다.

일곱째, 민감한 개인정보를 기반으로 작동하는 AI 시스템의 특성상 데이터 보안, 사용자 동의, 알고리즘의 공정성·투명성 등 윤리적 기준을 사전에 설정

하고, 이를 엄격하게 준수하는 지침이 필요하다. AI 기술의 신뢰성과 지속가능성을 확보하기 위해서는 기술적 완성도뿐만 아니라 책임 있는 데이터 활용 프레임워크도 함께 설계되어야 한다. 특히 Coach 사례에서 제시된 '책임감 있는 AI 프레임워크'의 8대 원칙(인간중심성, AI 리터러시, 공동 설계, 설명 가능성, 포용성과 공정성, 모니터링, 투명성, 안전 및 개인정보 보호)은 중요한 참고 기준이 될 수 있다.

여덟째, AI는 진로교사나 상담사를 대체하는 존재가 아니라, 이들의 역할을 보완하고 지원하는 협력적 도구로서 기능해야 한다. AI는 대량의 정보를 분석하고 반복적인 작업을 처리하는 데 강점을 가지며, 교사는 이러한 결과를 바탕으로 학생의 상황을 깊이 이해하고 상담하며 의미 있는 진로결정을 도와주는 인간중심적 역할을 수행한다. 따라서 AI와 인간 전문가 간의 역할 분담과 협력 구조를 명확히 설정하는 것이 시스템 설계의 핵심이 되어야 한다.

이러한 시사점은 기술적 구현 가능성뿐만 아니라 교육적 효과, 공공성, 윤리성 측면에서도 AI 기반 진로교육 시스템이 나아가야 할 방향을 제시하며, 향후 정책 개발과 시스템 설계에서 중요한 참고 기준이 될 수 있다.

〈표 3-4〉 국내외 AI 기반 진로교육 사례 종합

구분	국내 사례	해외 사례
플랫폼 유형	공공 중심 진로설계, 검사 시스템(잡케어, 진로AI시스템), 민간 AI 진로상담·설계 서비스(진로톡톡, 웨이메이커 등)	경력설계 및 구직 지원 중심(Coach, FutureFit AI, Careerflow), 국가 디지털 인프라(NDEAR)
기술 활용	NCS 기반 추천, 생성형 AI 진단·상담, 진로 로드맵 자동 설계, 진로탐색 시각화, AI 모의면접 등	대규모 언어모델 기반 코칭, AI 매칭 알고리즘, NLP 기반 이력서 생성, 통합 경력 플랫폼, KPI 기반 모니터링 등
사용자 대상	초중고생부터 구직자·재직자까지 진로 미결정자 중심의 자기이해 및 실천 지원	청소년~성인 구직자, 산업 맞춤형 경력 전환자, 인적자원 정책 설계자 등 다양한 직업군과 수요층 포함
운영 주체	시도교육청, 고용노동부, 민간 에듀테크 기업	비영리 기관, 스타트업, 정부 디지털 교육 정책부처(NDEAR)

출처: 연구진 작성

제4장

AI 기반 진로교육 시스템 설계를 위한 전문가 델파이 조사

제1절 델파이 조사 설계의 개요
제2절 1라운드 결과: 핵심 요소 도출
제3절 2라운드 결과: 우선순위 및 중요도
제4절 3라운드 결과: 최종 합의 모델
제5절 소결 및 시사점

제4장 AI 기반 진로교육 시스템 설계를 위한 전문가 델파이 조사

제1절 델파이 조사 설계의 개요

1. 조사 목적 및 필요성

AI 기술의 발전은 교육 분야 전반에 걸쳐 혁신적 변화를 가져오고 있으며, 진로교육 영역 역시 예외가 될 수 없다(Holmes et al., 2019). 빅데이터 분석과 머신러닝 기술의 발달로 학습자 개개인의 특성, 흥미, 적성을 정밀하게 분석하고 학습자 개별 맞춤형 진로 정보를 제공하는 것이 드디어 기술적으로 실현 가능해졌다(Hirschi, 2018). 그러나 기술적 가능성만으로 효과적이고 윤리적인 진로교육 시스템을 구축할 수는 없다. 진로교육은 학생에게 직업 정보를 전달하는 동시에 학생의 자아정체성 확립, 진로성숙도 향상, 의사결정 능력 개발 등 전인적 발달을 지원하는 교육활동이기 때문이다(Super, 1990).

AI 기반 초개인화 진로교육(AI-PCE) 시스템은 교육학적 이론과 첨단기술이 융합된 새로운 영역으로, 교육학이나 AI 기술의 단일 분야의 관점만으로는 완전한 모델을 설계하기 어렵다(서민규 외, 2024). 이러한 AI-PCE 영역

에서 델파이 조사는 복잡하고 예측하기 어려운 문제에 대해 전문가들의 직관과 경험을 체계적으로 수집하여 합의를 도출하는 데 효과적인 방법론이다(강용주, 2008). 즉, 진로교육 전문가들의 교육학적 관점과 AI 기술 전문가들의 기술적 관점을 균형 있게 통합함으로써 교육 현장에서 실제 활용가능하면서도 기술적으로 구현이 가능한 이상적인 모델을 설계할 수 있다.

이에 본 연구는 AI-PCE 시스템의 설계 원칙과 실천 방안에 관하여 진로교육 및 AI 기술 전문가들의 의견을 체계적으로 수렴하여 합의를 도출하고자 하였다. 구체적으로 시스템의 목적과 가치, 교육학적 기반, 학습자 진단 방법, AI와 상담자의 역할 분담, 콘텐츠 구성 원칙, 교사의 역할 변화, 실천 조건, 수용성 제고 방안 등 시스템 설계의 전 영역에 걸쳐 전문가 합의를 도출하는 것을 목적으로 하였다. 본 연구는 1차에서 상위 전문가가 개념과 문항을 생성하고 정의한 후, 2·3차에서 확대 패널이 정량 평정을 통해 합의 및 안정성을 검증하는 2-패널 Modified/Policy Delphi를 채택하였다(Hsu & Sandford, 2007; von der Gracht, 2012).

2. 델파이 조사 방법

가. 조사 설계 및 절차

본 연구의 델파이 조사는 총 3차에 걸쳐 체계적으로 진행되었다. 1차 조사(2025년 4~7월)는 진로교육 전문가 11명과 AI 기술 전문가 7명을 대상으로 개별 또는 집단 면담 방식, 또는 면담지를 활용하여 총 12회 실시하여 AI 기반 진로교육 시스템 설계의 핵심 요소를 도출하였다. 진로교육 전문가에게는 교육적 효과성과 교사 역할 변화, 개인화 진로교육의 교육학적 타당성, 학습자 데이터 활용의 윤리적 기준 등을 질문하였고, AI 기술 전문가에

게는 데이터 구조 설계, 알고리즘 기술, 시스템 아키텍처, 기술적 제약사항 등에 대한 의견을 수집하였다.

1차 조사에서 수집된 질적 자료는 내용분석(content analysis) 방법을 활용하여 분석하였다. 먼저 전문가들의 응답을 반복적으로 읽으며 의미 단위를 추출하고, 유사한 의미를 가진 응답들을 묶어 하위 범주로 분류하였다. 이후 하위 범주들 간의 관계를 분석하여 상위 범주를 도출하였으며, 최종적으로 8개 주요 영역(진로교육의 목적과 가치, 시스템 설계의 교육학적 기반, 학습자 이해 및 진단, AI와 상담자의 통합, 콘텐츠 관리, 교사의 역할, 실천 조건, 수용성 제고)을 확정하였다. 각 영역별로 전문가들이 언급한 핵심 개념과 쟁점을 정리하여 총 70개의 세부 평가 항목으로 구조화하였다. 범주화 과정에서는 연구자 간 교차 검토를 실시하여 분석의 신뢰성을 확보하였으며, 전문가들이 강조한 표현과 개념을 최대한 보존하여 항목을 개발하였다. 이를 바탕으로 8개 주요 영역과 70개 세부 평가 항목으로 구성된 구조화 설문지를 개발하였다.

2차 조사(2025년 9월 4~12일)는 온라인 설문조사 방식으로 진행되었으며, 패널을 확대하여 진로교육 전문가 16명과 AI 기술 전문가 15명이 참여하였다. 1차에서 도출된 70개 항목에 대하여 중요도, 적절성, 실현가능성을 5점 척도로 평가하였으며, 각 항목에 대한 서술형 의견도 추가로 수집하였다. 분석 결과 대부분의 항목에서 높은 합의를 얻었으나, 실시간 데이터 수집, 사회경제적 배경 정보 활용 등 5개 항목에서 의견이 분산되었다.

3차 조사(2025년 9월 19~30일)는 2차 결과를 공유한 후 쟁점 항목을 재평가하고, Borda Count 방식으로 구현 우선순위를 확정하였다. 최종적으로 AI 진로교육 시스템의 설계 방향, 단계별 구현 전략, 성공을 위한 필수 조건, 정부 정책 우선순위 등에 대한 전문가 합의를 도출하였다.

〈표 4-1〉 델파이 조사 라운드별 설계 개요

구분	1차	2차	3차
조사시기	2025. 4. ~ 7.	2025. 9. 4. ~ 12.	2025. 9. 19. ~ 30.
참여자	진로11명, AI 7명	진로16명, AI 15명	2차와 동일 패널31명
조사방법	개별 면담 진행 혹은 면담지 작성 (총 12회 실시)	온라인 설문(폐쇄형+서술형)	온라인 설문(폐쇄형+서술형)
조사내용	구조화된 면담을 통한 핵심 쟁점 발굴 • 진로교육에서의 개인화 필요성과 방향 • AI 기술 적용 가능성 및 제약 요인 • 데이터 수집·분석 방식 및 윤리적 고려사항 • 추천 알고리즘 및 시스템 설계 원칙 〈진로전문가 대상〉 • 교육적 효과성과 교사 역할 변화 • 개인화 진로교육의 교육학적 타당성 • 학습자 데이터 활용의 윤리적 기준 〈AI 기술 전문가 대상〉 • 데이터 구조 설계 및 통합 기술 • 알고리즘 기술 및 시스템 아키텍처 • 기술적 제약사항 및 해결 방안	1차 응답 기반 중요도·타당성 평가 • 1차 조사 결과 도출 항목의 5점 척도 평가 • 요소별 우선순위 및 중요도 평가 • 적용 가능성 및 실현성 평가 • 교육 현장 실현성 검토 • 기술적 실현 가능성 평가추가 의견 수렴: • 각 항목에 대한 서술형 의견 • 개선 방안 및 보완 사항 • 전문가 개별 의견 추가 수집	합의 도출 및 핵심 지표 확정 • 2차 응답 결과 요약 공유 • 전문가 의견 합의 여부 확인 • 합의 기준 미달 항목 재평가최종 설계 방향 제시: • AI 진로교육 시스템 구성 요소 • 진단·데이터 기반 설계 원칙 • 진로 추천 알고리즘 설계 조건 • 교사-학생 인터페이스 구성 기준 • 정책적·제도적 실현 조건 합의 기준: 평균 4.0점 이상, 표준편차 1.0 이하, CVR 0.37 이상
산출결과	8개 영역, 70개 항목	합의도 분석, 5개 쟁점 발견	쟁점 해소, 실행전략

주: 진로교육 전문가 11명 중 9명(81.8%, 2명의 외국인 전문가 이탈)이 2·3차 중첩 참여. AI 기술 전문가는 1차 참여자 전원(100%)이 2·3차 중첩 참여.

나. 전문가 패널 구성

진로교육 전문가는 교육학, 교육공학, 진로교육, 직업교육 등 관련 분야의 석사 이상 학위 소지자로서 3년 이상의 연구 또는 실무 경력을 보유한 자를 선정하였다. 1차 조사에서는 대학교 소속 10명(90.9%), 정부출연연구소 1명(9.1%)으로 구성되었으며, 2·3차 조사에서는 현장성 강화를 위해 대학교 8명(50.0%), 정부출연연구소 2명(12.5%), 초중등 관련 교육기관 6명(37.5%)으로 패널을 확대하였다. 1차 참여자는 모두 박사학위 소지자였으며, 2·3차에서는 박사 11명(68.8%), 석사 5명(31.3%)으로 구성되었다. 16년 이상 경력자가 50.0%를 차지하여 풍부한 실무경험을 확보하였으며, 진로 현장 교육 경험자는 93.8%, 국가 정책연구 프로젝트 참여 경험자는 68.8%였다.

AI 기술 전문가는 머신러닝·딥러닝, 자연어처리, AI Agent 시스템, 추천 시스템 등 핵심 기술 영역의 전문성을 보유한 인력으로 구성하였다. 민간기업연구소, 스타트업, 기타 산업 분야에서 실제 AI 시스템 개발 및 운영 경험을 가진 전문가를 우선 선정하였으며, 2·3차에서는 AI 윤리 및 설명 가능한 AI 전문가, EdTech 전문가를 추가하여 기술적 타당성과 교육적·윤리적 적합성을 동시에 확보하였다. AI 분야 특성상 학사학위 소지자가 60.0%로 가장 많았으며, 모든 참여자가 AI 관련 프로젝트 참여 경험을 보유하였다.

〈표 4-2〉 전문가 패널 구성 요약

구분	진로교육 전문가	AI 기술 전문가
1차 조사	11명	7명
2·3차 조사	16명	15명
중첩 참여율	81.8% (9명)	100% (7명)
주요 소속(2·3차)	대학교 50.0% 초중등기관 37.5% 연구소 12.5%	민간연구소 40.0% 스타트업 33.3% 기타 26.7%
최종학위(2·3차)	석사 31.3% 박사 68.8%	학사 60.0% 석사 33.3% 박사 6.7%
주요 경력(2·3차)	16년 이상 50.0% 현장경험 93.8% 정책연구 68.8%	3~10년 86.6% 프로젝트 경험 100%

다. 자료 분석 방법

1차 조사에서 수집된 질적 자료는 내용분석법을 통해 체계적으로 분석하였다. 전사된 면담 자료와 면담지 응답을 반복적으로 읽으며 의미 있는 진술을 추출하고, 유사한 내용을 묶어 하위 범주화한 후, 상위 범주를 도출하여 최종적으로 8개 주요 영역과 70개 세부 항목을 개발하였다. 범주화 과정에서는 연구진 간 교차 검토를 실시하여 분석의 신뢰성을 확보하였다.

2차 조사 자료는 기술통계 분석(평균, 표준편차, 중앙값 등), 합의도 분석, 가중평균 분석으로 처리하였다. 합의도는 표준편차, 사분위수 범위, 변이계수를 종합하여 판정하였다. 표준편차 0.75 이하, 사분위수 범위 1.0 이하, 변이계수 15% 미만일 때 "높음", 표준편차 0.75~1.0, 사분위수 범위 1.0~1.5, 변이계수 15~25%일 때 "보통", 그 이상일 때 "낮음"으로 판정하였

다(English & Kernan, 1976). 가중평균은 중요도 35%, 적절성 30%, 실현가능성 35%의 가중치를 적용하였다.

3차 조사에서는 Borda Count 방식으로 우선순위를 분석하였으며, 합의 기준은 평균 4.0점 이상, 표준편차 1.0 이하, 내용타당도 비율(CVR) 0.37 이상으로 설정하였다.

본 보고서는 2차 조사에서 높은 합의에 도달한 항목은 최종 결과만을 제시하고, 의견이 분산되었던 쟁점 항목은 2차와 3차의 결과를 비교하여 합의 도출 과정을 보여주었다. 1차 델파이는 2-3차 설문 도구 개발을 위한 예비 조사의 성격이므로 상세한 결과는 부록에 수록하였다.

제2절 1라운드 결과: 핵심 요소 도출

1. 진로교육의 방향성과 AI의 역할

가. 진로교육 목적과 철학의 연속성

AI 기술 도입에 따른 진로교육의 변화 방향에 대해 전문가들은 근본적 목적과 철학의 지속성을 강조했다. 이는 기술 중심이 아닌 교육의 본질에 초점을 맞춘 접근이 필요하다는 것을 시사한다.

○ 진로교육 근본 목적의 불변성: 진로교육의 핵심 가치는 AI 도입과 무관하게 유지되어야 한다는 점에서 전문가들의 의견이 일치했다.

> "AI 기술이 도입되어도 진로교육의 목적, 철학, 핵심 가치가 크게 달라질 것으로 생각되지는 않습니다. 단지 그것을 구현하는 방법이 좀 더 효율적으로 변화될 것으로 기대됩니다." (김OO)

이러한 관점은 다른 전문가들에게서도 공통적으로 나타났다.

> "AI 기술 도입으로 인해 기존 진로교육의 목적, 핵심 가치가 달라진다고 생각하진 않습니다. 다만 새로운 기술의 발전과 활용으로 인해 교과 전반의 목표는 수정될 필요가 있을 것 같습니다." (김OO)

> "진로교육의 본질은 AI 기술과 무관하게 동일해야 한다고 생각합니다. 다만 AI 기술로 인해서 변화될 미래를 준비할 수 있는 역량을 강화하는 방향으로 진로교육이 바뀌어야 할 것이라고 생각합니다." (이OO)

○ 인간중심적 접근의 중요성: 전문가들은 AI 시대에도 인간의 주체성이 핵심이 되어야 함을 강조했다.

> "AI 시대의 진로교육은 기존의 정보전달 중심에서 벗어나 자기이해, 자기결정력, 실행 역량을 기를 수 있는 자기 설계 중심으로 재구조화하되, 근본적으로 '인간의 고유성'과 '주도성'을 강화하는 방향으로 나아갈 필요가 있습니다." (김OO)

나. AI 시대 진로교육의 강조점

전문가들은 AI 시대에 특별히 강조되어야 할 가치들을 구체적으로 제시했다.

○ 자기결정력의 강화: AI가 제공하는 정보에 대한 비판적 수용 능력이 중요하다는 점에서 전문가들의 의견이 수렴되었다.

> " '자기결정력'의 경우, AI를 통해 습득 또는 추천받은 정보에 대한 무조건적인 수용이 아닌, 비판적 검토를 통한 자기결정력이 반드시 필요하다고 사료됩니다." (문OO)

○ 정체성 인식의 중요성: AI 시대의 특수한 상황에서 자아정체성 확립의 중요성이 부각되었다.

> "AI 시대의 진로교육에서 좀 더 강조되어야 하는 가치가 있다면 뚜렷한 정체성의 인식이라고 생각합니다. AI 시대가 들어서면서 '나'라는 존재에 대한 경계가 모호해지고 있습니다." (이OO)

이○○ 전문가는 구체적인 사례를 들어 이 문제의 심각성을 설명했다.

> "AI와 대화를 많이 한 후 AI에게 글쓰기를 시키면 내가 평소에 글 쓰는 스타일로 써 줍니다. 이 글은 AI가 썼다고 해야 할까요, 내가 쓴 것이라고 해도 될까요? AI는 심지어 나보다도 나에 대해서 더 잘 알고 있습니다. 메타인지가 없는 개인은 나 스스로에 대해서 AI만큼 잘 알지도 못합니다. 그럼, 내가 나라고 이야기할 수 있을까요?" (이OO)

○ 메타인지 개발의 필요성: 정체성 확립을 위한 구체적 방안으로 메타인지 개발이 제시되었다.

> "이를 위해서는 메타인지가 개발되어야 하며, 이는 끊임없이 자기 스스로에게 질문을 던지면서 학습될 수 있다고 생각합니다." (이OO)

> "진로교육의 궁극적 목표는 자기 삶을 스스로 개척할 수 있는 힘을 기르는 것이라고 생각합니다. 그에 대한 근본은 자기 스스로가 어떤 존재인가에 대한 명확한 인식에서 시작한다고 생각합니다." (이OO)

○ 창의성과 감정 지능의 강조: 해외 전문가는 AI 시대에 필요한 인간 고유 역량을 다음과 같이 제시했다.

"For a long time, vocational education primarily focused on developing people's technical skills. However, with the emergence of AI, the demands for human skills have undergone significant changes. As a result, vocational education must adapt to these new needs and cultivate new competencies in individuals. So, what new skills are essential? For example: creativity, imagination, a sense of happiness, a sense of meaning of life, and emotional intelligence—these are the most important." (OO Zhang)

다. AI의 확장 가능성과 제약

○ 확장 가능 영역: 전문가들은 AI가 진로교육의 효과성과 형평성을 크게 향상시킬 수 있다고 평가했다.

"디지털 전환과 급격한 사회 변화 속에서 AI 기술은 학습자 개개인의 수요에 대응하여 맞춤형으로 학생들을 지원할 수 있다는 점, 그리고 지역 간, 학교 간 격차, 학교 간 격차 등을 해소하는 데 기여할 수 있다는 점에서 진로교육의 대응성, 효과성, 형평성을 높이는 데 기여할 수 있을 것으로 기대함." (문OO)

○ 또한 AI의 데이터 분석 능력이 개인화된 진로지도를 가능하게 한다는 점이 강조되었다.

"AI는 학습자의 정서, 성향, 행동 데이터를 종합적으로 분석하여 초개인화 진단과 실시간 피드백을 가능케 함으로써 청소년의 진로 역량과 자기결정성 향상에 기여할 수 있을 것입니다." (김OO)

○ 제약과 우려 사항: 전문가들은 AI 도입에 따른 잠재적 위험도 제시하였다.

"AI의 개인화된 학습분석과 역량진단은 개인의 자기이해 수준을 높일 수 있으나, 반대로 알고리즘에 기반한 추천은 개인의 자율적 성찰과 의미 탐색 과정

을 대체할 수 있어 오히려 진로교육의 의미를 퇴색시킬 수 있다고 생각됩니다." (장OO)

○ 감성적 측면에서의 한계도 언급하였다.

"AI 기술이 진로교육의 실험성을 확장하는 반면, 감성적 접촉 측면에서는 다소 제약이 따를 수도 있을 것입니다." (김OO)

2. 시스템 설계의 이론적 기반

AI 기반 진로교육 시스템의 효과적 설계를 위해서는 견고한 이론적 토대가 필요하다. 전문가들은 다양한 교육학적 이론과 원칙을 제시하였다.

가. 핵심 교육학적 이론과 원칙

○ 자기결정성 이론의 적용: 자기결정성 이론은 진로교육에서 학습자의 주체성을 보장하는 핵심 이론으로 제시되었다.

"앞에서 언급하였지만, 자기주도적 태도를 가질 수 있도록 하는 것이 매우 중요하다고 보여집니다. 따라서 자기주도적 태도를 가지기 위해서는 첫째, 메타인지적 사고가 필요합니다. 자신의 상황을 스스로 평가하고, 계획하고, 수정할 수 있는 태도를 가져야 합니다. 둘째, 자기결정성을 가져야 합니다. 즉 진로를 탐색하고 계획, 실천해 나가는 과정에서 유능감과 자율성을 가지고 해 나갈 수 있어야 합니다." (이OO)

○ 진로발달 이론의 통합: 전문가들은 기존의 검증된 진로발달 이론들이 AI 시스템에도 적용되어야 한다는 점을 강조하였다.

"Super의 진로발달 이론, 자기결정성 이론, 사회정서학습(SEL)과 메타인지 이론, 경험학습 이론 등이 AI 기반 진로교육 시스템 설계를 위한 이론적 기반으로 활용될 수 있을 것입니다." (김OO)

○ 과정중심 설계의 중요성: 결과보다는 과정을 중시하는 설계 원칙이 강조되었다.

"기존 진로교육이 결과 중심이었다면 AI 기반 진로교육은 학생이 AI의 도움으로 진로를 스스로 탐색해 나가는 과정중심으로 설계되어야 할 것입니다. 이러한 과정에서 학생의 고민, 망설임, 실패와 같은 부정적인 데이터도 의미 있는 성장 과정으로 통합될 수 있도록 '공감적 피드백' 기능이 강화되거나, 해당 역할을 교사들이 수행할 필요가 있습니다." (김OO)

나. 학습자 중심성 보장을 위한 설계 원칙

○ 학습자 주체성 강화: AI 시스템이 학습자의 주체성을 강화하는 방향으로 설계되어야 한다는 점이 강조되었다.

"진로학습에서의 학습자의 주체성은 중요하기에 자기조절능력, 주체성(agency) 등과 관련된 학습 이론에 대한 이해를 바탕으로 AI 시스템이 설계되어야 합니다. AI의 피드백 및 학습자와의 상호작용에 있어서 AI-directed가 아닌 학습자가 스스로 생각하고, 학습 및 진로에 대해 결정할 수 있는 역량을 지원하는 방향으로 설계될 수 있습니다." (김OO)

○ 맞춤형 피드백 시스템: 개별 학습자의 상황과 특성을 고려한 맞춤형 피드백을 적용하는 것이 중요하다는 점이 제시되었다.

"이러한 것들이 가능하기 위해서는 AI가 정보를 제공하는 것에 그치는 것이 아니라, 학습과정에서 학생이 스스로를 점검해 볼 수 있도록 하는 질문이나 피드백을 지속적으로 제공함으로써 학생이 자기주도적 태도를 유지해 가도록 도와야 합니다." (이OO)

○ 구성주의적 접근: 해외 전문가는 구성주의적 접근의 중요성을 강조했다.

"Currently, much of our discussion revolves around student-centered approaches and constructivist theories. At their core, these theories focus on what learners truly need to learn,

what matters most to them, and how to facilitate effective learning. These questions have prompted many new considerations." (OO Zhang)

3. 진로교육 콘텐츠 구성

AI 기반 진로교육 시스템의 핵심은 학습자의 진로결정과 실행을 효과적으로 지원할 수 있는 고품질 콘텐츠에 있다. 전문가들은 콘텐츠의 구성요소, 전달방식, 품질관리 등에 대해 구체적인 의견을 제시했다.

가. 핵심 콘텐츠 구성요소

○ 자기탐색과 정보탐색의 통합: 진로교육의 기본 요소인 자기탐색과 정보탐색을 넘어서는 통합적 접근이 필요하다는 점이 강조되었다.

"진로교육의 핵심내용이라고 할 수 있는 자기탐색과 정보탐색이 가장 핵심적인 내용일 것입니다. 그런데 여기에서 그치는 것이 아니라 자기탐색 결과와 정보탐색 결과를 통합하여 자신의 미래를 그려 볼 수 있는 기능들이 있어야 할 것입니다. 그리고 미래를 계획하고 실천하는 과정에서 자신의 상황을 점검할 수 있는 기능도 포함되면 좋을 것 같습니다." (이OO)

○ 필수 포함 기능들: 전문가들이 제시한 필수 콘텐츠 기능들은 다음과 같다.

"반드시 포함되어야 할 기능: 자가진단 질문, 진로 장벽 탐색 및 해결 시나리오, 실행 유도 도구, 감정 상태 반영 피드백" (김OO)

나. 효과적인 콘텐츠 전달 방식

○ 상호작용적 설계: 일방적 정보 제공보다는 상호작용적 방식이 바람직하다는 의견이 제시되었다.

"바람직한 콘텐츠 형식: 일방적 텍스트 나열이 되어서는 안 되며, 상호작용

기반 시뮬레이션이나 사례 기반 스토리텔링 형식" (김OO)

○ 대화형 인터페이스의 활용: AI의 강점을 살린 대화형 접근의 가능성이 논의되었다.

"이러한 내용들은 AI와의 대화 과정을 통해서 이루어져 갈 수 있을 것이라고 생각합니다." (이OO)

"추가적으로는 대화형 생성형 인공지능처럼 기능할 수 있어도 좋겠고요." (이OO)

○ 시각화의 중요성: 정보의 효과적 전달을 위한 시각화의 필요성이 제기되었다.

"결과는 글뿐 아니라 표와 그래프 등 시각화되면 좋겠고요." (이OO)

다. 콘텐츠 품질 관리 및 검증

○ 전문가 검증 시스템: AI가 생성하는 콘텐츠의 신뢰성을 확보하기 위한 전문가 검증이 필요하다는 점이 강조되었다.

"AI가 제공하는 진로탐색 경로 및 진로 관련 콘텐츠의 신뢰성과 교육적 타당성을 높이기 위해, 인간 진로교육 전문가가 AI가 제시한 결과를 모니터링하여 적합성 여부 또는 기준을 만족했는지를 평가하는 장치나 절차 필요" (김OO)

○ 다층적 검증 절차: 포괄적인 품질 관리를 위한 다양한 검증 방법이 제시되었다.

"이 부분은 전문가 그룹, 실제 실행자 그룹(교사), 수혜자 그룹(학생, 학부모)으로 구분하여 실제적인 검증 절차가 필요할 것입니다. 이는 개발하는 과정에서도 반드시 필요하겠고, 개발 후 시범 적용 단계에서도 그렇겠고요." (이OO)

○ 투명성과 근거 제시: AI의 추천이나 분석 결과에 대한 근거 제시가 중요하다는 점이 언급되었다.

"적어도 생성형 인공지능이 어떤 결과를 제공할 때 참고하거나 인용한 근거를 표시해 주는 경우가 있듯이, 입력한 정보 가운데 무엇을 참조했는지, 또 외부 자료 중에서 무엇에 근거하여 정보나 지도 의견을 제공하는지 표시가 필요합니다." (이OO)

○ 활동 중심 학습의 중요성: 해외 전문가는 콘텐츠보다 활동의 중요성을 강조하였다.

"There's actually a crucial issue in education today – our traditional approach has placed excessive emphasis on content while neglecting dimensions and factors that might be more important for human development, such as learning activities. Learning activities are actually a more fundamental and significant factor than content itself. Activities determine content." (OO Zhang)

4. 교사의 변화된 역할

AI 기반 진로교육 시스템의 도입은 교사의 역할에 근본적인 변화를 요구하며, 전문가들은 이러한 변화의 방향과 필요한 역량에 대해 구체적인 제안을 내놓았다.

가. 역할 전환의 방향성

○ 진단자에서 해석자로: AI가 진단과 분석을 담당하게 되면서 교사의 역할은 해석과 의미 부여로 전환되어야 한다는 점이 강조되었다.

"AI 시대에 교사의 역할은 진단자에서 해석자, 설계자, 동반자로 전환되어야 할 것입니다." (김OO)

○ 의미촉진자로서의 역할: 교사의 새로운 핵심 역할로 의미촉진자 기능이 제시되었다.

"AI가 유능한 데이터 분석가라면, 교사·상담자는 '의미촉진자'로서 기능해야 할 것입니다. 학습자에 대한 진단, 진로 경로 추천, 진로정보 제공, 실행 계획 설계 등의 구조적이고 체계적인 작업은 AI가 교사에 비해 강점을 지닐 것입니다." (김OO)

나. 향상된 역량 요구

○ 학생 이해도 제고: AI 시대에는 교사에게 더 높은 수준의 학생 이해 능력이 요구된다는 점이 강조되었다.

"교사는 더더욱 학생에 대한 이해도가 높아야 할 것입니다. (어찌 보면 전통적으로 교사에게 요구되었던 역량 수준보다 훨씬 더 많고 높은 수준의 역량을 요구하게 될 수 있습니다). 학생 개개인을 이해한다는 것은 생각보다 어려운 일이고 피로하기도 합니다." (김OO)

○ 공감과 소통능력 강화: 인간적 접촉의 중요성이 더욱 강조된다는 점이 제시되었다.

"교사는 지금보다도 더 학생의 입장에서 생각하려는 마음, 공감하는 마음, 학생의 어려운 점을 타당화하기 등의 기술을 발휘해야 합니다." (김OO)

다. 필요한 전문성과 태도

○ AI 리터러시: 교사가 AI를 효과적으로 활용하기 위해서는 AI에 대한 기본적 이해가 필요하다는 점이 강조되었다.

"우선 교사 또한 학생 이상으로 AI에 익숙해져야 하며, 효과적으로 활용할 수 있는 능력을 갖추어야 합니다. 그럴 때 학생들이 효과적으로 활용할 수 있도록 도울 수 있을 것입니다." (이OO)

○ 비판적 분석 능력: AI 결과에 대한 비판적 검토 능력이 중요하다는 점이 제시되었다.

"아무리 AI가 추천해 준다 하더라도 일반화, 표준화된 것일 가능성이 높기 때문에 교사는 보다 학생의 생각과 특성을 깊게 들여다보고 보다 현실적이고 최신의 정보들을 토대로 AI가 제공하는 정보를 비판적으로 평가 판단하여 그보다 나은 추가적인 결과 제공이 필요하겠습니다." (이OO)

○ 상담 역량 강화: 정서적 지원 능력의 중요성이 더욱 부각된다는 점이 강조되었다.

"학생들의 정서적 심리적 영역을 민감하게 평가하고, 정서적·심리적 어려움을 돕는 것은 교사가 할 수 있는 매우 중요한 역할입니다. 즉 교사가 상담역량을 키워 나가도록 지원할 필요가 있습니다." (이OO)

라. 교사 역할의 미래 방향

○ 코치이자 촉진자로서의 역할: 해외 전문가는 교사의 역할 변화에 대해 포괄적인 관점을 제시하였다.

"In this new learning paradigm, the teacher naturally transitions into a coach, facilitator, and guide rather than a knowledge transmitter or dominant authority. With AI in the picture, the educational interaction becomes a triad of teacher-student-AI collaboration, where students take the lead in addressing authentic problems and challenges." (OO Zhang)

○ 현실 세계 연계 지원: 실제 문제 해결을 위한 안내자 역할이 강조되었다.

"Their role would involve helping students observe social phenomena, identify meaningful problems from complex social realities, and then support them in resource acquisition, team building, collaborative problem-solving, and ultimately implementing solutions that create social value." (OO Zhang)

5. 학습자 이해 및 진단

AI 기반 진로교육의 효과는 학습자에 대한 정확하고 포괄적인 이해에 달려 있으며, 전문가들은 이를 위해 다차원적인 접근과 윤리적 고려사항이 필요하다고 강조하였다.

가. (초)개인화를 위한 핵심 데이터 요소

○ 인지적 요소: 학업 관련 기본 데이터의 중요성이 강조되었다.

"여러 요인들이 중요하지만 학업성취 수준, 학업적 자기효능감, 적성, 흥미, 학습 동기, 사회경제적 배경 요인이 우선적으로 수집될 필요성이 있음." (문OO)

○ 또한 보다 세밀한 인지 과정에 대한 데이터도 필요하다는 의견이 제시되었다.

"그 외에 추가한다면 사고과정의 패턴(예: 연역적 사고 vs. 귀납적 사고; 개인별 지식 발달 곡선)이나 학습 스타일 등이 포함될 수 있을 것 같습니다. 한 개인이 AI를 활용할 때, 그 사고의 흐름에 따라 AI가 적절한 질문 등을 해줄 수 있으면 그 사람에게 맞춤화된 대화를 이어 나갈 수 있지 않을까 합니다." (이OO)

○ 정서·심리적 요소: 학습자의 전인적 발달을 고려한 정서적 데이터의 중요성이 강조되었다.

"(초)개인화를 구현하기 위해서는 학습자의 전인적 발달(whole person development)에 필요한 가능한, 최대한, 다양한 학습자 데이터가 필요합니다. 학습자의 인지적 요소(학습능력 등)를 비롯하여 정서·심리적 요소(학습 동기, 자아효능감 등), 학습자 개별 요인(성격, 취미, 특기 등)을 비롯하여 가능하다면 학교 밖에서 이루어지는 학습활동을 파악할 수 있는 데이터도 함께 수집되면 도움이 될 것 같습니다." (김OO)

진로교육의 특성을 고려한 핵심 심리 변인도 제시되었다.

"진로교육의 초개인화를 위해서는 학습자의 성격, 정서조절능력, 진로동기, 자기효능감, 진로성숙도, 진로개발역량, 등 핵심 심리 변인을 이해하는 것이 필수적이라고 생각됩니다." (장OO)

○ 행동적 요소: 실제 행동 데이터의 활용 가능성이 논의되었다.

"진로 결정 및 실행에 영향을 미치는 핵심 요인으로는 적성, 흥미, 성격, 직업 가치관, 진로동기, 진로효능감, 자기주도성, 가족의 지지 등이 영향을 미칠 것으로 생각됩니다. 행동 기반 데이터는 주로 진로준비행동과 관련된 영역에서 유용할 것이고, 자기보고식 검사는 주로 진로탐색 및 선택 영역에서 유용할 것으로 보입니다." (김OO)

나. 데이터 수집 방식의 다양화

○ 다양한 수집 방법의 조합: 전문가들은 단일 방법보다는 다양한 수집 방식의 조합이 필요하다고 강조했다.

"행동 기반 데이터 및 자기보고식 검사의 조합은 보다 더 정확하고 세밀하게 학습자를 파악할 수 있는 데이터로 활용되어, AI 시스템을 훈련 및 지속 개발하는 자양분이 될 수 있습니다." (김OO)

○ 구체적인 수집 방법도 제시되었다.

"흥미, 가치관, 적성 등은 기존에 개발된 진로심리검사 등을 통해 응답하도록 할 수 있습니다. 그 외에는 자기보고식으로 하루 일과의 정리(예: 시간 사용, 그날의 주된 활동과 정서 등)를 통해 자료 수집을 할 수 있습니다." (이OO)

○ AI 기술을 활용한 자연스러운 데이터 수집: 해외 전문가는 AI와의 상호작용을 통한 자연스러운 데이터 축적 방안을 제시하였다.

"Regarding data collection, a major trend today is human-AI

interaction. This interaction process itself is also a form of data accumulation. For instance, if each of us has a personal AI learning assistant, this AI can automatically collect vast amounts of data—a significant shift compared to the past. This kind of self-learning behavior data is highly meaningful for shaping, forming, and analyzing personal interests." (OO Zhang)

다. 개인정보 수집의 윤리적 고려사항

○ 데이터 수집의 위험성 인식: 전문가들은 방대한 개인정보 수집에 따른 위험성을 지속적으로 강조하였다.

"디지털 형태로 수집되는 자료는 어딘가에 저장이 된다는 것인데, 이런 자료 1~2개가 저장되어 있는 것은 크게 문제가 되지 않을 수 있으나 한 사람에 대해 방대한 데이터가 어딘가에 저장되어 있다는 것은 그 사람을 식별해 낼 수 있는 가능성이 훨씬 높다는 뜻이기도 하고, 한 사람에 대해 그만큼 자세하게 알 수 있다는 뜻이므로 위험해 보입니다." (이OO)

○ 편견 강화 방지: 데이터 활용 과정에서 발생할 수 있는 편견 문제도 제시되었다.

"수집된 데이터가 학생에 대한 편견을 강화시키거나, 민감한 정보가 유출되는 등의 부정적인 행위는 법 제도를 통하여 엄격히 금지되어야 할 것입니다." (김OO)

○ 윤리적 기준 준수: 개인정보 수집과 활용에 대한 엄격한 윤리적 기준이 필요하다는 점에서 의견이 수렴되었다.

"개인정보는 철저하게 보호되어야 하며, 한국상담학회 등에서 제안한 진로상담자의 윤리적 기준을 참고하면 도움이 될 것으로 생각됩니다." (김OO)

"개개인을 식별할 수 없는 수준에서 수집되고 철저히 관리된다면 윤리적 기준이나 우려들을 피할 수 있을 것으로 기대합니다." (문OO)

6. 상담과 AI의 통합

AI 기반 진로교육 시스템에서 인간 상담자와 AI의 효과적 협력은 시스템 성공의 핵심 요소이다. 전문가들은 이를 위한 구체적인 모델과 원칙을 제시했다.

가. AI와 인간 상담자의 역할 분담

○ AI의 역할: 데이터 분석가 - AI의 객관적 분석 능력에 대한 기대가 높게 나타났다.

"AI는 사전 프로파일링, 진로정보(직업, 학과, 노동시장 등) 분석, 내담자 관련 정보 분석 등에 주력하고, 상담자는 그것을 상담의 소재로 삼아 인간적 접촉을 유지하면서 프로답게 상담을 이끌어 가는 역할을 하는 것이 바람직할 것으로 생각됩니다." (김OO)

○ 상담자의 역할: 의미촉진자 - 인간 상담자의 고유한 역할에 대한 명확한 정의가 제시되었다.

"AI가 유능한 데이터 분석가라면, 교사·상담자는 '의미촉진자'로서 기능해야 할 것입니다. 학습자에 대한 진단, 진로 경로 추천, 진로정보 제공, 실행 계획 설계 등의 구조적이고 체계적인 작업은 AI가 교사에 비해 강점을 지닐 것입니다. 그러나 AI의 결과를 해석하고, 그 이유에 대해 함께 고민하고, 정서적·윤리적 지지를 제공하는 데 있어서는 AI가 아닌 교사가 주도적인 역할을 수행해야 할 것입니다." (김OO)

○ 상호 보완적 협력 모델: 구체적인 협력 방안도 제시되었다.

"AI가 제시한 다양한 형태의 결과는 교사-학생 간 대화, 상담 시 촉진제 역할을 할 수 있습니다. AI의 제시를 그대로 전달하고 신뢰하기보다는, 제시된 내용을 바탕으로 토론을 진행하고, 예상치 못했던 방안에 대해 고려 및 추가 조사를 해 볼 수 있습니다." (김OO)

나. 상담자의 주의사항과 개입 원칙

○ 절대적 기준으로 제시 금지: 전문가들은 AI 결과를 절대적 기준으로 제시하는 것에 대해 강력히 경고했다.

"AI가 제시한 진단, 분석, 추천 결과를 내담자에게 그대로 전달하는 것은 절대 안 된다고 생각합니다. 당연히 상담자가 전문가적 관점에서 해석, 조정, 보완해야 합니다." (김OO)

○ 비판적 사고 촉진: 학생의 능동적 사고를 촉진하는 것이 상담자의 핵심 역할로 제시되었다.

"AI 분석 결과를 바탕으로 학생과 상담하거나 피드백할 때, 상담자가 주의해야 할 점: 내담자가 아무런 생각이나 성찰 없이 AI 분석 결과를 수용하지 않도록 이끌어 주는 것이 중요합니다." (김OO)

○ 참고 자료로서의 인식: AI 결과에 대한 올바른 인식 제고가 강조되었다.

"상담자는 AI가 제공하는 자료를 정답이 아니라 참고 자료라는 점을 명심해야 합니다. 특히 AI의 진단 결과에 학생들이 지나치게 환호, 실망, 맹신, 불안해할 때는 상담자가 보다 적극적으로 개입하여 심리적 안정을 제공할 필요가 있습니다." (김OO)

○ 학생의 자립 역량 강화: 궁극적으로는 학생이 독립적으로 AI를 활용할 수 있도록 하는 것이 목표로 제시되었다.

"교사나 상담자는 AI가 제시한 분석 결과의 의미에 대해 알고 있어야 하며, 그 의미(해석)를 학생에게 전달해 줄 수 있어야 합니다. 한 걸음 더 나아간다면, 학생이 직접 그 분석 내용을 의미화할 수 있도록 하는 교육까지도 일어난다면 가장 이상적이겠습니다." (이OO)

7. 실천 조건 및 지원 체계

AI 기반 진로교육 시스템의 성공적 구현을 위해서는 기술적 인프라, 인적 지원 체계, 정책적 기반이 종합적으로 구축되어야 한다.

가. 기술적 인프라 구축

○ 표준화된 플랫폼의 중요성: 플랫폼 구축에 대한 전략적 접근이 필요하다는 의견이 제시되었다.

"기술적인 부분에 있어 비용 대비 효과(구축 및 운영)가 가장 뛰어난 플랫폼 구축이 우선적임. 효율적인 시스템을 자체적으로 개발하거나 또는 민간 시스템의 라이선스를 대여하는 방식이 가능하겠으나, 공공 부문의 특성상 자체 개발이 개인정보 보호 등의 측면에서 유리할 것으로 보임." (문OO)

○ 시스템 연동성: 기존 시스템과의 연계가 중요하다는 점이 강조되었다.

" 'Q2'에서의 초개인화 시스템 구축을 위해서는 기존의 워크넷이나 커리어넷 등의 개인별 자료와 연동 시스템을 갖추는 것도 중요해 보입니다. 그 외에도 학생 개인의 생활기록부 자료와의 연동이라든지, 다른 교육·진로서비스 시스템과 연동이 된다면, 한 학생의 진로 관련 정보를 한눈에 볼 수 있을 뿐만 아니라 그 데이터를 종합하여 AI가 개별적인 도움을 줄 수 있을 것입니다." (이OO)

○ 하드웨어 및 네트워크 환경: 기본적인 인프라의 중요성도 언급되었다.

"물리적이나 기술적으로는 안정적인 하드웨어+안정적인 네트워크와 기존 진로상담 시스템과의 연계가 필요해 보입니다. 아무리 빠른 네트워크여도 PC가 느리면 AI 구동이 어렵고, 아무리 최신형 기기여도 네트워크가 불안정하면 AI 구동이 어렵습니다." (이OO)

나. 인적 지원 체계

○ 교사 역량 강화의 중요성: AI 시대에 맞는 교사 역량 개발이 핵심 과제

로 제시되었다.

"교사들의 AI 리터러시, 진로상담 역량 강화를 위한 연수, 진로교사와 기술 인력과의 협업 강화, 예비교사 양성 단계에서의 교육과정 개편 등의 노력이 병행되어야 할 것입니다." (김OO)

○ 구체적인 연수 내용도 제시되었다.

"AI 기반 진로교육 시스템의 도입 취지와 목적, 기대효과, 예상되는 문제점 등 전반적인 사항과 함께 실제 학생 지도 맥락에서 어떻게 활용할 수 있을지 예시와 같은 다양한 연수와 지원이 이루어질 필요성이 있음." (문OO)

○ 전문인력 배치: 데이터 관리를 위한 전문인력의 필요성이 강조되었다.

"이러한 데이터 수집 및 처리 과정을 기존 행정업무 및 교수업무 강도가 높은 교사에게 부여하기에는 큰 부담이 될 수 있으므로, 학교 내 학습자 데이터를 담당하는 전문인력이 지원될 필요가 있습니다." (김OO)

○ 적정 인력 배치 기준: 구체적인 인력 배치 기준도 제시되었다.

"인력이나 시간은 진로진학상담교사 인력이 학생 300~500명당 1명은 배치가 되어야 운영이 가능할 것입니다." (이OO)

다. 정책적 기반 구축

○ 법 제도 정비: AI 기반 진로교육의 제도적 기반을 마련하는 것이 필요하다는 점에서 의견이 수렴되었다.

"「진로교육법」에 AI 진로교육에 관한 사항을 적절한 형태로 명시, 정권이 바뀌어도 지속 가능한 정책이 될 수 있도록 사전에 대책 강구, 국가 수준의 예산 항목 신설 등이 필요합니다." (김OO)

○ 예산확보: 대규모 예산 투입의 필요성이 강조되었다.

"예산은 NEIS에 준하는 예산확보를 고려하는 것이 어떨까 합니다. 국가 수준

의 예산확보와 필요시 시도교육청 예산을 더하는 것이 될 것 같습니다." (이OO)
"이 정도의 시스템을 하려면 탄탄하게 준비를 하여 대단위 예산확보가 필요할 것 같아요. 안 그러면 시스템 자체를 마련하기 어렵죠." (이OO)

○ 거버넌스 구조: 효과적인 운영을 위한 거버넌스 체계의 필요성도 제기되었다.

"시도교육청 수준에서 자체적으로 개발하기에는 예산과 인력 면에서 한계가 존재함. 시도교육청 협력 거버넌스를 구축하여 컨소시엄 형태로 공동 개발 및 운영하거나, 국가 수준에서 이러한 시스템 및 플랫폼 구축을 주도하여 이끌어 갈 필요성이 있음." (문OO)

8. 개인정보 활용과 윤리 기준

AI 기반 진로교육 시스템에서 개인정보의 수집과 활용은 핵심적이면서도 가장 민감한 영역이다. 전문가들은 이에 대해 명확한 기준과 원칙을 제시했다.

가. 수집 가능 정보의 범위와 기준

○ 교육적 목적 중심의 수집: 개인정보 수집의 명확한 기준이 필요하다는 점이 강조되었다.

"AI 기반 진로교육에서의 개인정보 활용은 '학생의 성장 지원'이라는 교육적 목적이 기준이 되어야 할 것입니다. 예시로 제시된 데이터들 이외에 교우관계 데이터, 독서 이력 등의 다면적이고 입체적인 데이터 모두가 활용될 수 있을 것입니다. 단, 이러한 데이터는 모두 학생의 성장 지원이라는 목적하에 최소한으로 수집되어야 할 것입니다." (김OO)

○ 수집 정보의 구체적 항목: 전문가들이 제시한, 수집이 가능한 정보는 다음과 같다.

"(초)개인화 진로교육에서 활용 가능한 개인정보 항목: 적성, 성적, 흥미, 직업

가치관, 정서 상태, 진로포부, 현실적 진로목표, 진로탐색 로그, 상담 기록, 부모의 기대, 가정의 환경적 여건 등" (김OO)

○ 수집 기준의 중요성: 수집하고자 하는 정보의 타당성에 대한 검토가 필요하다는 점이 강조되었다.

"수집할 정보의 중요한 기준은 '수집하고자 하는 정보가 학습자의 성장에 미치는 핵심적인 요소인가?'가 되어야 할 것임." (장OO)

나. 윤리적 수집 및 활용 원칙

○ 사전 동의와 투명성: 개인정보 수집 과정에서의 투명성과 동의 절차의 중요성이 강조되었다.

"학생과 보호자의 정보 제공 동의를 전제로 한 '사전 고지 및 동의 절차' 정교화 필요(정보 수집 목적, 활용 범위, 저장 기간, 제3자 제공 여부 등에 대해 연령에 부합하는 안내와 선택권 보장 선행 필요)." (김OO)

○ 데이터 주권 보장: 학습자의 데이터에 대한 통제권을 보장하는 것이 중요하다는 점이 제시되었다.

"학생의 '데이터 삭제 요구권'과 '정보처리 이력 열람권 보장' 등 학습자 중심의 디지털 권리 보장 체계에 대한 고민도 함께 이루어져야 할 것입니다." (김OO)

○ 보안 조치: 기술적 보안 조치의 필요성도 강조되었다.

"수집된 데이터는 비식별화, 암호화 등의 기술적 조치를 통해 안전하게 처리되어야 하며, AI 진단 결과에 대해서도 낙인효과가 발생하지 않도록 해석상의 윤리 가이드라인을 함께 마련해야 할 것입니다." (김OO)

다. 우려되는 윤리적 쟁점들

○ 개인정보 오용 우려: 전문가들은 개인정보의 부정적 활용 가능성에 대해

경고했다.

"가장 우려되는 점은 개인정보의 오용입니다. 주로 진로나 진학에 도움이 되는 자료가 많을 것으로 예상되는데, 이런 자료를 누군가가 대학 진학률과 관련지어 분석하여 사교육에 활용한다든지, 특정 직업군에서 채용 시 활용한다든지의 문제입니다." (이OO)

○ 사회적 불평등 심화: 데이터 기반 차별의 위험성이 지적되었다.

"자칫, '데이터 기반 채용'이라는 이름하에 (마치 객관적이고 투명한 것으로 포장하여) 방대한 진로·진학 데이터를 가지고 특정한 패턴을 가진 사람을 채용하지 않는 상황이 발생할 수도 있는데, 이는 장기적으로 사회의 지속성을 해할 것입니다." (이OO)

○ 약자 보호: 정보 약자에 대한 보호 방안의 필요성이 강조되었다.

"결국 이런 문제의 가장 큰 피해자는 '잘 모르는 사람' 또는 '약자'일 것입니다. 자신의 개인정보가 어떤 식으로 기록되고 있으며, 어떻게 활용되는지조차 잘 모르는 사람들이 가장 큰 피해자가 될 것이기 때문에 개인정보 침해를 예방하기 위해서는 가능한 한 많은 사람들을 대상으로 한 교육이 필요합니다." (이OO)

9. 수용성 및 제약 요인

AI 기반 진로교육 시스템의 성공적 도입을 위해서는 다양한 이해관계자들의 수용성을 확보하는 것이 필수적이다. 전문가들은 각 집단의 저항 요인과 저항 원인, 수용성 대응 방안을 제시하였다.

가. 집단별 저항 요인 분석

○ 교사 집단의 저항 요인: 교사들의 우려 사항이 상세하게 분석되었다.

"AI 기술 의존에 대한 불안감, 전문성 침해, 직업적 불안감, AI 활용 역량 부

족에 대한 두려움, AI 도입에 따른 업무 가중 등으로 인해 부정적인 반응을 보일 수 있을 것입니다." (김OO)

○ 학생 집단의 저항 요인: 학생들의 심리적 반응에 대한 분석이 제시되었다.

"AI가 내 미래를 결정할 수 있다는 '주체성 상실감', 프라이버시 침해 우려, AI 결과에 대한 낙인에 대한 두려움, 결과에 대한 불안과 실망 등이 부정적 반응의 원인이 될 것입니다." (김OO)

○ 학부모 집단의 저항 요인: 학부모들의 우려 사항도 구체적으로 제시되었다.

"보안 불안감, 낙인효과에 대한 우려, AI에 대한 이해 부족에서 오는 막연한 거부감 등이 부정적 반응의 원인이 될 것입니다." (김OO)

나. 근본적 저항 원인

○ 예측 불가능성에 대한 불안: AI에 대한 저항의 근본적 원인이 분석되었다.

"사람들이 AI기반 진로교육 뿐 아니라 AI에 대해 부정적 반응을 보이는 것은 당연하다고 생각합니다. 첫 번째 이유는, 우리가 아직 AI가 어디까지 할 수 있는지 몰라서라고 생각합니다. 인간은 원래 예측하기 어려운 상황이나 사람에 대해 경계심을 갖기 마련입니다." (이OO)

○ 기술 발전 속도와 이해 속도의 격차: 기술 발전과 사회적 수용 사이의 간극이 지적되었다.

"문제는, 현재로서는 AI의 발전 속도가 인간이 AI를 이해하는 속도보다 훨씬 빠르고, 일부 개발자를 제외하고는 대부분의 사람들도 AI가 어떻게 발전할지 잘 모른다는 것이 문제입니다." (이OO)

다. 수용성 제고 방안

○ 교육적 접근: 각 집단에 맞는 교육적 접근이 필요하다는 점이 강조되었다.

"AI는 교사를 대체하는 것이 아니라 '보조', '조력'하는 도구임을 명확히 하고, 이러한 도구를 효과적으로 활용할 수 있는 역량 강화 연수 및 사례 공유회를 활성화시킬 필요가 있습니다." (김OO)

○ 참여적 의사결정: 민주적 의사결정 과정의 중요성이 제시되었다.

"이 문제는 전문가가 비전문가에게 '일러 주는 형태의 교육'으로는 가능하지 않을 수 있을 것 같습니다. 오히려 여러 사람이 함께 논의하며 기준을 만들어 나가는 형식이 이상적입니다." (이OO)

○ 체험과 경험 제공: 실제 경험을 통한 이해 증진이 중요하다는 점이 강조되었다.

10. 소결 및 시사점

델파이 조사(1라운드) 결과, AI 기반 초개인화 진로교육 시스템 설계를 위한 핵심 원칙과 실행 조건에 대해 전문가들의 의견이 수렴되었다. 주요 결과를 종합하면 다음과 같다.

가. 핵심설계 원리

전문가들은 AI 기반 진로교육 시스템 설계에서 네 가지 원칙이 견지되어야 한다고 제안하였다. 첫째, 기본 철학의 지속성으로, AI 기술이 도입되더라도 진로교육의 근본적 목적과 철학은 변하지 않아야 한다. 둘째, 인간-AI 협력 모델의 필요성으로, AI와 인간 상담자가 상호 보완적 역할을 수행해야 한다. 셋째, 윤리적 고려의 우선순위로, 성과보다 개인정보 보호와 알고리즘 투명성이 우선되어야 한다. 넷째, 체계적 준비의 필요성으로, 성공적인 시스템 도입을 위해 기술적 인프라와 제도적 기반이 사전에 마련되어야 한다.

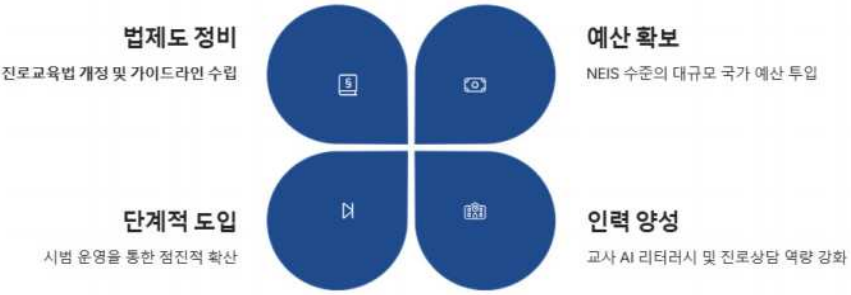
[그림 4-1] 핵심설계 원리

출처: 연구진 작성

나. 실행 조건

전문가들은 AI 기반 초개인화 진로교육 시스템의 성공적 구현을 위해 네 가지 실행 조건이 충족되어야 한다고 제안하였다. 첫째, 법제도 정비로, 「진로교육법」 개정 및 AI 진로교육 관련 가이드라인이 수립되어야 한다. 둘째, 예산확보로, NEIS 수준의 대규모 국가 예산이 투입되어야 한다. 셋째, 단계적 도입으로, 시범 운영을 통해 점진적으로 확산해야 한다. 넷째, 인력 양성으로, 교사의 AI 리터러시 및 진로상담 역량이 강화되어야 한다.

[그림 4-2] 1차 델파이 조사 결과_정책적 함의



출처: 연구진 작성

다. 시사점

델파이 조사(1라운드) 결과는 AI 기반 진로교육 시스템이 기술 중심이 아닌 교육 본질 중심으로 설계되어야 하며, 인간의 주체성과 자기결정력을 강화하는 방향으로 구현되어야 함을 시사한다. 특히 AI는 교사를 대체하는 것이 아니라 '의미촉진자'로서의 교사 역할을 보완하는 도구로 위치해야 하며, 이를 위해 법제도 정비, 예산확보, 단계적 도입, 인력 양성이 선행되어야 한다는 점에서 전문가 간 합의가 이루어졌다. 이러한 결과는 2라운드에서 보다 구체적인 설계 원칙과 실행 방안으로 정교화될 필요가 있다.

제3절 2라운드 결과: 우선순위 및 중요도

1. 진로교육 전문가 응답 분석 결과

가. AI 기반 진로교육의 목적과 가치

AI 기반 진로교육의 목적과 가치 영역에 대한 전문가 평가 결과, 중요도와 적절성에서는 대부분의 항목이 높은 합의를 보였으나, 실현가능성에서는 약간의 차이가 나타났다. 전체 7개 항목 중 4개 항목은 세 차원 모두에서 높은 수준의 합의를 이루었다. 반면에 3개 항목은 실현가능성에서 보통 수준으로 낮아졌다. 이는 전문가들이 AI 시대 진로교육의 방향성에 대해서는 명확한 공감대를 형성하고 있지만, 실제 현장에서 이를 구현하는 것에 대해서는 다소 회의적이거나 불확실하게 인식하고 있음을 의미한다. 영역별 구체적인 내용은 아래 〈표 4-3〉과 같다.

〈표 4-3〉 AI 기반 진로교육의 목적과 가치에 관한 항목별 합의 결과

구분	영역	항목
세 차원 모두 높은 합의(4개)	진로교육의 본질적 가치 유지	• 인간발달과 삶의 의미 탐색이라는 진로교육의 근본 목적 유지
	AI 시대 강화되어야 할 새로운 가치	• 자기정체성과 주체성 인식 강화 • AI 정보에 대한 비판적 사고와 자기결정력 제고 • 메타인지와 자기성찰 능력 개발
실현가능성 보통 수준(3개)	진로교육의 본질적 가치 유지	• AI는 도구적 역할에 한정하고 학생의 주체적 성장을 교육의 중심에 두기 • 전인적 관점에서의 진로교육 철학 지속
	AI 시대 강화되어야 할 새로운 가치	• 미래 불확실성에 대응하는 적응 역량 강화

[참고] 부록 513~516쪽

세 차원 모두에서 높은 수준의 합의를 이룬 4개 항목은 '인간발달과 삶의 의미 탐색이라는 진로교육의 근본 목적 유지', '자기정체성과 주체성 인식 강화', 'AI 정보에 대한 비판적 사고와 자기결정력 제고', '메타인지와 자기성찰 능력 개발'이다. 전문가들은 이러한 항목들이 중요하고 적절할 뿐만 아니라 실제로 구현 가능하다고 판단했다. 특히 인간발달과 삶의 의미 탐색이라는 근본 목적은 AI 기술이 도입되더라도 진로교육의 본질로 유지되어야 한다는 확고한 신념을 반영한다. 자기정체성, 비판적 사고, 메타인지 같은 고차원적 역량들은 기존 진로교육에서 강조해 온 가치의 연장선상에서 충분히 구현 가능하다는 긍정적 전망을 담고 있다.

실현가능성에서 보통 수준으로 합의도가 낮아진 3개 항목은 'AI를 도구적 역할에 한정하고 학생의 주체적 성장을 교육의 중심에 두기', '전인적 관점에서의 진로교육 철학 지속', '미래 불확실성에 대응하는 적응 역량 강화'이다. 전문가들은 이러한 항목들의 필요성과 적절성에는 동의했다. 그러나 학생들이 AI에 의존하지 않고 주체성을 유지하도록 만드는 것, 학교·가정·사회가 연계된 통합적 접근을 실현하는 것, 불확실한 미래에 대응하는 적응 역량을 구체적으로 정의하고 교육하는 것 등 실제 구현에 대해서는 의견이 다소 분산되었다. 이는 원칙적 동의와 현실적 실행 사이의 간극을 보여 준다.

이러한 평가 결과는 전문가들이 진로교육의 본질적 가치를 견고히 유지하면서 AI 시대에 필요한 고차원적 역량을 강화해야 한다는 점에서는 명확한 합의를 형성했지만, 이상적 원칙을 교육 현장에서 실제로 구현하는 것에 대해서는 신중한 태도를 보이고 있음을 의미한다. 특히 AI의 도구적 역할 한정과 학생 주체성 보장처럼 기술과 인간의 균형을 맞추는 과제들이 실현하기 어려운 것으로 인식되었다. 이는 향후 연구에서 이러한 가치들을 구현하기 위한 구체적이고 실행 가능한 전략 개발에 집중할 필요가 있음을 시사한다.

나. 시스템 설계의 교육학적 기반

시스템 설계의 교육학적 기반 영역에 대한 전문가 평가 결과, 중요도와 적절성에서는 대부분의 항목이 높은 합의를 보였으나, 실현가능성에서는 상당한 차이가 나타났다. 전체 9개 항목 중 2개 항목만이 세 차원 모두에서 높은 수준의 합의를 이루었다. 반면에 7개 항목은 실현가능성에서 보통 수준으로 낮아졌다. 이는 교육학적 이론의 타당성에 대해서는 공감하지만, 이를 AI 시스템으로 구현하는 것에 대해서는 다소 우려가 존재함을 보여 준다. 구체적인 내용은 아래 〈표 4-4〉와 같다.

〈표 4-4〉 시스템 설계의 교육학적 기반에 관한 항목별 합의 결과

구분	영역	항목
세 차원 모두 높은 합의 (2개)	이론적 토대	• 자기결정성 이론 기반 설계 • 메타인지 강화를 위한 자기성찰 기능 내재화
실현가능성 보통 수준 (7개)	이론적 토대	• 듀이의 경험학습론에 기반한 실제 활동 연계 시스템 • 슈퍼의 생애진로발달 이론을 반영한 진로발달 단계별 지원 • 구성주의 진로발달 이론에 기반한 개인의 진로 스토리 구축
	학습자 중심성 보장 원칙	• 결과 중심에서 과정중심 패러다임으로의 전환 • 학습자의 진로탐색 과정 전반에 걸친 주도권 보장 • AI는 조력자 역할에 한정하고 최종 결정권은 학습자에게 부여 • 개인차를 고려한 다중지능 기반 맞춤형 접근

[참고] 부록 517~521쪽

세 차원 모두에서 높은 수준의 합의를 이룬 2개 항목은 '자기결정성 이론 기반 설계'와 '메타인지 강화를 위한 자기성찰 기능 내재화'이다. 전문가들은 학습자의 자율성, 유능감, 관계성을 보장하는 자기결정성 이론이 실제 시스템 구현에서도 명확한 지침을 제공할 수 있다고 평가했다. 또한 자기성찰

프롬프트나 학습 과정 기록과 같은 메타인지 기능이 기술적으로 구현 가능한 범위로 인식했다. 이러한 항목들은 심리학적 토대가 명확하고 시스템 기능으로의 전환이 직관적이라는 점에서 공통점을 가진다.

실현가능성에서 보통 수준으로 합의도가 낮아진 7개 항목은 이론적 토대 3개와 학습자 중심성 보장 원칙 4개 항목으로 구성된다. 이론적 토대 영역에서는 '듀이의 경험학습론에 기반한 실제 활동 연계 시스템', '슈퍼의 생애 진로발달 이론을 반영한 단계별 지원', '구성주의 진로발달 이론에 기반한 개인의 진로 스토리 구축'이 해당된다. 전문가들은 이러한 이론들의 중요성과 적절성에는 동의했다. 그러나 AI 시스템이 체험과 피드백을 통합하는 것, 학습자의 발달 단계를 정확히 진단하는 것, 개별 학습자의 독특한 진로 여정을 지원하는 것 등 맥락적이고 장기적인 과정을 강조하는 이론들을 AI로 구현하는 것에 대한 구체적 방법론이 불명확하다고 보았다.

학습자 중심성 보장 원칙 영역의 4개 항목은 모두 실현가능성에서 보통 수준의 합의를 보였다는 점이 특징적이다. '결과 중심에서 과정중심 패러다임으로의 전환', '학습자의 진로탐색 과정 전반에 걸친 주도권 보장', 'AI는 조력자 역할에 한정하고 최종결정권은 학습자에게 부여', '개인차를 고려한 다중지능 기반 맞춤형 접근'이 이에 해당한다. 전문가들은 이러한 원칙들의 교육학적 가치에는 강한 동의를 보였다. 그러나 현재 AI 기술이 주로 결과 예측에 최적화되어 있다는 점, AI 추천의 영향력과 학습자 자율성 사이의 균형점 찾기의 어려움, 학습자의 최종결정권을 실질적으로 보장하는 것의 현실적 제약, 진정한 의미의 개인화 실현의 과제 등 기술적으로 명확한 구현 방법이 확립되지 않은 상태임을 분명히 인식하고 있었다.

이러한 평가 결과는 전문가들이 교육학적 이론을 AI 시스템에 접목하는 것에 대한 원칙적 합의는 강하게 형성했지만, 구체적인 설계 방법론과 기술

적 실현 전략에 대해서는 추가적인 연구가 필요하다고 보고 있음을 의미한다. 특히 학습자 중심성 보장 원칙의 모든 항목이 실현가능성에서 보통 수준에 머무른 것은 학습자의 자율성과 주체성을 실질적으로 보장하면서도 AI의 장점을 활용하는 균형점을 찾는 것이 가장 큰 도전 과제라는 것을 시사한다. 향후 연구에서는 정량적 데이터 분석과 질적인 의미 구성을 통합하는 방법론 개발, 그리고 교육학적 가치를 실제 시스템 설계로 전환하는 구체적인 기술적 전략에 집중할 필요가 있다.

다. 학습자 이해 및 진단

학습자 이해 및 진단 영역에 대한 전문가 평가 결과, 중요도와 적절성에서는 대체로 높은 합의를 보였으나, 실현가능성에서는 의견이 분산되는 경향을 나타냈다. 전체 12개 항목 중 4개 항목은 세 차원 모두에서 높은 수준의 합의를 이루었다. 반면에 4개 항목은 실현가능성에서 보통 수준으로 낮아졌으며, 4개 항목은 실현가능성에서 낮은 합의를 보였다. 특히 1개 항목은 세 차원 모두에서 낮은 합의를 기록했다. 이는 학습자 정보 활용의 필요성과 가치에 대해서는 공감하지만 개인정보 보호와 기술적 구현이라는 현실적 제약에 대한 우려가 크다는 것을 보여 준다. 구체적인 내용은 아래 〈표 4-5〉와 같다.

〈표 4-5〉 학습자 이해 및 진단에 관한 항목별 합의 결과

구분	영역	항목
세 차원 모두 높은 합의 (4개)	개인정보 수집 항목	• 전통적 진로 요소(흥미, 적성, 성격, 가치관) • 학습·행동 데이터(학습 로그, 진로탐색 기록)
	정보 수집 방식	• 자기보고식 검사와 행동 기반 데이터의 통합 활용
	개인정보 보호 및 윤리	• 엄격한 사전 동의 체계 구축
실현가능성 보통 수준 (4개)	개인정보 수집 항목	• 심리·정서적 요소(자기효능감, 진로동기, 정서 상태) • 학업성취 및 역량 데이터
	정보 수집 방식	• 다면적·통합적 진단 체계 구축
	개인정보 보호 및 윤리	• 사회경제적 배경 정보
실현가능성 낮음 (4개)	개인정보 보호 및 윤리	• 데이터 수정·삭제권 보장 • 알고리즘 투명성 및 설명가능성 확보 • 정기적 전문가 검토 및 감사 시스템 • 실시간 데이터 수집 및 분석 시스템

[참고] 부록 523~525쪽

세 차원 모두에서 높은 수준의 합의를 이룬 4개 항목은 전통적 진로 요소(흥미, 적성, 성격, 가치관), 학습·행동 데이터(학습 로그, 진로탐색 기록), 자기보고식 검사와 행동 기반 데이터의 통합 활용, 엄격한 사전 동의 체계 구축이다. 전문가들은 이러한 항목들이 중요하고 적절할 뿐만 아니라 실제로 구현 가능하다고 판단했다. 이는 검증된 방법론이 존재하거나 기술적으로 명확한 구현 경로가 있는 항목들이라는 점에서 공통점을 가진다.

실현가능성에서 보통 수준으로 합의도가 낮아진 4개 항목은 심리·정서적 요소(자기효능감, 진로동기, 정서 상태), 학업성취 및 역량 데이터, 다면적·통합적 진단 체계 구축, 사회경제적 배경 정보이다. 전문가들은 이러한 항목들의 필요성과 적절성에는 동의했다. 그러나 내적 상태의 객관적 측정, 시스템 간 데이터 연계, 복잡한 진단 프레임워크 구축, 민감 정보 활용의 윤리적

문제 등 실제 구현에 대해서는 의견이 다소 분산되었다.

실현가능성에서 낮은 합의를 보인 4개 항목은 데이터 수정·삭제권 보장, 알고리즘 투명성 및 설명가능성 확보, 정기적 전문가 검토 및 감사 시스템, 실시간 데이터 수집 및 분석 시스템이다. 전문가들은 이러한 항목들의 중요성에는 강하게 공감했다. 그러나 AI 학습 모델의 데이터 삭제 기술적 한계, 딥러닝 모델의 설명 어려움, 지속적 전문가 투입의 현실적 제약, 개인정보 보호 위험 등으로 인해 실현가능성에 대한 의견이 크게 분산되었다.

이러한 평가 결과는 전문가들이 이상적인 학습자 진단과 개인정보 보호 원칙에 대해서는 합의하고 있지만, 실제 구현 단계에서 직면하게 될 기술적·윤리적·제도적 장벽에 대한 우려가 매우 크다는 것을 보여 준다. 특히 개인정보 보호 관련 항목들이 '실현가능성 낮음' 범주에 집중된 것은 윤리적 원칙을 실제 시스템 설계로 전환하는 구체적인 방법론 개발의 필요성이 크다는 점을 보여 준다.

라. 상담과 AI의 통합

상담과 AI의 통합 영역에 대한 평가는 전체 연구에서 가장 높은 합의도를 나타냈다. 9개 항목 모두가 중요도, 적절성, 실현가능성의 세 차원에서 높은 수준의 합의를 이루었다. 이는 이전 영역들에서 실현가능성에 대한 낮은 합의가 주류였던 것과 달리, 이 영역에서는 실현가능성에서도 매우 높은 합의를 보였다는 점에서 특징적이다. 전문가들이 AI와 인간 상담자의 역할 분담에 대해 명확한 시각을 가지고 있으며, 이를 실제로 구현할 수 있다고 판단하고 있음을 보여 준다. 구체적인 내용은 아래 〈표 4-6〉과 같다.

〈표 4-6〉 상담과 AI의 통합에 관한 항목별 합의 결과

구분	영역	항목
세 차원 모두 높은 합의 (9개)	AI와 상담자의 역할 분담	• AI: 데이터 분석, 정보 제공, 사전 진단 역할 • 상담자: 의미 해석, 정서적 지지, 통합적 상담 역할 • 상담자를 '의미촉진자'로 포지셔닝
	상담자 역량 강화	• AI 결과 해석 능력 및 비판적 검토 역량 개발 • 데이터 리터러시 및 AI 이해도 제고 • 윤리적 가이드라인 및 상담 윤리 강화
	AI 의존 방지 장치	• AI 결과는 참고 자료임을 명확히 인식시키기 • 학생의 자기주도적 판단력 유지 장치 • 인간중심 설계 원칙 적용

[참고] 부록 529쪽

AI와 상담자의 역할 분담 영역에서 3개 항목 모두 전체 연구에서 가장 강한 합의를 나타냈다. 특히 AI의 역할은 실현가능성에서 변이계수(*CV*) 7.01%로 가장 낮게 나타났으며, 상담자의 역할은 중요도와 적절성에서 변이계수(*CV*) 5.06%로 매우 강한 합의를 보였다. 이는 전문가들이 AI가 데이터 분석과 정보 제공을 담당하고, 상담자가 의미 해석과 정서적 지지를 담당하는 역할 분담에 거의 이견 없이 동의함을 보여 준다. 상담자 역량 강화 영역의 3개 항목 역시 매우 높은 수준의 합의를 이루었다. AI 결과 해석 능력 및 비판적 검토 역량 개발은 중요도에서 표준편차 0.00, 변이계수(*CV*) 0.00%를 기록하며 전체 연구에서 유일하게 완벽한 합의를 이루었다. AI 의존 방지 장치 영역의 3개 항목도 모두 세 차원에서 높은 합의를 나타냈다. 전문가들은 AI 결과를 참고자료로 인식시키고, 학생의 자기주도적 판단력을 유지하며, 인간중심 설계 원칙을 적용하는 것이 모두 중요하고 적절하며 실현 가능하다고 보았다.

이러한 평가 결과는 두 가지 의미를 담고 있다. 첫째, 상담과 AI 통합의 방향성에 대해서는 명확한 합의가 형성되었다. 전문가들은 AI가 상담자의 대체하는 역할이 아니라 보완하는 역할을 수행해야 하며, 역할 분담이 명확

히 설정되어야 한다는 데 의견을 같이했다. 특히 AI 시대에 상담자의 전문성이 약화되는 것이 아니라 비판적 활용 역량과 윤리적 판단 역량이라는 새로운 전문성으로 재구성되어야 한다는 인식이 강했다. 둘째, 이러한 원칙들을 현실에서 구현하는 것에 대해서도 긍정적인 태도가 나타났다. 전문가들은 AI와 상담자의 협력 모델이 구현 가능하며, 상담자 역량 강화와 AI 의존 방지 장치 모두 실행 가능한 전략으로 평가했다. 향후 연구에서는 이러한 합의를 바탕으로 상담자 역량 강화를 위한 구체적인 교육 프로그램 개발과 AI 의존 방지를 위한 시스템 설계 전략을 수립하는 데 집중할 필요가 있다.

마. 진로교육 콘텐츠 구성

진로교육 콘텐츠 구성 영역에 대한 평가는 중요도와 적절성에서는 대부분 높은 합의를 보였으나, 실현가능성에서는 각기 다른 패턴을 보였다. 13개 항목 중 8개 항목은 세 차원 모두에서 높은 수준의 합의를 이루었다. 반면에 3개 항목은 실현가능성에서 보통 수준으로 낮아졌고, 2개 항목은 실현가능성에서 낮은 합의를 보였다. 구체적인 내용은 아래 〈표 4-7〉과 같다.

〈표 4-7〉 진로교육 콘텐츠 구성에 관한 항목별 합의 결과

구분	영역	항목
세 차원 모두 높은 합의 (8개)	핵심 콘텐츠 요소	• 자기점검 도구(현재 상태 진단 및 변화 추적 기능) • 진로 장벽 분석(개인별 장애 요인 식별 및 해결 방안 제시) • 실행 계획 지원(구체적 행동 계획 수립 및 진행 상황 관리)
	콘텐츠 전달 방식	• 대화형 인터페이스(자연어 기반 상호작용 시스템) • 시각화 도구(진로 경로와 성과를 직관적으로 표현)
	콘텐츠 신뢰성 확보	• 전문가 검증 시스템(콘텐츠별 진로전문가 사전 검토) • 출처 명시(모든 정보의 근거와 출처 투명 공개) • 윤리적·법적 문제 필터링(부적절한 콘텐츠 사전 차단)

실현가능성 보통 수준 (3개)	핵심 콘텐츠 요소	• 정서 상태 반영(감정 변화에 따른 맞춤형 피드백) • 진로 시뮬레이션(다양한 진로 경로별 예상 결과 제시)
	콘텐츠 전달 방식	• 사례 기반 학습(실제 진로 사례를 통한 간접 경험 제공)
실현가능성 낮음 (2개)	콘텐츠 전달 방식	• 상호작용 기반 시뮬레이션(사용자 참여형 체험 콘텐츠)
	콘텐츠 신뢰성 확보	• 실시간 품질 모니터링(사용자 피드백 기반 지속적 개선)

[참고] 부록 534쪽

핵심 콘텐츠 요소 영역에서 자기점검 도구, 진로 장벽 분석, 실행 계획 지원은 전체 연구에서 가장 강한 합의를 나타냈다. 이는 전문가들이 전통적 진로상담의 핵심 요소들이 AI 시스템에서도 여전히 중요하며 실현 가능하다는 점에 거의 이견 없이 동의함을 보여 준다. 콘텐츠 신뢰성 확보 영역의 3개 항목(전문가 검증 시스템, 출처 명시, 윤리적·법적 문제 필터링) 역시 세 차원 모두에서 높은 높은 수준의 합의를 이루었다. 특히 윤리적·법적 문제 필터링은 중요도에서 변이계수(CV) 5.06%로 매우 강한 합의를 나타냈다.

반면에 실현가능성에서 보통 수준의 합의를 보인 3개 항목과 낮은 합의를 보인 2개 항목은 공통된 특징을 나타냈다. 전문가들은 정서 상태 반영, 진로 시뮬레이션, 사례 기반 학습, 상호작용 기반 시뮬레이션, 실시간 품질 모니터링의 필요성에는 강한 동의를 보였다. 그러나 AI가 학습자의 감정 상태를 정확하게 파악하는 것, 진로 경로의 불확실성을 고려한 예측 모델의 신뢰도, 다양한 배경의 학생들에게 적합한 사례 확보, 현실적이고 의미 있는 시뮬레이션 개발, 지속적인 품질 관리 시스템 운영 등 실제 구현에 대해서는 상대적으로 낮은 합의를 보였다.

이러한 평가 결과는 두 가지 의미를 담고 있다. 첫째, 콘텐츠 구성의 방향성에 대해서는 명확한 합의가 형성되었다. 전문가들은 검증된 진로발달 이론에 기반한 핵심 기능을 중심으로 구성하되, 기술적으로 성숙하고 실현 가

능한 전달 방식을 선택해야 한다는 데 의견을 같이했다. 특히 콘텐츠의 신뢰성과 윤리성 확보가 시스템 구축의 기본 전제라는 인식이 강했다. 둘째, 첨단기술을 활용한 콘텐츠나 지속적 관리 시스템을 현실에서 구현하는 것에 대해서는 신중한 태도를 보였다. 전문가들은 교육적 효과와 개발 비용, 유지보수 가능성을 종합적으로 고려하여 우선순위를 설정해야 한다고 보았다.

바. 교사의 변화된 역할

교사의 변화된 역할 영역에 대한 평가는 중요도와 적절성에서는 대부분 높은 합의를 보였으나, 실현가능성에서는 약간의 차이를 보였다. 12개 항목 중 7개 항목은 세 차원 모두에서 높은 높은 수준의 합의를 이루었다. 반면에 5개 항목은 실현가능성에서 보통 수준으로 낮아졌다. 구체적인 내용은 아래 〈표 4-8〉과 같다.

〈표 4-8〉 교사의 변화된 역할에 관한 항목별 합의 결과

구분	영역	항목
세 차원 모두 높은 합의(7개)	역할의 근본적 전환	• 진단자에서 해석자, 설계자, 동반자로 전환 • 지식 제공자에서 상담자, 조력자로 전환
	핵심 역량	• 학생에 대한 통합적 이해 능력 • 공감과 정서적 지지 역량 • AI 리터러시와 데이터 해석 능력
	소통 방식의 변화	• 일방향적 정보 제공에서 양방향적 대화로 전환 • 질문과 경청 중심의 상담 방식 도입
실현가능성 보통 수준(5개)	역할의 근본적 전환	• 정보전달자에서 의미 해석자, 촉진자로 전환 • 구성주의 교수·학습 이론의 실천가 역할 강화
	핵심 역량	• AI 결과 해석 및 비판적 검토 능력 • 학생의 진로 스토리 구성 조력 능력
	소통 방식의 변화	• 학생의 주체적 진로설계 지원 기법 활용

[참고] 부록 539쪽

교사의 본질적인 전문성을 위한 핵심 역량 영역에서 특히 학생에 대한 통합적 이해 능력, 공감과 정서적 지지 역량은 전체 연구에서 가장 강한 합의를 나타냈다. 이는 전문가들이 AI 시대에도 교사의 핵심 역량이 학생에 대한 통합적 이해와 정서적 지원이라는 점에 거의 이견 없이 동의함을 보여 준다.

반면에 실현가능성에서 보통 수준의 합의를 보인 5개 항목은 공통된 특징을 나타냈다. 전문가들은 정보전달자에서 의미 해석자 및 촉진자로의 전환, 구성주의 교수·학습 이론의 실천가 역할 강화, AI 결과 해석 및 비판적 검토 능력, 학생의 진로스토리 구성 조력 능력, 학생의 주체적 진로설계 지원 기법 활용의 필요성에는 강한 동의를 보였다. 그러나 전문가들은 현장 교사들이 이러한 변화를 실제로 수행할 수 있을지에 대해서는 상대적으로 낮은 합의를 보였다.

이러한 평가 결과는 두 가지 의미를 담고 있다. 첫째, 교사 역할 변화의 방향성에 대해서는 명확한 합의가 형성되었다. 전문가들은 교사가 정보전달자에서 의미촉진자로, 평가자에서 조력자로 전환되어야 한다는 데 동의했다. 특히 학생에 대한 통합적 이해와 정서적 지지라는 인간 고유의 역량이 중요하다는 인식이 강했다. 둘째, 이러한 이상적 역할을 현실에서 구현하는 것에 대해서는 신중한 태도가 나타났다. 전문가들은 교사의 역할 전환을 위한 체계적인 지원과 준비가 필요하다고 보았다.

사. 실천 조건 및 지원 체계

실천 조건 및 지원 체계 영역에 대한 평가는 중요도와 적절성에서는 대부분 높은 합의를 보였으나, 실현가능성에서는 상당한 차이가 나타났다. 12개 항목 중 3개 항목만이 세 차원 모두에서 높은 수준의 합의를 이루었

다. 반면에 4개 항목은 실현가능성에서 보통 수준으로 낮아졌으며, 5개 항목은 실현가능성에서 낮은 합의를 보였다. 구체적인 내용은 아래 〈표 4-9〉와 같다.

〈표 4-9〉 실천 조건 및 지원 체계에 관한 항목별 합의 결과

구분	영역	항목
세 차원 모두 높은 합의 (3개)	인프라 및 시스템	• 안정적 네트워크 환경 및 하드웨어 지원
	교사 역량 강화	• 체계적인 AI 리터러시 연수 프로그램 개발 • 실질적 시스템 활용 가이드 및 매뉴얼 제공
실현가능성 보통 수준 (4개)	인프라 및 시스템	• 표준화된 데이터 플랫폼 구축 • 강화된 개인정보 보호 보안 시스템
	제도 및 정책	• 「진로교육법」 내 AI 진로교육 명문화
	교육과정 연계	• 기존 교육과정(고교학점제 등)과의 연계 체계
실현가능성 낮은 수준 (5개)	인프라 및 시스템	• 기존 시스템(NEIS 등)과의 연동성 확보
	인적 및 행정 지원	• 진로상담 전문인력의 충분한 배치 • 교사 업무부담 경감을 위한 행정 지원
	제도 및 정책	• 국가 차원의 안정적 예산확보 체계 • 중앙-지자체 협력 거버넌스 구축

[참고] 부록 544쪽

교사 역량 강화 영역에서 AI 리터러시 연수 프로그램 개발과 시스템 활용 가이드 및 매뉴얼 제공은 세 차원 모두에서 높은 합의를 나타냈다. 전문가들은 교사가 AI 진로교육을 실천하기 위해서는 체계적인 연수와 실질적인 가이드가 필수적이라고 보았다. 안정적 네트워크 환경 및 하드웨어 지원도 세 차원 모두에서 강한 합의를 보였다. 이는 전문가들이 기본적인 인프라와 교사 역량 강화를 실현 가능한 핵심 조건으로 인식하고 있음을 보여 준다.

반면에 실현가능성에서 낮은 합의를 보인 5개 항목은 구조적 특징을 공유했다. 기존 시스템과의 연동성 확보, 진로상담 전문인력의 충분한 배치, 교

사 업무부담 경감을 위한 행정 지원, 국가 차원의 안정적 예산확보 체계, 중앙과 지자체 협력 거버넌스 구축은 모두 중요도와 적절성에서는 높은 합의를 얻었다. 그러나 전문가들은 이러한 조건들이 현실적으로 구현되기가 어렵다는 점에서 의견이 분산되었다. 특히 기존 시스템과의 연동성 확보(CV=30.28%)와 진로상담 전문인력의 충분한 배치(CV=35.18%), 교사 업무부담 경감(CV=34.37%)은 실현가능성에서 가장 큰 견해 차이를 보였다.

주목할 만한 점은, 「진로교육법」 내 AI 진로교육 명문화 항목이다. 이 항목은 중요도에서 낮은 합의(CV=25.05%)를 보인 유일한 항목이었다. 전문가들은 법적 근거의 필요성에 대해 의견이 갈렸으며, 적절성과 실현가능성에서도 보통 수준의 합의에 그쳤다. 이는 법제화의 시급성과 필요성에 대해 전문가들의 관점이 다양하다는 것을 의미한다.

이러한 평가 결과는 세 가지 의미를 담고 있다. 첫째, 전문가들은 교사 역량 강화와 기본 인프라 구축을 가장 실현 가능한 실천 조건으로 보았다. 이들 조건은 상대적으로 단기간에 달성할 수 있으며, 교육 현장에 직접적인 영향을 미칠 수 있다고 판단했다. 둘째, 구조적이고 제도적인 지원 체계는 필요성에 대한 합의는 높지만, 실현가능성에 대해서는 회의적이었다. 전문가들은 인력 배치, 예산확보, 거버넌스 구축과 같은 조건들이 다양한 이해관계와 제약으로 인해 실현되기가 어렵다고 보았다. 셋째, AI 진로교육의 법제화는 전문가들 사이에서도 견해가 엇갈렸다. 전문가 중 일부는 법적 근거를 마련하는 것이 시급하다고 보았지만, 다른 일부는 법제화보다 실질적인 실천 조건을 구축하는 것이 우선이라고 판단했다.

아. 수용성 및 제약 요인

수용성 및 제약 요인 영역에 대한 평가는 중요도와 적절성에서는 대부분 높은 합의를 보였으나, 실현가능성에서는 상당한 차이가 있었다. 12개 항목 중 3개 항목만이 세 차원 모두에서 높은 수준의 합의를 이루었다. 반면에 6개 항목은 실현가능성에서 보통 수준으로 낮아졌으며, 3개 항목은 실현가능성에서 낮은 합의를 보였다. 구체적인 내용은 아래 〈표 4-10〉과 같다.

〈표 4-10〉 수용성 및 제약 요인에 관한 항목별 합의 결과

구분	영역	항목
세 차원 모두 높은 합의(3개)	교사 집단	• AI 기술에 대한 체계적 이해 교육
	학생 집단	• 진로결정 주체성은 학생에게 있음을 명확히 교육 • 개인정보 활용에 대한 자율적 선택권 보장
실현가능성 보통 수준 (6개)	교사 집단	• 교사 전문성 침해가 아닌 보완적 도구임을 강조 • 충분한 시연 기회 및 점진적 도입
	학생 집단	• AI 시스템의 작동원리와 한계에 대한 교육 • AI 결과에 대한 낙인효과 방지 장치
	학부모 집단	• 개인정보 보안 체계에 대한 투명한 설명 • AI 기술의 교육적 효과에 대한 실증적 근거 제시
실현가능성 낮은 수준 (3개)	교사 집단	• 업무 가중이 아닌 효율화 도구임을 입증
	학부모	• 정기적 학부모 설명회 및 소통 채널 운영 • 학부모의 참여 및 피드백 기회 제공

[참고] 부록 549쪽

학생 집단 수용성 제고 방안 영역에서 진로결정 주체성이 학생에게 있음을 명확히 교육하는 것과 개인정보 활용에 대한 자율적 선택권 보장은 세 차원 모두에서 높은 합의를 나타냈다. 특히 이 두 항목은 중요도와 적절성에서 매우 낮은 표준편차(각각 0.25, 0.34)를 보였다. 이는 전문가들이 학생의

주체성과 자율권 보장을 AI 진로교육의 핵심 원칙으로 인식하고 있음을 보여 준다. 교사 집단 수용성 제고를 위한 AI 기술에 대한 체계적 이해 교육도 세 차원 모두에서 강한 합의를 보였다.

반면에 실현가능성에서 낮은 합의를 보인 3개 항목은 모두 지속적인 소통과 관계적 노력을 요구한다는 점에서 공통적인 특징을 가졌다. 업무 가중이 아닌 효율화 도구임을 입증하는 것(CV=29.21%), 정기적 학부모 설명회 및 소통 채널 운영(CV=32.47%), 학부모의 참여 및 피드백 기회 제공(CV=27.39%)은 모두 중요도와 적절성에서는 높은 합의를 얻었다. 그러나 전문가들은 이러한 방안들이 현실적으로 구현되기 어렵다는 점에서 의견이 크게 분산되었다. 특히 정기적 학부모 설명회 및 소통 채널 운영은 전체 항목 중 실현가능성에서 가장 큰 견해 차이를 보였다.

실현가능성에서 보통 수준의 합의를 보인 6개 항목은 대체로 인식 개선과 관련된 과제들이었다. 교사 전문성 침해가 아닌 보완적 도구임을 강조하는 것, 충분한 시연 기회 및 점진적 도입, AI 시스템의 작동원리와 한계에 대한 교육, AI 결과에 대한 낙인효과 방지 장치, 개인정보 보안 체계에 대한 투명한 설명, AI 기술의 교육적 효과에 대한 실증적 근거 제시는 모두 필요성에 대한 합의는 높았다. 그러나 전문가들은 이러한 인식 개선이 실제로 달성되기까지는 상당한 시간과 노력이 필요하다고 보았다.

주목할 만한 점은, 교사 집단과 학부모 집단의 수용성 제고 방안에서 실현가능성의 합의 수준이 상대적으로 낮았다는 것이다. 교사 집단의 경우 업무 효율화 입증이라는 실질적 과제에서 낮은 합의를 보였다. 학부모 집단의 경우는 소통 채널 운영과 참여 기회 제공이라는 관계적 과제에서 낮은 합의를 나타냈다. 반면에 학생 집단의 수용성 제고 방안은 상대적으로 실현가능성에서 합의를 보였다. 이는 학생을 대상으로 하는 교육적 접근이 교사나 학부모를

대상으로 하는 설득이나 소통보다 상대적으로 실현하기 수월하다고 전문가들이 판단했음을 의미한다.

이러한 평가 결과는 세 가지 의미를 담고 있다. 첫째, 전문가들은 학생의 주체성과 자율권 보장을 가장 명확하고 실현가능한 수용성 제고 방안으로 보았다. 이는 교육적 관점에서 학생 중심의 접근이 우선되어야 함을 보여준다. 둘째, 교사와 학부모의 수용성을 높이기 위해서는 단순한 정보 제공을 넘어, 실질적 효과 입증과 지속적 소통이 필요하다. 그러나 전문가들은 이러한 과제가 현실적으로 달성하기 어렵다고 보았다. 셋째, 수용성 제고를 위한 방안들은 대부분 장기적이고 관계적인 노력을 요구한다. 전문가들은 이러한 방안들의 필요성에는 동의하지만, 현장의 여건과 제약을 고려할 때 실현가능성에 대해서는 신중한 태도를 보였다.

자. (초)개인화 진로교육을 위한 핵심 요소

전문가들은 (초)개인화 진로교육 실현을 위한 6개 핵심 요소 중 가장 중요한 세 가지를 선택하였다. 16명의 전문가들이 참여한 조사 결과, 교사 역할과 지원 체계가 12명(75.0%)의 선택을 받아 가장 높은 우선순위를 나타냈다. 다음으로 데이터 수집과 정보 체계, 교육학적 설계 원칙은 각각 10명(62.5%)이 선택하여 두 번째 우선순위를 보였다. 반면에 제도적·윤리적 조건은 8명(50.0%)이, 시스템 기능과 기술적 요소는 7명(43.8%)이 선택하여 상대적으로 낮은 순위를 나타냈다. 이해관계자 합의는 1명(6.3%)만이 선택하여 가장 낮은 순위를 보였다. 이를 정리하면 아래 〈표 4-11〉과 같다.

이러한 평가 결과는 세 가지 의미를 담고 있다. 첫째, 전문가들은 (초)개인화 진로교육의 성공을 위해 교사의 역할과 이를 뒷받침하는 지원 체계가 가

장 중요하다고 보았다. AI 기술이 아무리 발전하더라도 교사의 전문성과 AI 활용 역량이 뒷받침되지 않으면 (초)개인화 진로교육은 실현되기 어렵다는 인식이 강했다. 둘째, 데이터 체계와 교육학적 설계는 기술적 기반과 이론적 토대로서 여전히 중요한 요소로 평가되었다. 전문가들은 이 세 가지 요소가 균형 있게 갖추어져야 한다고 보았다. 셋째, 기술적 요소나 이해관계자 합의는 상대적으로 낮은 우선순위를 보였다. 이는 전문가들이 기술 자체보다는 교육적 맥락과 인적자원을 더 중시한다는 것을 의미한다. 이해관계자 합의가 가장 낮은 선택률을 보인 것은 합의 형성이 중요하지 않다기보다는, 다른 구조적 요소들이 먼저 갖추어져야 합의도 가능하다고 전문가들이 판단했기 때문으로 해석된다.

〈표 4-11〉 (초)개인화 진로교육을 위한 핵심 요소 선택

순위	핵심 요소	선택 수	선택률(%)	해석
1	교사 역할과 지원 체계	12	75.0	상대적으로 중요한 요소
2	데이터 수집과 정보 체계	10	62.5	상대적으로 중요한 요소
3	교육학적 설계 원칙	10	62.5	상대적으로 중요한 요소
4	제도적·윤리적 조건	8	50.0	상대적으로 덜 중요한 요소
5	시스템 기능과 기술적 요소	7	43.8	상대적으로 덜 중요한 요소
6	이해관계자 합의	1	6.3	상대적으로 덜 중요한 요소

차. 종합 평가 및 우선순위

AI 기반 (초)개인화 진로교육 구현을 위한 우선순위 영역에 대한 평가는 8개 영역 모두에서 낮은 합의도를 나타냈다. 전문가들은 각 영역의 중요성에는 동의했지만, 진로교육 구현 우선순위에 대해서는 상당히 다양한 견해

를 보였다. Borda 점수[3]와 평균 순위, 1순위 선택 수를 종합적으로 분석한 결과, 전문가들의 우선순위 판단은 크게 세 가지 클러스터로 구분되었다.

1) 구현 우선순위 분석

AI-교사 협력 모델 구축은 Borda 점수 76.00점으로 가장 높았으나, 표준편차가 2.49로 가장 커서 전문가 간에 견해 차이가 컸다. 일부 전문가는 이 영역을 매우 중요하게 평가한 반면, 다른 전문가는 후순위로 판단했다. 기술적 인프라 구축과 정책·법 제도 정비는 각각 70.00점으로 동일한 점수를 받았다. 그러나 정책·법 제도 정비를 1순위로 선택한 전문가가 3명으로 더 많았고, 표준편차도 1.93으로 낮아 상대적으로 합의 수준이 높았다.

교사 역량 강화 프로그램은 61.00점으로 네 번째 순위를, 이해관계자 수용성 확보는 60.00점으로 다섯 번째 순위를 기록했다. 그러나 이해관계자 수용성 확보를 1순위로 선택한 전문가가 4명으로 가장 많았다. 콘텐츠 개발 및 검증은 40.00점으로 여섯 번째 순위를, 개인정보 보호 체계 완비는 36.00점으로 일곱 번째 순위를 기록했다. 그러나 개인정보 보호 체계 완비는 평균 순위가 2.25위로 가장 높았다. 이는 일부 전문가가 이 영역을 매우 높은 우선순위로 평가했다는 것을 의미한다.

시범 운영 및 효과 검증은 35.00점으로 가장 낮은 점수를 받았으나 표준편차가 1.64로 가장 낮아, 전문가들이 이 영역을 후순위로 일관되게 평가했음을 보여 준다.

---

3) Borda 점수: 각 전문가가 매긴 순위를 점수로 환산하여 합산한 값임. 8개 항목의 경우 1순위는 8점, 2순위는 7점, 8순위는 1점을 부여하여 모든 전문가의 점수를 합산함. 이 방식은 단순히 1순위 선택 수만이 아니라 전체적인 순위 분포를 반영함.

〈표 4-12〉 Borda Count 순위 분석표

순위	구현 영역	Borda 점수	평균 순위	표준편차	합의도	1순위 선택 수
1	AI-교사 협력 모델 구축	76.00	4.75	2.49	낮음	5
2	정책·법 제도 정비	70.00	4.38	1.93	낮음	3
3	기술적 인프라 구축	70.00	4.38	2.16	낮음	1
4	교사 역량 강화 프로그램	61.00	3.81	2.17	낮음	1
5	이해관계자 수용성 확보	60.00	3.75	2.21	낮음	4
6	콘텐츠 개발 및 검증	40.00	2.50	2.22	낮음	1
7	개인정보 보호 체계 완비	36.00	2.25	2.24	낮음	2
8	시범 운영 및 효과 검증	35.00	2.19	1.64	낮음	2

2) 클러스터별 추진 전략

즉시 추진 영역(1~2순위)에는 개인정보 보호 체계 완비와 콘텐츠 개발 및 검증이 포함되었다. 전문가들은 안전성과 콘텐츠 확보의 시급성이 높다고 평가했으며, 6개월 내 완료를 목표로 제안했다. 개인정보 보호 체계 완비는 평균 순위 2.25위로 가장 높았고, 콘텐츠 개발 및 검증은 평균 순위 2.50위를 기록했다.

단계적 추진 영역(3~5순위)에는 이해관계자 수용성 확보, 교사 역량 강화 프로그램, 콘텐츠 개발 및 검증이 포함되었다. 콘텐츠 완성도와 사용자 기반 확장의 중요성이 인정되었으며, 6~18개월에 걸친 추진 전략이 제안되었다. 콘텐츠 개발 및 검증이 즉시 추진과 단계적 추진에 중복된 것은 초기 기본 콘텐츠 확보와 지속적인 개발이라는 이중적 특성 때문이다.

후속 추진 영역(6~8순위)에는 기술적 인프라 구축, 정책·법 제도 정비, AI-교사 협력 모델 구축이 포함되었다. 이들 영역은 Borda 점수에서는 상위권이었으나, 지속가능성을 위한 장기 기반 마련이 필요하여 18개월 이후에 추

진하는 전략이 제안되었다. 이는 장기적으로는 매우 중요하지만, 초기에는 안전성과 기본 콘텐츠 확보가 더 시급하다는 판단을 반영한 것이다.

〈표 4-13〉 구현 단계별 클러스터 분석

클러스터	구현 영역	특성	추진 전략
즉시 추진 (1~2순위)	• 개인정보 보호 체계 완비 • 콘텐츠 개발 및 검증	안전성과 콘텐츠 확보의 시급성	6개월 내 완료
단계적 추진 (3~5순위)	• 콘텐츠 개발 및 검증 • 이해관계자 수용성 확보 • 교사 역량 강화 프로그램	콘텐츠 완성도와 사용자 기반 확장의 중요성	6~18개월
후속 추진 (6~8순위)	• 기술적 인프라 구축 • 정책·법 제도 정비 • AI-교사 협력 모델 구축	지속가능성을 위한 기반 마련	18개월 이후

3) 평가 결과의 특징과 의미

이러한 결과는 세 가지 의미를 담고 있다. 첫째, AI 기반 진로교육의 구현은 다차원적이며, 각 영역이 상호 연관되어 있어 단일한 우선순위로 접근하기 어렵다. 둘째, 개인정보 보호와 콘텐츠 개발은 신뢰성과 실용성을 확보하기 위한 최소 조건이다. 셋째, 기술적 인프라 구축 정책·법 제도, AI-교사 협력 모델은 장기적으로 중요하지만 단계적 접근이 필요하다. 전문가들은 초기 안전성과 콘텐츠 확보한 뒤, 이들 영역을 체계적으로 구축해야 한다고 판단했다.

2. AI 기술 전문가 응답 분석 결과

가. 데이터 입력 및 전처리

데이터 입력 및 전처리 영역에 대한 평가는 9개 항목이 2개 세부 영역으로 나뉘어 실시되었다. 기술적 실현가능성에서는 대부분 높은 합의를 보였으나, 도메인 적용가능성과 계산 자원 요구도에서는 상당한 차이가 나타났다. 9개 항목 중 2개 항목만이 핵심 차원 모두에서 높은 수준의 합의를 이루었다. 5개 항목은 일부 차원에서 보통 수준의 합의를 보였으며, 2개 항목은 도메인 적용가능성에서 낮은 합의를 나타냈다. 구체적인 내용은 아래 〈표 4-14〉와 같다.

〈표 4-14〉 데이터 입력 및 전처리에 관한 항목별 합의 결과

구분	영역	항목
높은 합의 및 실현가능성 (2개)	멀티모달 데이터 통합 전략	• LLM fine-tuning 및 Domain adaptation 전략을 활용한 진로교육 특화 모델 개발 • 데이터 편향 최소화를 위한 PromptOps 및 지속적 검증 전략
실현가능성 보통 수준 (5개)	데이터 구조 설계 및 실시간 처리	• 진로심리검사 데이터를 representation learning 방식으로 구조화 • 대화형 로그의 토큰화 및 LLM 최적화 입력 구조로 변환 • Streaming data pipeline 기반의 실시간 처리 및 모니터링 체계 구축
	멀티모달 데이터 통합 전략	• 구조적 데이터와 비정형 데이터를 통합할 수 있는 multimodal embedding framework • 학습자의 시간 흐름을 반영하는 temporal alignment 기반 멀티모달 학습 구조
실현가능성 낮은 수준 (의견 분산, 2개)	데이터 구조 설계 및 실시간 처리	• 학습자 반응을 기반으로 한 continuous affect recognition 적용 • Robust anomaly detection pipeline 설계

[참고] 부록 558쪽

멀티모달 데이터 통합 전략 영역에서 LLM fine-tuning 기반 진로교육 특화 모델 개발과 Prompt Ops 기반 검증 전략은 핵심 차원 모두에서 높은 합의를 나타냈다. 진로교육 특화 모델은 기술적 실현가능성(CV=13.35%)과 도메인 적용가능성(CV=16.10%)에서 강한 합의를 보였으며, 중요도(CV=20.50%)와 계산 자원 요구도(CV=18.44%)에서도 일반적 합의를 이루었다. Prompt Ops 전략은 기술적 실현가능성에서 CV=8.51%로 전체 조사 중 가장 높은 합의를 기록했으며, 중요도(CV=20.76%)와 도메인 적용가능성(CV=20.17%)에서도 일반적 합의를 보였다. 이는 전문가들이 대규모 언어모델의 진로교육 맥락 특화와 프롬프트 운영 체계를 실현 가능한 핵심 기술로 인식하고 있음을 보여 준다.

반면에 실현가능성 낮은 수준으로 평가된 2개 항목은 공통된 특징을 보였다. 즉 학습자 반응 기반 continuous affect recognition 적용과 robust anomaly detection pipeline 설계는 모두 기술적 실현가능성에서는 강한 합의를 이루었으나(각각 CV=24.33%, 11.52%), 도메인 적용가능성에서 견해는 크게 분산되었다(각각 CV=41.42%, 28.35%). 특히 감정 인식 기술은 도메인 적용가능성에서 CV=41.42%로 전체 조사 중 최저 수준의 합의를 기록했다. 전문가들은 이러한 기술들이 구현 가능하지만, 교육적 적절성과 윤리적 타당성 측면에서 신중한 접근이 필요하다고 보았다.

주목할 만한 점은 multimodal embedding framework 항목이다. 이 항목은 중요도에서 CV=9.67%로, 전체 조사 중 가장 높은 수준의 합의를 이룬 유일한 항목이다. 전문가들은 정형 데이터인 진로심리검사와 비정형 데이터인 대화 로그를 통합하는 것이 시스템 구축의 가장 핵심적인 기반이라는 점에 거의 이견 없이 동의했다. 그러나 기술적 실현가능성(CV=21.40%)과 도메인 적용가능성(CV=24.54%)에서는 일반적 합의 수준으로 낮아져, 개념적

중요성에 비해 실제 구현 방법론에 대해서는 다양한 관점이 존재함을 의미한다.

이러한 평가 결과는 세 가지 의미를 담고 있다. 첫째, 전문가들은 대규모 언어모델(LLM) 기반 기술을 가장 실현 가능한 접근으로 보았다. LLM 특화 모델과 프롬프트 운영은 기술적으로 검증되었으며, 이를 교육 현장에 직접적으로 적용할 수 있다고 판단했다. 둘째, 데이터 통합의 필요성에 대한 합의는 높지만, 구체적 구현 방법론에 대해서는 회의적이었다. 전문가들은 멀티모달 통합이 중요하나, 시계열 정렬이나 복잡한 데이터 구조 설계가 실제로 교육적 효과를 높일지에 대해서는 확신하지 못했다. 셋째, 실시간 감정 인식과 같은 고도화된 기술은 전문가들 사이에서도 견해가 엇갈렸다. 전문가 중 일부는 학습자 맞춤형 지원을 위해 필수적이라고 보았지만, 다른 일부는 프라이버시 침해와 윤리적 문제로 인해 신중해야 한다고 판단했다.

나. 알고리즘 및 시스템 설계

알고리즘 및 시스템 설계 영역에 대한 평가는 중요도와 기술적 실현가능성에서는 대부분 높은 합의를 보였으나, 도메인 적용가능성과 계산 자원 요구도에서는 상당한 차이가 나타났다. 19개 항목 중 5개 항목만이 핵심 차원 모두에서 높은 수준의 합의를 이루었다. 반면에 9개 항목은 일부 차원에서 보통 수준으로 낮아졌으며, 5개 항목은 여러 차원에서 낮은 합의를 보였다. 구체적인 내용은 아래 〈표 4-15〉와 같다.

〈표 4-15〉 알고리즘 및 시스템 설계에 관한 항목별 합의 결과

구분	영역	항목
높은 합의 및 실현가능성 (5개)	초개인화 진로 경로 추천 알고리즘	• LLM 기반 도메인 어댑테이션 + 맥락 반영 진로 추천
	실시간 피드백 및 AI Agent 시스템	• LLM Prompt 기반 개인화 피드백 생성
	설명 가능한 AI(XAI)와 투명성	• RAG + LLM 방식 근거 기반 설명 생성 • Counterfactual Explanation(대안적 설명) 적용 가능성
	공정성 및 편향 방지 알고리즘	• Fairness-aware prompting 및 출력 검증 전략
실현가능성 보통 수준 (9개)	초개인화 진로 경로 추천 알고리즘	• 협업 필터링 기반 유사 학습자 진로 경로 추천 • AI Agent 기반 대화형 진로탐색 시스템
	실시간 피드백 및 AI Agent 시스템	• Episodic + Long-term Memory 기반 지속적 학습 에이전트 • Continual learning 기반 Feedback Loop 자동 업데이트
	설명 가능한 AI(XAI)와 투명성	• 사용자 중심 Explainable Prompt Engineering 설계 • 일관된 Narrative 제공을 위한 Prompt Ops 운영
	공정성 및 편향 방지 알고리즘	• AIF360 기반 편향 데이터 자동 탐지 • 데이터 증강 기반 대표성 보완 • Human-in-the-Loop 편향 검증 시스템
실현가능성 낮은 수준 (의견 분산, 5개)	초개인화 진로 경로 추천 알고리즘	• 강화학습 기반 적응형 진로 경로 최적화 • Ensemble/Meta-learning 기반 하이브리드 모델 통합
	실시간 피드백 및 AI Agent 시스템	• 이벤트 기반 실시간 행동 변화 감지 • 세션 로그 추적 기반 학습 패턴 분석
	설명 가능한 AI(XAI)와 투명성	• SHAP/LIME 기반 모델 해석 도구 통합

[참고] 부록 564쪽

대규모 언어모델 기반 기술 영역에서 LLM 도메인 어댑테이션 진로 추천, LLM 프롬프트 기반 개인화 피드백, RAG+LLM 근거 기반 설명 생성은 핵심 차원 모두에서 높은 합의를 나타냈다. LLM 진로 추천은 중요도(CV=16.64%), 기술적 실현가능성(CV=19.22%), 도메인 적용가능성

(CV=16.10%), 계산 자원 요구도(CV=15.48%) 모든 차원에서 강한 합의를 보였다. 개인화 피드백 생성은 중요도(CV=16.75%), 기술적 실현가능성(CV=15.48%), 도메인 적용가능성(CV=14.37%)에서 강한 합의를 달성했다. RAG+LLM 설명 생성은 중요도(CV=10.46%)에서 전체 조사 중 가장 높은 합의를 기록했으며, 기술적 실현가능성(CV=13.91%)과 계산 자원 요구도(CV=17.89%)에서도 강한 합의를 보였다. 이는 전문가들이 대규모 언어모델 기반 접근을 진로교육 AI 시스템의 핵심 기술로 인식하고 있음을 보여 준다.

반면에 실현가능성이 낮은 수준으로 평가된 5개 항목은 구조적 특징을 공유했다. 강화학습 기반 적응형 최적화, 하이브리드 모델 통합, 실시간 행동 변화 감지, 학습 패턴 분석, SHAP/LIME 해석 도구 통합은 기술적 복잡도가 높거나 필요성에 대한 합의가 부족했다. 특히 강화학습 최적화는 중요도(CV=34.50%)와 기술적 실현가능성(CV=26.61%)에서 전체 조사 항목 의견 편차가 가장 크게 나타났다. 실시간 행동 변화 감지도 중요도(CV=30.35%), 도메인 적용가능성(CV=27.42%), 계산 자원 요구도(CV=26.99%) 등 모두에서 의견이 크게 분산되었다. 전문가들은 이러한 고급 기술들이 이론적으로는 우수하나, 구현의 복잡성과 실제 교육적 효과성에 대해서는 회의적이었다.

주목할 만한 점은 대안적 설명(Counterfactual Explanation) 적용가능성 항목이다. 이 항목은 중요도(CV=21.67%), 기술적 실현가능성(CV=18.52%), 도메인 적용가능성(CV=21.44%), 계산 자원 요구도(CV=14.01%) 등 모든 차원에서 강한 합의를 이룬 유일한 설명가능성 기술이었다. 전문가들은 “만약 다른 선택을 했다면?”이라는 대안 시나리오 제시 방식이 청소년의 진로 이해에 매우 효과적이라고 평가했다. 반면에 SHAP, LIME과 같은 전통적 모델 해석 도구는 중요도(CV=28.54%), 기술적 실현가능성(CV=27.38%), 도메인

적용가능성(CV=27.05%) 등 모두에서 의견이 분산되어, 자연어 기반 설명이 수치적 해석보다 교육 맥락에 더 적합하다는 관점이 우세했다.

이러한 평가 결과는 세 가지 의미를 담고 있다. 첫째, 전문가들은 대규모 언어모델 기반 기술을 가장 실현 가능한 핵심 접근으로 보았다. LLM 활용 추천, 피드백, 설명 생성 기술은 기술적으로 검증되었으며, 진로교육 현장에 직접 적용할 수 있다고 판단했다. 둘째, 전통적 머신러닝 기법보다 자연어 처리 기반 접근이 더 적합하다고 평가했다. 전문가들은 강화학습이나 앙상블 기법의 이론적 우수성보다 LLM의 맥락 이해와 자연스러운 설명 생성 능력을 더 높이 평가했다. 셋째, 설명가능성에서는 사용자 친화적 접근이 기술적 해석보다 중요하다고 보았다. 전문가 중 일부는 SHAP, LIME 같은 해석 도구가 필요하다고 보았지만, 다른 일부는 청소년과 교사가 이해할 수 있는 자연어 설명이 더 실용적이라고 판단했다.

다. 출력 및 사용자 인터페이스

출력 및 사용자 인터페이스 영역에 대한 평가는 중요도와 도메인 적용가능성에서는 대부분 높은 합의를 보였으나, 윤리·심리적 안정성과 유지보수 가능성에서는 상당한 차이가 나타났다. 12개 항목 중 4개 항목만이 핵심 차원 모두에서 높은 수준의 합의를 이루었다. 반면에 5개 항목은 일부 차원에서 보통 수준으로 낮아졌으며, 3개 항목은 여러 차원에서 낮은 수준의 합의를 보였다. 구체적인 내용은 아래 〈표 4-16〉과 같다.

〈표 4-16〉 출력 및 사용자 인터페이스에 관한 항목별 합의 결과

구분	영역	항목
높은 합의 및 실현가능성 (4개)	청소년 친화적 UI/UX 설계	• Tree/Graph 기반 진로 경로 시각화 + 인터랙티브 탐색 기능 • 시나리오 기반 인터랙티브 진로탐색(스토리텔링 적용) • 개인화 결과의 긍정적 피드백 중심 제시(낙인효과 방지 설계)
	교사·상담자 협업 인터페이스	• 교사 코멘트 입력 및 권한 관리 시스템
실현가능성 보통 수준 (5개)	청소년 친화적 UI/UX 설계	• 타임라인 시뮬레이션 기반 미래 진로체험 • Safeguard 포함 LLM 기반 대화형 AI 코칭 에이전트
	교사·상담자 협업 인터페이스	• 교사 주도·AI 보조형 Human-AI Co-supervision 구조 • Prompt/출력 기록 로그 공유 및 사후 검증 시스템 • 추천 경로/결과 변화 추적 및 비교 분석 도구
실현가능성 낮은 수준 (의견 분산, 3개)	청소년 친화적 UI/UX 설계	• Multimodal 감정 인식(텍스트+표정+행동) 기반 적응형 인터페이스
	교사·상담자 협업 인터페이스	• 상담자용 대시보드 종합 모니터링 • AI 의존도 단계별 조정 기능(AI 활용 수준 선택 가능)

[참고] 부록 571쪽

청소년 친화적 설계 영역에서 낙인효과 방지 설계, 진로 경로 시각화, 인터랙티브 진로탐색은 핵심 차원 모두에서 높은 합의를 나타냈다. 낙인효과 방지 설계는 중요도(CV=14.33%), 기술적 실현가능성(CV=14.37%), 도메인 적용가능성(CV=9.67%), 사용자 수용성(CV=9.67%), 윤리·심리적 안정성(CV=14.12%) 등 모든 차원에서 강한 합의를 보였다. 특히 도메인 적용가능성과 사용자 수용성에서 CV=9.67%로 전체 조사 중 최고 수준의 합의를 기록했다. 인터랙티브 진로탐색은 중요도(CV=11.39%), 기술적 실현가능성(CV=13.36%), 도메인 적용가능성(CV=16.49%), 사용자 수용성(CV=12.54%)에서 높은 수준의 합의를 이루었다. 교사 협업 영역에서는 교사 코멘트 입력 및 권한 관리 시스템이 5개 차원 모두에서 강한 합의를 보였다. 이는 전문가들이 학습자 보호와 교사 주도권 확보를 가장 실현 가능한 핵심 설계 원칙

으로 인식하고 있음을 보여 준다.

반면에 실현가능성 낮은 수준으로 평가된 3개 항목은 구조적 특징을 공유했다. 멀티모달 감정 인식 기반 적응형 인터페이스, 상담자용 대시보드 종합 모니터링, AI 의존도 단계별 조정 기능은 모두 기술적으로는 구현 가능하나, 실용성과 윤리성에서 의견이 크게 분산되었다. 특히 감정 인식 적응형 인터페이스는 중요도(CV=32.87%), 기술적 실현가능성(CV=27.05%), 도메인 적용가능성(CV=29.28%), 사용자 수용성(CV=29.41%), 윤리·심리적 안정성(CV=42.55%) 등 모든 차원에서 의견이 분산되었다. 특히 윤리·심리적 안정성은 CV=42.55%로, 전체 조사에서 최저 수준의 합의를 기록했다. 전문가들은 청소년의 감정 데이터 수집과 활용에 대한 프라이버시 침해 우려, 감시 문화 조성 가능성, 감정 인식 정확도에 대한 의문 등으로 매우 신중한 입장을 보였다.

주목할 만한 점은 대화형 AI 코칭 에이전트 항목이다. 이 항목은 기술적 실현가능성(CV=14.60%)과 도메인 적용가능성(CV=13.91%)에서는 강한 합의를 보였으나, 중요도(CV=25.68%)에서는 의견이 분산된, 유일한 청소년 UI 기술이었다. 전문가들은 대화형 에이전트 구현 방법에는 동의했으나, 그 필요성에 대해서는 견해가 갈렸다. 전문가 중 일부는 학습자와의 자연스러운 상호작용을 위해 필수적이라고 보았지만, 다른 일부는 인간 상담자를 대체할 위험성과 과도한 AI 의존 가능성을 우려했다. 이는 AI 에이전트의 역할 범위와 인간 상담자와의 경계 설정이 명확히 선행되어야 함을 의미한다.

이러한 평가 결과는 세 가지 의미를 담고 있다. 첫째, 전문가들은 윤리적 설계 원칙과 기본 인터페이스 기능을 가장 실현 가능한 접근으로 보았다. 낙인효과 방지, 시각화, 스토리텔링, 교사 권한 관리는 기술적으로 단순하면서도 교육적 효과가 명확하여 즉시 적용 가능하다고 판단했다. 둘째, 복잡한

기능보다 사용자 친화성과 투명성이 더 중요하다고 평가했다. 전문가들은 대시보드 종합 모니터링이나 AI 의존도 조정 같은 고급 기능의 필요성에 대해 회의적이었으며, 정보 과부하와 운영 복잡도 증가를 우려했다. 셋째, 침습적 기술에 대해서는 매우 신중한 입장이었다. 전문가 중 일부는 감정 인식이 개인화 수준 향상에 필수적이라고 보았지만, 다른 일부는 청소년 보호와 윤리적 문제로 인해 도입을 반대했다. 이러한 견해 차이는 기술 가능성보다 교육적 적절성과 윤리적 타당성이 우선되어야 함을 시사한다.

라. 개인정보 보호 및 시스템 연동

개인정보 보호 및 시스템 연동 영역에 대한 평가는 기술적 실현가능성과 법적·윤리적 준수성에서는 대부분 높은 합의를 보였으나, 도메인 적용가능성과 운영비용 효율성에서는 상당한 차이가 나타났다. 11개 항목 중 3개 항목만이 핵심 차원 모두에서 높은 수준의 합의를 이루었다. 반면에 4개 항목은 일부 차원에서 보통 수준으로 낮아졌으며, 4개 항목은 여러 차원에서 낮은 합의를 보였다. 구체적인 내용은 아래 〈표 4-17〉과 같다.

〈표 4-17〉 개인정보 보호 및 시스템 연동에 관한 항목별 합의 결과

구분	영역	항목
높은 합의 및 실현가능성 (3개)	개인정보 보호 기술 및 아키텍처	• 차등 개인정보 보호(Differential Privacy) 적용
	학교 시스템 연동 및 플랫폼 통합	• 커리어넷 연동 진로정보 실시간 동기화 • 마이크로서비스 + 컨테이너 오케스트레이션 기반 모듈식 연동 구조
실현가능성 보통 수준 (4개)	개인정보 보호 기술 및 아키텍처	• 분산형 아키텍처 채택 시 장단점 평가(vs. 중앙집중형) • RBAC + ABAC 세분화된 권한 관리
	학교 시스템 연동 및 플랫폼 통합	• ESB(API Gateway) 기반 중간 허브 시스템 구축 • 데이터 표준화·Interoperability 프레임워크 도입

실현가능성 낮은 수준 (의견 분산, 4개)	개인정보 보호 기술 및 아키텍처	• 연합학습(Federated Learning) 기반 분산 모델 훈련 • 동형암호 / Secure MPC 기반 고급 암호화 처리 • On-device AI(에지 컴퓨팅) 기반 국지적 데이터 처리
	학교 시스템 연동 및 플랫폼 통합	• NEIS 표준 API/ETL 기반 학사·학교생활기록부 통합

[참고] 부록 577쪽

개인정보 보호 영역에서 차등 개인정보 보호 적용이 핵심 차원 대부분에서 높은 합의를 나타냈다. 중요도(CV=14.33%), 기술적 실현가능성(CV=18.11%), 법적·윤리적 준수성(CV=13.23%), 보안·침해 대응강도(CV=15.48%) 모두에서 강한 합의를 보였다. 개인 식별 정보는 보호하면서 통계적 분석은 가능하게 하는 차등 개인정보 보호 기술이 진로교육 데이터 보호의 가장 현실적이고 효과적인 방법이라는 평가를 받았다. 시스템 연동 영역에서는 모듈식 연동 구조와 커리어넷 실시간 동기화가 높은 수준의 합의를 이루었다. 모듈식 구조는 중요도(CV=20.47%), 기술적 실현가능성(CV=19.22%), 도메인 적용가능성(CV=21.03%), 유지보수 가능성(CV=21.44%) 모두에서 강한 합의를 보였다. 또한 커리어넷 동기화는 중요도(CV=12.49%)와 기술적 실현가능성(CV=15.09%)에서 강한 합의를 보였다. 이는 전문가들이 검증된 단순 기술과 모듈식 아키텍처를 가장 실현 가능한 접근으로 인식하고 있음을 보여 준다.

반면에 실현가능성 낮은 수준으로 평가된 4개 항목은 구조적 특징을 공유했다. 연합학습 기반 분산 모델 훈련, 동형암호 기반 고급 암호화 처리, 에지 컴퓨팅 기반 국지적 처리, NEIS 학사·학교생활기록부 통합은 모두 기술적으로는 가능하나, 실제 교육 현장 적용에서 의견이 크게 분산되었다. 특히 고급 암호화 처리는 도메인 적용가능성에서 CV=54.96%로, 전체 조사에서 최저 수준의 합의를 기록했다. 전문가들은 동형암호와 Secure MPC의 기술적 복

잡성, 성능 오버헤드, 높은 비용이 진로교육 시스템에 과도한 요구사항일 수 있다고 보았다. NEIS 통합도 도메인 적용가능성(CV=33.29%)과 호환성·확장성(CV=29.32%)에서 의견이 분산되어, 국가교육정보시스템과의 연동이 중요하나 개인정보 보호 규정과 권한 관리 문제로 실현이 어렵다는 우려가 제기되었다.

주목할 만한 점은 분산형 아키텍처 장단점 평가 항목이다. 이 항목은 중요도(CV=15.48%)와 법적·윤리적 준수성(CV=15.09%)에서는 강한 합의를 보였으나, 도메인 적용가능성(CV=25.91%)에서는 일반적 합의 수준으로 낮아진 유일한 평가 항목이었다. 전문가들은 분산형과 중앙집중형 아키텍처의 장단점을 체계적으로 평가하는 것이 중요하다는 점에는 동의했으나, 실제 학교 환경에서 어떤 구조가 적합한지에 대해서는 견해가 갈렸다. 전문가 중 일부는 분산형이 개인정보 보호에 유리하다고 보았지만, 다른 일부는 학교별 인프라 편차와 관리 복잡도 증가를 우려했다. 이는 아키텍처 선택이 기술적 우수성보다 현장 여건과 운영 역량에 따라 결정되어야 함을 의미한다.

이러한 평가 결과는 세 가지 의미를 담고 있다. 첫째, 전문가들은 검증된 단순 기술을 가장 실현 가능한 보호 방법으로 보았다. 차등 개인정보 보호, 모듈식 구조, 외부 시스템 연동은 기술적으로 성숙했으며, 진로교육 현장에 즉시 적용할 수 있다고 판단했다. 둘째, 최신 복잡 기술보다 현실적 실행 가능성을 우선시했다. 전문가들은 연합학습, 동형암호, 에지 컴퓨팅이 이론적으로는 우수하나, 교육 현장의 인프라 수준, 기술 인력, 예산 제약을 고려할 때 비현실적이라고 평가했다. 셋째, NEIS 연동은 기술보다 정책이 관건이라고 보았다. 전문가 중 일부는 기술적 구현이 충분히 가능하다고 보았지만, 다른 일부는 교육부의 정책적 개방과 협력 없이는 실현 불가능하다고 판단했다. 이러한 견해 차이는 시스템 통합에서 기술 개발과 정책 협의가 병행되

어야 함을 시사한다.

마. 지속가능한 운영 및 유지관리

지속가능한 운영 및 유지관리 영역에 대한 평가는 기술적 실현가능성에서는 대부분 높은 합의를 보였으나, 운영비용 효율성에서는 상당한 차이가 나타났다. 10개 항목 중 3개 항목만이 핵심 차원 모두에서 높은 수준의 합의를 이루었다. 반면에 6개 항목은 일부 차원에서 보통 수준으로 낮아졌으며, 1개 항목은 여러 차원에서 낮은 합의를 보였다. 구체적인 내용은 아래 〈표 4-18〉과 같다.

〈표 4-18〉 지속가능한 운영 및 유지관리에 관한 항목별 합의 결과

구분	영역	항목
높은 합의 및 실현가능성 (3개)	MLOps/LLMOps 기반 운영 전략	• CI/CD + 모델 드리프트 탐지 기반 자동 재훈련 파이프라인 • 실시간 성능 모니터링 대시보드 운영
	클라우드 기반 플랫폼 운영	• 오픈소스 LLM + 모델 경량화 기반 비용 최적화
실현가능성 보통 수준 (6개)	MLOps/LLMOps 기반 운영 전략	• Prompt Ops 기반 프롬프트 버전 관리 및 A/B 테스트 • RLHF/HITL 기반 사용자 피드백 자동 개선 루프 • 모델 감사·설명가능성(XAI) 통합 모듈
	클라우드 기반 플랫폼 운영	• 네이버/공공 클라우드 활용 데이터 주권·컴플라이언스 확보 • 컨테이너 오케스트레이션(K8s) 기반 운영 • Hybrid Cloud 전략 (공공+민간 혼합 운영)
실현가능성 낮은 수준 (의견 분산, 1개)	클라우드 기반 플랫폼 운영	• AWS/GCP 기반 스케일러블·멀티리전 인프라

[참고] 부록 583쪽

운영 전략 영역에서 자동 재훈련 파이프라인과 모니터링 대시보드 운영은 핵심 차원에서 높은 합의를 나타냈다. 자동 재훈련 파이프라인은 중요도(CV=16.75%), 기술적 실현가능성(CV=15.09%), 도메인 적용가능성(CV=18.85%)에서 강한 합의를 보였다. 지속적 통합 및 배포 체계를 통한 자동화된 모델 관리가 시스템의 안정적 운영에 필수적이라는 점이 확인되었다. 모니터링 대시보드는 기술적 실현가능성(CV=14.33%), 도메인 적용가능성(CV=14.24%), 운영비용 효율성(CV=16.55%)에서 강한 합의를 이루었다. 클라우드 플랫폼 영역에서는 비용 최적화가 높은 합의를 보였다. 오픈소스 대규모 언어모델과 모델 경량화를 통한 비용 절감 전략은 기술적 실현가능성(CV=14.75%)과 도메인 적용가능성(CV=21.44%)에서 강한 합의를 보였다. 이는 전문가들이 자동화된 운영 체계와 비용 효율성을 지속가능한 시스템 운영의 핵심 요소로 인식하고 있음을 보여 준다.

반면에 실현가능성 낮은 수준으로 평가된 항목은 AWS/GCP 기반 인프라였다. 이 항목은 도메인 적용가능성(CV=33.38%)과 운영비용 효율성(CV=34.25%)에서 의견이 크게 분산되었다. 글로벌 클라우드 서비스의 기술적 성능과 확장성은 우수하나, 진로교육 시스템의 실제 규모와 예산을 고려할 때 적합성과 비용 효율성에 대한 의문이 제기되었다. 전문가들은 높은 운영비용, 데이터 주권 우려, 벤더 종속성 문제로 인해 글로벌 클라우드보다 국내 공공 클라우드나 하이브리드 전략이 더 현실적이라고 평가했다.

주목할 만한 점은 사용자 피드백 자동 개선 루프 항목이다. 이 항목은 기술적 실현가능성(CV=19.36%)과 도메인 적용가능성(CV=21.67%)에서는 강한 합의를 보였으나, 운영비용 효율성(CV=30.13%)과 유지보수 가능성(CV=26.61%)에서는 의견이 분산된 유일한 MLOps 기술이었다. 전문가들은 인간 피드백을 활용한 강화학습의 효과성에는 동의했으나, 지속적인 피드백

수집, 데이터 라벨링, 모델 재훈련에 소요되는 인력과 비용에 대해서는 우려를 표명했다. 전문가 중 일부는 자동화된 개선 루프가 시스템 품질 유지에 필수적이라고 보았지만, 다른 일부는 운영 부담이 과도하여 월 1회 수동 리뷰로도 충분하다고 판단했다. 이는 고급 운영 기능의 도입 시 효과와 비용의 균형을 신중히 고려해야 함을 의미한다.

이러한 평가 결과는 세 가지 의미를 담고 있다. 첫째, 전문가들은 자동화된 기본 운영 체계를 가장 실현 가능한 접근으로 보았다. 자동 재훈련 파이프라인, 모니터링 대시보드, 비용 최적화는 기술적으로 검증되었으며, 장기적 시스템 유지에 필수적이라고 판단했다. 둘째, 비용 효율성이 지속가능성의 핵심 요소라고 평가했다. 전문가들은 오픈소스 활용과 모델 경량화를 통한 비용 절감이 상용 서비스 대비 60~80% 절감 효과를 가져올 수 있어 제한된 교육 예산에서 가장 현실적인 전략이라고 보았다. 셋째, 클라우드 선택은 규모와 예산에 따라 달라져야 한다고 보았다. 전문가 중 일부는 글로벌 클라우드의 성능과 확장성을 선호했지만, 다른 일부는 소규모 시스템에는 공공 클라우드가, 중대규모에는 하이브리드 전략이 더 적합하다고 판단했다. 이러한 견해 차이는 운영 전략이 기술적 우수성보다 현장의 실제 규모와 예산 제약에 맞춰 설계되어야 함을 시사한다.

바. 구현 우선순위 및 로드맵

1) 구현 우선순위 분석

전문가들은 8개 구현 영역에 대한 우선순위를 Borda 점수 방식으로 평가하였다. '데이터 전처리 및 통합 시스템'이 Borda 점수 95.00점으로 압도적 1순위를 기록하였으며, 15명 중 9명이 1순위로 선택하였다. 이는 데이터 기

반 구조가 모든 인공지능 시스템의 기초라는 점에 전문가들이 명확히 합의하고 있음을 보여 준다.

다음으로 'LLM 기반 추천 알고리즘 개발'이 Borda 점수 64.00점으로 2순위를 차지하였다. 그리고 '기존 시스템 연동 구조'가 62.00점으로 3순위, 개인정보 보호 기술 적용이 60.00점으로 4순위를 기록하였다. '인공지능 에이전트 대화형 인터페이스'(48.00점), '교사 협업 인터페이스'(41.00점), '실시간 피드백 시스템'(35.00점), '운영 및 모니터링 체계'(15.00점)가 그 뒤를 이었다.

주목할 점은 개인정보 보호 기술 적용을 15명 중 2명이 1순위로 선택하여, 일부 전문가들이 보안을 최우선 과제로 인식하고 있다는 점이다. 또한 기존 시스템 연동 구조를 4명이 1순위로 선택하여, 레거시 시스템과의 통합을 가장 중요하게 보는 시각도 확인된다. 그러나 평균 순위와 표준편차를 고려할 때, 데이터 전처리 및 통합 시스템을 제외한 나머지 영역에서는 전문가들의 우선순위 판단이 상당히 분산되어 있어, 프로젝트의 목표와 제약 조건에 따라 유연한 접근이 필요함을 시사한다.

〈표 4-19〉 우선순위 분석표

순위	구현 영역	Borda 점수	평균 순위	표준편차	합의도	1순위 선택 수
1	데이터 전처리 및 통합 시스템	95.00	6.33	0.98	보통	9
2	LLM 기반 추천 알고리즘 개발	64.00	4.27	1.03	낮음	0
3	AI Agent 대화형 인터페이스	48.00	3.20	1.66	낮음	0
4	실시간 피드백 시스템	35.00	2.33	1.40	낮음	0
5	개인정보 보호 기술 적용	60.00	4.00	2.59	낮음	2
6	기존 시스템 연동 구조	62.00	4.13	2.70	낮음	4
7	교사 협업 인터페이스	41.00	2.73	1.83	낮음	0
8	운영 및 모니터링 체계	15.00	1.00	1.46	낮음	0

2) 기술적 난이도 평가

5개 주요 영역에 대한 기술적 난이도가 다차원적으로 평가되었다. 가중평균 계산 결과, '멀티모달 데이터 통합'이 평균 난이도 4.24점으로 가장 높은 것으로 평가되었다. 또한 정형 및 비정형 데이터를 통합하는 것의 기술적 복잡성이 가장 크다는 인식이 확인되었다. 특히 기술적 난이도(4.47점)와 데이터 요구 수준(4.60점)에서 높은 점수를 기록하였다.

'LLM 기반 진로 추천 모델'이 난이도 4.18점으로 2순위를 차지하였다. 운영비용 부담도(4.40점)와 데이터 요구 수준(4.73점)이 특히 높게 평가되어, 대규모 언어모델(LLM) 운영의 비용 부담이 주요 과제임을 보여 준다.

'실시간 인공지능 에이전트 시스템'은 난이도 4.09점으로 3순위를 기록하였다. 기술적 난이도(4.27점)와 예상 개발 기간(4.00점)이 높아, 실시간 대화형 시스템 구현의 복잡성이 확인되었다.

'개인정보 보호 기술 통합'은 난이도 3.28점으로 4순위를 차지하였다. 다른 영역에 비해 상대적으로 난이도가 낮게 평가되었으나, 이는 기술의 복잡성보다는 법적·정책적 준비가 더 중요하다는 것을 의미한다.

'기존 시스템 연동'은 난이도 3.18점으로 가장 낮게 평가되었다. 기술적 난이도(3.47점)와 예상 개발 기간(3.40점)이 상대적으로 낮아, 표준 인터페이스와 API를 활용한 연동은 기술적으로 충분히 실현 가능하다는 평가를 받았다.

〈표 4-20〉 기술적 난이도 평가 분석

구현 영역	기술적 난이도		예상 개발 기간		필요 전문인력		운영비용 부담도		데이터 요구 수준		종합 난이도		난이도 수준
	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차	
LLM 기반 진로 추천 모델	4.27	0.46	3.87	1.19	4.00	1.20	4.40	0.91	4.73	0.46	4.18	0.76	2
실시간 AI Agent 시스템	4.27	0.59	4.00	1.13	3.93	1.16	4.13	0.83	4.00	0.93	4.09	0.68	3
멀티모달 데이터 통합	4.47	0.74	4.27	0.80	4.13	1.25	3.67	0.82	4.60	0.51	4.24	0.66	1
개인정보 보호 기술 통합	3.73	0.80	3.40	0.63	3.07	1.10	3.07	0.96	2.40	0.83	3.28	0.54	4
기존 시스템 연동	3.47	0.83	3.40	0.83	3.07	1.03	2.80	0.94	2.60	1.06	3.18	0.70	5

※ 가중평균 계산: 기술난이도 30%, 개발기간 25%, 전문인력 20%, 비용 15%, 데이터 10%.

3) MVP 핵심 기능 구성

최소 기능 제품(MVP) 구성 요소에 대한 전문가 선택 결과, ‘LLM 기반 대화형 진로상담’이 93.3%의 선택률로 가장 높은 지지를 받았다. 이로써 대화형 상담 기능이 진로교육 시스템의 핵심 가치를 가장 직접적으로 구현하는 기능이라는 인식이 확인되었다.

‘기본 데이터 처리+ 실시간 학습 데이터 수집’이 86.7%로 2순위를 차지하였다. 이는 데이터 수집과 처리가 시스템의 기초 인프라임이 반영된 결과이다.

‘교사 피드백 입력 인터페이스’(73.3%), ‘기본적인 개인정보 보호 조치’(66.7%), ‘AI Agent 기반 개인화 추천’(60.0%)이 핵심 기능으로 선정되었다. 이는 기술적 기능뿐만 아니라 교사 협업과 개인정보 보호가 MVP 단계에서부터 반드시 포함되어야 한다는 것을 의미한다.

‘기존 시스템 기본 연동’(46.7%), ‘진로 경로 시각화 및 시뮬레이

션'(33.3%), '사용자 행동 분석 대시보드'(26.7%), '기본 수준의 편향 점검 기능'(13.3%)은 상대적으로 낮은 선택률을 보였다. 이들 기능은 MVP 이후 단계적으로 추가하는 것이 적절하다는 판단이다.

〈표 4-21〉 MVP 핵심 기능 우선순위

순위	MVP 구성 요소	선택 수	선택률(%)	중요도
1	LLM 기반 대화형 진로상담	14	93.3	필수
2	기본 데이터 처리 + 실시간 학습 데이터 수집	13	86.7	필수
3	교사 피드백 입력 인터페이스	11	73.3	핵심
4	기본적인 개인정보 보호 조치	10	66.7	핵심
5	AI Agent 기반 개인화 추천	9	60.0	핵심
6	기존 시스템 기본 연동	7	46.7	중요
7	진로 경로 시각화 및 시뮬레이션	5	33.3	선택
8	사용자 행동 분석 대시보드	4	26.7	선택
9	기본 수준의 편향 점검 기능	2	13.3	선택

4) 2차원 매트릭스 구성

구현 용이성과 우선순위를 고려한 2차원 매트릭스 분석 결과, 즉시 추진 클러스터에는 대형 LLM 기반 대화형 진로상담과 기본 데이터 처리 및 실시간 학습 데이터 수집이 포함되었다. 이들은 높은 우선순위와 높은 실현 용이성을 모두 갖추어 6개월 내 완료를 목표로 즉시 착수해야 하는 과제로 분류되었다.

단계적 추진 클러스터에는 교사 피드백 입력 인터페이스, 기본적인 개인정보 보호 조치, AI Agent 기반 개인화 추천이 포함되었다. 이들은 중간 수준의 우선순위와 실현 가능성을 보여 6개월에서 18개월 사이에 순차적으로

구현하는 것이 적절하다.

후속 추진 클러스터에는 기존 시스템 기본 연동, 진로 경로 시각화 및 시뮬레이션, 사용자 행동 분석 대시보드, 기본 수준의 편향 점검 기능이 포함되었다. 이들은 상대적으로 낮은 우선순위를 보여 18개월 이후에 추가하는 것이 권장된다.

〈표 4-22〉 구현 단계별 클러스터 분석

클러스터	구현 영역	특성	추진 전략
즉시 추진 (1~2순위)	LLM 기반 대화형 진로상담 기본 데이터 처리 + 실시간 학습 데이터 수집	높은 우선순위 + 높은 용이성	6개월 내 완료
단계적 추진(3~5순위)	교사 피드백 입력 인터페이스 기본적인 개인정보 보호 조치 AI Agent 기반 개인화 추천	낮은 우선순위 + 높은 용이성	6~18개월
후속 추진 (6~9순위)	기존 시스템 기본 연동 진로 경로 시각화 및 시뮬레이션 사용자 행동 분석 대시보드 기본 수준의 편향 점검 기능	낮은 우선순위 + 낮은 용이성	18개월 이후

사. 기술적 도전과제 분석

1) 데이터 수집 및 품질 영역

데이터 영역에서는 세 가지 주요 도전과제가 식별되었다. 개인정보 및 보안 이슈가 평균 난이도 4.33점으로 매우 높은 우려 수준을 보였다. 미성년자의 민감한 진로 데이터를 다루는 만큼, 개인정보 보호가 최우선 과제라는 인식이 명확하다. 전문가들은 기술적 해결 방안으로 비식별화 및 변수화 기술을 제시하였으며, 정책적으로는 명확한 개인정보 동의 체계 구축을 강조하였다.

파편화된 데이터의 표준화 및 통합 문제도 매우 높은 난이도로 평가되었다. 진로교육 데이터는 진로심리검사, 학사 정보, 상담 기록, 행동 로그 등 다양한 형태로 산재해 있어, 이를 통합하는 데 어려움이 크다. 이를 위해 전문가들은 표준화된 데이터 포맷 정의, ETL 파이프라인 구축, 소규모 파일럿을 통한 점진적 확산 전략을 해결 방안으로 제시하였다.

데이터 편향 및 품질 확보 문제는 높은 난이도로 평가되었다. 특정 지역이나 성별, 특정 사회경제적 배경의 학생들이 과소 또는 과대 대표될 수 있으며, 이는 인공지능의 공정성을 저해한다. 따라서 데이터 증강 기법, AIF360과 같은 편향 점검 도구 활용, 교사 및 상담자가 참여하는 데이터 검증 체계 구축이 해결 방안으로 제안되었다.

2) 모델 및 알고리즘 영역

모델 영역에서는 네 가지 주요 도전과제가 식별되었다. 대규모 언어모델(LLM)의 환각 현상이 평균 난이도 3.87점으로 매우 높은 우려 수준을 보였다. 언어모델이 사실이 아닌 정보를 그럴듯하게 생성하는 문제는 진로상담에서 치명적일 수 있다. 전문가들은 RAG를 통한 지식 베이스 기반 응답 생성, Human-in-the-Loop 검증 체계 구축을 핵심 해결 방안으로 제시하였다.

모델의 편향성 문제는 높은 난이도로 평가되었다. 학습 데이터의 편향이 모델에 학습되어 특정 집단에게 불공정한 추천을 제공할 수 있다. 따라서 데이터 균형화, 편향 점검 도구 활용, 교사 참여형 검증 체계가 해결 방안으로 제안되었다.

복잡한 추천 및 평가 알고리즘의 한계는 높은 난이도로 평가되었다. 진로 추천의 복잡성과 다차원성을 모두 고려하는 알고리즘을 설계하기는 어렵다. 따라서 대규모 언어모델(LLM) 파인튜닝, A/B 테스트를 통한 점진적 개선, 설명 가능한 인공지능 통합, 인공지능을 조력 시스템으로 시작하는 진화적

접근이 해결 방안으로 제안되었다.

멀티모달 기술의 난이도는 보통 수준으로 평가되었으나, 단순 조합부터 시작하여 점진적으로 확장하는 단계적 접근이 권장되었다.

3) 인프라 및 운영 영역

인프라 영역에서는 네 가지 주요 도전과제가 식별되었다. 높은 비용 부담이 평균 난이도 3.67점으로 매우 높은 우려 수준을 보였다. 대규모 언어모델(LLM) 운영, 대규모 데이터 처리, 클라우드 서비스 이용에 소요되는 비용이 지속가능성의 핵심 과제로 지적되었다. 따라서 경량화 모델 활용, 하이브리드 클라우드 전략, 오픈소스 대규모 언어모델 사용, 효율적 아키텍처 설계, 국가 지원 확보가 해결 방안으로 제시되었다.

시스템 확장성 및 성능 문제는 매우 높은 난이도로 평가되었다. 전국 단위 학생들의 동시 접속을 지원하는 확장 가능한 시스템 구축이 필요하다. 따라서 마이크로서비스 아키텍처, 클라우드 오토스케일링, 쿠버네티스, CDN 활용, 기존 시스템 현황 파악 및 연계 전략 수립이 해결 방안으로 제안되었다.

복잡한 운영 관리는 높은 난이도로 평가되었다. 인공지능 시스템의 지속적 모니터링, 업데이트, 문제 대응이 필요하다. 따라서 관리형 서비스 활용, MLOps 파이프라인 구축, CI/CD 체계 확립, DevOps 조직 구성이 해결 방안으로 제시되었다.

레거시 시스템 연동은 보통 난이도로 평가되었으나, 기존 시스템 현황 파악과 체계적 연계 전략 수립이 선행되어야 한다는 점이 강조되었다.

4) 보안 및 프라이버시 영역

보안 영역에서는 네 가지 주요 도전과제가 식별되었다. 개인정보 유출 및

보안 문제가 평균 난이도 4.33점으로 매우 높은 우려 수준을 보였다. 대량의 민감한 학생 데이터가 집중되어 해킹 위험이 크다. 따라서 데이터 암호화, 비식별화, 다중 보안 계층 적용, 데이터 삭제 정책 수립, 정기적 보안 점검이 해결 방안으로 제시되었다.

규제 준수 및 법규 충돌 문제는 매우 높은 난이도로 평가되었다. 「개인정보 보호법」, 교육 관련 법규 등 다양한 규제를 준수해야 한다. 따라서 차등 개인정보 보호(DP), 연합학습(FL) 등 기술적 접근과 함께 개인정보 영향평가 실시, 법규 연계 프로세스 마련 등이 해결 방안으로 제안되었다.

접근 권한 관리는 높은 난이도로 평가되었다. 학생, 교사, 상담자, 관리자 등 다양한 사용자의 접근 권한을 세밀하게 관리해야 한다. RBAC 및 ABAC 기반 접근 제어가 해결 방안으로 제시되었다.

효율성과 보안의 상충관계는 보통 난이도로 평가되었으나, 적정 수준의 보안 기준에 대한 합의가 필요하다는 점이 강조되었다.

5) 현장 채택 및 사용자 경험 영역

현장 채택 영역에서는 5가지 주요 도전과제가 식별되었다. 교사 및 학생의 심리적 저항감 및 불신이 평균 난이도 3.47점으로 매우 높은 우려 수준을 보였다. 인공지능에 대한 막연한 두려움, 개인정보 유출 우려, 기술 의존 위험 인식 등이 저항의 원인이다. 따라서 Human-in-the-Loop 구조, 교사 주도형 인터페이스 설계, 보조 도구로서의 점진적 도입이 해결 방안으로 제시되었다.

사용자 경험 및 인터페이스의 복잡성은 매우 높은 난이도로 평가되었다. 기술에 익숙하지 않은 사용자도 쉽게 활용할 수 있는 직관적 설계가 필요하다. 따라서 사용자 친화적 UI/UX, LLM 기반 챗봇, 시각화 및 스토리텔링 기반 설계, 사용자 참여형 설계 프로세스, 사용자 테스트, 전문 컨설턴트 활

용이 해결 방안으로 제안되었다.

교사의 업무 부담 가중은 높은 난이도로 평가되었다. 새로운 시스템 도입이 오히려 교사의 업무를 증가시킬 수 있다. 따라서 업무 효율화에 초점을 맞춘 교사용 대시보드 설계가 핵심 해결 방안으로 제시되었다.

학생의 낙인효과 우려는 높은 난이도로 평가되었다. 인공지능이 특정 학생에게 부정적 레이블을 부여할 위험이 있다. 긍정적 피드백 중심 설계, 청소년 친화적 UI/UX 설계가 해결 방안으로 제시되었다.

서비스의 지속적 고도화 필요는 보통 난이도로 평가되었으나, 장기적이고 꾸준한 관리 계획 수립이 필수적이라는 점이 강조되었다.

〈표 4-23〉 기술 영역별 도전과제 매트릭스

기술 영역	주요 도전과제	평균 난이도	언급 빈도	해결 방안 유형
데이터 수집 및 품질	개인정보 및 보안 이슈	4.33	매우 높음	▪ 기술적: 비식별화, 변수화 ▪ 정책적: 개인정보 동의 확보
	파편화된 데이터의 표준화 및 통합		매우 높음	▪ 기술적: 표준화된 데이터 포맷, ETL 파이프라인, 데이터 파이프라인 구축 ▪ 단계적: 소규모 파일럿 후 확산, 점진적 외부 연동
	데이터 편향 및 품질 확보의 어려움		높음	▪ 기술적: 데이터 증강, 편향 점검 도구(AIF360) 활용 ▪ 조직적: 교사·상담자 참여형 검증 체계 구축
모델 및 알고리즘	LLM의 환각	3.87	매우 높음	▪ 기술적: RAG(검색 증강 생성), HITL(Human-in-the-Loop) 기반 검증
	모델의 편향성		높음	▪ 기술적: 데이터 균형화, 편향 점검 도구(AIF360) 활용 ▪ 조직적: 교사·상담자 참여형 데이터 검증 체계
	복잡한 추천 및 평가 알고리즘의 한계		높음	▪ 기술적: LLM 파인튜닝, A/B 테스트, 설명 가능한 AI(XAI) 통합 ▪ 단계적: AI 조력 시스템으로 시작하는 진화적 접근

	멀티모달 기술의 난이도		보통	▪ 단계적: 단순 조합부터 시작하여 점진적 확장
	GPU 및 비용 부담		낮음	▪ 기술적: 효율적 모델 선정 조직적: 충분한 학습 기간 확보
인프라 및 운영	높은 비용	3.67	매우 높음	▪ 기술적: 경량화 모델, 하이브리드 클라우드, 오픈소스 LLM, 효율적 아키텍처 ▪ 조직적: 국가 지원, 충분한 유지 운영 비용 확보
	시스템 확장성 및 성능		매우 높음	▪ 기술적: MSA 기반, 클라우드 오토스케일링, 쿠버네티스, CDN 활용 ▪ 조직적: 기존 시스템 현황 파악 및 연계 전략 수립
	복잡한 운영 관리		높음	▪ 기술적: 관리형 서비스(Managed Service), MLOps 파이프라인, CI/CD 구축 ▪ 조직적: 개발-운영(DevOps) 체계 구축
	레거시 시스템 연동		보통	▪ 기술적: 기존 시스템 현황 파악 및 연계 전략 수립
보안 및 프라이버시	개인정보 유출 및 보안 문제	4.33	매우 높음	▪ 기술적: 데이터 암호화, 비식별화, 다중 보안 계층 적용 ▪ 정책적: 데이터 삭제 정책, 정기적 보안 점검
	규제 준수 및 법규 충돌		매우 높음	▪ 기술적: 차등 개인정보 보호(DP), 연합학습(FL) ▪ 정책적: 개인정보 영향평가, 법규 연계 프로세스 마련
	접근 권한 관리		높음	▪ 기술적: RBAC/ABAC 기반 접근 제어
	효율성과 보안의 상충관계		보통	▪ 조직적: 적정 수준의 보안 수준 합의
현장 채택 및 UX	교사·학생의 심리적 저항감 및 불신	3.47	매우 높음	▪ 기술적: Human-in-the-Loop, 교사 피드백 인터페이스 ▪ 정책적: 교사 주도형 인터페이스, 보조 도구로 점진적 도입
	사용자 경험(UX) 및 인터페이스의 복잡성		매우 높음	▪ 기술적: 사용자 친화적 UI/UX, LLM 기반 챗봇, 시각화 및 스토리텔링 기반 설계 ▪ 조직적: 사용자 참여형 설계, 사용자 테스트, 컨설턴트 의뢰
	교사의 업무 부담 가중		높음	▪ 기술적: 업무 효율화에 초점을 맞춘 교사용 대시보드
	학생의 낙인효과 우려		높음	▪ 기술적: 긍정적 피드백 중심 설계, 청소년 친화적 UI/UX 설계
	서비스의 지속적 고도화 필요		보통	▪ 정책적: 장기적이고 꾸준한 관리 계획 수립

3. 소결

가. 합의도 패턴 분석

본 조사에서 나타난 전문가 합의도 패턴을 분석하면, 기술적 실현가능성 차원에서는 대체로 높은 합의가 형성된 반면, 도메인 적용 가능성과 계산 자원 요구도 차원에서는 의견 분산이 두드러졌다. 이는 인공지능 전문가들이 기술 구현 방법론에 대해서는 명확한 이해를 공유하고 있으나, 진로교육이라는 특수한 맥락에서의 실제 적용 가능성과 소요 자원 규모에 대해서는 불확실성을 가지고 있음을 시사한다.

특히 주목할 점은 기술적으로 구현 가능한 기술이라 하더라도 교육적 타당성, 윤리적 적절성, 학습자 수용성 측면에서 의견이 크게 분산되는 경우가 많았다는 점이다. 그중 학습자 반응 기반 적용(감정 인식), 적응형 인터페이스, 고급 암호화 처리 등이 대표적 사례이다. 이는 인공지능 기술 도입 시 기술 중심적 접근의 한계를 명확히 보여 주며, 교육학적 관점과 윤리적 고려가 기술적 실현가능성 만큼이나 중요하다는 것을 확인시킨다.

나. 우선순위 설정의 논리

전문가들의 우선순위 판단에서 일관되게 나타나는 논리는 '기초 인프라 우선, 고급 기능 후속'이다. 데이터 통합 시스템, 토큰화 기술, 대규모 언어모델(LLM) 기반 추천 등 시스템의 기반이 되는 기술들이 최우선 과제로 선정되었다. 반면에 멀티모달 학습 구조, 강화학습 기반 최적화, 고급 암호화 등 기술적으로 정교하지만 복잡도가 높은 접근법들은 후순위로 평가되었다.

또한 '실용성과 효과성의 균형'이 중요한 판단 기준으로 작용하였다. 기술

적으로 가능하더라도, 실제 교육 현장에서의 효과가 불확실하거나 운영 부담이 과도한 기술들은 낮은 우선순위로 분류되었다. 이는 연구 중심의 최신 기술 추구보다는 현장 적용이 가능한 검증된 기술의 안정적 구현을 중시하는 실용적 접근을 반영한다.

다. 기술-윤리 균형의 필요성

조사 결과에서 반복적으로 나타나는 주제는 기술적 가능성과 윤리적 적절성 간의 긴장이다. 특히 학습자 데이터 수집 및 활용과 관련된 기술들에서 이러한 긴장이 두드러진다. 예를들어 실시간 감정 인식, 행동 변화 감지, 멀티모달 감정 인식 기반 적응형 인터페이스 등은 기술적으로 구현 가능하지만, 청소년의 프라이버시 침해, 감시 우려, 심리적 안정성 저해 가능성으로 인해 낮은 수준의 합의를 보였다.

이는 인공지능 윤리가 단순히 부가적 고려사항이 아니라, 시스템 설계의 핵심 원칙으로 내재화되어야 한다는 것을 의미한다. 따라서 Privacy by Design 원칙의 적용, 윤리 영향 평가의 사전 실시, 학생 및 학부모의 충분한 정보에 기반한 동의 확보, 데이터 최소 수집 원칙 준수 등이 기술 개발과 동시에 고려되어야 한다.

라. 교사 역할의 재정의

조사 결과는 인공지능 시스템에서 교사의 역할을 재정의할 필요성을 강조한다. 즉 교사 관리 시스템, 교사 주도·인공지능 보조형 구조 등이 높은 합의를 보인 것은, 인공지능이 교사를 대체하는 것이 아니라 교사의 전문성을 증진시키는 도구로 작용해야 한다는 인식을 반영한다.

전문가들은 인공지능이 데이터 분석과 정보 제공을 담당하고, 교사는 의미 해석, 정서적 지지, 최종 의사결정을 담당하는 역할 분담 모델을 제시하였다. 이는 Human-in-the-Loop 구조의 중요성을 강조하며, 인공지능 시스템이 교사의 권한과 전문성을 존중하는 방식으로 설계되어야 한다는 것을 의미한다.

마. 지속가능성 확보 전략

조사 결과는 일회성 개발이 아닌 지속가능한 운영 체계의 중요성을 강조한다. MLOps/LLMOps 기반 자동 재훈련 파이프라인, 모니터링 대시보드, 프롬프트 버전 관리 등이 높은 지지를 받은 것은, 인공지능 시스템이 지속적인 관리와 개선을 요구한다는 인식을 반영한다.

특히 운영비용에 대한 현실적 고려가 강조되었다. 경량화 모델 활용, 하이브리드 클라우드 전략, 오픈소스 활용 등 비용 최적화 방안이 중요한 해결책으로 제시되었다. 이는 기술적 우수성만큼이나 경제적 지속가능성이 중요한 성공 요인이라는 것을 의미한다.

제4절 3라운드 결과: 최종 합의 모델

1. 진로교육 전문가 응답 분석 결과

가. 시스템 구현 우선순위 확정

3차 델파이 조사에서는 AI 기반 진로교육 시스템의 구현 우선순위를 확정하기 위해 8개 핵심 과제에 대한 전문가 의견을 수렴하였다. 응답자들은 각 과제의 중요도와 실행 시기를 종합적으로 고려하여 순위를 매겼으며, 이를 통해 체계적인 추진 전략의 기반을 마련하였다.

〈표 4-24〉 시스템 구현 우선순위

순위	항목	평균 순위	합의도	주요 선정 근거	추진 시기
1	시범 운영 및 효과 검증	1.75	낮음	실증적 검증을 통한 시스템 신뢰성 확보 필요	초기 단계부터 지속
2	개인정보보호 체계 완비	2.75	낮음	학생 민감정보 보호, 시스템 신뢰 기반 구축	운영 전 필수 완료
3	기술적 인프라 구축	3.44	낮음	안정적 시스템 운영을 위한 기술적 토대 마련	단계적 확충
4	교사 역량 강화 프로그램	3.50	낮음	AI 도구 활용 능력 향상, 지속적 전문성 개발	시스템 구축 후 본격화
5	이해관계자 수용성 확보	3.75	낮음	학생·학부모·교사의 공감대 형성	실제 효과 입증 후
6	AI-교사 협력 모델 구축	4.00	낮음	AI-교사 역할 분담 및 협력 방식 정립	운영 경험 축적 후
7	정책·법제도 정비	4.25	낮음	법적 기반 마련, 현장 경험 기반 실효성 제고	시범 운영 후 체계화
8	콘텐츠 개발 및 검증	4.56	낮음	질 높은 콘텐츠 확보, 지속적 개선 필요	전 단계에 걸쳐 지속

주: 순위가 낮다고 중요도가 낮은 것이 아니라, 추진 시기나 방식에서 유연성이 있음을 의미함

시범 운영 및 효과 검증이 평균 1.75순위로 가장 높은 우선순위를 받았다. 전문가들은 실제 교육 현장에서의 검증 없이는 시스템의 효과성과 실용성을 담보할 수 없다는 점을 강조했다. 이는 이론적 설계보다 실증적 접근을 우선시하는 현장 중심의 관점을 반영한다.

개인정보보호 체계 완비는 2.75순위로 두 번째 우선순위에 올랐다. AI 시스템이 학생의 민감한 진로 정보를 다루는 만큼, 정보보호 체계 구축이 선행되어야 한다는 인식이 강했다. 개인정보 유출이나 오용은 시스템 전체의 신뢰를 무너뜨릴 수 있기 때문에, 기술 개발과 동시에 보안 체계를 갖춰야 한다는 의견이 지배적이었다.

기술적 인프라 구축과 교사 역량 강화 프로그램은 각각 3.44순위, 3.50순위로 중간 수준의 우선순위를 나타냈다. 기술 인프라는 시스템 운영의 기초가 되지만, 전문가들은 하드웨어보다 소프트웨어와 콘텐츠의 질을 더 중요하게 평가했다. 교사 역량 강화의 경우, 시스템 도입 이후에도 지속적으로 추진할 수 있다는 점에서 상대적으로 낮은 순위를 받았다.

이해관계자 수용성 확보는 3.75순위를 기록했다. 학생, 학부모, 교사, 학교 관리자 등 다양한 이해관계자의 동의와 협력이 필요하지만, 실제 시스템의 효과가 입증된 후에 수용성 확보가 더 용이할 것이라는 판단이 작용했다.

AI-교사 협력 모델 구축은 4.00순위로 평가되었다. 전문가들은 AI가 교사를 대체하는 것이 아니라 보완하는 관계로 설정해야 한다는 점에 동의했으나, 구체적인 협력 모델은 시스템 운영 경험이 축적된 후 정립하는 것이 효과적이라고 보았다.

정책·법제도 정비는 4.25순위를 받았다. AI 교육 시스템의 법적 기반과 제도적 지원이 필요하지만, 현장 경험을 바탕으로 실효성 있는 정책을 수립하는 것이 바람직하다는 의견이 많았다. 성급한 규제나 형식적인 지침보다는,

실제 운영 과정에서 도출된 문제점을 해결하는 방향으로 제도를 설계해야 한다는 것이다.

콘텐츠 개발 및 검증은 4.56순위로 가장 낮은 우선순위를 나타냈다. 이는 콘텐츠의 중요성을 간과한 것이 아니라, 콘텐츠 개발이 지속적이고 장기적인 과제라는 인식에서 비롯되었다. 전문가들은 초기에는 핵심 콘텐츠만 확보하고, 시스템 운영 과정에서 지속적으로 개선하고 확장하는 전략이 적절하다고 판단했다.

주목할 점은 모든 항목에서 합의도가 '낮음'으로 나타났다는 것이다. 이는 전문가들이 각자의 경험과 관점에 따라 우선순위를 다르게 평가했음을 의미한다. 진로교육 현장의 다양성과 복잡성을 고려할 때, 이러한 의견 차이는 자연스러운 현상이며, 지역별·학교급별 특성에 맞는 맞춤형 추진 전략이 필요함을 시사한다.

나. 단계별 추진 전략

시스템 구현을 위한 단계별 전략은 6개월을 단위로 총 3단계(18개월)로 구성하였다. 각 단계별로 전문가들이 선택한 우선 추진 과제를 분석한 결과, 시기에 따라 강조점이 명확하게 달라지는 양상을 확인할 수 있었다.

1) 1단계: 기반 구축기(1~6개월)

1단계에서는 AI-교사 협력 모델 구축이 43.8%의 선택률로 가장 높은 지지를 받았다. 전문가의 절반 가까이가 이 과제를 최우선으로 꼽았으며, 누적 비율은 67.4%에 달했다. 시스템 도입 초기부터 AI와 교사의 역할을 명확히 설정하고, 협력 방식을 구체화해야 현장의 혼란을 최소화할 수 있다는 판단

이 작용했다.

콘텐츠 개발 및 검증은 37.5%의 선택률로 두 번째 우선순위를 차지했다. 시스템의 실질적 가치는 콘텐츠의 질에서 나온다는 점에서, 초기 단계부터 검증된 콘텐츠를 확보하는 것이 중요하다는 의견이 많았다.

정책·법제도 정비와 개인정보보호 체계 완비는 각각 31.3%의 동일한 선택률을 보였다. 법적 기반과 보안 체계는 시스템 운영의 전제 조건으로서, 초기 단계에서 반드시 갖춰져야 할 요소로 평가되었다.

반면 교사 역량 강화 프로그램은 한 명의 전문가도 선택하지 않았다(0.0%). 이는 교사 연수가 중요하지 않다는 의미가 아니라, 시스템이 어느 정도 구축된 후에 실시하는 것이 더 효과적이라는 판단을 반영한다.

〈표 4-25〉 단계별 추진 전략: 1단계(1~6개월)

순위	항목	선택 인원	선택률	누적 비율
1	AI-교사 협력 모델 구축	7명	43.8%	67.4%
2	콘텐츠 개발 및 검증	6명	37.5%	61.7%
3	정책·법제도 정비	5명	31.3%	55.6%
3	개인정보보호 체계 완비	5명	31.3%	55.6%
4	시범 운영 및 효과 검증	3명	18.8%	42.1%
4	이해관계자 수용성 확보	3명	18.8%	42.1%
4	기술적 인프라 구축	3명	18.8%	42.1%
5	교사 역량 강화 프로그램	0명	0.0%	-

2) 2단계: 실행 및 검증기(6~12개월)

2단계에 접어들면서 우선순위에 변화가 나타났다. 콘텐츠 개발 및 검증이 43.8%로 1위를 유지하면서, 지속적인 콘텐츠 개선이 필요하다는 인식이 확

인되었다. 다음으로 시범 운영 및 효과 검증, 이해관계자 수용성 확보, 교사 역량 강화 프로그램이 각각 31.3%의 동일한 선택률로 2위를 차지했다. 1단계에서 기반이 마련된 후, 실제 시스템을 운영하면서 효과를 검증하고, 이해관계자들의 피드백을 수렴하며, 교사들의 활용 역량을 키우는 단계로 진입했음을 보여준다. 기술적 인프라 구축은 25.0%의 선택률로 여전히 중요한 과제로 남았다. 초기 구축된 인프라를 현장 피드백에 따라 보완하고 확장하는 작업이 필요하기 때문이다. 여기서 주목할 점은 개인정보보호 체계 완비의 선택률이 0.0%로 떨어졌다는 것이다. 이는 1단계에서 이미 기본적인 보안 체계가 완성되었다는 전제하에, 2단계에서는 다른 과제에 집중해야 한다는 의미로 해석된다.

〈표 4-26〉 단계별 추진 전략: 1단계(6~12개월)

순위	항목	선택 인원	선택률	누적 비율
1	콘텐츠 개발 및 검증	7명	43.8%	67.4%
2	시범 운영 및 효과 검증	5명	31.3%	55.6%
2	이해관계자 수용성 확보	5명	31.3%	55.6%
2	교사 역량 강화 프로그램	5명	31.3%	55.6%
3	기술적 인프라 구축	4명	25.0%	49.1%
4	정책·법제도 정비	3명	18.8%	42.1%
4	AI-교사 협력 모델 구축	3명	18.8%	42.1%
5	개인정보보호 체계 완비	0명	0.0%	-

3) 3단계: 확산 및 정착기(12~18개월)

3단계에서는 '기술적 인프라 구축'이 43.8%로 최우선 순위에 올랐다. 시스템의 안정적 운영과 확산을 위해 인프라를 본격적으로 확충하고 고도화해

야 하는 시기로 판단한 것이다. 교사 역량 강화 프로그램은 37.5%의 선택률로 2위를 차지했다. 시스템이 어느 정도 안정화된 후, 교사들이 AI 도구를 효과적으로 활용할 수 있도록 체계적인 연수를 제공하는 것이 중요하다는 인식이 반영되었다. 정책·법제도 정비는 31.3%의 선택률을 유지했다. 시범 운영 경험을 바탕으로 실효성 있는 정책과 제도를 정비하는 시기로 설정된 것이다. 시범 운영 및 효과 검증, 이해관계자 수용성 확보, AI-교사 협력 모델 구축은 각각 25.0%의 동일한 선택률을 보였다. 여전히 지속적인 개선과 검증이 필요하지만, 초기 단계보다는 우선순위가 낮아진 것을 알 수 있다.

콘텐츠 개발 및 검증과 개인정보보호 체계 완비는 각각 6.3%로 가장 낮은 선택률을 기록했다. 이는 해당 과제들이 이미 상당 부분 완료되었거나, 일상적인 유지·보수 수준으로 관리할 수 있다는 판단에 기초한다.

〈표 4-27〉 단계별 추진 전략: 1단계(12~18개월)

순위	항목	선택 인원	선택률	누적 비율
1	기술적 인프라 구축	7명	43.8%	67.4%
2	교사 역량 강화 프로그램	6명	37.5%	61.7%
3	정책·법제도 정비	5명	31.3%	55.6%
4	시범 운영 및 효과 검증	4명	25.0%	49.1%
4	이해관계자 수용성 확보	4명	25.0%	49.1%
4	AI-교사 협력 모델 구축	4명	25.0%	49.1%
5	콘텐츠 개발 및 검증	1명	6.3%	25.7%
5	개인정보보호 체계 완비	1명	6.3%	25.7%

단계별 추진 전략을 종합하면, 1단계는 협력 모델과 콘텐츠 등 시스템의 기본 틀을 갖추는 시기, 2단계는 실제 운영하면서 검증하고 개선하는 시기,

3단계는 인프라를 확충하고 교사 역량을 강화하여 시스템을 확산·정착시키는 시기로 구분할 수 있다. 각 단계는 독립적이라기보다 연속적이며, 이전 단계의 성과가 다음 단계의 토대가 되는 구조를 가진다.

〈표 4-28〉 단계별 추진 전략: 1단계(12~18개월)

구분	1단계(1~6개월)	2단계(6~12개월)	3단계(12~18개월)
단계 성격	기반 구축기	실행 및 검증기	확산 및 정착기
최우선 과제	AI-교사 협력 모델 구축 (43.8%)	콘텐츠 개발 및 검증 (43.8%)	기술적 인프라 구축 (43.8%)
핵심목표	시스템 기본 틀 마련	현장 검증 및 개선	안정화 및 확산
주요활동	역할 정립, 법제 마련, 콘텐츠 확보	시범 운영, 피드백 수렴, 교사 연수 시작	인프라 확충, 심화 연수, 제도 체계화
기대성과	운영 가능한 시스템 프로토타입	검증된 운영 모델	전면 확산 준비 완료

다. 측정 지표의 타당성 평가

AI 기반 진로교육 시스템의 효과를 측정하기 위한 지표의 타당성을 세 가지 측면에서 검증하였다. 전문가 16명이 5점 척도로 평가한 결과, 모든 측면에서 높은 타당성이 확인되었다.

1) 진로교육 효과성 측면

진로교육 효과성 측면의 지표는 평균 4.69점으로 가장 높은 점수를 받았다. 표준편차는 0.793으로 응답자 간 의견 차이가 비교적 작았으며, 최솟값이 2점이었지만 Q1과 중앙값이 모두 5.00점으로 나타나 대다수 전문가가 매우 높은 타당성을 인정했음을 알 수 있다. 변이계수(CV)는 16.92%로 나타나 합의도는 '보통' 수준으로 평가되었다. 첨도는 -3.002로 음수 값을 보였

는데, 이는 극단값의 영향으로 분포가 평탄한 형태를 띠었음을 의미한다. 왜도는 9.565로 매우 높게 나타났지만, 이는 대부분의 응답이 5점에 집중되면서 나타난 현상으로, 실제로는 긍정적 평가가 압도적이었음을 보여준다. IQR이 0.00이라는 것은 응답자의 50%(Q1~Q3)가 모두 5점으로 동일하게 평가했다는 의미다. 진로교육 전문가들은 학생의 진로성숙도 향상, 진로탐색 활동 증가, 진로결정 자기효능감 제고 등 효과성 지표가 시스템의 성과를 직접적으로 보여준다고 판단했다.

2) 교육적 타당성 측면

교육적 타당성 측면의 지표는 평균 4.25점을 기록했다. 진로교육 효과성보다는 낮지만 여전히 높은 수준의 타당성을 나타냈다. 표준편차는 0.775로 효과성 측면과 유사한 수준의 합의를 보였다.

Q1은 4.00점, 중앙값은 5.00점으로 나타나 대다수 전문가가 4점 이상으로 평가했다. 최솟값은 2점으로 일부 이견이 존재했지만, 전체적으로는 긍정적 평가가 우세했다. 변이계수는 18.23%로 합의도는 '보통' 수준이었다.

첨도 -1.475와 왜도 3.919는 분포가 고점수 쪽으로 다소 치우쳤으나 효과성 지표만큼 극단적이지는 않았음을 보여준다. IQR은 1.00으로, 응답자의 절반이 4~5점 사이에 분포했다.

교육적 타당성은 시스템이 교육 목표와 부합하는지, 교육과정과 연계되는지, 발달단계에 적합한지 등을 평가하는 지표다. 전문가들은 이러한 지표가 시스템의 교육적 가치를 판단하는 데 적절하다고 보았으나, 구체적인 측정 방법이나 기준에 대해서는 다소 의견이 갈렸던 것으로 보인다.

3) 현장적용가능성 측면

현장적용가능성 측면의 지표는 평균 4.13점으로 세 측면 중 가장 낮은 점수를 받았지만, 여전히 높은 타당성 수준을 나타냈다. 표준편차는 0.619로 세 측면 중 가장 작아, 전문가 간 의견 일치도가 가장 높았다.

최솟값은 3점으로, 극단적인 낮은 평가가 없었다는 점이 특징이다. Q1은 4.00점, 중앙값은 4.75점으로 나타나 대부분의 응답이 4점 이상에 집중되었다. 첨도 -0.060과 왜도 0.055는 거의 0에 가까워 정규분포에 근접한 형태를 보였다.

현장적용가능성은 시스템을 실제 학교 현장에 적용할 때의 실행 가능성, 교사의 수용 정도, 기술적 안정성, 비용 대비 효과 등을 평가하는 지표다. 전문가들은 이론적 타당성만큼이나 실용적 가치가 중요하다는 점을 인식하고 있었으며, 해당 지표가 현장 적용의 성공 가능성을 판단하는 데 적절하다고 평가했다.

4) 타당성 평가 종합적 정리

세 측면의 타당성 평가를 종합하면, 제시된 측정 지표들이 AI 기반 진로교육 시스템의 효과를 다각도로 검증하는 데 적절한 것으로 확인되었다. 진로교육의 본질적 목적(효과성), 교육적 가치(타당성), 실천적 실현 가능성(적용가능성)을 균형 있게 평가할 수 있는 지표 체계가 마련된 것으로 판단된다. 향후 실제 시스템 운영 과정에서 이러한 지표를 활용하여 지속적으로 모니터링하고 개선해 나간다면, 근거 기반의 체계적인 시스템 발전이 가능할 것으로 기대된다.

〈표 4-29〉 측정 지표 타당성 비교 분석

구분	진로교육 효과성	교육적 타당성	현장적용가능성	종합 평가
평균 점수	4.69 (최고)	4.25	4.13 (최저)	모두4점 이상
표준편차	0.793	0.775	0.619 (최저)	의견 차이 작음
최솟값	2점	2점	3점(최고)	전반적 긍정 평가
중앙값	5.00 (최고)	5.00 (최고)	4.75	높은 타당성 인정
합의도	보통	보통	-	적절한 합의 수준
특징	압도적 긍정 평가	고른 긍정 평가	가장 안정적 분포	검증된 지표 체계

2. 최종 합의 모델의 의의

3차 델파이 조사를 통해 AI 기반 진로교육 시스템의 구현 방향과 추진 전략에 대한 전문가 합의를 도출했다. 비록 합의도가 '낮음'으로 나타났지만, 이는 진로교육 현장의 다양성을 반영한 것으로 볼 수 있으며, 각 학교와 지역의 특성에 맞는 유연한 적용이 필요함을 시사한다.

〈표 4-30〉 3차 델파이 조사 최종 합의 사항

영역	합의 내용	합의 수준	실행 방향
구현 우선순위	시범 운영 및 효과 검증 최우선	낮음	실증 중심 접근
1단계 전략	AI-교사 협력 모델 구축 선행	43.8%	역할 정립 우선
2단계 전략	콘텐츠 개발 지속 및 시범 운영	43.8%	검증 및 개선
3단계 전략	기술 인프라 확충 및 교사 연수	43.8%	확산 준비
효과성 지표	진로교육 효과성 지표 타당	4.69점	주요 평가 기준
타당성 지표	교육적 타당성 지표 타당	4.25점	보완 평가 기준
적용성 지표	현장적용가능성 지표 타당	4.13점	실행 평가 기준

시범 운영을 최우선 과제로 설정한 것은 현장 중심의 실증적 접근이 중요하다는 점을 보여준다. 단계별 전략은 명확한 시기별 특성을 가지며, 각 단계가 유기적으로 연계되어 시스템의 안정적 정착을 도모한다. 측정 지표의 높은 타당성은 향후 체계적인 모니터링과 개선의 기반이 될 것이다.

3. AI 기술 전문가 응답 분석 결과

가. AI Agent 시스템 아키텍처 세부 설계 타당성

3차 델파이 조사에서는AI 기술 전문가 15명을 대상으로 AI Agent 기반 진로교육 시스템의 아키텍처 구성요소별 타당성과 실현가능성을 평가하였다. 시스템의 핵심을 이루는 4가지 주요 모듈에 대해 기술적 타당성과 현장 적용 가능성을 종합적으로 검증하였다.

〈표 4-31〉 AI Agent 시스템 아키텍처 구성요소 타당성 평가 종합

구성요소	기술적 타당성 평균	표준 편차	실현 가능성 평균	표준 편차	종합 평가
LLM 기반 자연어 대화 엔진	4.60	0.507	4.47	0.743	매우 높음
AI Agent 전체 시스템	4.73	0.458	-	-	매우 높음
RAG 기반 진로정보 검색	4.67	0.617	4.33	0.816	매우 높음
Memory Management	3.40	0.632	3.67	0.816	보통
Tool Use & Function Calling	3.20	0.862	3.87	0.352	보통

1) LLM 기반 자연어 대화 엔진

LLM 기반 자연어 대화 엔진은 기술적 타당성 평균 4.60점, 실현가능성

평균 4.47점을 기록하며 가장 높은 평가를 받았다. 표준편차는 각각 0.507과 0.743으로 전문가 간 의견 일치도가 매우 높았다.

최솟값이 4점으로 나타나 단 한 명의 전문가도 보통 이하의 평가를 하지 않았다는 점이 특징적이다. 중앙값과 Q3가 모두 5.00점으로 나타나 응답자의 75% 이상이 최고 점수를 부여했다. 왜도 -0.455는 분포가 고점수 쪽으로 치우쳤음을, 첨도 -2.094는 극단값 없이 안정적인 분포를 보였음을 의미한다.

전문가들은 LLM 기술이 이미 상당한 수준으로 발전했으며, 한국어 자연어 처리 능력도 충분히 검증되었다고 평가했다. GPT-5, Claude, Gemini 등 최신 대형 언어 모델들의 대화 품질이 교육 현장에 적용 가능한 수준에 도달했다는 데 폭넓은 동의가 형성되었다. 특히 진로상담이라는 맥락에서 학생의 질문을 이해하고 맞춤형 답변을 생성하는 능력이 실용화 단계에 있다고 판단했다.

실현가능성 측면에서도4.47점의 높은 점수를 받았다. 이는 기술적으로 가능할 뿐만 아니라 실제 구현과 운영에서도 큰 어려움이 없을 것이라는 전망을 반영한다. API 형태로 제공되는 LLM 서비스를 활용하면 별도의 모델 개발 없이도 고품질의 대화 시스템을 구축할 수 있다는 점이 긍정적으로 작용했다.

2) AI Agent 전체 시스템

AI Agent 전체 시스템은 기술적 타당성 평균 4.73점으로 모든 구성요소 중 가장 높은 점수를 받았다. 표준편차 0.458은 전문가들의 의견이 매우 높은 수준으로 수렴되었음을 보여준다.

최솟값 4점, 중앙값과 Q3가 모두 5.00점이라는 점에서 전문가들은 AI

Agent 아키텍처가 진로교육 시스템의 핵심 프레임워크로서 매우 적합하다고 판단했다. 왜도-1.176은 대부분의 응답이 5점에 집중되었음을 나타내며, 첨도-0.734는 비교적 안정적인 분포를 의미한다.

AI Agent 기술은 최근 가장 주목받는 AI 응용 분야로, 자율적 의사결정과 작업 수행이 가능한 차세대 시스템으로 평가받고 있다(Wang et al., 2024). 전문가들은 단순한 질의응답을 넘어 학생의 진로 목표를 이해하고, 필요한 정보를 검색하며, 단계적 상담 계획을 수립하는 등 복합적 작업을 수행할 수 있는 Agent 시스템이 진로교육에 최적화된 접근법이라고 강조했다(Huang et al., 2024).

특히 Agent의 자율성(autonomy), 반응성(reactivity), 사회성(social ability), 주도성(agency) 등의 특성이 학생 중심의 맞춤형 진로지도에 적합하다는 평가가 많았다(Wooldridge & Jennings, 1995). 기존의 규칙 기반 챗봇이나 단순 질의응답 시스템과 차별화되는 지능형 상담 파트너로서의 가능성을 높이 샀다(Guo et al., 2024).

3) RAG 기반 진로정보 검색 시스템

RAG 기반 진로정보 검색 시스템은 기술적 타당성 4.67점, 실현가능성 4.33점으로 매우 높은 평가를 받았다. LLM 대화 엔진 다음으로 높은 점수를 기록했으며, 표준편차는 각각 0.617과 0.816으로 적정 수준의 합의를 보였다.

최솟값이 3점으로 일부 유보적 의견이 있었으나, 중앙값과 Q3가 모두 5.00점으로 나타나 대다수 전문가는 RAG 기술의 타당성을 높이 평가했다. 왜도-1.792는 고점수 쪽으로 상당히 치우친 분포를, 첨도 2.625는 평균 주변에 응답이 집중되었음을 보여준다.

RAG는 LLM의 한계인 '환각(hallucination)' 문제를 해결하는 핵심 기술로 주목받고 있다(Lewis et al., 2020; Gao et al., 2023). 방대한 진로정보 데이터베이스에서 정확한 정보를 검색하여 LLM의 응답 생성에 활용함으로써, 신뢰할 수 있는 진로 안내가 가능하다는 것이다. 전문가들은 직업정보, 학과정보, 자격증 정보, 진학정보 등 구조화된 진로 데이터를 벡터 데이터베이스화하고, 의미론적 검색을 통해 관련성 높은 정보를 제공하는 RAG 방식이 교육 현장에 매우 적합하다고 평가했다.

실현가능성 측면에서 4.33점을 받은 것은 RAG 기술이 이미 다양한 분야에서 검증되었고, 오픈소스 프레임워크와 도구들이 풍부하게 제공되고 있기 때문이다. LangChain, LlamaIndex 등의 라이브러리를 활용하면 비교적 단기간에 구현할 수 있다는 점도 긍정적으로 작용했다.

4) Memory Management (단기/장기 기억)

Memory Management 시스템은 기술적 타당성 3.40점, 실현가능성 3.67점으로 상대적으로 낮은 평가를 받았다. 표준편차는 각각 0.632와 0.816으로 전문가 간 의견 차이가 있었다.

최솟값이 2점으로 나타나 일부 전문가는 현 단계에서 구현하기 어렵다고 판단했다. 중앙값은 3.00점으로 '보통' 수준이었으며, Q3는 4.00점으로 긍정적 평가와 유보적 평가가 혼재되었다. 왜도-0.547과 첨도-0.385는 비교적 정규분포에 가까운 형태를 보였다.

Memory Management는 AI Agent가 학생과의 이전 상호작용을 단기(세션)·장기(다회기) 맥락으로 저장·요약·회수하여, 상담의 연속성과 일관성을 유지하기 위한 핵심 기능이다(Packer et al., 2023; Park et al., 2023). 전문가들은 이 기능의 필요성에는 공감했으나, 기술적 구현의 복잡성과 개인정

보 보호 이슈를 우려했다.

단기 기억(working memory)은 현재 대화 세션 내에서의 맥락 유지로서 비교적 구현이 용이하지만, 장기 기억(long-term memory)은 여러 세션에 걸친 학생의 진로 탐색 과정을 추적하고 기억해야 하므로 기술적 난이도가 높다는 지적이 많았다. 또한 민감한 학생 정보를 얼마나 오래, 어떤 형태로 저장할 것인지에 대한 정책적·윤리적 고민이 선행되어야 한다는 의견이 제시되었다.

실현가능성이 3.67점으로 타당성(3.40점)보다 높게 나온 것은 흥미롭다. 이는 기술적으로는 다소 어려움이 있지만, 단계적 접근을 통해 충분히 구현 가능하다는 현실적 판단을 반영한다. 초기에는 단기 기억 위주로 운영하다가, 시스템이 안정화되면 장기 기억 기능을 점진적으로 확대하는 방식이 적절하다는 제안이 많았다.

5) Tool Use & Function Calling

Tool Use & Function Calling 기능은 기술적 타당성 3.20점으로 가장 낮은 점수를 받았으나, 실현가능성은 3.87점으로 상대적으로 높게 평가되었다. 표준편차는 각각 0.862와 0.352로, 타당성에 대한 의견 차이가 컸지만 실현가능성에 대해서는 의견이 수렴되었다.

최솟값이 2점으로 일부 전문가는 현재 진로교육 시스템에 필수적이지 않다고 판단했다. 중앙값은 3.00점으로'보통' 수준이었으나, Q3는 4.00점으로 긍정적 전망도 상당했다. 왜도 0.340과 첨도-0.112는 거의 정규분포에 가까운 형태를 나타냈다.

Tool Use는 AI Agent가 외부 도구(예: 웹/DB 조회, 평가도구 실행, 문서 생성기, 일정·지도·계산기 등)나 API를 호출하여 정보 획득과 작업 실행을

확장하는 기능을 의미한다(Chen et al., 2025; Yao et al., 2022). 예를 들어, 대학 입학 정보 사이트에 접속하거나, 적성검사 도구를 실행하거나, 진로 로드맵을 자동으로 생성하는 등의 작업이 해당된다. Function Calling은 LLM이 특정 상황에서 적절한 함수를 선택하고 매개변수를 설정하여 호출하는 능력을 의미한다.

전문가들은 이 기능의 잠재력은 인정하지만, 초기 시스템에는 과도한 복잡성을 가져올 수 있다고 우려했다. 진로교육의 핵심은 대화를 통한 탐색과 안내이므로, 외부 도구 연동은 시스템이 안정화된 후 선택적으로 추가해도 늦지 않다는 의견이 많았다.

반면 실현가능성이 3.87점으로 타당성보다 높게 나온 것은, OpenAI의 Function Calling API 등 관련 기술이 이미 상용화되어 있어 구현 자체는 어렵지 않다는 판단 때문이다. 다만 진로교육 맥락에서 어떤 도구를 어떻게 연동할 것인지에 대한 설계가 선행되어야 한다는 조건이 붙었다.

〈표 4-32〉 구성요소별 우선순위 및 구현 전략

우선 순위	구성요소	타당성	실현 가능성	구현 전략	주의사항
1순위	AI Agent 전체 시스템	4.73	-	아키텍처 프레임워크 우선 설계	전체 구조의 유연성 확보
2순위	RAG 기반 정보 검색	4.67	4.33	벡터DB 구축 및 검색 최적화	정보의 정확성과 최신성 유지
3순위	LLM 자연어 대화 엔진	4.60	4.47	상용LLM API 활용	비용 및 응답속도 관리
4순위	Memory Management	3.40	3.67	단기 기억 우선, 장기 기억 단계적 확대	개인정보보호 철저
5순위	Tool Use & Function	3.20	3.87	선택적 기능으로 후순위 개발	필요성 검토 후 도입

나. 기술적 구현 방향성 정교화

3차 델파이에서는 AI Agent 시스템의 기술적 구현 방향에 대해 심층적으로 검토하였다. 전문가들은 각 기술 요소의 실현가능성과 함께, 구체적인 구현 방법론과 주의사항을 제시했다.

1) 시스템 아키텍처 설계 방향

전문가들은 마이크로서비스 아키텍처(Microservices Architecture)를 권장했다. LLM 엔진, RAG 검색, Memory 관리, Tool 연동 등을 독립적인 서비스로 분리하여 개발하고, API를 통해 통합하는 방식이다. 이렇게 하면 각 모듈을 독립적으로 개선하고 확장할 수 있으며, 장애 발생 시에도 전체 시스템에 미치는 영향을 최소화할 수 있다.

클라우드 네이티브(Cloud Native) 설계도 강조되었다. AWS, Azure, GCP 등의 클라우드 플랫폼을 활용하여 탄력적인 자원 관리와 높은 가용성을 확보해야 한다. 특히LLM API 호출이 많은 경우 비용이 급증할 수 있으므로, 캐싱 전략과 요청 최적화가 필수적이다.

API 게이트웨이 패턴을 도입하여 클라이언트(학생용 앱, 교사용 대시보드)와 백엔드 서비스 간의 통신을 중재하고, 인증·인가, 요청 제한(rate limiting), 로깅 등을 중앙에서 관리하는 것이 좋다는 의견이 많았다.

2) LLM 선택 및 활용 전략

상용LLM API를 활용할 것인지, 오픈소스LLM을 자체 배포할 것인지에 대한 의견이 갈렸다. 상용API(GPT-5, Claude, Gemini)는 품질이 우수하고 유지보수가 편리하지만, 비용이 많이 들고 데이터 외부 전송 문제가 있다. 오

픈소스LLM(Llama, Mistral)은 비용을 절감하고 데이터 주권을 확보할 수 있지만, 성능이 다소 떨어지고 직접 운영해야 하는 부담이 있다.

전문가들은 하이브리드 접근을 제안했다. 초기에는 상용API로 빠르게 프로토타입을 개발하고 효과를 검증한 후, 안정화 단계에서 오픈소스LLM 도입을 검토하는 것이다. 또는 민감하지 않은 일반 정보 제공은 오픈소스LLM으로, 복잡한 상담은 상용LLM으로 처리하는 분산 전략도 가능하다.

프롬프트 엔지니어링의 중요성도 강조되었다. 진로교육에 특화된 시스템 프롬프트를 정교하게 설계하고, 학생 연령과 수준에 맞는 톤앤매너(tone & manner)를 설정해야 한다. Few-shot learning 기법을 활용해 상담 사례를 제시하면 더 나은 답변을 이끌어낼 수 있다.

3) RAG 시스템 구축 방법론

RAG 시스템은 크게 세 단계로 구성된다(Lewis et al., 2020). 첫째, 진로 정보 데이터를 수집하고 전처리한다. 둘째, 텍스트를 청크(chunk)로 분할하고 임베딩 모델을 사용해 벡터로 변환한 후 벡터 데이터베이스에 저장한다. 셋째, 사용자 질의를 벡터로 변환하여 유사도 검색을 수행하고, 검색된 문서를 LLM에 컨텍스트로 제공하여 답변을 생성한다(Lewis et al., 2020).

전문가들은 벡터 데이터베이스 선택이 중요하다고 강조했다. Pinecone(Pinecone Systems, 2024), Weaviate(Weaviate, 2024), Qdrant(Qdrant, 2024), Chroma(Chroma, 2024) 등 다양한 옵션이 있으며, 각각 장단점이 있다. 교육 분야는 데이터 주권이 중요하므로 온프레미스 배포가 가능한 오픈소스 솔루션(Qdrant, Chroma)을 우선 검토하되, 초기에는 관리형 서비스(Pinecone)로 빠르게 시작하는 것도 고려할 만하다.

임베딩 모델 선택도 중요하다. OpenAI의 text-embedding-ada-002

(OpenAI, 2022), Cohere Embed, 또는 오픈소스인 SBERT(Sentence-BERT) (Reimers & Gurevych, 2019) 등을 활용할 수 있다. 한국어 처리 성능이 우수한 모델을 선택하고, 진로교육 도메인에 특화된 파인튜닝을 고려해야 한다.

청크 크기는 512~1024 토큰이 적절하며, 너무 작으면 문맥이 부족하고 너무 크면 관련성이 떨어진다(Bhat et al., 2025; Juvekar, & Purwar, 2024). 오버랩(overlap)을 두어 문맥 연속성을 유지하는 것도 좋은 방법이다(Theja, 2023).

하이브리드 검색을 권장했다. 벡터 검색(semantic search)과 키워드 검색(keyword search)을 결합하면 더 정확한 결과를 얻을 수 있다(Robertson & Zaragoza, 2009). BM25 알고리즘(Robertson & Walker, 1994)과 벡터 유사도를 가중 평균하는 방식이 대표적이다.

4) 개인정보보호 및 AI 윤리

AI Agent가 학생의 민감한 정보를 다루므로, 개인정보보호와 AI 윤리 준수가 필수적이다. 전문가들은 Privacy by Design 원칙을 강조했다(Cavoukian, 2009). 시스템 설계 초기부터 개인정보보호를 고려하고, 최소한의 정보만 수집하고 저장하여 처리해야 한다.

데이터 암호화는 기본이다. 전송 중 데이터는 TLS/SSL로, 저장 데이터는 AES-256 등으로 암호화해야 한다(개인정보보호위원회, 2023; 2024). 특히 대화 내용은 민감 정보를 포함할 수 있으므로, 데이터베이스 수준의 암호화가 필요하다.

익명화 및 가명처리를 통해 학생 식별 정보와 상담 내용을 분리 저장하고, 통계 분석 시에는 비식별 데이터만 사용해야 한다. EU의 GDPR(European

Parliament & Council, 2016), 한국의 개인정보보호법을 준수하는 것은 물론, 교육 분야의 특수성을 반영한 자체 가이드라인을 마련해야 한다.

AI 편향성(bias) 모니터링도 중요하다(Mehrabi et al., 2021). LLM이 특정 성별, 지역, 계층에 편향된 진로 추천을 하지 않도록 지속적으로 검사하고 교정해야 한다. 다양한 배경의 학생들에게 공평한 기회를 제공하는 것이 AI 진로교육의 핵심 가치다.

설명가능성(Explainability)을 확보해야 한다(Barredo Arrieta et al., 2020). AI가 특정 진로를 추천한 이유를 학생과 교사가 이해할 수 있도록 설명 기능을 제공해야 한다. 단순히 결과만 제시하는 것이 아니라, 추천 근거를 투명하게 공개함으로써 신뢰를 구축할 수 있다.

〈표 4-33〉 기술 구현 시 핵심 고려사항

영역	핵심 고려사항	권장 접근법	위험 요소
아키텍처	확장성, 유연성, 유지보수성	마이크로서비스, 클라우드 네이티브	과도한 복잡성
LLM 활용	비용, 품질, 데이터 주권	하이브리드 전략, 프롬프트 최적화	API 비용 폭증
RAG 구축	검색 정확도, 응답 품질	하이브리드 검색, 도메인 특화 임베딩	정보 최신성 유지
개인정보보호	법적 준수, 학생 신뢰	Privacy by Design, 암호화	정보 유출
AI 윤리	공정성, 투명성, 책임성	편향성 모니터링, 설명가능성	차별적 추천

다. 종합 평가 및 제언

AI 기술 전문가들의 3차 델파이 조사 결과를 종합하면, AI Agent 기반 진로교육 시스템은 기술적으로 충분히 구현 가능하며, 특히 LLM 대화 엔진

과RAG 검색 시스템은 즉시 적용할 수 있는 성숙도에 도달했다는 결론을 얻었다.

〈표 4-34〉 기술 요소별 종합 평가 및 권고사항

기술 요소	성숙도	적용 시기	핵심 권고사항
LLM 대화 엔진	높음	즉시	상용API 활용, 프롬프트 엔지니어링 집중
AI Agent 아키텍처	높음	즉시	전체 설계 우선, 유연한 구조 확보
RAG 검색 시스템	높음	즉시	벡터DB 구축, 하이브리드 검색 도입
Memory Management	중간	단계적	단기 기억 우선, 장기 기억은2단계
Tool Use & Function	중간	선택적	핵심 기능 안정 후 추가 검토

〈표 4-35〉 권장사항 및 확장방안

우선 구현 권장사항:
▪ AI Agent 프레임워크를 기반으로 전체 시스템 아키텍처 설계 ▪ 상용 LLM API로 자연어 대화 엔진 구축 및 프롬프트 최적화 ▪ 진로정보 데이터베이스를 벡터화하여 RAG 시스템 완성 ▪ 단기 메모리 기능으로 대화 맥락 유지 ▪ 개인정보보호 및 AI 윤리 가이드라인 수립
단계적 확장 방안:
▪ 1단계(3~6개월): 핵심 Agent + LLM + RAG 시스템 구축 및 시범 운영 ▪ 2단계(6~12개월): 장기 메모리 기능 추가, 오픈소스 LLM 도입 검토 ▪ 3단계(12~18개월): Tool Use 기능 선택적 추가, 멀티모달(음성, 이미지) 확장

AI 기술 전문가들은 기술 구현에 앞서 명확한 교육적 목표 설정이 선행되어야 한다고 강조했다. 기술은 수단일 뿐이며, 학생의 진로 역량 신장이라는

본질적 목적을 잃지 말아야 한다. 최신AI 기술을 적용하는 것보다, 학생에게 실질적 도움이 되는 시스템을 만드는 것이 더 중요하다.

교사-AI 협력 모델도 중요하다. AI가 교사를 대체하는 것이 아니라, 교사의 역량을 증폭(amplify)하는 도구로 활용되어야 한다. AI가 정보 제공과 기초 상담을 담당하면, 교사는 더 복잡하고 개인화된 심층 상담에 집중할 수 있다.

지속적 모니터링과 개선이 필수적이다. AI 시스템은 한 번 구축하고 끝나는 것이 아니라, 사용 데이터를 분석하고 피드백을 반영하여 계속 진화해야 한다. A/B 테스팅, 사용자 만족도 조사, 성과 분석 등을 통해 시스템을 지속적으로 개선하는 문화가 정착되어야 한다.

〈표 4-36〉 AI 기술 전문가 델파이 최종 합의 사항

구분	합의 내용	합의 수준	실행 방향
시스템 아키텍처	AI Agent 기반 설계 최적	매우 높음 (4.73)	마이크로서비스 구조 채택
LLM 엔진	상용API 활용 가능	매우 높음 (4.60)	프롬프트 최적화 집중
RAG 검색	벡터DB 기반 검색 적합	매우 높음 (4.67)	하이브리드 검색 구현
Memory 관리	단기 기억 우선 구현	보통(3.40)	단계적 확대 전략
Tool 연동	선택적 기능으로 후순위	보통(3.20)	필요성 검토 후 결정
개인정보 보호	Privacy by Design 필수	매우 높음	암호화 및 최소 수집
AI 윤리	공정성 및 설명가능성 확보	높음	편향성 모니터링 체계

AI 기술 전문가들은 AI Agent 기반 진로교육 시스템이 기술적으로 실현 가능할 뿐만 아니라, 교육 혁신의 새로운 지평을 열 수 있는 잠재력을 가지

고 있다고 평가했다. 다만 기술 도입이 목적이 되어서는 안 되며, 학생의 성장을 돕는다는 교육 본연의 가치를 중심에 두고, 기술적 우수성과 교육적 타당성을 균형 있게 추구해야 한다는 점을 분명히 했다.

4. 진로교육 전문가와AI 기술 전문가 의견 비교

두 전문가 집단의 의견은 상호 보완적이다. 진로교육 전문가는 '무엇을(What)' 그리고 '왜(Why)' 해야 하는지에 초점을 맞추고, AI 기술 전문가는 '어떻게(How)' 구현할 것인지에 집중한다. 성공적인 시스템 구축을 위해서는 두 관점을 통합한 전체론적 접근이 필요함을 확인하였다.

〈표 4-37〉 전문가 집단 간 관점 비교

구분	진로교육 전문가	AI 기술 전문가	시사점
최우선 관심사	교육적 효과성, 학생 성장	기술적 구현 가능성, 시스템 안정성	상호 보완적 관점 필요
시스템 구현	시범 운영 및 검증 우선	AI Agent 아키텍처 우선	단계별 통합 추진
콘텐츠 중요도	매우 높음(지속 개발)	보통(RAG로 해결 가능)	질적 콘텐츠 확보 필수
개인정보 보호	법제도 정비 강조	기술적 보안 강조	양 측면 모두 중요
교사 역할	협력 모델 구축 중요	AI 자율성 강조	균형점 모색 필요
우려 사항	교육적 부작용, 의존성	비용, 성능, 유지보수	다각적 리스크 관리

제5절 소결 및 시사점

1. 주요 시사점

본 델파이 조사는 AI 기반 진로교육 시스템 도입에 대한 전문가 의견을 체계적으로 수렴하여, 기술적 혁신과 교육적 본질 사이의 균형점을 모색하고 실천 가능한 구현 방안을 도출하는 것을 목적으로 수행되었다. 조사 결과는 진로교육의 본질적 가치 유지, AI 시대 특화 역량 개발, AI의 역할과 한계에 대한 균형적 인식이라는 세 가지 핵심 축을 중심으로 수렴되었으며, 이를 바탕으로 초개인화 진로교육을 위한 6대 실행 방안이 도출되었다.

가. 진로교육 본질의 지속성과 방법론의 혁신

전문가들은 AI 기술 도입이 진로교육의 근본 목적과 철학적 기반을 변화시켜서는 안 된다는 점에서 명확한 합의를 이루었다. 자기이해, 진로탐색, 자기결정력 강화라는 진로교육의 핵심 가치는 AI 시대에도 변함없이 유지되어야 하며, 기술은 이러한 교육 목표를 더 효율적이고 효과적으로 달성하기 위한 수단으로 활용되어야 한다는 것이다.

방법론적 측면에서는 정보전달 중심에서 자기설계 중심으로의 전환이 강조되었다. AI가 제공하는 정보와 분석을 수동적으로 받아들이는 것이 아니라, 학습자가 이를 비판적으로 검토하고 자신만의 진로를 능동적으로 설계해 나가는 주체가 되어야 한다는 것이다. 이는 기술 발전과 함께 더욱 중요해지는 인간 고유의 특성과 가치를 진로교육에서 구현하는 방안으로, 인간 중심적 접근의 중요성을 재확인하는 것이다.

결과적으로 AI 기반 진로교육의 성공적 도입을 위해서는 단순히 기존 교육에 AI 기술을 추가하는 것이 아니라, 진로교육의 근본 목적을 더 효과적으로 달성하기 위해 새로운 방법론을 모색하는 접근이 필요하다. 이를 통해 기술의 장점을 최대한 활용하면서도 인간중심적 가치를 견지하는 미래형 진로교육 모델을 구축할 수 있을 것이다.

나. AI 시대 특화 역량의 중요성

전문가들은 AI가 대체하기 어려운 인간 고유 역량의 강화가 필수적이라는 점을 강조했다. AI 기술이 발전할수록 오히려 인간만이 가질 수 있는 특별한 능력들이 더욱 중요해진다는 역설적 현상이 나타나고 있으며, 이에 따라 네 가지 핵심 역량 영역이 제시되었다.

첫째, 자기결정력의 강화가 무엇보다 중요하다. 이는 단순히 스스로 결정하는 능력을 넘어서 AI가 제공하는 정보와 추천에 대한 비판적 수용 능력을 의미한다. 학습자는 AI가 제공하는 다양한 진로 경로나 선택지에 대해 맹목적으로 따르지 않고, 자신의 상황과 가치관을 고려하여 신중하게 판단하고 결정할 수 있는 능력을 길러야 한다.

둘째, 정체성 인식의 중요성이 새롭게 부각되었다. 인간과 AI의 경계가 모호해지는 상황에서 뚜렷한 자아정체성을 확립하는 것이 진로교육의 핵심 과제로 제시되었다. AI가 때로는 개인보다도 그 사람에 대해 더 잘 알고 있는 상황에서, 자신이 누구인지에 대한 뚜렷한 정체성을 유지하는 것이 중요한 과제가 되었다.

셋째, 메타인지 개발이 정체성 확립을 위한 구체적 방안으로 제시되었다. 끊임없이 자기 스스로에게 질문을 던지면서 학습하고 성찰하는 메타인지 능

력을 개발해야 한다. 이는 자신의 사고 과정을 객관적으로 바라보고, 자신의 학습과 성장을 스스로 모니터링하며, 필요에 따라 전략을 수정하고 개선할 수 있는 능력을 의미한다.

넷째, 창의성과 감정지능이 AI가 대체할 수 없는 인간 고유의 핵심 역량으로 제시되었다. 해외 전문가는 AI의 등장으로 인해 인간에게 요구되는 스킬이 크게 변화했으며, 진로교육은 창의성, 상상력, 행복감, 삶의 의미감, 그리고 감정지능을 기르는 방향으로 적응해야 한다고 강조했다.

이러한 네 가지 역량은 서로 독립적인 것이 아니라 상호 연관되어 시너지 효과를 창출한다. 명확한 자아정체성을 바탕으로 한 메타인지 능력은 AI 정보에 대한 비판적 사고를 가능하게 하고, 이는 궁극적으로 창의적이고 감정적으로 지능적인 의사결정으로 이어진다.

다. AI의 역할과 한계에 대한 균형적 인식

AI 기반 진로교육 시스템의 효과적 도입을 위해서는 AI의 확장 가능성과 제약을 명확히 인식하고 적절한 활용 방안을 모색해야 한다는 것이 전문가들의 공통된 견해였다. 이는 AI에 대한 과도한 기대나 무분별한 거부감 모두를 경계하고, 현실적이고 균형 잡힌 관점에서 AI의 역할을 정의해야 함을 의미한다.

〈표 4-38〉 델파이 조사 주요 시사점 종합

영역	핵심 내용	주요 시사점
진로교육 본질의 지속성	• 기술적 혁신과 교육적 본질의 균형 • 자기이해, 진로탐색, 자기결정력 강화는 불변의 가치 • 정보전달 중심에서 자기설계 중심으로 전환	• 기술 중심이 아닌 교육 본질 중심 접근 필수 • AI는 교육 목표 달성의 효율적 수단으로 활용 • 인간중심적 접근의 중요성 재확인
AI 시대 특화 역량	• 자기결정력: AI 정보에 대한 비판적 수용 능력 • 정체성 인식: 뚜렷한 자아정체성 확립 • 메타인지: 자기성찰과 자기조절 능력 • 창의성과 감정지능: AI 대체 불가 영역	• 인간 고유 역량 강화가 AI 시대 진로교육의 핵심 • 네 가지 역량의 통합적·나선적 개발 필요 • AI가 발전할수록 인간 고유성이 더 중요
AI의 역할과 한계	**확장 가능 영역** • 맞춤형 학습자 지원 및 실시간 피드백 • 초개인화 진단과 역량 분석 • 교육 격차 해소 **제약 요인** • 알고리즘 추천의 한계 • 감성적 접촉 부족 • 자율적 성찰 대체 위험	• AI 과도한 기대와 무분별한 거부감 모두 경계 • 데이터 분석은AI, 의미 부여는 인간 • 상호 보완적 협력 모델 구축 필수

AI의 확장 가능 영역에서 가장 주목받은 것은 맞춤형 학습자 지원 및 실시간 피드백 기능이다. AI는 학습자의 정서, 성향, 행동 데이터를 종합적으로 분석하여 초개인화 진단과 실시간 피드백을 가능하게 함으로써 청소년의 진로 역량과 자기결정성 향상에 기여할 수 있을 것으로 기대되었다. 또한 AI 기술의 도입은 지역 간, 학교 간 교육 격차를 해소하는 데에도 중요한 역할을 할 수 있으며, 진로교육의 대응성, 효과성, 형평성을 높이는 데 기여할 수 있다. 초개인화 진단과 역량 분석 영역에서도 AI의 잠재력이 크게 기대되었으며, 기존의 표준화된 진단도구로는 파악하기 어려웠던 개인의 미묘한 특성이나 잠재 역량을 AI의 고도화된 분석 기법을 통해 발견할 수 있을

것으로 전망되었다.

AI의 제약과 우려사항에 대해서도 균형 있는 시각이 제시되었다. 가장 중요한 제약은 알고리즘 기반 추천의 한계로, AI의 개인화된 학습 분석이 개인의 자기이해 수준을 높일 수 있지만, 반대로 알고리즘에 기반한 추천은 개인의 자율적 성찰과 의미 탐색 과정을 대체할 위험이 있다는 것이다. 감성적 접촉의 부족도 중요한 제약 요인으로 제시되었으며, AI 기술이 진로교육의 효율성과 체계성을 확장하는 반면, 인간적 따뜻함과 감성적 교감 측면에서는 한계가 있을 수밖에 없다. 특히 자율적 성찰 과정이 대체될 위험에 대한 우려가 제기되었으며, AI가 제공하는 편리하고 즉각적인 분석과 추천이 학습자의 능동적 사고와 깊이 있는 성찰을 방해할 수 있다는 점이 지적되었다.

따라서 AI 기반 진로교육 시스템을 설계할 때는 AI의 강점을 최대한 활용하되, 그 한계를 명확히 인식하고 인간의 역할로 보완하는 균형 잡힌 접근이 필요하다. AI는 데이터 분석과 정보 제공의 도구로 활용하고, 인간은 의미 부여와 감성적 지지, 그리고 비판적 사고 촉진의 역할을 담당하는 상호 보완적 협력 모델이 바람직할 것이다.

2. AI 기반 진로교육의 초개인화를 위한 구체적 실행 방안

델파이 조사를 통해 도출된 6대 실행 방안은 이론적 기반 구축, 콘텐츠 구성 및 전달 체계, 교사 역할 재정의 및 역량 강화, 초개인화를 위한 데이터 활용 체계, AI-인간 상담자 협력 모델, 시스템 구현을 위한 실천 조건으로 구성된다.

가. 이론적 기반 구축 방안

AI 기반 진로교육 시스템의 효과적 설계를 위해서는 검증된 교육학적 이론들을 통합한 견고한 이론적 기반이 필요하다. 전문가들은 자기결정성 이론을 가장 중요한 이론적 기반으로 제시했으며, 이를 통해 학습자의 주체성을 보장하고 자기주도적 태도를 기를 수 있도록 해야 한다고 강조했다.

〈표 4-39〉 이론적 기반 구축의 핵심 요소

구성 요소	세부 내용	기대 효과
통합적 이론 프레임워크		
자기결정성 이론	• 메타인지적 사고를 통한 자기평가·계획·수정 • 유능감과 자율성을 가진 진로 수행 • 학습자 자율성 지지 및 내재적 동기 촉진	학습자 주체성 보장 및 자기주도적 태도 함양
진로발달 이론+ 사회정서 학습	• 슈퍼(Super)의 진로발달 이론 활용 • 사회정서학습 및 메타인지 이론 통합 • 인지적·정서적·사회적 측면 균형 발달	전인적 발달을 지원하는 포괄적 접근
경험학습 이론	• 결과 중심→과정 중심 설계 • 고민·망설임·실패도 성장 과정으로 통합 • 공감적 피드백 기능 강화	체험-성찰-개념화-실험의 순환적 역량 개발
구성주의적 접근	• 학습자 중심 접근 • 능동적 지식 구성 및 의미 창조 지원 • AI는 정답 제시가 아닌 구성 환경 제공	학습자의 능동적 의미 구성 및 자기 이해 심화
학습자 주체성 보장 원칙		
AI 주도형→ 학습자 주도형	• AI가 방향 결정이 아닌 역량 지원 • 학습자 스스로 생각하고 결정하도록 지원 • 최종 판단은 학습자의 가치관과 상황 고려	수동적 정보 수용자가 아닌 능동적 지식 구성자
자기조절 능력 강화	• 자기점검을 위한 적절한 질문·피드백 제공 • 학습 과정 모니터링 및 전략 조정 • 목표 재설정 메타인지 역량 개발	자기주도적 태도 유지 및 진로탐색 주도
질문 기반 피드백 시스템	• "이 선택이 당신에게 의미 있는 이유는?" • "다른 가능성을 고려해 보셨나요?" • 개인화된 성찰적 질문을 통한 사고 확장	단순 정보 수용 넘어 자신만의 의미 구성

1) 통합적 이론 프레임워크의 필요성

진로발달 이론과 사회정서학습의 통합적 접근도 중요한 이론적 기반으로 강조되었다. 슈퍼(Super)의 진로발달 이론과 함께 사회정서학습 및 메타인지 이론을 통합적으로 활용할 것이 제안되었으며, 이는 진로교육이 단순히 직업정보를 제공하거나 적성을 측정하는 것을 넘어서, 학습자의 전인적 발달을 지원하는 포괄적 접근이 필요함을 시사한다.

경험학습 이론을 기반으로 한 과정중심 설계의 중요성도 부각되었다. 기존 진로교육이 결과 중심이었다면, AI 기반 진로교육은 학생이 AI의 도움으로 진로를 스스로 탐색해 나가는 과정중심으로 설계되어야 한다. 학생의 고민, 망설임, 실패와 같은 경험들도 의미 있는 성장 과정으로 통합될 수 있어야 하며, 이를 위해 공감적 피드백 기능이 강화되거나 교사가 이러한 역할을 수행할 필요가 있다.

구성주의적 접근의 강화는 학습자 중심 교육 철학을 구현하는 핵심 요소로 제시되었다. 해외 전문가는 현재 교육 논의의 중심이 학습자 중심 접근과 구성주의 이론에 있다고 강조하면서, AI 시스템이 학습자가 능동적으로 지식을 구성하고 의미를 창조할 수 있도록 지원하는 환경을 제공해야 한다고 설명했다.

2) 학습자 주체성 보장을 위한 설계 원칙

학습자 주체성 보장을 위한 설계 원칙으로는 AI 주도형이 아닌 학습자 주도형 시스템 구축이 필수적이라는 점이 강조되었다. AI의 피드백 및 학습자와의 상호작용에 있어서 AI가 방향을 결정하고 이끌어 가는 방식이 아닌, 학습자가 스스로 생각하고 학습 및 진로에 대해 결정할 수 있는 역량을 지원하는 방향으로 시스템이 설계되어야 한다. 자기조절능력과 주체성 강화를 위한

체계적 설계가 시스템의 핵심 요소로 제시되었으며, AI가 학습 과정에서 학생이 스스로를 점검해 볼 수 있도록 하는 적절한 질문이나 피드백을 지속적으로 제공해야 한다. 지속적 자기성찰을 위한 질문 기반 피드백 시스템의 구축은 학습자 주체성 보장의 구체적이고 실천적인 방안으로 제시되었다.

나. 콘텐츠 구성 및 전달 체계

AI 기반 진로교육 시스템의 효과성은 학습자의 진로 결정과 실행을 실질적으로 지원할 수 있는 고품질 콘텐츠에 달려 있다.

〈표 4-40〉 콘텐츠 구성 및 전달 체계

구분	핵심요소	세부내용
핵심 콘텐츠 구성		
자기탐색+정보탐색 통합	• 두 탐색 결과 통합하여 미래 구체화 • 자기이해 바탕 진로정보 재구성	정보 종합 분석 및 개인 맥락 연결 기능
미래 비전 설계 및 실행 계획	• 장기 비전→단계별 목표 구체화 • 실행 모니터링 및 계획 수정	비전 설정-목표화-활동 파악-추적 기능
진로 장벽 탐색 및 해결 시나리오	• 개인적·환경적·사회적 장벽 인식 • 다양한 해결 전략 및 대응 방안	장벽 유형별 시나리오 및 극복 전략 제공
감정 상태 반영 실시간 피드백	• 불안·혼란·좌절 등 감정 인식 • 정서 상태에 따른 맞춤형 피드백	감정 분석 알고리즘 및 정서 지원 기능
효과적 전달 방식		
상호작용적 설계	• 일방적 텍스트 나열 지양 • 대화형 인터페이스 구축	자연스러운AI-학습자 대화 환경
시뮬레이션 기반 학습	• 사례 기반 스토리텔링 • 특정 진로 선택 시 상황 간접 체험	직업별 하루 일과, 문제 상황 가상 경험
시각화 강화	• 표·그래프·인포그래픽 활용 • 복잡한 정보의 직관적 이해	탐색 결과 시각화, 진로 경로 맵, 성장 추이
품질 관리 체계		
다층적 검증	• 전문가·교사·학생·학부모 그룹 검증 • 개발 중 및 시범 적용 단계 검증	각 집단의 고유 관점 반영 타당성 평가
투명성 확보	• 근거와 참고 자료 명시 • 입력 정보 중 참조 내용 표시	비판적 검토 및 추가 탐색 기반 제공
지속적 모니터링	• 인간 전문가의AI 결과 모니터링 • 평가 결과 기반 개선·업데이트	순환적 품질 개선 프로세스 확립

1) 핵심 콘텐츠 구성의 방향

핵심 콘텐츠 구성으로는 자기탐색과 정보탐색의 통합적 제공이 강조되었으며, 이 두 가지 탐색 결과를 통합하여 자신의 미래를 그려볼 수 있는 기능이 필수적이다. 미래 비전 설계 및 실행 계획 수립 기능도 중요한 콘텐츠 요소로 제시되었으며, 학습자가 장기적 비전을 설정하고 이를 단계별 목표로 구체화하며, 실행 과정을 모니터링하면서 필요에 따라 계획을 수정해 나갈 수 있어야 한다.

진로 장벽 탐색 및 해결 시나리오 제공은 현실적이고 실용적인 진로교육을 위한 필수 기능으로 강조되었다. 학습자가 진로 과정에서 직면할 수 있는 다양한 장벽을 미리 탐색하고, 이를 극복하기 위한 시나리오를 제공받을 수 있어야 한다. 감정 상태 반영 실시간 피드백 시스템은 학습자의 정서적 측면을 고려한 진로교육을 위한 핵심 기능으로 제시되었으며, 학습자의 현재 감정 상태를 파악하고 이를 반영한 피드백을 제공하는 것이 중요하다.

2) 학습자 참여를 촉진하는 전달 방식

효과적인 전달 방식으로는 상호작용적 설계가 필수적이며, 일방적인 텍스트 나열 방식을 지양하고 대화형 인터페이스를 구축하여 AI와 학습자 간의 자연스러운 대화를 통해 진로탐색이 이루어질 수 있도록 해야 한다. 시뮬레이션 기반 학습은 실제적이고 체험적인 진로교육을 위한 효과적인 전달 방식으로 제시되었으며, 사례 기반 스토리텔링 형식을 통해 학습자가 다양한 진로 상황을 간접적으로 경험할 수 있도록 해야 한다. 시각화 강화는 복잡한 진로정보를 직관적으로 이해할 수 있도록 돕는 중요한 전달 방식으로, 정보가 표, 그래프, 인포그래픽 등 다양한 시각적 요소를 활용하여 제시되어야 한다.

3) 신뢰성 확보를 위한 품질 관리

신뢰성 확보를 위한 품질 관리로는 다층적 검증 절차가 필요하며, 전문가 그룹, 교사 그룹, 학생과 학부모 그룹으로 구분하여 실제적인 검증이 이루어져야 한다. 투명성 확보는 AI 시스템에 대한 신뢰를 구축하는 핵심 요소로, AI가 결과를 제공할 때 그 근거와 참고 자료를 명확히 제시해야 한다. 지속적 모니터링을 통한 교육적 타당성 평가 시스템의 구축도 중요한 품질 관리 방안으로 제시되었으며, 인간 진로교육 전문가가 AI가 제시한 결과를 지속적으로 모니터링하여 적합성 여부와 기준 만족도를 평가하는 장치나 절차가 필요하다.

다. 교사 역할 재정의 및 역량 강화

AI 기반 진로교육 시스템의 도입은 교사의 역할에 근본적인 변화를 요구한다. 전문가들은 이러한 변화가 교사의 역할을 축소하는 것이 아니라, 오히려 더 높은 수준의 전문성과 새로운 역량을 요구하는 것이라는 점을 강조하면서, 교사 역할의 재정의와 체계적인 역량 강화 방안을 제시했다.

〈표 4-41〉 교사 역할 재정의 및 필수 역량

구분	역할 전환	핵심 역량	지원 체계
새로운 역할 모델			
진단자→ 해석자·설계자·동반자	• AI 결과 해석 및 의미 부여 • 개별 맥락 고려한 해석 • 어려움의 순간 곁에서 지지	인간적 역량 • 향상된 학생 이해도 • 공감과 소통 능력 • 상담 역량	AI 활용 진로상담 연수 • AI 리터러시 강화 • 실제 지도 맥락 활용법 • 성공 사례 공유회
지식전달자 →의미촉진자·코치·촉진자	• 교사-학생-AI 삼자 협력 • 의미 있는 학습 경험 촉진 • 내재적 동기 자극 및 코칭	기술적 역량 • AI 리터러시 • 비판적 분석 능력 • 데이터 해석 및 의미화	예비교사 양성 과정 개편 • AI 활용 교육 포함 • 데이터 해석 능력 • 상담 역량 교육

정보제공자 →현실 세계 연계 지원자	• 실제 사회와의 연결 다리 • 지역사회산업계 네트워크 • 의미 있는 진로체험 기회	미묘한 감지 능력 • 표면 행동과 이면 감정 • 비언어적 신호 파악 • 심리적 어려움 지원	기술 전문가 협업 시스템 • 교육-기술 협력 체계 • 정기 협의회 운영 • 공동 연수 프로그램

1) 교사 역할의 패러다임 전환

AI 시대 진로교육에서 교사의 역할은 진단자에서 해석자, 설계자, 동반자로 전환되어야 한다는 점이 강조되었다. 전통적으로 교사는 학생의 적성과 흥미를 진단하고 평가하는 역할을 수행해 왔으나, AI가 방대한 데이터를 기반으로 정밀한 진단을 수행할 수 있게 되면서 교사의 역할은 이러한 진단 결과를 해석하고 의미를 부여하는 방향으로 변화해야 한다.

지식전달자에서 의미촉진자, 코치, 촉진자로의 역할 전환도 중요한 변화의 방향이다. AI가 등장하면서 교육적 상호작용은 교사-학생-AI의 삼자 협력 관계가 되며, 이 관계에서 학생이 실제적인 문제와 도전에 주도적으로 대처하는 것이 핵심이 된다. 정보제공자에서 현실 세계 연계 지원자로의 전환은 진로교육의 실천적 측면을 강화하는 중요한 역할 변화로, 교사가 단순히 진로정보를 전달하는 것을 넘어서 학생이 실제 사회와 연결되고 의미 있는 경험을 축적할 수 있도록 다리 역할을 해야 한다.

2) 미래형 교사에게 요구되는 역량

미래형 교사에게 요구되는 역량으로 기술적 역량에서는 AI 리터러시와 효과적 활용 능력이 기본이 되며, 교사가 학생 이상으로 AI에 익숙해져야 하고 효과적으로 활용할 수 있는 능력을 갖추어야 한다. 비판적 분석 능력은 AI 결과를 교육적으로 의미 있게 활용하기 위한 필수 역량으로, 교사는 AI가 제공하는 정보를 비판적으로 평가하고 판단하여 그보다 나은 추가적인 결과

를 제공할 수 있어야 한다. 데이터 해석 및 의미화 능력은 AI가 생성한 복잡한 데이터와 분석 결과를 학생이 이해할 수 있는 형태로 변환하는 핵심 역량이다.

인간적 역량 측면에서는 향상된 학생 이해도가 무엇보다 중요하며, AI 시대에 교사에게 요구되는 학생 이해 수준이 전통적으로 요구되었던 것보다 훨씬 더 높다. 공감과 소통 능력은 AI 시대에 더욱 중요해지는 교사만이 지닌 고유한 역량이며, 학생의 입장에서 생각하고 공감하는 마음, 학생의 어려운 점을 타당화하는 기술을 발휘해야 한다. 상담 역량의 개발은 AI 시대 진로교육 교사에게 특히 중요한 전문 역량으로, 학생들의 정서적·심리적 영역을 민감하게 평가하고 돕는 것이 교사의 중요한 역할이다.

3) 체계적인 교사 지원 시스템

체계적인 교사 지원 시스템으로 AI 활용 진로상담 연수 프로그램이 필수적이며, 교사들의 AI 리터러시와 진로상담 역량 강화를 위한 연수가 필요하다. 예비교사 양성 과정의 개편은 장기적 관점에서 미래형 진로교육 교사를 체계적으로 준비하는 근본적인 방안이며, 교사 양성 단계에서부터 AI 활용 교육, 데이터 해석 능력, 상담 역량 등이 교육과정에 포함되어야 한다. 기술 전문가와의 협업 시스템 구축은 교사가 AI 기술을 효과적으로 활용할 수 있도록 지원하는 실질적인 방안이다.

라. 초개인화를 위한 데이터 활용 체계

AI 기반 진로교육의 효과성은 학습자에 대한 정확하고 포괄적인 이해에 달려 있다. 전문가들은 진정한 초개인화 진로교육을 구현하기 위해서는 다

차원적 데이터 수집과 함께 엄격한 윤리적 기준이 병행되어야 한다고 강조했다.

〈표 4-42〉 초개인화를 위한 데이터 구성 및 윤리적 원칙

데이터 영역	핵심 데이터 요소	활용 목적	윤리적 원칙
인지적 요소	• 학업성취수준, 학업적 자기효능감 • 적성, 흥미, 학습동기 • 사회경제적 배경 • 사고과정 패턴(연역적·귀납적) • 학습 스타일, 지식 발달 곡선	• 현재 능력과 잠재력 파악 • 진로 방향 설정 정보 • 개인별 사고 흐름 맞춤 대화 • 효과적 진로탐색 방법 설계 • 미래 발전 가능성 예측	교육적 목적 중심 최소 수집 • 학생 성장 지원 목적 • 핵심 요소만 수집 • 타당성 기준: 학습자 성장 기여도
정서·심리적 요소	• 진로동기, 자기효능감 • 진로성숙도, 진로개발 역량 • 성격, 취미, 특기 • 정서조절능력 • 심리적 안녕감, 스트레스 수준	• 진로 결정·실행의 심리적 자원 • 도전적 목표 설정 및 극복 • 적합한 직업 환경 예측 • 스트레스 관리 역량 • 정서적 지원 시점 판단	명확한 동의 및 투명성 • 사전 고지 및 동의 절차 • 수집 목적·범위·기간 명시 • 연령 적합한 설명
행동적 요소	• 진로준비행동 패턴 • 일상 활동 및 시간 사용 • AI 상호작용 데이터 • 자기주도 학습 행동 • 개인별 AI 학습 어시스턴트 데이터	• 계획과 실행의 간극 파악 • 관심사와 우선순위 이해 • 자연스러운 맥락의 진정성 • 흥미 형성 및 분석 • 선택적 탐색 패턴 파악	보안 및 권리 보장 • 비식별화·암호화 • 데이터 삭제 요구권 • 정보처리 이력 열람권 • 학습자 데이터 주권
윤리적 고려			낙인효과 방지 및 오용 금지 • 해석 가이드라인 마련 • 성장 가능성·다양한 경로 제시 • 사교육 활용 엄격 금지 • 채용 차별 활용 금지 • 개인정보 보호 교육 확대

1) 다차원적 학습자 이해를 위한 데이터 구성

초개인화 진로교육을 구현하기 위해서는 학습자의 전인적 발달에 필요한 다양한 데이터가 체계적으로 수집되어야 한다. 전문가들은 학습자를 인지

적, 정서·심리적, 행동적 측면에서 종합적으로 이해할 수 있는 데이터 체계를 구축할 것을 제안했다. 이러한 다차원적 접근은 학습양식이 인지적, 정서적, 생리적 요인의 복합체로서 학습자가 학습환경을 인식하고 상호작용하며 반응하는 방식을 나타낸다는 관점(Keefe, 1979)과 일맥상통한다.

인지적 요소는 학습자의 학업 능력과 사고 특성을 파악하는 기본적이면서도 핵심적인 데이터 영역이다. 학업성취수준, 학업적 자기효능감, 적성, 흥미, 학습동기, 사회경제적 배경 요인이 우선적으로 수집될 필요가 있으며, 보다 심화된 데이터로는 사고과정의 패턴과 학습 스타일이 제시되었다(Wu et al., 2024).

정서·심리적 요소는 학습자의 내면적 특성과 심리적 상태를 이해하는 핵심 데이터 영역으로, 진로동기, 자기효능감, 진로성숙도, 진로개발 역량과 같은 진로 관련 심리 변인들이 필수적으로 수집되어야 한다(Savickas, 2002; Savickas & Porfeli, 2012). 성격, 정서조절능력, 심리적 안녕감 및 스트레스 수준과 같은 일반적 심리 특성도 중요한 데이터 요소로 제시되었다.

행동적 요소는 학습자의 실제 행동 패턴을 통해 객관적 정보를 수집하는 영역으로, 진로준비행동 패턴, 일상 활동 및 시간 사용 패턴이 주요 데이터로 제시되었다. AI와의 상호작용 데이터는 새로운 유형의 행동 데이터로서 중요성이 부각되었으며, 인간-AI 상호작용 과정 자체가 데이터 축적의 한 형태가 된다(Siemens, 2013).

2) 윤리적 데이터 수집 및 활용의 원칙

초개인화를 위한 다양한 데이터 수집의 필요성만큼이나 윤리적 고려사항이 강조되었다. 가장 중요하게 제시된 것은 교육적 목적 중심의 최소한 수집 원칙이다(European Parliament & Council, 2016). AI 기반 진로교육에서의

개인정보 활용이 학생의 성장 지원이라는 교육적 목적을 기준으로 이루어져야 하며, 수집 정보의 타당성을 판단하는 핵심 기준은 학습자의 성장에 미치는 핵심적인 요소인가 하는 것이다.

명확한 동의 절차 및 투명성 확보는 윤리적 데이터 수집의 필수 요건이며(Slade & Prinsloo, 2013), 학생과 보호자의 정보 제공 동의를 전제로 한 사전 고지 및 동의 절차를 정교화해야 하며, 이는 학습분석의 윤리적 활용을 위한 핵심 원칙으로 제시되어 왔다(Rubel & Jones, 2016). 보안 및 권리 보장 측면에서는 기술적 보안 조치와 함께 학습자의 데이터 주권을 보장하는 것이 강조되었으며, 수집된 데이터가 비식별화, 암호화 등의 기술적 조치를 통해 안전하게 처리되어야 한다(Steiner et al., 2016).

학습자의 데이터 삭제 요구권과 정보처리 이력 열람권 보장은 학습자 중심의 디지털 권리 보장 체계를 구축하는 핵심 요소이다(European Parliament & Council, 2016). 낙인효과 방지를 위한 해석 가이드라인의 마련도 중요한 윤리적 고려사항으로, AI 진단 결과에 대해 낙인효과가 발생하지 않도록 해석상의 윤리 가이드라인을 함께 마련해야 한다(Andalibi et al., 2023).

마. AI-인간 상담자 협력 모델

AI 기반 진로교육 시스템에서 인간 상담자와 AI의 효과적 협력은 시스템 성공의 핵심 요소이다. 전문가들은 각자의 강점을 살린 역할 분담과 함께 학습자 중심의 협력 원칙을 제시했다.

〈표 4-43〉 AI-인간 상담자 협력 모델

주체	핵심 역할	강점 영역	협력 원칙
AI 역할	• 사전 프로파일링 • 진로정보 분석 및 경로 추천 • 실시간 모니터링 및 피드백 • 구조적·체계적 작업	• 방대한 데이터 체계적 분석·정리 • 최신 정보 분석 및 최적 경로 • 24시간 접근 가능 지속 지원 • 패턴 인식 및 객관적 분석	AI 결과는 참고자료 • 절대 기준 아님 • 전문가적 해석·조정·보완 • 여러 가능성 중 하나로 인식
인간 상담자 역할	• AI 결과 해석 및 의미 부여 • 정서적·윤리적 지지 제공 • 비판적 사고 촉진 • 자립 역량 강화	• 개별 맥락 고려 의미 발견 • 불안·혼란·좌절 공감과 안정 • 깊이 있는 이해와 교감 • 가치관·사회적 책임 고려	능동적 사고·성찰 촉진 • 적절한 질문 통한 유도 • 비판적 검토 지원 • 독립적AI 활용 교육
협력의 핵심	• 경쟁·대체 아닌 상호 보완 • 교사-학생-AI 삼자 협력 • 효율성과 의미의 조화	• AI: 데이터 처리·패턴 발견 • 인간: 맥락 이해·공감 제공 • 각자 강점 활용·한계 보완	심리적 안정 및 낙인 방지 • 극단 정서 반응 시 개입 • 성장 지향적 해석 • 가능성과 대안 경로 제시

1) 상호 보완적 역할 분담의 필요성

AI와 인간 상담자의 역할 분담은 각자의 고유한 강점을 최대한 활용하는 방향으로 설계되어야 한다(Seeber et al., 2020). AI의 역할은 주로 데이터 중심의 객관적 분석과 체계적 정보 제공에 집중되어야 하며, 사전 프로파일링, 진로정보 분석, 내담자 관련 정보 분석, 실시간 모니터링 및 피드백 제공 등에 주력해야 한다.

반면에 인간 상담자의 역할은 AI가 제공하는 정보와 분석에 인간적 의미를 부여하고, 정서적 지지를 제공하며, 학습자의 비판적 사고를 촉진하는 데 집중되어야 한다. AI는 데이터 처리, 패턴 인식, 반복 작업에 탁월하지만, 창의성, 정서 지능, 윤리적 판단과 같은 인간 고유의 역량은 대체할 수 없기

때문이다(Wilson & Daugherty, 2018). AI의 분석 결과 해석과 의미 부여, 정서적이고 윤리적인 지지 제공, 비판적 사고 촉진 및 자립 역량 강화가 인간 상담자의 핵심 역할이다.

2) 효과적 협력을 위한 실천 원칙

효과적 협력을 위한 실천 원칙으로 AI 결과를 절대적 기준이 아닌 참고자료로 활용하는 원칙이 가장 기본적이면서도 중요하다(Wu et al., 2022). AI가 제시한 진단, 분석, 추천 결과를 내담자에게 그대로 전달하는 것은 절대 안 되며, 상담자는 전문가적 관점에서 이를 해석하고 조정하며 보완해야 한다. 학생의 능동적 사고와 성찰 과정을 촉진하는 것은 학습자 중심 교육을 실현하는 핵심 원칙이며(Knowles, 1975), 심리적 안정 제공 및 낙인효과 방지는 학습자의 정서적 안녕을 보호하는 중요한 원칙이다(Slade & Prinsloo, 2013).

바. 시스템 구현을 위한 실천 조건

AI 기반 진로교육 시스템의 성공적 구현을 위해서는 기술적 인프라, 인적 지원, 정책적 기반이 종합적으로 구축되어야 한다.

〈표 4-44〉 시스템 구현을 위한 실천 조건

구분	핵심요소	세부내용
기술적 인프라		
표준화된 통합 플랫폼	• 비용 대비 효과 최우선 • 자체 개발 또는 라이선스 • 개인정보 보호 측면 자체 개발 유리	공공 영역 직접 관리로 안전성·신뢰성 확보
기존 시스템 연동	• 워크넷·커리어넷 연동 • 학생부 자료 연계 • 한눈에 보는 통합 정보	통합적 접근으로 포괄적·정확한 진로지도
안정적 하드웨어·네트워크	• 충분한 처리 능력 • 안정적 고속 네트워크• 최소 사양 기준 설정	지역·학교 간 격차 해소 우선 지원
인적 지원 체계		
진로진학상담교사 확충	• 학생300~500명당1명 • 적정 상담 비율 유지 • 본연의 역할 집중 환경	전문성 인정 및 역할 보장
데이터 관리 전문인력	• 데이터 수집·정리·보안 • 개인정보 보호 감독 • 기술 문제 해결	교사의 교육적 역할 집중 지원
기술 지원 전담팀	• 시스템 개발·개선 • 기술 오류 수정 • 사용자 지원 및 교육	현장 필요와 기술 가능성 연결
정책적 기반		
법제도 정비	• 「진로교육법」AI 명시 • 개인정보 보호 세부 규정 • 편견·유출 등 엄격 금지	지속 가능성 확보 및 법적 보호
예산확보	• 국가 수준 대단위 예산 • NEIS 준하는 규모 • 장기적 재원 확보 방안	초기 개발·운영·유지보수·인력 배치
시도교육청 협력 거버넌스	• 컨소시엄 형태 공동 개발 • 국가 주도 또는 협력 체계 • 중복 투자 방지	전국 균등 서비스 및 지역 격차 해소
공동 개발·운영 체계	• 표준 플랫폼+지역 특성 • 다양한 이해관계자 참여 • 중앙집중+분권식 결합	안정성·일관성과 다양성·자율성 균형

1) 안정적 기술 인프라의 구축

표준화된 통합 플랫폼 개발은 시스템 구현의 출발점이며, 비용 대비 효과

가 가장 뛰어난 플랫폼 구축이 우선적이다. 기존 시스템과의 연동성 확보는 효율성과 사용자 편의성을 높이는 중요한 요소로, 기존의 워크넷이나 커리어넷 등의 개인별 자료와 연동 시스템을 갖추는 것이 중요하다. 안정적 하드웨어 및 네트워크 환경은 시스템의 실제 작동을 보장하는 기본 조건이다.

2) 전문인력의 체계적 배치

진로진학상담교사의 확충이 가장 시급하고 중요하며, 진로진학상담교사 인력이 학생 300~500명당 1명은 배치되어야 시스템 운영이 가능하다. 데이터 관리 전문인력의 배치는 AI 시스템의 안정적 운영을 위한 새로운 필요이며, 학교 내 학습자 데이터를 담당하는 전문인력이 지원될 필요가 있다. 기술 지원 전담팀의 구성은 시스템의 지속적인 개선과 문제 해결을 위해 필수적이다.

3) 지속 가능한 정책적 기반 마련

법제도 정비는 AI 기반 진로교육의 정당성과 지속성을 확보하는 기반이 되며, 「진로교육법」에 AI 진로교육에 관한 사항을 적절한 형태로 명시하여 법적 근거를 마련해야 한다. 예산확보는 시스템 구축과 운영의 현실적 가능성을 결정하는 결정적 요소로, 국가 수준의 대단위 예산확보가 필요하며 NEIS에 준하는 예산확보를 고려할 것이 제안되었다.

시도교육청 협력 거버넌스 구축은 효율적이고 지속 가능한 시스템 개발 및 운영을 위한 협력 체계로, 시도교육청 협력 거버넌스를 구축하여 컨소시엄 형태로 공동 개발 및 운영하거나, 국가 수준에서 시스템 및 플랫폼 구축을 주도하여 이끌어 갈 필요성이 있다.

3. 종합 시사점 및 제언

델파이 조사를 통해 도출된 주요 시사점은 다음과 같이 요약할 수 있다. 첫째, AI 기반 진로교육 시스템은 기술 중심이 아닌 교육 본질 중심의 접근으로 설계되어야 하며, 자기이해, 진로탐색, 자기결정력 강화라는 진로교육의 핵심 가치는 변함없이 유지되어야 한다.

둘째, AI 시대에 더욱 중요해지는 인간 고유 역량(자기결정력, 정체성 인식, 메타인지, 창의성과 감정지능)의 체계적 개발이 진로교육의 핵심 과제이다.

셋째, AI의 강점(데이터 분석, 정보 제공, 실시간 피드백)과 한계(감성적 접촉 부족, 자율적 성찰 대체 위험)를 명확히 인식하고, 인간 상담자와의 상호 보완적 협력 모델을 구축해야 한다.

넷째, 학습자 주체성 보장을 최우선 원칙으로 삼아AI 주도형이 아닌 학습자 주도형 시스템을 설계해야 하며, 질문 기반 피드백을 통한 지속적 자기성찰을 촉진해야 한다.

다섯째, 교사의 역할은 진단자에서 해석자·의미촉진자·동반자로 전환되어야 하며, 이를 위한 체계적인 역량 강화와 지원 체계가 구축되어야 한다.

여섯째, 초개인화를 위한 다차원적 데이터 활용과 함께 교육적 목적 중심의 최소한 수집, 명확한 동의 절차, 철저한 보안, 낙인효과 방지 등 엄격한 윤리적 기준이 병행되어야 한다.

일곱째, 성공적 시스템 구현을 위해서는 안정적 기술 인프라, 충분한 전문 인력 배치(진로교사, 데이터 관리자, 기술 지원팀), 법제도 정비와 대규모 예산확보, 시도교육청 협력 거버넌스 구축 등 종합적인 실천 조건이 마련되어야 한다.

본 조사 결과는AI 기반 진로교육 시스템이 단순한 기술 도입이 아니라, 진로교육의 패러다임 전환을 요구하는 종합적 혁신임을 보여 준다. 성공적인 시스템 구현을 위해서는 기술적 완성도만큼이나 교육철학의 명확성, 윤리적 기준의 엄격성, 인적·물적 자원의 충분성, 그리고 무엇보다 학습자 중심의 가치 실현이 핵심임을 알 수 있다. 향후AI 기반 진로교육 정책 수립 및 시스템 개발 시 본 조사에서 도출된 6대 실행 방안과 세부 원칙들이 체계적으로 반영되어야 할 것이다.

〈표 4-45〉 델파이 조사 종합: 핵심 원칙과 실천 과제

구분	핵심 원칙	실천 과제	기대 효과
교육 철학	• 기술이 아닌 교육 본질 중심 • 인간중심적 가치 견지 • 학습자 주체성 최우선	• 진로교육 핵심 가치(자기이해, 진로탐색, 자기결정력) 유지 • 정보전달에서 자기설계 중심으로 전환 • AI 주도가 아닌 학습자 주도 시스템 설계	• 기술 장점 활용과 인간 가치 보존의 조화 • 학습자의 능동적 진로 설계 역량 강화
역량 개발	• AI 대체 불가 인간 고유 역량 강화 • 네 가지 핵심 역량의 통합적 개발	• 자기결정력: 비판적 수용 능력 • 정체성 인식: 명확한 자아정체성 • 메타인지: 자기성찰과 조절 • 창의성·감정지능: 인간 고유 영역	• AI 시대에 더욱 중요한 인간성 강화 • 기술 발전과 함께 성장하는 인간 역량
협력 모델	• AI와 인간의 상호 보완적 협력 • 명확한 역할 분담과 협력 원칙	• AI: 데이터 분석, 정보 제공, 실시간 피드백 • 인간: 의미 부여, 정서 지지, 비판적 사고 촉진 • AI 결과는 참고자료, 학생 능동적 사고 촉진	• AI 강점 활용과 인간 한계 보완 • 효율성과 의미의 조화 • 학습자에게 최적의 진로교육 경험 제공

교사 역할	• 진단자→해석자·동반자 • 지식전달자→의미촉진자·코치 • 정보제공자→현실 연계 지원자	• 기술적 역량: AI 리터러시, 비판적 분석, 데이터 해석 • 인간적 역량: 학생 이해, 공감·소통, 상담 • 체계적 연수 및 양성 과정 개편	• 전문성 향상된 미래형 교사 • AI 시대 교육자로서의 고유 역할 수행 • 학생에 대한 깊이 있는 이해와 지원
데이터 활용	• 다차원적 학습자 이해 • 엄격한 윤리적 기준 병행	• 인지적·정서심리적·행동적 데이터 체계적 수집 • 교육적 목적 중심 최소 수집 • 투명성·보안·권리 보장, 낙인효과 방지	• 진정한 초개인화 진로교육 구현 • 학습자 신뢰 확보 • 윤리적이고 안전한 데이터 활용
시스템 구현	• 종합적 실천 조건 마련•지속 가능한 정책적 기반	• 기술 인프라: 통합 플랫폼, 시스템 연동, 안정적 환경 • 인적 지원: 교사·데이터 관리자·기술팀 충분 배치 • 정책 기반: 법제도 정비, 대규모 예산, 협력 거버넌스	• 안정적이고 지속 가능한 시스템 운영 • 전국적으로 균등한 진로교육 서비스 • 교육 격차 해소 및 공정성 향상

제5장

AI 기반 초개인화 진로교육 모델(안)

제1절 모델 개발의 원리 및 방향
제2절 모델의 구조적 체계
제3절 AI-PCE 핵심 프로세스
제4절 실행 주체별 역할 모델
제5절 단계별 구현 로드맵

제5장 AI 기반 초개인화 진로교육 모델(안)

제1절 모델 개발의 원리 및 방향

1. AI-PCE 정의와 비전

본 연구에서 제안하는AI 기반 초개인화 진로교육(AI-based hyper-Personalized Career Education, 이하AI-PCE) 모델은 학습자의 정체성, 자기결정력, 실행력을 핵심가치로 설정하고, 인공지능을 보조적 조력자로 활용하여 개인의 맥락에 부합하는 진로탐색과 계획, 실행 및 성찰을 책임 있게 개인화하는 국가 표준형 모델이다.

AI-PCE 모델은 단순히 기술적 도구를 도입하는 차원을 넘어서는 것을 지향한다. 이 모델은 진로교육이 추구해 온 본질적 목표인 학습자 중심성과 자기주도성을 견고하게 유지하면서도, 동시에 데이터와 알고리즘이 가진 장점을 전략적으로 활용함으로써 교육의 질과 효과성을 실질적으로 제고하는 것을 목적으로 한다. 이러한 설계 철학은 본 연구에서 실시한 델파이 조사 결과에서도 명확하게 확인되었다. AI 기술 전문가 그룹과 진로교육 전문가 그룹 모두 교사 중심성 확립을 최우선 과제로 합의하였으며(진로교육 전문

가 그룹 Borda 85점, AI 기술 전문가 그룹 적절성 평균 4.53점), 이는 인공지능이 교사를 대체하는 것이 아니라 교사의 전문성을 증강(Augment)하는 역할을 수행해야 함을 분명히 보여 준다.

가. AI-PCE 모델이 지향하는 비전

AI-PCE 모델이 추구하는 비전은 "모든 학생이 스스로 의미를 만들고, 작게 행동하며, 지속적으로 성장하도록 돕는 공공 진로교육의 기본 인프라를 구축하는 것"이다. 이는 단순한 선언적 목표를 넘어서, 진로교육이 실제로 작동하는 방식에 대한 구체적이고 철학적인 지향을 담고 있다.

이 비전은 세 가지 핵심 개념으로 구성되어 있다. 첫째는 '의미 만들기(Meaning-Making)'이다. 이는 학생 개개인이 자신의 진로에 대한 주체성(agency)을 온전히 발휘하여 의미 있는 선택을 하는 것을 말한다. 여기서 중요한 것은 인공지능과 교사가 제공하는 지원을 수동적으로 받아들이는 것이 아니라, 학생이 그러한 지원을 자신의 고유한 맥락 속에서 능동적으로 재해석하고 의미화하는 과정이다. 학생은 단순한 정보의 수용자가 아니라, 자신의 진로 여정에서 의미를 창조하는 적극적인 행위자가 된다.

둘째는 '작은 행동(Micro-Action)'이다. 이 개념은 진로 개발이 거창하고 완벽한 계획보다는, 소소하지만 구체적인 실천을 통해 점진적으로 이루어진다는 인식에 기반한다. 학생들은 때로 '완벽한 진로 계획'을 세워야 한다는 부담감으로 인해 정작 행동을 시작하지 못하는 경우가 많다. AI-PCE 모델은 이러한 심리적 장벽을 낮추고, 대신 실행 가능한 작은 변화를 지속적으로 만들어가는 것을 중시한다. 작은 행동들이 축적되면서 학생은 자신도 모르는 사이에 목표에 한 걸음씩 다가가게 되며, 각각의 작은 성취는 다음 행동

을 위한 동력이 된다.

셋째는 '지속적 성장(Continuous Growth)'이다. 이는 진로 개발이 일회성 사건이 아니라 평생에 걸친 순환적 과정임을 강조한다. 학생들은 반성적 성찰을 통해 자신의 경험에서 의미를 발견하고, 실패와 성공 모두를 배움의 기회로 전환한다. AI-PCE 모델은 이러한 순환적 학습 과정을 체계적으로 지원함으로써 학생들이 단순히 진로를 '결정'하는 것을 넘어 지속적으로 자신을 개발하고 진화시켜 나갈 수 있도록 돕는다.

이 세 가지 핵심 개념은 상호 유기적으로 연결되어 있다. 의미 만들기는 작은 행동을 통해 구체화되고, 작은 행동들은 성찰을 통해 의미 있는 성장으로 전환되며, 지속적 성장은 다시 더 깊은 의미 만들기로 이어지는 선순환 구조를 형성한다.

2. 델파이 조사 기반 설계 원리

AI-PCE 모델의 개발 방향은 현재 진로교육이 직면한 근본적 한계를 극복하고 새로운 패러다임을 제시하는 데 있다. 4차 산업혁명 시대의 환경 변화는 전통적인 진로교육 패러다임을 근본적으로 무력화시키고 있다. 2030년까지 전 세계 일자리의 22%가 구조적으로 재편되고(WEF, 2025), 국내 창업기업의 5년 생존율은 29.2%에 불과하며(중소벤처기업부, 2024), 1인 기업이 전체 중소기업의 75.1%를 차지하고 있다(중소벤처기업부, 2023). 또한 근로자의 핵심 스킬 중 39%가 향후 5년 내 변화하거나 구식화될 것으로 전망되는 등(WEF, 2025), 지속적인 역량 재개발이 필수화되는 시대가 도래하고 있다.

가. 기존 진로교육의 한계

기존 진로교육은 한 번의 선택(진학 또는 취업)에 집중하고 "좋은 대학평생 안정"이라는 더 이상 작동하지 않는 전제에 기반하며, 경력 전환 준비가 전무하다. 직업 정보를 나열식으로 제공하고 입시 중심으로 운영되어 자기이해가 부족하며, 개인 특성을 무시한 획일화된 접근을 취한다. 진로교육을 취업 준비로만 인식하고 창업은 교육 밖 영역으로 간주하며, 실패 후 재기 지원이 전무하다. 선형적 단계(학교-직장-은퇴)를 전제하고 재교육을 평생교육으로 분리하여 경력 전환 역량 개발이 미흡하다.

이러한 한계는 중소기업 신입사원의 3년 내 퇴사율이 76%에 달하고(한국경영자총협회, 2016), '쉬었음' 청년이 50만 명을 넘어서는(통계청, 2025) 반복적 시행착오와 경력 공백, 대학생의 진로 미결정 문제(나우열, 이동혁, 2018), 창업기업의 5년 생존율이 29.2%에 불과한(통계청, 2024) 준비 없는 창업의 악순환, 그리고 중장년층의 조기퇴직과 기술 변화 적응 실패(한요셉, 2024) 등의 결과를 낳고 있다.

나. AI-PCE 모델의 새로운 접근

AI-PCE 모델은 이러한 문제에 대응하여 생애주기 통합 관점을 채택한다. 진학-취업-이직-재교육을 하나의 통합된 진로 여정으로 연결하고, 초중등(진학)-고등(취업)-평생(재교육)을 유기적으로 연계한다. 자기이해 기반 접근을 통해 초중등부터 진학과 진로를 통합적으로 연계하며, 자기결정성 이론(Deci &Ryan, 2000)과 사회정서학습을 통합하여 학습자의 전인적 발달을 지원한다. 다양한 경로 통합 지원을 통해 실패를 재정의하고 고등교육과 평생교육을 연계하며, 취업뿐만 아니라 창업, 프리랜서, 일인기업 등 다양한

진로 경로를 지원한다. 평생교육 관점의 직업 연계를 통해 순환적 재학습과 경력전환 체계를 구축하고, 이직, 창업실패, 경력단절 후 재기를 지원한다.

다. AI-PCE의 핵심 메커니즘: 축적-편집-제안

AI-PCE 모델의 차별성은 기존 진로교육의 '일회성 선택' 패러다임을 넘어서는 '축적-편집-제안(Accumulate-Edit-Suggest)'이라는 핵심 메커니즘에 있다. 이 메커니즘은 AI-PCE가 "무엇을 하는가"를 규정하는 정체성의 핵심이자, 생애주기 통합 진로교육을 실현하는 작동 원리이다.

〈표 5-1〉 AI-PCE 핵심 매커니즘: 축적-편집-제안

단계	핵심 기능	기존 진로교육과의 차이
축적	초등학교부터 성인까지 개인의 흥미, 적성, 학업, 활동 데이터를 지속적으로 축적 시간에 따른 변화 추이 기록 생애 전반의 진로 여정 데이터화	기존: 학교급별 단절, 졸업 시 데이터 소멸 AI-PCE: 생애주기 연속성 확보, 누적 데이터 기반 심층 분석 가능
편집	진로 목표가 바뀔 때마다 축적된 데이터를 재분석 최적의 포트폴리오 편집 옵션 제시 개인의 진로 재설계 지원	기존: 진로 변경 시 처음부터 다시 시작 AI-PCE: 기존 경험을 새로운 목표에 맞게 재해석·재구성
제안	편집된 진로 목표에 맞춤형 경로 제안 학습 경로, 과목 선택, 직업 전환 방안 추천 실행 가능한 마이크로 액션 설계	기존: 일반적 정보 제공, 획일화된 추천 AI-PCE: 개인 맥락 기반 초개인화 경로 설계

이 메커니즘의 핵심 가치는 진로 개발을 '한 번의 결정'이 아닌 '지속적 진화'로 재정의하는 데 있다. 4차 산업혁명 시대에는 20~40대 직장인의 69.5%가 이직을 고려하고 있으며 평균 이직 횟수가 2.8회에 달하는 등(한국

경영자총협회, 2024), 직업 이동이 일상화되고 있다. 향후 5년간 전 세계 직업의 22%가 구조적 변화를 겪을 것으로 예상되어(WEF, 2025), 한 번의 선택으로 평생 안정을 보장받던 과거의 패러다임은 더 이상 작동하지 않는다. 축적-편집-제안 메커니즘은 이러한 시대적 변화에 대응하여, 학생이 진로 목표를 변경하더라도 그동안 축적된 경험과 역량이 새로운 방향으로 재편집되어 활용될 수 있도록 지원한다.

3. 설계 원리: 7대 원칙

앞서 제시한' 축적-편집-제안' 메커니즘이 AI-PCE가 "무엇을 하는가"를 규정한다면, 7대 설계 원리는 이를 "어떻게 구현할 것인가"에 대한 가치적 지침이다. 이 원리들은 델파이 조사를 통해 도출된 전문가 합의를 반영하여, 교육적 타당성과 기술적 실현 가능성 사이의 균형점을 제시한다.

첫째, **목적의 불변, 그러나 방법 혁신의 원칙**이다.

진로교육이 추구해 온 철학적 토대와 핵심 가치는 변함없이 유지하되, 그것을 구현하는 방식에서만 데이터와 인공지능 기술을 활용하여 고도화한다는 원칙이다. 이는 기술 혁신이 교육의 본질을 훼손하지 않으면서도 효율성과 효과성을 높일 수 있도록 하는 균형점을 지향한다. 진로교육의 목적인 학생의 자기이해, 진로탐색, 합리적 의사결정 능력 함양은 불변으로 유지하되, 구현 방법으로 AI 기반 개인화 분석, 데이터 기반 추천, 자동화된 추적을 혁신적으로 적용한다.

적용 예시

- 진로교육의 목적: 학생의 자기이해, 진로탐색, 합리적 의사결정 능력 함양(불변)
- 구현 방법: AI 기반 개인화 분석, 데이터 기반 추천, 자동화된 추적(혁신)

둘째, **주체성 우선의 원칙**이다.

인공지능이 제공하는 추천이나 분석 결과는 어디까지나 참고자료일 뿐이며, 진로에 관한 최종 결정의 주체는 언제나 학생 자신이어야 한다는 원칙이다. 이는 학습자의 자율성과 자기결정권을 존중하고, 인공지능이 학생의 선택을 대체하거나 강요하는 것이 아니라 보조하는 역할에 머물러야 한다는 점을 명확히 한다. 모든 AI 추천에 "이 내용은 참고자료입니다. 최종 선택은 여러분의 몫입니다."를 명시하고, 학생이 AI 추천을 거부하고 자신의 대안을 선택할 수 있는 옵션을 제공하며, 강요적 표현("반드시~해야 해")을 자동으로 차단한다.

구현 방식

- 모든 AI 추천에 “이 내용은 참고자료입니다. 최종 선택은 여러분의 몫입니다.” 명시
- 학생이 AI 추천을 거부하고 자신의 대안을 선택할 수 있는 옵션 제공
- 강요적 표현(“반드시 ~해야 해“) 자동 차단

셋째, **과정중심의 원칙**이다.

AI-PCE 모델은 자기이해에서 출발하여 탐색, 계획, 실행, 성찰에 이르는 진로교육의 학습 순환 과정을 구조화하고, 각 단계가 유기적으로 연결되어 학습자의 성장을 지원하도록 설계한다. 단편적 결과나 일회성 추천이 아닌, 지속적이고 순환적인 학습 과정을 중시하는 것이다. S-E-P-A-R 순환 프로세스(Self-Insight → Explore → Plan → Act → Reflect)를 통해 학생의 고민, 망설임, 실패와 같은 부정적으로 보일 수 있는 경험들도 의미 있는 성장

과정으로 통합되며, 경험학습 이론(Kolb,1984)에 기반하여 직접 체험하고, 성찰하고, 개념화하고, 실험하는 순환적 과정을 통해 진로 역량을 개발할 수 있도록 지원한다.

S-E-P-A-R 순환 프로세스

- Self-Insight → Explore → Plan → Act → Reflect → (다시 Self-Insight로)

넷째, **Human-in-the-Loop 원칙**이다.

교사와 진로상담자는 단순한 관리자나 운영자가 아니라, 학생의 데이터와 인공지능 분석 결과를 해석하고 의미를 촉진하는 핵심 주체로서 상시적으로 개입한다. 이는 인간 전문가의 전문성과 판단력이 인공지능 시스템과 결합될 때 비로소 진정한 개인화 교육이 가능하다는 것을 인정하는 원칙이다. 델파이 조사에서 AI 기술 전문가와 진로교육 전문가 모두 교사 중심성 확립을 최우선 과제로 합의했다(진로교육 전문가 그룹 Borda 85점, AI 기술 전문가 그룹 적절성 평균4.53점). 3단계 검토 체계를 통해 AI가 초안을 생성(데이터 기반 분석 및 추천안 작성)하고, 교사가 의미화(학생 맥락을 고려한 재해석 및 보완)하며, 학생이 재구성(자신의 언어로 이해하고 실천 계획 수립)하는 협업 구조를 구현한다.

3-Layer 검토 체계

1. AI 초안 생성: 데이터 기반 분석 및 추천안 작성
2. 교사 의미화: 학생 맥락을 고려한 재해석 및 보완
3. 학생 재구성: 자신의 언어로 이해하고 실천 계획 수립

다섯째, **책임 있는 개인화의 원칙**이다.

개인정보는 최소한으로 수집하고 명확한 목적에 한정해 사용하며, 형평성과 편향성을 지속적으로 모니터링하고, 특정 집단이나 개인에 대한 낙인이

발생하지 않도록 데이터를 해석하고 활용한다. 이는 개인화가 윤리적 책임과 사회적 공정성을 동반해야 한다는 것을 강조하는 원칙이다. 핵심 실천 사항으로 최소 수집(진로교육 목적에 필수적인 데이터만 수집), 목적 제한(사전 동의된 목적 외 활용 금지), 낙인 방지(민감 정보는 보호뷰(Protected View) 방식으로 제공), 형평성 모니터링(성별, 지역, 사회경제적 배경별 격차 실시간 감시)을 적용한다.

핵심 실천 사항

- 최소 수집: 진로교육 목적에 필수적인 데이터만 수집
- 목적 제한: 사전 동의된 목적 외 활용 금지
- 낙인 방지: 민감 정보는 보호 뷰(Protected View) 방식으로 제공
- 형평성 모니터링: 성별, 지역, 사회경제적 배경별 격차 실시간 감시

여섯째, **설명 가능성의 원칙**이다.

인공지능이 제공하는 모든 분석과 추천은 그 근거를 명확히 표기해야 하며, 어떤 데이터가 사용되었고 어떤 논리로 결론에 도달했는지를 학생과 교사가 이해할 수 있어야 한다. 또한 모델의 한계와 특성을 설명하는 모델카드를 의무적으로 제공하여 투명성을 확보한다. 델파이 조사에서 AI 기술 전문가들은 RAG 기반 지식 검증 시스템을 가장 중요한 요소로 꼽았으며(평균 4.73점), 진로교육 전문가들은 알고리즘 투명성 확보를 필수 요소로 강조했다(81.3% 합의). 구현 요소로 근거 패널(모든 추천에 데이터 출처, 판단 근거, 확신도 표시), 모델카드(AI 모델의 목적, 학습 데이터, 성능, 한계, 편향 공개), 학생 언어(전문 용어 대신 학생이 이해하기 쉽게 설명)를 제공한다.

구현 요소

- 근거 패널: 모든 추천에 데이터 출처, 판단 근거, 확신도 표시
- 모델카드: AI 모델의 목적, 학습 데이터, 성능, 한계, 편향 공개
- 학생 언어: 전문 용어 대신 학생이 이해하기 쉽게 설명

일곱째, **접근성과 확장성의 원칙**이다.

AI-PCE 모델은 공공 표준과 API 기반으로 설계하여 지역이나 학교의 여건과 무관하게 모든 학생이 동등하게 접근할 수 있도록 하며, 향후 기술 발전과 교육 환경 변화에 따라 유연하게 확장 가능하도록 구조화한다. 표준화 전략으로 공통 데이터 스키마(전국 통일 표준으로 상호 운용성 보장), 공공 API 허브(민간 서비스와의 연계 가능한 개방형 구조), 모듈형 아키텍처(기능별 독립 개발 및 단계적 확장 가능)를 적용한다. 델파이 조사에서 진로교육 전문가들은 단계적 확산 방식(시범 운영검증 확대)이 적절하다는 의견을 우세하게 제시했다(62.5%). 1단계(1~12개월)에는 핵심 플랫폼 개발과 10개 시범학교 운영, 2단계(13~24개월)에는 기능 고도화와 100개교 확대, 3단계(25~36개월)에는 전국 600만 학생으로 확대하는 단계적 로드맵을 따른다.

표준화 전략

- 공통 데이터 스키마: 전국 통일 표준으로 상호 운용성 보장
- 공공 API 허브: 민간 서비스와의 연계 가능한 개방형 구조
- 모듈형 아키텍처: 기능별 독립 개발 및 단계적 확장 가능

4. AI-PCE 핵심 매커니즘과 설계 원리의 관계

AI-PCE 모델은 '핵심 메커니즘'과 '7대 설계 원리'라는 두 축으로 구성된다. 이 두 요소는 상호보완적 관계에 있으며, 각각 모델의 본질과 구현 방향을 규정한다.

핵심 메커니즘(축적-편집-제안)은 AI-PCE가 '무엇을 하는가'에 대한 답이다. 학생의 진로 관련 데이터를 지속적으로 축적하고, 이를 맥락에 맞게 편집하여, 개인화된 진로 정보를 제안하는 일련의 작동 원리를 의미한다. 이는

특정 시점의 일회성 검사에 의존하던 기존 진로교육과 달리, 생애주기 전반에 걸쳐 진로 발달을 통합적으로 지원한다는 점에서 패러다임의 전환을 보여준다.

7대 설계 원리는 AI-PCE를 '어떻게 구현할 것인가'에 대한 가치적 지침이다. 시스템 개발 및 운영 과정에서 준수해야 할 윤리적이고 방법론적 원칙을 제시하며, 교육적 타당성과 기술적 실현 가능성 사이의 균형점을 설정한다. 이를 통해 기술 중심의 맹목적 도입이 아닌, 교육 본질에 부합하는 AI 활용의 방향성을 확보할 수 있다.

요컨대, 핵심 메커니즘이 AI-PCE의 기능적 정체성을 규정한다면, 7대 설계 원리는 그 구현 과정의 규범적 기준을 제공한다.

〈표 5-2〉 AI-PCE 핵심 매커니즘과 설계 원리의 관계

구분	내용
핵심 메커니즘 (축적-편집-제안)	• AI-PCE가 "무엇을 하는가"를 규정 • 기존 진로교육과의 패러다임 차별성 • 생애주기 통합 진로교육의 작동 원리
7대 설계 원리	• AI-PCE를 "어떻게 구현할 것인가"에 대한 가치적 지침 • 구현 과정에서 준수해야 할 윤리적·방법론적 원칙 • 교육적 타당성과 기술적 실현 가능성의 균형점

제2절 모델의 구조적 체계

1. 5계층 참조 아키텍처

AI-PCE 모델은 사용자 인터페이스부터 인프라 계층까지 5개 계층으로 구성된 참조 아키텍처를 기반으로 설계되었다. 각 계층은 명확한 역할과 책임을 가지며, 상호 유기적으로 연계되어 시스템의 일관성과 확장성을 보장한다.

가. 제5계층: 경험 계층

경험 계층은 학생, 교사, 보호자가 시스템과 직접 상호작용하는 사용자 인터페이스 영역이다. 이 계층은 세 가지 주요 접점으로 구성된다. 즉 학생 애플리케이션은 학생들이 일상적으로 사용하는 핵심 도구로, 대화형 진로탐색 기능을 통해 LLM 기반의 자연어 대화로 진로 고민을 상담할 수 있다. 델파이 조사에서 AI 기술 전문가들은 이러한 대화형 기능의 중요성을 평균 4.60점으로 평가하며 파인튜닝의 최우선 순위로 꼽았다. 또한 정체성 저널링 기능[4]을 통해 학생들은 자신의 가치관과 선택의 일치도를 기록하고, 시간 흐름에 따른 자신의 변화를 추적할 수 있다. 진로 장벽 시나리오 탐색 기능은 학생들이 예상되는 어려움을 사전에 시뮬레이션하고, 30가지 유형별 극복 전략을 학습할 수 있도록 지원한다. 실행 체크인 기능은 마이크로 액션의 실행 여부를 확인하고 습관 형성을 돕는 리마인더를 제공하며, 성취 배지와 리워드를 통해 동기를 부여한다.

교사 및 진로상담자 콘솔은 교육 전문가들이 학생을 효과적으로 지도할

4) 학생이 자신의 진로 선택 과정에서 '왜 이 선택을 했는가'를 기록하고 성찰하여 일관된 자아정체성을 형성하고, 주체적 진로결정 역량을 강화함.

수 있도록 설계되었다. 핵심 기능인 삼자 협업 보드는 AI의 분석 결과와 추천 근거, 교사의 맥락 해석과 보완 의견, 그리고 학생의 자기성찰을 하나의 공간에서 통합적으로 관리할 수 있게 한다. 이를 통해 AI 제안이 교사의 전문적 판단과 학생의 주체적 선택이라는 두 가지 중요한 요소로 보완되는 구조를 구현한다. 실시간 알림 및 개입 도구는 저조한 실행률을 보이는 학생이나 정서적 어려움의 신호를 포착하여 교사에게 알림으로써 적시 개입이 가능하도록 지원한다. 학급 및 개인별 리포트 자동 생성 기능은 진로성숙도 변화 추이, 실행률, 참여도 분석 등을 제공하며, 익명화된 집단별 비교 데이터를 통해 학급 전체의 상황을 파악할 수 있게 한다.

〈표 5-3〉 삼자 협업 보드(Three-way Collaboration Board)

[AI 제안]	[교사 의미화]
분석 결과 추천 근거 확신도 표시	맥락 해석 보완 의견 실행 제안
[학생 성찰]	
자신의 언어로 재구성 실천 계획 질문 및 피드백 요청	

보호자 포털은 선택적으로 제공되는 도구로서 학부모가 자녀의 진로개발 과정에 적절히 참여할 수 있도록 지원한다. 동의 관리 기능을 통해 데이터 수집 항목별로 동의하거나 거부할 수 있으며, 열람·정정·삭제·이동 등의 권리를 직접 행사할 수 있다. 또한 자녀 진로지도 가이드 등 교육 자료에 접근할 수 있어 가정에서의 진로지도 역량을 강화할 수 있다.

나. 제4계층: 개인화 엔진 계층

개인화 엔진 계층은 AI-PCE 모델의 맞춤화 기능을 담당하는 핵심 영역이다. 델파이 조사 결과를 바탕으로 설계된 3단계 개인화 알고리즘은 학생의 데이터 동의 수준과 시스템 사용 이력에 따라 차등적으로 적용된다.

1단계 규칙 기반 추천은 모든 학생에게 기본적으로 제공되는 방식으로 학년, 성취도, 명시적 관심사 등 명확한 기준을 바탕으로 진로를 추천한다. 예를 들어 수학 성적이 상위 30%이고 과학에 관심이 있는 학생에게는 이공계 진로 후보군을 제시한다. 이 방식은 투명하고 설명 가능하며 편향이 최소화된다는 장점이 있다.

2단계 협업 필터링은 충분한 이력이 축적된 학생에게 적용되며, 유사한 관심사와 특성을 가진 학생 집단의 패턴을 분석한다. “너와 비슷한 관심사를 가진 학생들은 이런 진로를 탐색했어.”와 같은 방식으로 표현되며, 개인 식별이 불가능한 익명화된 집단 데이터만을 활용한다.

3단계 AI 기반 심층 개인화는 선택적으로 동의한 학생에게만 제공되며, LLM이 학습자의 학업, 흥미, 가치관, 정서, 장벽 등을 종합적으로 분석하여 맞춤형 추천을 제공한다. 델파이 조사에서 전문가들은 이러한 심층 개인화에 대해 평균 4.53점의 높은 중요도를 부여했으나, 동시에 반드시 교사의 검토를 거쳐야 한다는 조건을 명시했다.

메타인지적 질문 자동 생성 기능은 학생의 사고를 촉진하는 질문을 생성한다. 예를 들어 “이 직업이 네 가치관과 맞는 이유는 무엇일까?”, “이 목표를 달성하는 데 어떤 어려움이 예상되나?”, “지난주와 비교해서 네 관심사가 어떻게 변했을까?”와 같은 질문을 통해 학생 스스로 깊이 있는 성찰을 할 수 있도록 돕는다. 보수적 탐색 전략은 시스템의 안전성을 보장하기 위한

설계 원칙이다. 검증되지 않은 극단적 추천이나 과도한 편향을 회피하고, 최소 2개 이상의 독립 출처를 확인하며, 불확실성이 높은 경우에는 교사에게 판단을 위임하는 방식으로 작동한다.

다. 제3계층: 콘텐츠 및 지식 그래프 계층

콘텐츠 및 지식그래프 계층은 진로에 관한 구조화된 지식과 콘텐츠를 제공한다. 델파이 조사에서 진로교육 전문가들은 이 계층의 중요성에 대해 Borda 점수 75점을 부여했다. 진로 지식 그래프는 직업, 전공, 핵심 역량, 구체적 활동이라는 네 가지 노드를 유기적으로 연결한다. 예를 들어 소프트웨어 개발자라는 직업은 컴퓨터공학 전공과 관련되고, 프로그래밍과 문제해결력이라는 핵심 역량을 요구하며 코딩 동아리, 해커톤, 온라인 강좌와 같은 구체적 활동을 통해 개발될 수 있다. 이러한 경로 연결을 통해 학생들은 현재의 관심사에서 출발하여 구체적인 실행 단계까지 체계적으로 탐색할 수 있다.

RAG 시스템은 델파이 조사에서 AI 기술 전문가들이 평균 4.73점으로 가장 높은 중요도를 부여한 기능이다. 학생의 질문을 임베딩 벡터화하여 벡터 데이터베이스에서 관련 문서를 검색하고, 상위 K개 문서를 추출하여 LLM에 콘텍스트로 제공한다. 생성된 답변은 RAG 검증 과정을 거친 후, 교사의 검토를 받아 최종적으로 학생에게 제공된다. 품질 보증을 위해 다중 소스 크로스 체킹을 실시하여 2개 이상의 출처를 확인하며, 확신도 점수를 3단계로 표시한다. 높은 확신(★★★)은 교육부 공식 자료 기반, 중간 확신(★★)은 2024년 기준으로 변경 가능한 정보, 낮은 확신(★)은 참고만 하고 교사 확인이 필요한 정보를 나타낸다. 델파이 조사에서 AI 기술 전문가들은 평균 4.60

점, 진로교육 전문가들은 81.3%의 필수 비율로 이러한 품질 보증 체계의 중요성을 강조했다.

콘텐츠 라이브러리는 세 가지 주요 데이터베이스로 구성된다. 진로정보 DB는 커리어넷, 대입정보포털, 워크넷 등 공공 데이터와 연동하여 5,000개의 직업정보를 비롯하여 3,000개의 학과 및 전공 정보, 그리고 자격증 및 진로 경로 정보를 제공한다. 교육 콘텐츠 DB는 교육부 승인 진로교육 자료와 전문가 검증 콘텐츠를 포함하며, 분기별로 산업별 최신 트렌드를 업데이트한다.

진로 장벽 시나리오 라이브러리는 30가지 유형으로 분류된 장벽과 극복 전략을 제공한다. 정보부족형(예: “어떤 진로가 있는지 모르겠어요.”), 시간 제약형(예: “공부하느라 탐색할 시간이 없어요.”), 정서적 어려움형(예: “실패할까 두려워요.”), 자원부족형(예: “사교육을 받을 형편이 안 돼요.”), 가정환경형(예: “부모님이 반대하세요.”) 등 학생들이 실제로 겪는 다양한 어려움에 대한 실질적 해결책을 제시한다. 실제 사례 DB는 선배 멘토 인터뷰 500개, 직업인 하루 일과 영상 300개, 진로 전환 스토리 200개를 포함하여 학생들이 생생한 현장 정보를 접할 수 있도록 지원한다.

라. 제2계층: 데이터 계층

데이터 계층은 학습자 프로필, 행동 로그, 상담 이력 등 시스템 운영에 필요한 모든 데이터를 관리하며, 외부 시스템과의 연동을 위한 표준 API를 제공한다. 학습자 프로필은 델파이 조사 결과를 바탕으로 3단계로 구분된다.

1단계 필수 데이터는 명시적 동의를 받아 최소한으로 수집하며, 학년, 성별, 진로 희망 분야 등의 기본 정보와 교과별 성취도, 흥미·적성·가치관·효능감 등의 심리 특성, 그리고 탐색 활동과 체험 이력 등의 진로 행동을 포함한다.

이러한 데이터는 졸업 후 3년간 보유된다.

〈표 5-4〉 Level 1: 필수 데이터(명시적 동의, 최소 수집)

데이터 유형	구체적 항목	수집 방법	보유 기간
기본 정보	학년, 성별, 진로 희망 분야	자기보고	졸업 후 3년
학업성취	교과별 성취도 (A-E)	NEIS 연동	졸업 후 3년
심리 특성	흥미, 적성, 가치관, 효능감	표준검사	졸업 후 3년
진로 행동	탐색 활동, 체험 이력	시스템 로그	졸업 후 3년

2단계 심화 데이터는 선택적 동의를 받아 수집되며, 검색 패턴, 체류 시간, 클릭 흐름 등의 학습 행동을 비롯해 감정 체크인, 동기 수준 등의 정서 상태를 포함한다. 사회경제적 배경 정보는 익명화하여 통계 목적으로만 활용한다.

〈표 5-5〉 Level 2: 심화 데이터(선택적 동의 + 익명화)

데이터 유형	구체적 항목	수집 방법	보유 기간
학습 행동	검색 패턴, 체류 시간, 클릭 흐름	시스템 로그	선택 동의
정서 상태	감정 체크인, 동기 수준	자기보고	선택 동의
사회경제적 배경	가구 소득, 부모 학력	익명 설문	익명화, 통계 목적으로만 활용

3단계 장기 추적 데이터는 학생과 학부모의 공동 동의가 필요하며, 델파이 조사에서 AI 기술 전문가들은 해당 항목에 평균 4.47점의 중요도를 부여했다. 시간에 따른 관심 변화와 역량 발달 추이를 추적하는 성장 패턴 데이터, 그리고 진로 계획 실행 및 수정 이력을 기록하는 목표 달성도 데이터는 장기 효과성 분석과 개입 전략 개선에 활용된다.

〈표 5-6〉 Level 3: 장기 추적 데이터(학생·학부모 공동 동의)

데이터 유형	구체적 항목	목적
성장 패턴	시간에 따른 관심 변화, 역량 발달 추이	장기 효과성 분석
목표 달성도	진로 계획 실행 및 수정 이력	개입 전략 개선

델파이 조사: AI Agent M=4.47

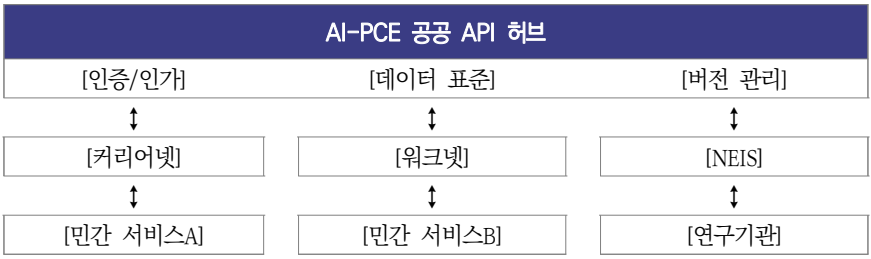
데이터 거버넌스는 델파이 조사에서 진로교육 전문가들이 81.3%의 필수 비율로 강조한 영역이다. 학생 데이터 주권을 보장하기 위해 5대 권리를 명시한다. 열람권은 자신의 모든 데이터를 조회할 수 있는 권리를 포함하며, 이동권은 표준 포맷으로 데이터를 다른 시스템으로 이전(표준 포맷)할 수 있는 권리를, 정정권은 오류 발견 시 수정을 요청할 수 있는 권리를, 삭제권은 언제든지 데이터 삭제를 요청할 수 있는 권리(7일 이내 처리)를, 처리 내역 확인권은 누가, 언제, 어떤 목적으로 접근했는지 등을 확인할 수 있는 권리를 포함한다.

학생 데이터 주권 5대 권리

1. 열람권: 자신의 모든 데이터 조회
2. 이동권: 데이터를 다른 시스템으로 이전(표준 포맷)
3. 정정권: 오류 발견 시 수정 요청
4. 삭제권: 언제든지 데이터 삭제 요청(7일 이내 처리)
5. 처리 내역 확인권: 누가, 언제, 어떤 목적으로 접근했는지 확인

표준 API 설계는 AI-PCE 공공 API 허브를 중심으로 커리어넷·워크넷·NEIS 등의 공공 시스템과 민간 서비스, 연구기관을 연결한다. 아울러 RESTful API 방식을 채택하고, OAuth 2.0 기반 인증을 통해 보안을 강화하며, 목적별로 접근 권한을 차등 부여한다. API 사용 내역은 실시간으로 모니터링하여 투명성과 책임성을 확보한다.

[그림 5-1] 표준 API 설계



※ RESTful API 설계(자원 표시 방식), OAuth 2.0 기반 인증(다른 앱에서 접근하는 방식), 목적별 접근 권한 차등 부여, API 사용 내역 실시간 모니터링

마. 제1계층: 신뢰 및 운영 계층

신뢰 및 운영 계층은 시스템의 기반을 이루는 계층으로, 개인정보 보호, 접근제어, 품질관리, 모니터링 기능을 통합적으로 관리한다. 델파이 조사에서 AI Agent와 진로교육 전문가 양측 모두 이 계층의 중요성을 최우선 순위로 강조했다.

개인정보 보호 체계는 3단계 비식별화 전략을 적용한다. 가명 처리를 통해 이름을 익명 ID로 변환하고, 3명 미만의 그룹은 총계 처리로 표시하지 않으며, 정확한 점수 대신 상·중·하와 같은 범주로 표시한다. 암호화 체계는 전송 중에는 TLS 1.3을, 저장 시에는 AES-256을 사용하며, 개인 식별 정보와 상담 내용 등 민감 정보에는 추가 암호화를 적용한다.

접근 제어는 RBAC(역할 기반 접근 제어)와 ABAC(속성 기반 접근 제어)를 병행한다. RBAC는 학생은 자신의 데이터에만 접근할 수 있도록 권한을 부여하며, 교사는 담당 학생 데이터에만, 학교 관리자는 익명화된 학교 전체 통계에만, 그리고 시스템 관리자는 기술 관리 목적에만 접근할 수 있도록 역할별 권한을 부여한다. ABAC는 동의 여부, 데이터 민감도, 접근 목적에

따라 세밀하게 권한을 제어한다.

감사 로그는 모든 데이터 접근을 기록하며 누가, 언제, 무엇을, 왜 접근했는지를 추적한다. 블록체인 방식의 해시 체인을 통해 위변조를 방지하고, 분기별로 정기 감사를 실시한다.

모델카드 공개는 델파이 조사에서 진로교육 전문가들이 81.3%의 필수 비율로 강조한 투명성 확보 방안이다. 각 AI 모델에 대해 개발 목적, 학습 데이터, 성능 지표, 알려진 한계, 잠재적 편향, 권장 사용법을 상세히 공개한다.

모델카드 공개 예시: 진로 추천 알고리즘 v2.1

```
## 개발 목적
학생의 흥미, 적성, 가치관을 종합하여 적합한 진로 후보군 추천
## 학습 데이터
- 시범학교 50개교, 학생 15,000명의 익명 데이터
- 커리어넷 직업정보 5,000개
- 기간: 2024년 3월 ~ 2025년 2월
## 성능 지표
- 추천 적중률: 73%(학생이 실제로 선택한 진로가 Top 5 안에 포함)
- 교사 승인율: 89%
## 알려진 한계
- 예술 분야 추천 정확도 낮음(55%)
- 비전형적 진로에 대한 데이터 부족
## 잠재적 편향
- 성별 편향 점검 결과: 5개 직업군에서 불균형 탐지(조치 완료)
- 지역 편향: 수도권 데이터 과다(지방 데이터 보강 중)
## 권장 사용법
- 반드시 교사 검토 후 학생에게 제공
- 학생의 자유로운 탐색을 제한하지 말 것.
- 추천을 강요하지 말 것.
```

출처: 본 「진로 추천 알고리즘 v2.1 모델카드 공개 예시」는 델파이 조사에서 도출된 전문가 합의 결과(평정 지표·서술 요약)를 입력으로 하여 ChatGPT(OpenAI)를 활용해 예시 초안을 생성하고, 연구진이 보고서 문체로 편집·보완한 것이다(OpenAI, n.d.).

편향성 대시보드는 성별별 추천 다양성, 지역별 접근 및 성과 격차, 사회경제적 배경에 따른 시스템 혜택 분포, 장애 학생 접근성 등을 실시간으로 모니터링한다. 이를 통해 시스템이 특정 집단에 불리하게 작동하는지를 조기에 탐지하고 개선할 수 있다.

MLOps/LLMOps 체계는 모델 성능을 실시간으로 추적하고 데이터 드리프트를 탐지하며, A/B 테스트 기반으로 개선하고 자동 재학습 및 배포 파이프라인을 운영한다. 이를 통해 시스템이 지속적으로 최신 상태를 유지하고 성능을 개선할 수 있도록 지원한다.

[그림 5-2] AI-PCE 모델 블록 다이어그램 (레이어별 통합 구조)

2. 기술적 구성 체계

AI-PCE 모델의 기술적 구성은 데이터 계층, AI 핵심 계층, 인프라 계층의 3개 레이어로 세분화된다.

데이터 계층의 구성은 학습자 이해를 위한 다차원적 데이터 체계를 구축한다. 델파이 조사 결과를 바탕으로 데이터는 3단계로 구분된다. Level 1 필수 데이터는 명시적 동의를 받아 최소한으로 수집하며, 학년·성별·진로 희망 분야 등 기본 정보, 교과별 성취도(A-E), 흥미·적성·가치관·효능감 등 심리 특성, 탐색 활동과 체험 이력 등 진로 행동을 포함한다. NEIS 연동을 통해 수집되며 졸업 후 3년간 보유된다. Level 2 심화 데이터는 선택적 동의를 받아 수집하며, 검색 패턴·체류 시간·클릭 흐름 등 학습 행동, 감정 체크인·동기 수준 등 정서 상태를 포함한다. 사회경제적 배경 정보는 익명화하여 통계 목적으로만 활용한다. Level 3 장기 추적 데이터는 학생과 학부모의 공동 동의가 필요하며(델파이 조사 M=4.47), 시간에 따른 관심 변화와 역량 발달 추이를 추적하는 성장 패턴 데이터, 진로 계획 실행 및 수정 이력을 기록하는 목표 달성도 데이터를 포함한다.

데이터 거버넌스는 델파이 조사에서 진로교육 전문가들이 81.3%의 필수 비율로 강조한 영역이다. 학생 데이터 주권을 보장하기 위해 열람권(자신의 모든 데이터 조회), 이동권(표준 포맷으로 다른 시스템으로 이전), 정정권(오류 발견 시 수정 요청), 삭제권(언제든지 데이터 삭제 요청, 7일 이내 처리), 처리 내역 확인권(누가, 언제, 어떤 목적으로 접근했는지 확인)의 5대 권리를 명시한다. 표준 API 설계는 AI-PCE 공공 API 허브를 중심으로 커리어넷·워크넷·NEIS 등 공공 시스템과 민간 서비스, 연구기관을 연결한다. RESTful API 방식을 채택하고 OAuth 2.0 기반 인증을 통해 보안을 강화하며, 목적별

로 접근 권한을 차등 부여하고, API 사용 내역을 실시간으로 모니터링한다.

AI 핵심 계층의 구성은 모델의 기술적 탁월성을 실현한다. RAG 시스템은 학생의 질문을 임베딩 벡터화하여 벡터 데이터베이스에서 관련 문서를 검색하고, 상위 K개 문서를 추출하여 LLM에 콘텍스트로 제공한다. 생성된 답변은 RAG 검증 과정을 거친 후 교사의 검토를 받아 최종적으로 학생에게 제공된다. 품질 보증을 위해 다중 소스 크로스 체킹을 실시하여 2개 이상의 출처를 확인하며, 확신도 점수를 3단계로 표시한다. 높은 확신(★★★)은 교육부 공식 자료 기반, 중간 확신(★★)은 2024년 기준으로 변경 가능한 정보, 낮은 확신(★)은 참고만 하고 교사 확인이 필요한 정보를 나타낸다.

LLM 엔진은 GPT-4 또는 Claude를 활용하여 자연어 처리 기반의 대화를 생성한다. 대화 생성, 피드백 작성, 성찰 촉진 질문 자동 생성 등의 기능을 수행하며, 델파이 조사에서 AI 기술 전문가들은 대화 품질을 시스템 성공의 핵심 요인으로 지목했다(평균 4.60점). 예측 모델은 중도이탈 조기 경고, 학업성취 예측, 적합성 예측(전공/직무) 기능을 제공하여 위험 신호를 조기에 포착한다. 지식그래프는 직업-학과-기술-활동의 네 가지 노드를 유기적으로 연결하여 학습자가 현재의 관심사에서 출발하여 구체적인 실행 단계까지 체계적으로 탐색할 수 있도록 한다.

인프라 계층의 구성은 시스템의 기반을 이룬다. 클라우드 환경(AWS/Azure/GCP)을 기반으로 하며, 보안은 전송 중 TLS 1.3, 저장 시 AES-256 암호화를 적용한다. 개인 식별 정보와 상담 내용 등 민감 정보에는 추가 암호화를 적용한다. MLOps/LLMOps 체계는 모델 성능을 실시간으로 추적하고 데이터 드리프트를 탐지하며, A/B 테스트 기반으로 개선하고 자동 재학습 및 배포 파이프라인을 운영한다.

3. 교육적 구성 체계

AI-PCE 모델의 교육적 구성은 응용 로직 계층과 사용자 인터페이스 계층을 통해 구현된다.

응용 로직 계층(Layer 4)의 구성은 초개인화 엔진의 작동 메커니즘을 정의한다. S-E-P-A-R 프로세스 구현을 통해 Self-Insight(자기이해), Explore(탐색), Plan(계획), Act(실행), Reflect(성찰)의 5단계 순환을 지원한다. 학습 경로 설계는 협업 필터링을 통해 유사한 관심사와 특성을 가진 학생 집단의 패턴을 분석하고, 콘텐츠 기반 필터링을 통해 개인의 특성에 맞는 콘텐츠를 추천하며, 강화학습 최적화를 통해 학습자의 피드백을 반영하여 추천을 개선한다. 적응형 평가는 IRT(문항반응이론) 기반 능력 추정과 CAT(컴퓨터 적응 검사)의 동적 문항 선택을 활용한다.

Human-in-the-Loop 메커니즘은 3단계 협업 루틴으로 구조화된다. AI는 초안을 생성하고, 교사는 학생의 맥락을 고려하여 의미화하며, 학생은 자신의 언어로 재구성한다(델파이 조사: AI 기술 전문가 M=4.53, 진로교육 전문가 Borda 85점). 이를 통해 AI의 데이터 분석 능력, 교사의 전문적 판단, 학생의 주체적 해석이 유기적으로 결합된다.

사용자 인터페이스 계층(Layer 5)의 구성은 학습자 경험을 설계한다. 학생 포털은 생애주기별로 차별화된다. K-12 학생 포털은 AI 상담 챗봇을 통한 대화형 진로탐색, 진로 대시보드를 통한 성장 추이 시각화, 진학 포트폴리오 관리 기능을 제공한다. 대학생 포털은 전공-직업 매칭, 구인 정보 연계, 경력 설계, 창업 적합성 분석, 실패 대비 전환 경로 제시, 평생 학습 로드맵을 제공한다. 성인 학습자 포털은 전직 가능성 분석, 재교육 과정 추천, 창업 실패 후 재취업 경로 설계, 일인기업 성장 전략 및 네트워크 연결을

지원한다.

교사/상담사 대시보드는 삼자 협업 보드를 중심으로 구성된다. AI의 분석 결과와 추천 근거, 교사의 맥락 해석과 보완 의견, 학생의 자기성찰을 하나의 공간에서 통합적으로 관리한다. 실시간 알림 및 개입 도구는 저조한 실행률을 보이는 학생이나 정서적 어려움 신호를 포착하여 교사에게 알림으로써 적시 개입이 가능하도록 지원한다. 학급 및 개인별 리포트 자동 생성 기능은 진로성숙도 변화 추이, 실행률, 참여도 분석 등을 제공하며, 익명화된 집단별 비교 데이터를 통해 학급 전체의 상황을 파악할 수 있게 한다.

학부모 포털은 선택적으로 제공되는 도구로서 동의 관리 기능을 통해 데이터 수집 항목별로 동의하거나 거부할 수 있으며, 열람·정정·삭제·이동 등의 권리를 직접 행사할 수 있다. 자녀 진로 조회, 추천 결과 확인, 가정연계 활동 가이드 등 교육 자료에 접근할 수 있어 가정에서의 진로지도 역량을 강화한다.

제3절 AI-PCE 핵심 프로세스

1. 학습자 여정 5단계: S-E-P-A-R[5] 프로세스

AI-PCE 모델의 핵심은 학습자의 진로개발 과정을 체계적으로 지원하는 5단계 순환 여정이다. 이 프로세스는 Self-Insight(자기이해) → Explore(탐색) → Plan(계획) → Act(실행) → Reflect(성찰)의 영문 첫 글자를 따서 S-E-P-A-R로 명명되었으며, 각 단계는 순차적이면서도 순환적으로 작동하여 학습자의 지속적 성장을 꾀한다.

가. Stage 1: Self-Insight(자기이해)

첫 번째 자기이해 단계에서는 학습자가 자신을 깊이 있게 이해하는 과정이 이루어진다. 심리적 특성, 흥미, 가치관, 효능감 등 핵심적인 자기이해 요소를 최소한의 세트로 측정하되, 정체성 저널링 기능을 통해 학생이 자신의 선택이 개인적 가치와 얼마나 일치하는지, 그리고 그 선택의 근거가 무엇인지를 스스로 기록하고 성찰할 수 있도록 한다. 선택적으로 감정 체크인 기능도 제공되어 학생의 정서 상태를 파악할 수 있다. 이 단계에서 인공지능은 학생의 프로필을 요약하여 제시하고, 학생이 자신에 대해 더 깊이 생각할 수 있도록 메타인지적 질문을 자동으로 생성하며, 시간의 흐름에 따른 변화 추세를 시각화하여 학생이 자신의 성장 궤적을 직관적으로 파악할 수 있도록 돕는다.

---

5) 이 명칭은 히말라야 등반에서 험준한 지형과 예측 불가능한 기상 조건 속에서도 등반가를 안전하게 정상으로 인도하는 안내자 '셰퍼드(Sherpa)'의 발음을 차용한 것이다. 이는 급변하는 노동시장 환경과 불확실한 미래 직업 세계라는 '안개 속 산길'에서 학생들이 자신만의 진로를 개척해 나갈 수 있도록 AI-PCE가 신뢰할 수 있는 동반자 역할을 수행한다는 의미를 담고 있다.

나. Stage 2: Explore(탐색)

두 번째 탐색 단계에서는 학생이 다양한 진로 가능성을 폭넓게 탐색한다. 시스템은 직업, 전공, 교육과정, 체험활동 등을 개인화하여 추천하되, 각 추천마다 근거 배지를 표기하여 그 추천이 내부 데이터, 외부 출처 또는 유사 사례 중 어디에 근거한 것인지를 명확히 한다. 또한 가상 시나리오 기반의 진로 경로 시뮬레이션 기능을 제공하여 학생이 특정 선택을 했을 때 예상되는 결과를 미리 탐색해 볼 수 있도록 하며, 정보의 난이도와 제시 형식을 학생의 수준에 맞게 개인화한다.

다. Stage 3: Plan(계획)

세 번째 계획 단계에서는 탐색한 진로를 실제로 준비하기 위한 구체적 계획을 수립한다. 먼저 학생이 직면할 수 있는 진로 장벽을 정보 부족, 시간 제약, 정서적 어려움, 자원 부족, 가정환경 등의 유형별로 진단하고, 각 유형에 적합한 해결 시나리오를 제시한다. 이러한 시나리오를 바탕으로 학생이 일주일 안에 실천할 수 있는 작은 행동 계획, 즉 마이크로 액션을 수립하도록 돕는다. 시스템은 계획의 현실성을 점검하는 프롬프트를 제공하고, 필요한 자원이나 도움을 줄 수 있는 인맥을 연결하는 기능도 지원한다.

라. Stage 4: Act(실행)

네 번째 실행 단계에서는 수립한 계획을 실제로 행동으로 옮기는 과정이 관리된다. 학생은 자동 또는 수동 방식으로 실행 체크인을 하며, 시스템은 습관 형성을 돕는 리마인더를 제공하고, 작은 성취에 대한 배지나 리워드를

통해 동기를 유지하도록 한다. 만약 실행률이 저하되는 경우 미세 개입 전략을 통해 학생이 다시 궤도에 오를 수 있도록 지원한다.

마. Stage 5: Reflect(성찰)

다섯 번째 성찰 단계에서는 실행의 결과와 과정을 되돌아보며 의미를 발견한다. 이 단계에서 중요한 것은 실패나 망설임조차도 성장의 중요한 데이터로 인식하고, 공감적 피드백을 통해 학생이 자신의 경험에서 배움을 얻을 수 있도록 돕는 것이다. 성찰의 결과는 다음 주기의 추천과 계획에 자동으로 반영되어 지속적인 개선이 이루어진다. 교사를 위해서는 의미화 템플릿이 제공되는데, 이는 근거를 설명하고 학생의 맥락 속에서 이를 해석하며, 작은 실행을 제안하고 성찰을 촉진하는 구조화된 피드백 방식을 안내한다.

[그림 5-3] S-E-P-A-R 핵심 프로세스

〈표 5-7〉 학습자 여정 5단계: S-E-P-A-R 프로세스

단계	목적	기능	AI 지원 기능	교사 역할
Stage 1: Self-Insight (자기이해)	학습자가 자신을 깊이 있게 이해하고 진로탐색의 출발점 마련	▪ 기본 프로필 구축 ▪ 정체성 저널링(Identity Journaling) ▪ 감정 체크인(선택적)	▪ 프로파일 요약 생성 ▪ 메타인지적 질문 자동 생성 ▪ 변화 추세 시각화	▪ AI 요약을 학생의 실제 모습과 비교 검토 ▪ 학생이 놓친 강점 발견 및 강조 ▪ 정서적 어려움 포착 시 즉시 상담
Stage 2: Explore (탐색)	다양한 진로 가능성을 폭넓게 탐색하고 후보군 형성	▪ 개인화 추천 받기 ▪ 진로정보 깊이 있게 탐색 ▪ 가상 시나리오 체험 ▪ 다양성 확보 장치	▪ 근거 배지 표시(델파이 조사: 진로교육 81.3%) ▪ 확신도 점수 ▪ 정보 난이도 조절	▪ 학생이 간과한 진로 옵션 제안 ▪ 고정관념에 갇히지 않도록 시야 확장 ▪ 비현실적 기대는 현실적으로 조율
Stage 3: Plan (계획)	탐색한 진로를 실제로 준비하기 위한 구체적이고 실행 가능한 계획 수립	▪ 진로 장벽 진단 (30가지 유형, 델파이 조사 기반) ▪ 장벽별 해결 시나리오 제시 ▪ 마이크로 액션(Micro-Action) 설계 ▪ 원칙: 일주일 안에 실천 가능한 작은 행동 ▪ 현실성 점검 프롬프트	▪ 진로 장벽 자동 진단 ▪ 맞춤형 해결 전략 생성 ▪ 자원 및 인맥 연결	▪ 비현실적 계획은 현실적으로 조정 ▪ 학생이 선택한 마이크로 액션 함께 점검 ▪ 장벽 극복에 필요한 학교 자원 연결
Stage 4: Act (실행)	수립한 계획을 실제 행동으로 옮기고 지속하도록 지원	▪ 실행 체크인, 자동 체크인(시스템이 자동 감지) ▪ 습관 형성 지원 및 동기 유지 전략 ▪ 게이미피케이션 요소 ▪ 미세 개입(Micro-Intervention) ▪ AI가 저조한 실행률 감지 시: 적시 개입	▪ 실행 패턴 분석 ▪ 맞춤형 리마인더 ▪ 위험 신호 조기 탐지	▪ 실행 어려움 겪는 학생 조기 발견 및 개입 ▪ 작은 성취에도 즉각적 피드백 제공 ▪ 학생의 노력 자체를 인정하고 격려
Stage 5: Reflect (성찰)	실행의 결과와 과정을 되돌아보며 의미를 발견하고 다음 주기에 반영	▪ 성찰 저널 작성 ▪ 실패와 망설임의 재해석, 실패를 데이터로 전환 ▪ 성장 가시화(Before & After 비교) ▪ 다음 주기 계획	▪ 성찰 촉진 질문 생성 ▪ 패턴 인사이트 제공 ▪ 자동 피드백 루프	▪ 교사 의미화 4단계 템플릿: 1. 근거 설명, 2. 맥락 속 해석, 3. 작은 실행 제안, 4. 성찰 촉진

2. 인간-AI 협력 루틴

AI-PCE 모델에서 인공지능과 인간 교육자의 협력은 단순한 보조 관계를 넘어, 체계적인 루틴으로 구조화된다(델파이 조사: M=4.53, Borda 85점). 이 협력은 3단계 순환 구조(3-Step Collaboration Routine)로 설계되며, 각 단계는 AI의 데이터 분석 능력, 교사의 전문적 판단, 그리고 학생의 주체적 해석이 유기적으로 결합되는 방식으로 작동한다.

가. 3단계 협력 루틴

Step 1: AI 초안 생성(AI Draft Generation)

인공지능은 학생의 종합적 데이터를 분석하여 구조화된 초안을 생성한다. 이 과정에서 AI는 학습자 프로필을 종합하고, 최근 행동 패턴과 성찰 내용을 파악하여 진로 후보군과 다음 단계 활동을 추천한다. 중요한 것은 AI가 단순히 결과만을 제시하는 것이 아니라, 어떤 데이터를 사용했는지, 어떤 논리로 도출했는지, 그리고 확신도가 얼마인지를 명시적으로 제공한다는 점이다. 또한 학생의 사고를 촉진하는 질문과 예상되는 장벽 및 극복 전략을 함께 제안한다. 이 초안은 곧바로 학생에게 전달되지 않고, 교사에게 먼저 제시되어 전문적 검토 대상이 된다.

Step 2: 교사 의미화(Teacher Contextualization)

교사는 AI가 생성한 초안을 검토하고, 학생의 개별적 맥락을 고려하여 의미화 작업을 수행한다. 이는 단순히 내용을 수정하는 차원을 넘어, 학생의 가정환경(부모 기대, 경제 상황), 학교 상황(친구 관계, 최근 사건), 정서 상

태(스트레스, 자신감 수준) 등을 종합적으로 고려하여 AI의 분석이 해당 학생에게 어떤 의미를 가지는지 해석하고 재구성하는 전문적 작업이다. 교사는 AI 추천의 적절성을 평가하고, 누락된 중요 정보나 학생에게 해로울 수 있는 내용을 점검한다. 이후 근거 설명 → 맥락 속 해석 → 작은 실행 제안 → 성찰 촉진의 4단계로 의미화 노트를 작성하여, AI의 분석을 학생이 이해하고 실천할 수 있는 형태로 변환한다.

Step 3: 학생 재구성(Student Reconstruction)

의미화된 내용이 학생에게 제시되면, 학생은 이를 수동적으로 받아들이는 것이 아니라 자신의 언어로 재해석한다. 학생은 AI와 교사의 의견에 대해 동의하거나 비동의하는 부분을 명확히 하고, 왜 이 추천이 자신에게 의미 있는지, 어떻게 실천할 것인지를 스스로 성찰한다. 이 과정에서 학생은 구체적인 마이크로 액션을 언제, 어떻게 실행할 것인지 계획하고, 도움이 필요한 부분과 추가로 알고 싶은 내용을 명시한다. 이러한 학생 주도의 재구성 과정을 통해 외부의 추천이 진정으로 학생 자신의 것으로 내재화되며, 실천 가능성이 높아진다.

나. 협력 시나리오별 자율성 수준

AI와 교사의 협력 방식은 상황에 따라 차등적으로 적용된다. Level 1(최소 자율성)에서는 진로 초기 탐색이나 민감한 문제의 경우 AI가 단순 정보만 제공하고, 교사가 모든 판단과 해석을 담당한다. Level 3(중간 자율성)에서는 일반적인 진로상담 상황에서 AI가 대화를 주도하고 1차 추천을 작성하지만, 교사가 주요 결정을 검토하고 승인한다. Level 5(높은 자율성)에서는 단

순 정보 제공이나 실행 체크인의 경우 AI가 독립적으로 응답하고, 교사는 사후 모니터링을 통해 이상 신호 발생 시에만 개입한다. 이러한 유연한 자율성 조정은 학생의 필요와 상황에 따라 최적의 지원을 제공하면서도 교육적 안전성을 보장한다.

다. 정기 협업 주기

이러한 순환적 협력 루틴은 정기적인 주기로 운영된다. 2주 주기 리뷰에서는 학생의 실행 상황을 점검하고, 계획 조정 필요 여부를 확인하며, 다음 2주의 마이크로 액션을 설정한다. 4주 주기 심화 상담에서는 진로 방향성을 재점검하고 장벽 극복 전략을 평가하며, 교사와 학생의 일대일(1:1) 심층 상담이 이루어진다. 학기 단위 평가에서는 진로성숙도 변화를 측정하고, S-E-P-A-R 전체 주기를 회고하며, 다음 학기의 큰 그림을 계획한다.

이러한 체계적인 협력 루틴은 인공지능의 데이터 분석 능력, 교사의 전문적 판단과 맥락 이해, 그리고 학생의 주체적 해석과 실천이 유기적으로 결합되어 진정한 개인화 교육을 실현하는 핵심 메커니즘이다.

제4절 실행 주체별 역할 모델

1. 학생의 역할과 주도성

학생은 AI-PCE 모델에서 진로개발의 최종 결정 주체이다. 자기결정성 이론(Deci & Ryan, 2000)에 기반하여 학생의 자율성, 유능감, 관계성을 보장하며, 학생이 수동적 수용자가 아닌 능동적 주체로서 역할을 수행할 수 있도록 지원한다.

학생의 핵심 역할은 네 가지로 구조화된다. 비교하기를 통해 AI와 교사의 추천을 비판적으로 검토한다. "AI는 왜 이렇게 추천했을까?", "교사는 어떤 점을 고려했을까?", "두 의견이 다른 부분은 무엇일까?" 등을 능동적으로 분석한다. 선택하기를 통해 제시된 옵션 중 자신에게 맞는 것을 선택하거나, 제시된 옵션이 모두 마음에 들지 않을 경우 독자적 대안을 생성한다. 실행하기를 통해 계획한 마이크로 액션을 실제로 수행하며, 실행 과정에서의 어려움과 성취를 기록한다. 성찰하기를 통해 경험을 되돌아보며 의미를 발견하고, 다음 주기의 계획에 반영한다.

이를 지원하기 위해 학생에게는 세 가지 핵심 도구가 제공된다. 정체성 저널(Identity Journal)을 통해 매주 "이번 주 나의 진로 선택과 가치관은 얼마나 일치했나?", "어떤 순간에 '이게 나다'라고 느꼈나?", "다음 주에는 어떤 선택을 하고 싶나?" 등의 성찰 질문에 답하며 자신의 정체성을 탐색한다. 실행 체크인(Action Check-in)을 통해 오늘의 마이크로 액션을 실행 완료했는지 확인하고, 실행 과정이 어떠했는지 한 줄로 기록하여 실천력을 높인다. 진로 장벽 카드를 통해 자신이 직면한 어려움(시간 부족, 정보 부족, 두려움,

자원 부족, 가족 반대 등)을 구체화하고, 선택 시 맞춤형 해결 전략을 제공받는다.

AI-PCE 모델은 학생의 네 가지 권리를 명시적으로 보장한다. 알 권리는 AI가 어떤 데이터로 어떻게 판단했는지를 알 수 있는 권리이며, 근거 패널과 모델카드를 통해 구현된다. 거부할 권리는 AI 추천을 거부하고 독자적 선택을 할 수 있는 권리이며, 모든 추천에 "이 내용은 참고자료입니다. 최종 선택은 여러분의 몫입니다"라는 안내를 포함한다. 데이터 주권은 자신의 데이터를 열람, 수정, 삭제, 이동할 수 있는 권리이며, 델파이 조사에서 진로교육 전문가들이 81.3%의 필수 비율로 강조했다. 지원받을 권리는 언제든 교사의 도움을 요청할 수 있는 권리이며, 시스템 내 "교사에게 질문하기" 버튼을 통해 즉시 상담을 신청할 수 있다.

2. 교사의 역할 재정립

AI 시대 진로교육에서 교사의 역할은 정보 제공자에서 의미촉진자로, 진단자에서 해석자로, 관리자에서 코치로 전환된다. 델파이 조사에서 교사 역량 강화가 시스템 성공의 가장 핵심적인 요소로 부각되었다(68.8%가 필수 요소로 지목).

교사의 3대 전문적 역할은 다음과 같이 재정의된다. 첫째, 의미촉진자(Meaning-Facilitator)로서 AI 분석을 학생의 개별 맥락에서 재해석하고, 데이터 뒤에 숨겨진 학생의 이야기를 발견하며, 학생이 자신의 경험에서 의미를 찾도록 질문한다. AI가 "탐구형 흥미 85%"라고 분석했다면, 교사는 "네가 과학 시간에 실험할 때 눈이 반짝이던 모습이 기억나. 그게 바로 탐구형 흥미야"라고 학생의 실제 경험과 연결한다.

둘째, 해석자로서 복잡한 데이터를 학생이 이해할 수 있게 번역하고, 부정적 결과도 성장 가능성으로 재프레이밍하며, 문화적·가정적 맥락을 고려한 해석을 제공한다. 예를 들어 학생이 특정 분야에서 낮은 적성 점수를 받았을 때, "지금은 낮게 나왔지만, 이는 현재 상태일 뿐이야. 관심을 가지고 노력하면 충분히 발전할 수 있어. 실제로 많은 사람들이 처음에는 적성이 낮았지만 열정으로 극복했거든"이라고 성장 마인드셋(Dweck, 2006)으로 재해석한다.

셋째, 코치로서 실행 가능한 작은 계획 설계를 지도하고, 장벽 극복 전략을 함께 고민하며, 지속적인 격려와 피드백을 제공한다. 학생이 "소프트웨어 개발자가 되고 싶은데 어디서부터 시작해야 할지 모르겠어요"라고 할 때, 교사는 "이번 주에 코딩 입문 영상 하나만 보는 것으로 시작해 보자. 완벽하게 이해하지 못해도 괜찮아. 일단 시작하는 게 중요해"라고 실행 가능한 첫 걸음을 안내한다.

교사가 이러한 역할을 효과적으로 수행하기 위해서는 세 가지 핵심 역량이 필요하다. AI 리터러시 역량으로 AI 작동 원리와 한계를 이해하고, 근거 패널과 확신도를 해석하며, 모델카드를 읽고 판단하는 능력이다. 데이터 해석 역량으로 학생 데이터 시각화를 이해하고, 패턴을 발견하여 의미를 부여하며, 통계적 오류(예: 상관관계를 인과관계로 오해)를 인식하는 능력이다. 상담 및 코칭 스킬로서 경청과 공감, 효과적 질문 기법, 동기 부여 전략, 윤리적 딜레마 대응 등을 포함한다.

교사의 주요 산출물로는 의미화 노트와 수업·상담 계획이 있다. 의미화 노트는 4단계 템플릿을 따른다: (1) 근거 설명("AI는 이런 데이터를 바탕으로..."), (2) 맥락 해석("하지만 선생님이 알기로는..."), (3) 실행 제안("이번 주에는 이렇게 해 보면..."), (4) 성찰 촉진("이 경험이 너에게 어떤 의미일까?"). 수업·상담 계획에서는 AI 제안을 검토하고, 상담 전략을 수립하며, 다음 만

남을 계획한다.

중요한 것은 AI가 교사의 업무를 경감시켜 교사가 진정으로 중요한 일에 집중할 수 있도록 한다는 점이다. AI는 기본 정보 제공(직업·학과 정보, "소프트웨어 개발자는 어떤 일을 하나요?"), 반복 질문 응답("진로적성검사는 어디서 받나요?"), 리포트 자동 생성(학급 진로성숙도 현황), 실행 체크인 자동 처리(학생이 영상을 시청하면 자동 인식), 일정 리마인더(진로체험 신청 마감일 알림) 등을 처리한다. 교사는 깊이 있는 일대일(1:1) 상담, 복잡한 고민 해결(진로와 학업 사이의 갈등, 부모와의 의견 차이), 정서적 지지(불안·좌절 겪는 학생 공감), 학생-부모 매개(진로 선택에 대한 가정 내 갈등 조정) 등 핵심 전문 영역에 집중한다.

3. AI 시스템의 역할과 한계

AI 시스템은 교사와 학생을 지원하는 보조적 도구로서 명확한 역할과 한계를 가진다. 델파이 조사에서 AI 기술 전문가와 진로교육 전문가 모두 교사 주도-AI 보조 구조를 명확히 합의했다(AI 기술 전문가 M=4.53, 진로교육 전문가 Borda 85점).

AI의 역할은 주로 데이터 중심의 객관적 분석과 체계적 정보 제공에 집중된다. 사전 프로파일링을 통해 학생의 다차원적 데이터를 종합적으로 분석하여 개인 특성에 대한 포괄적인 프로필을 구성한다. 흥미·적성·가치관·효능감 등 심리 특성, 교과별 성취도, 진로준비행동 패턴을 통합하여 "이 학생은 탐구형 흥미가 높고, 수학·과학 성취도가 우수하며, 최근 공학 분야 탐색을 활발히 하고 있습니다"와 같은 요약을 제공한다.

진로정보 분석 및 경로 추천을 통해 직업, 학과, 노동시장 등에 대한 최신

정보를 분석하고, 학생의 특성과 매칭하여 최적의 진로 경로를 추천한다. 10,000개 직업 × 5,000개 학과 × 3,000개 재교육과정을 연결하는 지식그래프를 활용하여 "소프트웨어 개발자 → 컴퓨터공학과 → 프로그래밍 동아리·해커톤·온라인 강좌"의 구체적 경로를 제시한다. 실시간 모니터링 및 피드백을 통해 학생의 진로탐색 과정을 지속적으로 모니터링하면서 적시에 필요한 피드백을 제공한다. 24시간 접근 가능한 AI의 특성상 학생이 언제든지 질문하고 즉각적인 응답을 받을 수 있다.

AI의 한계는 명확히 인식되어야 한다. AI는 맥락 이해의 한계를 가진다. 데이터에 나타나지 않는 학생의 가정환경, 친구 관계, 최근 사건 등 섬세한 맥락을 파악하기 어렵다. 정서적 공감의 한계로서 학생의 불안, 좌절, 혼란 등의 감정에 진정한 공감을 제공하기 어렵다. AI는 "힘들었겠네요"라고 말할 수 있지만, 교사처럼 진심 어린 눈빛과 따뜻한 목소리로 위로할 수는 없다. 윤리적 판단의 한계로서 진로 선택에서 발생하는 가치 갈등(예: 부모의 기대 vs. 자신의 꿈, 안정성 vs. 도전)을 다루는 데 한계가 있다. 창의적 해결의 한계로서 학습 데이터에 없는 새로운 문제나 비전형적 상황에 대해 창의적 해결책을 제시하기 어렵다.

따라서 AI-PCE 모델은 AI가 할 수 있는 일과 해서는 안 되는 일을 명확히 구분한다. AI가 해야 할 일은 방대한 정보 제공, 데이터 기반 객관적 분석, 반복적 업무 자동화, 패턴 인식 및 이상 신호 탐지, 24시간 즉각적 응답이다. AI가 해서는 안 되는 일은 학생의 진로를 최종 결정, 교사의 전문적 판단을 대체, 학생의 취약점을 낙인화, 검증되지 않은 정보를 사실처럼 제시, 학생을 특정 진로로 강요하는 것이다.

제5절 단계별 구현 로드맵

1. 시범 운영 단계(1-12개월)

AI-PCE의 구현을 위한 시범 운영 단계의 목표는 핵심 기능 개발과 소규모로 검증하는 것이다. 1단계에서는10개 시범학교(초·중·고 각3~4개교)를 선정하여 운영하며, 총270억 원의 예산이 투입된다.

가. 핵심 개발 내역

핵심 개발 내역은 다음과 같다. Layer 5(사용자 인터페이스)에서는 학생용 챗봇, 교사 대시보드, 학부모 포털의 기본 버전을 개발한다. Layer 4(응용 로직)에서는 S-E-P-A-R 프로세스의 기본 구현과 Human-in-the-Loop 협업 보드를 구축한다. Layer 3(AI 핵심)에서는 RAG 시스템(환각 제로 목표, 델파이 조사 4.73점), LLM 엔진(GPT-5/Claude활용), 기초 지식그래프(1,000개 직업× 500개 학과)를 구축한다. Layer 2(데이터)에서는 Level 1 필수 데이터 수집 체계를 마련하고, NEIS 연동 기본 구조를 구축한다. Layer 1(인프라)에서는 클라우드 환경 구축과 TLS1.3 보안 프로토콜을 적용한다.

나. 시범 운영 전략 및 검증 지표

시범 운영 전략은 소규모 깊이 있는 접근을 취한다. 학교당 50~100명의 학생을 대상으로 하며, 교사 1명당 학생 30~50명을 배정하여 밀착 지원한다. 2주마다 사용자 피드백을 수집하고, 월 1회 시범학교 교사 간담회를 개

최하며, 학기말 종합 평가회를 실시한다. 검증 지표는 기술적 지표(시스템 가동률 99% 이상, 대화 품질 평가4.0점 이상, 교사 승인율 80% 이상)와 교육적 지표(학생 만족도 3.8점 이상, 교사 사용 편의성 3.5점 이상, 실행 체크 인율 60% 이상)로 구성된다. 예산 배분(270억 원)은 핵심 플랫폼 개발에 180억 원(Layer3~4 집중), 인프라 구축에 70억 원(클라우드, 보안), 시범 운영에 20억 원(교사 연수, 모니터링)을 배정한다.

2. 확산 단계(13-24개월)

목표는 기능 고도화와 중규모 확대이다. 100개교로 확대 운영하며(학생 약 50,000명), 총 340억 원의 예산이 투입된다.

가. 고도화 개발 내역

고도화 개발 내역은 다음과 같다. Layer 5에서는 정체성 저널링, 진로 장벽 시나리오(30가지 유형), 성장 가시화(Before& After) 기능을 추가한다. Layer 4에서는 3단계 개인화 알고리즘(규칙 기반→ 협업 필터링→ AI 심층 개인화)을 고도화하고, 마이크로 액션 설계 및 미세 개입 전략을 정교화한다. Layer 3에서는 지식그래프를 확장하여 10,000개 직업× 5,000개 학과× 3,000개 재교육과정을 구축하고, 예측 모델(중도이탈 조기 경고, 학업성취 예측)을 추가한다. Layer 2에서는 Level 2 심화 데이터 수집(선택적 동의)과 표준 API 설계를 완료한다. Layer 1에서는 형평성 대시보드를 구축하고, MLOps/LLMOps 체계를 확립한다.

나. 교사 연수 및 콘텐츠 개발

교사 연수 본격화를 통해 기본 과정(16시간, 전체 교사 필수), 심화 과정(32시간, 진로전담교사 대상), 전문가 과정(64시간, 리더교사 1,000명 양성)을 운영한다. 콘텐츠 개발은 전문가 검증 콘텐츠를 제작하고(델파이 조사 Borda 75점), 진로 장벽 시나리오 라이브러리와 실제 사례 DB(선배 멘토 인터뷰500개)를 구축한다.

다. 확산 전략 및 예산

확산 전략은 델파이 조사에서 62.5%가 선호한 단계적 확산 방식을 따른다. 1단계 시범학교 10개→ 2단계 100개교 확대, 문제점 발견 및 개선을 반복한다. 지역별 균형 배치(수도권 30%, 지방 70%)를 통해 지역 격차를 조기에 파악하고, 학교급별 균형(초 30개, 중 35개, 고 35개)을 유지한다. 예산 배분(340억 원)은 플랫폼 고도화에 150억 원(Layer 3~4 기능 확장), 콘텐츠 개발에 120억 원(지식그래프, 시나리오, 사례 DB), 확대 운영에 70억 원(100개교 지원, 교사 연수)을 배정한다.

3. 정착 단계(25-36개월)

목표는 전국 확대와 생태계 구축이다. 전국 600만 학생으로 확대하며(약 10,000개교), 총 200억 원의 예산이 투입된다.

가. 완성 개발 내역

완성 개발 내역은 다음과 같다. Layer 5에서는 대학생 포털과 성인 학습자 포털을 추가하여 생애주기 통합을 완성한다. Layer 4에서는 생애주기 연계 기능(초등·중등·고등·대학·성인 데이터 축적·편집·제안)을 구현한다. Layer 2에서는 Level 3 장기 추적 데이터 수집(학생·학부모 공동 동의, 델파이 조사 M=4.47)을 시작한다. Layer 1에서는 모델카드 공개(모든 AI 모델, 델파이 조사 81.3%필수)와 편향성 실시간 모니터링을 완성한다.

나. 생태계 구축

생태계 구축은 다층 거버넌스를 확립한다. 국가 센터는 표준·윤리·보안 총괄, 공공API 허브 운영, AI 모델 편향성 감리, 전국 성과 평가를 담당한다. 시도교육청 컨소시엄은 지역별 교사 연수, 현장 컨설팅, 로컬 자원 연계(체험활동, 멘토), 현장 피드백 수렴을 수행한다. 학교는 데이터 담당자 배치(학생 300~500명당 1명), 진로전담교사 확충(학생 300~500명당 1명, 델파이 조사), 학교 리더십의 생태계 조성을 담당한다.

민간협력 체계를 구축하여 공공 API 허브를 통해 민간 서비스와 연계하고, 진로교육 스타트업 육성 및 우수 콘텐츠 공모·선정을 추진한다. 지속가능성 확보를 위해 5년 주기 발전계획을 수립하고, 콘텐츠 품질 검증 체계(전문가·교사·학생 다층 검증)를 확립하며, 정기 감사 및 모니터링(분기별 편향성 점검, 반기별 성과 평가)을 실시한다. 예산 배분(200억 원)은 전국 확대에 100억 원(10,000개교 시스템 배포, 기술 지원), 생태계 구축에 60억 원(국가센터 운영, 컨소시엄 지원, 민간협력), 유지보수에 40억 원(시스템 업데이트, 장애 대응)을 배정한다.

다. 36개월 로드맵 종합

36개월 로드맵 종합은1단계(1~12개월)에서 핵심 기능 개발과 10개 시범 학교 운영(270억 원), 2단계(13~24개월)에서 기능 고도화와 100개교 확대(340억 원), 3단계(25~36개월)에서 전국 600만 학생 확대 및 생태계 구축(200억 원)으로 이루어진다. 총 투자 810억 원으로 대한민국 600만 학생의 진로교육 패러다임 전환을 목표로 한다.

이러한 단계별 로드맵은 델파이 조사에서 전문가들이 강조한 점진적 발전 원칙을 구현한 것이다. 시범 운영을 통해 검증하고, 현장 피드백을 반영하여 개선하며, 단계적으로 확대함으로써 시스템의 안정성과 교육적 효과성을 동시에 담보한다. 기술적 탁월성과 교육적 가치, 효율성과 윤리성, 혁신과 안정성 사이의 균형을 추구하는 AI-PCE 모델의 철학이 구현 과정 전반에 반영되어 있다.

제6장

AI 기반 초개인화 진로교육의 정책적 지원과 제도화 방안

제1절 AI 기반 진로교육을 위한 법제도 정비 방안
제2절 국가 표준 플랫폼 구축 및 운영 방안
제3절 교사 역량 강화 체계 구축
제4절 예산확보 및 배분 전략
제5절 거버넌스 및 관리 체계
제6절 이해관계자 수용성 확보 전략
제7절 지속가능성 확보 방안
제8절 위험 관리 및 대응 방안

제6장 AI 기반 초개인화 진로교육의 정책적 지원과 제도화 방안

본 절에서는 AI 기반 초개인화 진로교육의 성공적 도입과 안정적 운영을 위한 종합적인 정책 지원 방안을 제시하고자 한다. 법 제도 정비부터 플랫폼 구축, 교사 역량 강화, 예산확보, 거버넌스 체계, 이해관계자 수용성, 지속가능성, 위험 관리까지 8개 영역의 체계적인 전략을 살펴보기로 한다.

제1절 AI 기반 진로교육을 위한 법 제도 정비 방안

4차 산업혁명 시대 AI 기술의 교육적 활용이 확대되고 있음에도 불구하고 현행 법령은 이를 충분히 뒷받침하지 못하고 있다. 따라서, AI-PCE의 성공적 정착을 위해서는 명확한 법적 근거와 제도적 장치가 필요하다. 특히 AI 시스템이 학생의 민감한 개인정보와 진로 데이터를 다루는 만큼, 학생의 권리 보호와 책임 소재를 명확히 하는 법적 기반은 매우 시급하다

[그림 6-1] AI-PCE 실행을 위한 법 제도 정비 방안

①「AI 진로교육 촉진법」 제정	②「개인정보보호법」 특례 조항 신설	③ AI 윤리 가이드라인 수립
• 국가와 교육청의 책무 명확화 • 예산 지원의 법적 근거 마련 (중기재정계획 반영) • AI 진로교육 추진체계 법제화	• 교육목적 데이터 활용의 법적 근거 • 학생 수정·삭제권 보장 (전문가 81.3% 합의) • 알고리즘 투명성 확보 의무화	• 3대 원칙: 편향 방지, 투명성 확보, 학생 주도성 보장 • 독립 검증기구 설치 (AI 윤리위원회) • 위반 시 제재 조항 명시
→ 정책 추진 동력 확보, 이해관계자 신뢰 구축, 예산 안정성 보장		

1. '(가칭) AI 진로교육 촉진법' 제정

가. 법률 제정의 배경

현행 「진로교육법」은 AI 기반 개인화 교육에 대한 법적 기반이 부재하다. 이에 따라 교육 현장에서는 개인정보 수집과 활용, 알고리즘 작동 원리, 교사와 AI의 역할 분담 등에 대한 혼란이 발생하고 있다. 델파이 조사 결과, 진로교육 전문가 전원이 별도 법률 제정의 필요성에 동의한 것으로 나타났다.

제정 목적

- AI 기술을 활용한 진로교육의 법적 기반 조성
- 학습자의 개인정보 보호 및 권리 보장
- 교육의 공공성과 형평성 확보
- 교사의 전문성 강화 및 업무 경감 지원

나. 법률의 구조

'(가칭) AI 진로교육 촉진법'은 총 7개 장 27개 조문으로 구성된다. 총칙에서 법의 목적과 기본원칙을 정하고, 시스템 구축과 운영, 개인정보 보호, 교사 지원, 콘텐츠 개발, 평가 및 개선, 재정 지원 등을 포괄적으로 규정한다.

다. 주요 조항별 내용

제1장 총칙

조항	주요 내용	핵심 요소
제1조 (목적)	AI 기술을 활용한 진로교육의 법적 기반 조성 및 학습자 보호	공공성, 형평성, 학습자 주체성 보장
제2조 (정의)	AI 진로교육 시스템, 초개인화, 교사-AI 협업, 학습자 프로필, RAG 등 5개 핵심 개념 정의	명확한 용어 정립으로 법 적용 범위 확정
제3조 (기본 원칙)	학습자 주체성, 교사 중심성, 개인정보 최우선, 공평성, 투명성, 설명가능성, 형평성 모니터링 7대 원칙 제시	AI 윤리와 교육 가치의 조화
제4조 (국가 책무)	정책 수립, 예산확보, 표준 플랫폼 구축, 교원 연수, 교육 격차 해소	국가의 적극적 역할 명시
제5조 (학교 및 교원 책무)	활용 환경 조성, 전문성 함양, 개별 맥락 해석 및 학습자 주체성 지도	교육 현장의 실행 책임

제2장 AI 진로교육 시스템의 구축 및 운영

조항	주요 내용	핵심 요소
제6조 (국가 표준 플랫폼)	RAG 기반 사실 검증, 교사 검토 기능, 개인정보 보호, 알고리즘 투명성, 형평성 모니터링, 접근성 표준 준수	6대 필수 요건 충족 의무
제7조 (시도교육청 역할)	플랫폼 보급, 지역 콘텐츠 개발, AI 진로교육 지원센터 운영	지역 맞춤형 지원 체계
제8조 (단위 학교 운영)	진로교육 시간 확보, 상담 시간 보장, 교육데이터 관리 체계, 학부모 소통	교육데이터 관리 코디네이터 지정 가능
제9조 (데이터 표준)	데이터 표준 스키마 제정, 국가 진로정보 시스템 연동, 개방형 API 제공	상호운용성 확보

제3장 개인정보 보호 및 윤리

조항	주요 내용	핵심 요소
제10조 (개인정보 수집)	최소 수집 원칙, 사전 동의, 항목별 동의, 민감정보 익명화, 목적 외 사용 금지	개인정보 자기결정권 보장
제11조 (학습자 권리)	열람권, 정정권, 삭제권, 이동권, 처리 내역 확인권, 동의 철회권 6대 권리 보장	7일 이내 처리, 졸업 후 3년 자동 파기
제12조 (알고리즘 투명성)	데이터 출처, 판단 근거, 확신도, 모델 한계 공개 및 모델카드 작성 의무	실시간 추천 근거 조회 가능
제13조 (편향 방지)	성별, 지역, 사회경제적 배경, 장애 등에 따른 차별 금지 및 실시간 모니터링	분기별 형평성 보고서 작성·공개
제14조 (윤리위원회)	교육부 산하 AI 진로교육 윤리위원회 설치(15명 이내)	교육, 법률, 정보 보호, AI 윤리, 인권 전문가와 교사, 학부모, 학생 대표 포함

제4장 교사 지원 및 역량 강화

조항	주요 내용	핵심 요소
제15조 (AI 리터러시 교육)	필수 연수 15시간, 심화 연수 10시간 이수 의무	AI 기초, 시스템 활용, 데이터 해석, 협업 전략, 윤리 대응
제16조 (교사 업무 경감)	행정·반복 업무 경감으로 학생 상담 시간 확대	경감된 시간의 실질적 활용 보장
제17조 (교사 지원 체계)	헬프 데스크, 학습공동체, 컨설팅, 우수 사례 공유	포상, 연구비, 승진 가산점 등 인센티브 제공

제5장 콘텐츠 개발 및 품질 관리

조항	주요 내용	핵심 요소
제18조 (콘텐츠 개발)	전문가 검증, 교사 검토, 학습자 이해도 평가 3단계 검증 절차	정기적 업데이트로 최신성 유지

제19조 (지식 그래프)	직업, 전공, 역량, 활동 등 요소의 유기적 연결 및 RAG 기술 활용	검증된 지식 기반 응답 생성
제20조 (품질 보증)	RAG 사실 검증, 다중 소스 크로스 체킹, 확신도 표시, 교사 승인	정기 평가 및 결과 공개 의무

제6장 평가 및 개선

조항	주요 내용	핵심 요소
제21조 (효과성 평가)	진로성숙도, 자기결정성, 만족도, 사용률, 진로준비행동, 형평성 지표 평가	매년 평가, 국회 보고 및 대국민 공개
제22조 (지속적 개선)	평가 결과, 현장 피드백, 기술 발전 반영한 시스템 개선	이해관계자 의견 수렴 체계 운영
제23조 (감사 및 감리)	보안, 개인정보, 알고리즘 편향 정기 감사	독립 외부 전문기관 감사 가능

제7장 재정 및 보칙

조항	주요 내용	핵심 요소
제24조 (예산확보)	플랫폼 구축, 교원 연수, 콘텐츠 개발, 연구 평가, 보안 강화, 격차 해소 예산	국가와 지방자치단체의 예산확보 의무
제25조 (민관 협력)	민간기업, 연구기관, 시민단체와의 협력 및 API 연계	개인정보 보호 등 원칙 준수 조건
제26조 (국제 협력)	우수 사례 해외 확산 및 국제 표준 제정 참여	AI 진로교육 국제 리더십 확보
제27조 (위임 및 위탁)	시행 세부 사항 대통령령 위임	-

라. 부칙

조항	주요 내용
시행일	공포 후 6개월 경과일부터 시행
경과 조치	시범 운영 중인 시스템은 1년 이내 법률 부합 조치
다른 법률과의 관계	기존 행위 및 행정처분을 본 법에 따른 것으로 간주

2.「개인정보 보호법」특례 규정 제정

가. 특례 규정의 필요성

AI 진로교육은 학습자의 학업, 심리, 행동, 진로 관련 데이터를 종합적으로 수집하고 분석한다. 교육 목적 데이터 처리의 특수성을 인정하면서도 미성년자에 대한 특별 보호를 강화하기 위해「개인정보 보호법」특례 규정이 필요하다. 이를 통해 교육 현장의 법적 불확실성을 해소하고 학습자 권리를 더욱 강화할 수 있다.

나. 특례 규정 주요 내용

특례 항목	일반 규정	교육 목적 특례	효과
목적 제한	수집 목적 범위 내 사용	오직 진로교육 목적으로만 사용. 성적 평가, 학생 선발, 생활지도 등 타 목적 사용 금지	목적 외 사용 명확히 차단
미성년자 보호	만 14세 미만 법정대리인 동의	만 14세 미만 필수 동의, 만 14세 이상도 법정대리인 공동 동의 원칙	미성년자 보호 강화
동의 방식	포괄적 동의 가능	필수·선택 항목 구분 후 항목별 동의, 선택 항목 거부 시 서비스 제공 거부 불가	자기결정권 실질적 보장
보유 기간	목적 달성 후 지체 없이 파기	졸업 후 3년 경과 시 자동 파기(연구 목적 명시적 동의 시 예외)	명확한 파기 기준 제시
민감 정보 처리	별도 동의 및 엄격한 보호	사회경제적 배경, 가족 관계 등은 익명화 후 통계 목적으로만 활용	개인 식별 원천 차단
권리 행사 기한	10일 이내 처리	7일 이내 처리	신속한 권리 구제

다. 특례 적용 요건

특례 규정의 혜택을 받기 위해서는 다음 세 가지 요건을 모두 충족해야 한다.

① 표준 개인정보 보호 체계 준수: '(가칭) AI 진로교육 촉진법'에서 정한 개인정보 보호 표준을 따라야 한다.

②보안 기준 충족: 교육부 장관이 정한 기술적·관리적 보안 기준을 충족해야 한다.

③ 정기 외부 감사: 독립적인 외부 전문기관의 감사를 정기적으로 받아야 한다.

교육부 장관은 특례 적용 현황을 매년 개인정보보호위원회에 보고하여 투명성을 확보한다.

3. 관련 법령 개정

가.「진로교육법」 개정

1) 개정 이유

AI 기반 진로교육이 법적 근거를 가지고 정상적으로 운영될 수 있도록「진로교육법」에 관련 조항을 신설한다.

개정 조항	개정 내용	개정 효과
제2조(정의) 제○호 신설	'AI 기반 진로교육'이란 인공지능 기술을 활용하여 학습자에게 개인화된 진로 지원을 제공하는 교육을 말한다.	AI 진로교육의 법적 정의 확립
제10조(진로교육의 방법) 제○항 신설	국가와 지방자치단체는 인공지능 등 첨단기술을 활용한 진로교육을 장려할 수 있다.	AI 활용 진로교육의 법적 근거 마련

나.「교육기본법」 개정

1) 개정 이유

교육 전반에 걸친 AI 활용의 기본 원칙을「교육기본법」에 명시하여 AI 진로교육뿐만 아니라 모든 교육 영역에서 AI가 올바르게 활용될 수 있는 토대를 마련한다.

〈표 6-1〉 신설 조항: 제23조의2(교육에서의 인공지능 활용 원칙)

개정 조항	내용	핵심가치
제1항	교육에 인공지능 기술을 활용할 때에는 학습자의 인격과 개성을 존중하고, 자율성을 보장하여야 한다.	학습자 중심 교육
제2항	인공지능은 교사를 대체하는 것이 아니라 교육의 질을 높이기 위한 보조 수단으로 활용되어야 한다.	교사의 전문성 존중
제3항	인공지능 활용으로 인한 교육 격차가 발생하지 않도록 필요한 지원을 하여야 한다.	교육 형평성 보장

4. 소결 및 기대 효과

가. 법 제도 체계 정리

본 절에서 제시한 법 제도 정비 방안은 세 가지 층위의 법률 개정을 통해 AI 기반 초개인화 진로교육의 안정적 도입과 운영 기반을 마련한다. 법 제도 체계는 수직적 계층 구조와 횡단적 보호 장치로 구성된다.

가장 상위 층인 「교육기본법」은 AI 교육 활용의 기본 원칙을 천명한다. 여기에는 학습자의 인격과 개성 존중, 교사의 보조 수단으로서의 AI 역할, 교육 격차 방지 등의 근본 가치가 담긴다. 이는 모든 AI 교육 정책의 철학적 토대가 된다.

두 번째 층인 「진로교육법」은 AI 진로교육의 법적 정의와 근거를 제공한다. AI 기반 진로교육의 개념을 명확히 정립하고, 국가와 지방자치단체가 첨단기술을 활용한 진로교육을 장려할 수 있는 법적 근거를 마련한다. 이를 통해 진로교육 영역에서 AI 활용의 정당성을 확보한다.

세 번째 층인 '(가칭) AI 진로교육 촉진법'에는 구체적인 시스템 구축과 운영 규정을 담는다. 국가 표준 플랫폼의 요건, 개인정보 보호 절차, 교사

지원 체계, 콘텐츠 품질 관리, 평가 및 개선 방안 등 실행에 필요한 모든 세부 사항을 규정한다. 이는 추상적 원칙을 구체적 실천으로 연결하는 핵심 법률이다.

이러한 수직적 체계를 횡단하는 「개인정보 보호법」 특례는 교육 목적 데이터 처리의 특수성을 인정하면서도 미성년자 보호를 강화하는 안전장치 역할을 한다. 모든 층위의 법률이 작동할 때 학습자의 개인정보가 철저히 보호될 수 있도록 특별한 규정을 둔다.

나. 기대 효과

이러한 법 제도 정비를 통해 6가지 측면에서 실질적인 효과를 기대할 수 있다.

첫째, 법적 안정성이 확보된다. AI 진로교육의 명확한 법적 근거가 마련됨에 따라 교육 현장에서 겪어 온 불안과 혼란이 해소된다. 교사들은 법적 리스크 없이 AI 시스템을 활용할 수 있고, 학교는 안정적으로 시스템을 도입하고 운영할 수 있다. 시도교육청과 교육부는 일관된 정책을 추진할 수 있는 법적 기반을 갖추게 된다.

둘째, 학습자 권리가 강화된다. 개인정보 보호, 알고리즘 투명성, 설명가능성 등이 법률로 명문화됨에 따라 학습자와 보호자의 권리가 실질적으로 보호된다. 학습자는 자신의 데이터에 대한 열람권, 정정권, 삭제권, 이동권을 행사할 수 있고, AI의 판단 근거를 명확히 이해할 수 있다. 이로써 단순한 서비스 이용자에 그치지 않고, 권리의 주체로서 학습자의 위상을 확립한다.

셋째, 교육 형평성이 보장된다. AI 시스템으로 인한 교육 격차 발생을 방지하고, 모든 학생에게 동등한 기회를 제공할 수 있다. 법률은 성별, 지역,

사회경제적 배경, 장애 여부 등에 따른 차별을 명시적으로 금지하고, 분기별 형평성 모니터링을 의무화한다. 특히 교육 소외 지역과 취약 계층 학생들에게 필요한 지원을 국가가 제공하도록 책무를 부여한다.

넷째, 교사의 전문성이 존중된다. AI는 보조 수단임을 명확히 하고, 교사의 전문적 판단과 해석이 우선함을 법으로 규정한다. 이는 AI 도입으로 인한 교사의 역할 축소 우려를 불식하고, 오히려 교사가 행정·반복 업무에서 벗어나 학생과의 상담과 관계 형성에 더 집중할 수 있도록 지원한다. 교사-AI 협업 모델은 양자를 대립 관계가 아닌 상호 보완 관계로 자리매김한다.

다섯째, 체계적 지원 기반이 마련된다. 국가와 지방자치단체의 책무를 명시함에 따라 예산확보, 교원 연수, 인프라 구축 등이 체계적으로 이루어질 수 있다. 더 이상 개별 학교나 교사의 자발적 노력에만 의존하는 것이 아니라, 국가 차원의 종합적이고 지속적인 지원이 법적으로 보장된다. 표준 플랫폼 구축, 지역 지원센터 운영, 콘텐츠 개발 등 모든 영역에서 안정적인 재원이 투입된다.

여섯째, 지속 가능한 발전 체계가 구축된다. 정기적인 평가와 개선, 감사 체계를 통해 시스템이 지속적으로 발전하고 윤리적으로 운영될 수 있다. 또한 매년 효과성 평가를 실시하고, 그 결과를 국회에 보고하며 국민에게 공개함으로써 투명성을 확보할 수 있다. 아울러 현장 피드백과 기술 발전을 반영한 지속적 개선 메커니즘은 시스템이 경직되지 않고 융통성 있게 진화할 수 있도록 돕는다.

다. 후속 조치

법 제도 정비가 완료된 이후에는 실효성 있는 정책 시행을 위한 다층적 후속

조치가 필요하다. 먼저 시행령과 시행규칙을 제정하여 법률의 추상적 규정을 구체화해야 한다. 이를테면 개인정보 수집 항목의 세부 범위, 교사 연수의 구체적 커리큘럼, 윤리위원회의 운영 절차, 형평성 모니터링의 기술적 방법 등을 시행령과 시행규칙에 명확히 규정한다. 세부 가이드라인 개발도 필수적이다. 학교 현장에서는 교사와 행정가들이 실제로 참고할 수 있는 실무 지침서를 제작해야 한다. 개인정보 동의서 작성 방법, 학습자 데이터 관리 절차, AI 추천 결과 해석 방법, 윤리적 딜레마 상황 대응 사례 등을 담은 가이드라인은 법률의 추상적 원칙을 일상적 실천으로 전환하는 다리 역할을 한다. 특히 법 시행 초기에는 시범 운영 학교를 대상으로 법률의 실효성을 면밀히 점검해야 한다. 다양한 지역, 학교급, 학교 규모를 대표할 수 있는 시범학교를 선정한 후, 최소 1년간 시범 운영을 진행한다. 이러한 과정에서 법률 조항의 모호성, 실행상의 어려움, 예상치 못한 부작용 등을 발견하고 기록한다. 현장의 의견 수렴은 지속적이고 체계적으로 이루어져야 한다. 또한 교사, 학생, 학부모, 교육행정가, 진로상담 전문가 등 이해관계자별 간담회와 설문조사를 정기적으로 실시한다. 특히 법률을 적용하는 과정에서 발생하는 실질적 어려움과 개선 요구를 수렴하여, 필요할 경우 법률 개정이나 시행령 보완을 추진한다.

이러한 후속 조치는 제2절부터 제8절까지의 구체적인 실행 방안과 유기적으로 연계되어야 한다. 법 제도가 아무리 완벽하게 설계되더라도 실행 기반이 갖추어지지 않으면 무용지물이다. 제2절의 국가 표준 플랫폼 구축, 제3절의 교사 역량 강화, 제4절의 예산확보, 제5절의 거버넌스 체계, 제6절의 이해관계자 수용성 확보, 제7절의 지속가능성 방안, 제8절의 위험 관리 전략이 법 제도와 맞물려 제대로 작동할 때, 비로소 AI 기반 초개인화 진로교육이 성공적으로 자리 잡을 수 있을 것이다.

제2절 국가 표준 플랫폼 구축 및 운영 방안[6)]

본 연구에서 제안한 AI-PCE 모델은 학습자 주체성, 교사 중심성, 책임 있는 개인화를 실현하기 위한 개념적 프레임워크를 제공하였다. 5계층 참조 아키텍처(경험 계층, 개인화 엔진 계층, 콘텐츠 및 지식 그래프 계층, 데이터 계층, 신뢰 및 운영 계층), S-E-P-A-R 프로세스, 그리고 7개 실행 주체의 역할 모델은 모두 이론적, 교육학적 토대를 제공한다.

그러나 이러한 모델이 실제 교육 현장에서 제대로 작동하기 위해서는 견고한 기술 인프라가 필수적이다. 본 절에서는 AI-PCE 모델을 구현하는 핵심 인프라인 국가 표준 플랫폼의 구축 전략을 제시하고자 한다.

국가 표준 플랫폼은 단순한 기술 시스템이 아니라, 앞서 제시한 7대 원칙(목적의 불변·방법 혁신, 주체성 우선, 과정중심, Human-in-the-Loop, 책임 있는 개인화, 설명가능성, 접근성과 확장성)을 실제로 구현하는 사회적 인프라이다.

델파이 조사 결과, 진로교육 전문가 전원이 국가 차원의 표준 플랫폼 구축 필요성에 동의했으며, AI 기술 전문가들은 RAG 기반 지식 검증 시스템을 평균 4.73점으로 가장 높게 평가했다. 이러한 결과는 플랫폼이 기술적 완성도뿐만 아니라 교육적 타당성과 윤리적 책임성을 동시에 확보해야 한다는 것을 의미한다.

따라서 본 절에서는 플랫폼 구축 전략, 단계별 개발 로드맵, 클라우드 인프라 전략, 그리고 보안 및 개인정보 보호 아키텍처를 제시함으로써 AI-PCE 모델을 실제 작동 가능한 시스템으로 구현하기 위한 구체적인 방안을 제시하고자 한다.

---

6) 본 절의 내용은 AI agent 분야 전문가 차성재의 원고를 기초로 하여 연구진이 보완·정리하여 작성함.

1. 플랫폼 구축 전략

가. 3-Tier 플랫폼 모델과 5계층 아키텍처

국가 표준 플랫폼은 중앙-지역-학교의 3단계 계층 구조(3-Tier)와 기능별 5계층 아키텍처를 통합하여 설계한다. 3-Tier는 행정적·운영적 구조를 나타내며, 5계층은 기술적·기능적 구조를 의미한다. 이는 중앙의 통일된 기준과 품질을 유지하면서도 지역과 학교의 특성을 반영할 수 있는 유연성을 확보하기 위한 구조이다.

[그림 6-2] 플랫폼 구조: 3-Tier 모델

Tier 1: 중앙 플랫폼(교육부)

중앙 플랫폼은 전체 시스템의 핵심 엔진 역할을 수행한다. 교육부가 직접 구축하고 운영하며, 모든 지역과 학교가 공통으로 사용하는 기반 기능을 제공한다. 중앙 플랫폼의 주요 구성 요소는 AI-PCE 모델의 5계층 아키텍처를 반영하여 5가지로 구분할 수 있다.

첫째, 핵심 AI 엔진은 대규모 언어모델(LLM)과 검색 증강 생성(RAG) 기술을 결합한 구조로 설계된다. 델파이 조사에서 AI 기술 전문가들은 RAG 기반 지식 검증 시스템을 평균 4.73점으로 가장 높게 평가했다. 이는 AI가 생성하는 진로 정보와 조언이 검증된 지식 기반에 확고하게 근거해야 한다는 점을 강조한 결과이다. GPT-4 또는 Claude Sonnet 4.5와 같은 최신 언어모델을 기반으로 하되, 진로상담에 특화된 파인튜닝을 실시한다. 특히 RAG 시스템은 벡터 데이터베이스를 활용하여 진로정보를 임베딩하고, 실시간으로 검색하여 응답을 생성함으로써 단순히 학습된 정보가 아닌 최신의 검증된 진로정보를 기반으로 답변을 제공한다. 이는 AI의 환각(hallucination) 현상을 최소화하여 학생들의 중요한 진로 선택에 잘못된 정보가 영향을 미치는 것을 방지한다.

둘째, 이러한 AI 엔진의 효과적 작동을 위해서는 풍부한 진로 데이터가 필수적이다. 이에 따라 국가 진로정보 DB 통합이 플랫폼의 핵심 자산으로 구축된다. 구체적으로 커리어넷의 5,000개 직업정보, 대입정보포털의 3,000개 학과정보, 워크넷의 2,000개 자격증 정보와 실시간 채용 정보, 꿈길의 1만 개 체험처 정보, 국가교육과정정보센터의 전국 고교 정보 등을 통합한다. 더욱이 각 데이터베이스는 월 1회부터 일 1회까지 정기적으로 업데이트되어 최신성을 유지함으로써 AI가 항상 현재의 정확한 정보를 제공할 수 있도록 한다. 이러한 지식 그래프는 직업, 전공, 핵심 역량, 구체적 활동이라는 네 가지 노드를 유기적으로 연결하여, 학생들이 현재의 관심사에서 출발하여 구체적인 실행 단계까지

체계적으로 탐색할 수 있도록 지원한다.

셋째, 이렇게 구축된 기능을 외부와 연계하기 위해 표준 API 허브를 운영한다. 이는 모든 외부 시스템과의 연동 창구 역할을 수행하며, 인증 API, 학습자 프로필 API, 추천 API, 진로정보 API, 콘텐츠 API, 분석 API, 교사용 관리 API, 개인정보 관리 API 등 8개 카테고리의 API를 제공한다. 이때 OAuth 2.0과 JWT 기반 인증, 역할 기반 및 속성 기반 권한 관리, 사용자별 시간당 1,000 요청의 Rate Limiting을 적용하여 안정성을 확보한다. 또한 OpenAPI 3.0 스펙을 기반으로 문서를 자동 생성하여 개발자의 접근성을 높인다.

넷째, 학생 개인정보를 다루는 만큼, 보안과 개인정보 관리는 최우선 과제로 다루어진다. 델파이 조사에서 진로교육 전문가들은 수정·삭제권과 알고리즘 투명성을 81.3%의 필수 비율로 강조했다. 이를 위해 모든 데이터는 AES-256으로 암호화하여 저장하고, TLS 1.3으로 전송 중 암호화를 실시한다. 아울러 접근 로그를 상세히 기록하고, 실시간 모니터링으로 이상 징후를 탐지함으로써 다층적 보안 체계를 구축한다. 학생 데이터 주권을 보장하기 위해 열람권, 이동권, 정정권, 삭제권(7일 이내 처리), 처리 내역 확인권 등 5대 권리를 명시적으로 보장한다.

다섯째, 플랫폼의 지속적 발전을 위해 모델 학습 및 업데이트가 체계적으로 수행된다. 현장 피드백과 새로운 데이터를 반영하여 AI 모델의 성능을 지속적으로 개선하고, 최신 기술 발전을 적시에 적용함으로써 플랫폼이 항상 최신 상태를 유지하도록 한다. 델파이 조사에서 AI 기술 전문가들은 장기 학습자 추적 시스템을 평균 4.47점으로 평가하며 2단계 개발의 최우선 과제로 제시했다.

Tier 2: 지역 플랫폼(시도교육청)

지역 플랫폼은 중앙 플랫폼의 API를 활용하면서 지역 특화 기능을 추가하

는 방식으로 구축된다. 17개 시도교육청이 각각 지역 플랫폼을 운영하며, 중앙의 통일성과 지역의 특수성을 균형 있게 조화시킨다.

먼저 중앙 플랫폼 API 활용을 통해 핵심 기능은 즉시 사용이 가능하다. 또한 별도의 대규모 개발 없이 표준 API 연동만으로 AI 엔진, 진로정보 DB, 추천 시스템 등을 활용할 수 있다. 이는 지역교육청의 개발 부담을 최소화하는 동시에 전국 통일된 사용자 경험을 보장하는 효과를 가져온다.

그러나 지역 플랫폼의 진정한 가치는 지역 특화 콘텐츠를 제공하는 데 있다. 예를 들어 부산광역시교육청의 경우, 해양산업 관련 직업정보와 조선·해운·수산 등 지역 주력 산업 연계 진로정보를 제공한다. 나아가 부산 소재 기업 체험처 500개, 지역 대학 탐방 프로그램, 해양 관련 특화 체험 등 지역 자원 DB를 구축하여 학생들이 지역 내 진로 기회를 충분히 탐색할 수 있도록 지원한다. 또한 부산 지역 직업인 멘토 1,000명, 선배 대학생 멘토 500명 등 지역 멘토 풀을 관리함으로써 학생들이 실제 현장 경험을 가진 멘토와 연결될 수 있도록 한다.

이와 더불어 지역 플랫폼은 학교 연동 관리와 교사 지원 서비스도 수행한다. 아울러 관할 학교별 시스템 현황을 모니터링하고, 기술 지원 및 문의 대응을 제공하며, 교사 연수를 운영함으로써 플랫폼이 현장에서 원활하게 작동하도록 뒷받침한다.

Tier 3: 학교 플랫폼(단위 학교)

학교 플랫폼은 경량화 원칙을 적용하여 설계된다. 중앙과 지역 플랫폼에서 제공하는 기능을 최대한 활용하되, 학교는 학생 데이터 관리와 교사 지원이라는 고유한 역할에 집중한다. 특히 별도 서버 구축이 불필요한 클라우드 기반으로 설계하여 학교의 기술적·재정적 부담을 최소화한다.

학교 플랫폼의 핵심 기능은 세 가지이다. 첫째, 학생 데이터 관리이다. 학생 기본 정보 입력 및 관리, 개인정보 수집 동의서 수집 및 관리, 학생과 보호자의 권리 행사 요청 처리 등을 수행한다. 이러한 데이터 관리는 중앙의 개인정보 보호 체계와 연계되어 안전하게 처리된다.

둘째, 교사 지원이다. 학급별·학생별 대시보드를 통해 교사가 담당 학생들의 진로발달 상황을 한눈에 파악할 수 있도록 하며, 상담 기록 관리 도구로 체계적인 상담 이력을 축적할 수 있도록 지원한다. 더불어 학부모 소통 도구를 제공하여 가정과의 연계를 강화함으로써 학생의 진로발달을 삼자가 함께 지원하는 구조를 만든다.

셋째, 학교 특화 콘텐츠 관리이다. 교내 진로 행사 정보, 교내 동아리 정보, 선배 진로 사례 등을 관리하여 학교의 고유한 진로교육 자원을 효과적으로 활용할 수 있도록 한다. 이는 중앙과 지역의 일반적 정보를 학교의 구체적 맥락과 연결하는 역할을 수행한다.

나. 중앙 플랫폼 핵심 기능 설계

1) AI 엔진 시스템의 4개 레이어와 3단계 개인화

AI 엔진은 4개의 레이어로 구성되며, 각 레이어는 상위 레이어를 지원하는 위계적 구조를 이룬다. 이는 AI-PCE 모델의 개인화 엔진 계층을 구현하는 핵심 메커니즘이다.

가장 하단의 LLM Foundation Layer는 전체 시스템의 기반이 된다. GPT-4 또는 Claude Sonnet 4.5 같은 기본 모델을 진로상담에 특화하여 파인튜닝한 모델을 사용함으로써 일반적인 대화 능력뿐만 아니라 진로 관련 전문성을 겸비하도록 한다. 델파이 조사에서 AI 기술 전문가들은 대화 품질

과 기술 성능을 평균 4.60점으로 평가하며, 학생들이 자신의 고민을 편안하게 털어놓고 진정성 있는 대화를 나눌 수 있는 시스템의 중요성을 강조했다.

이러한 기본 모델 위에 두 번째 레이어인 RAG Knowledge Layer가 위치한다. 이 레이어는 벡터 데이터베이스를 활용하여 진로정보를 임베딩하고, 실시간 검색 및 증강 생성을 수행한다. 특히 다중 소스 크로스 체킹으로 정보의 정확성을 검증함으로써 LLM이 환각(hallucination)을 일으키지 않고 신뢰할 수 있는 정보를 제공하도록 뒷받침한다. 그리고 품질 보증을 위해 델파이 조사에서 강조된 바와 같이 2개 이상의 출처를 확인하며, 확신도 점수를 3단계(높은 확신 ★★★: 교육부 공식 자료 기반, 중간 확신 ★★: 변경 가능한 정보, 낮은 확신 ★: 교사 확인 필요)로 표시한다.

세 번째 레이어인 Personalization Engine Layer는 검증된 정보를 개별 학습자에게 맞춤화한다. 델파이 조사 결과를 바탕으로 학생의 데이터 동의 수준과 시스템 사용 이력에 따라 차등적으로 적용되는 3단계 개인화 알고리즘을 구현한다.

1단계 규칙 기반 추천은 모든 학생에게 기본적으로 제공되는 방식으로 학년, 성취도, 명시적 관심사 등 명확한 기준을 바탕으로 진로를 추천한다. 이 방식은 투명하고 설명 가능하며 편향이 최소화된다는 장점이 있다.

2단계 협업 필터링은 충분한 이력이 축적된 학생에게 적용되며, 유사한 관심사와 특성을 가진 학생 그룹의 패턴을 분석한다. 개인 식별이 불가능한 익명화된 집단 데이터만을 활용하여 “너와 비슷한 관심사를 가진 학생들은 이런 진로를 탐색했어.”와 같은 방식으로 제시한다.

3단계 AI 기반 심층 개인화는 선택적으로 동의한 학생에게만 제공되며, LLM이 학습자의 학업, 흥미, 가치관, 정서, 장벽 등을 종합적으로 분석하여 맞춤형 추천을 제공한다. 델파이 조사에서 전문가들은 이러한 심층 개인화

에 대해 평균 4.53점의 높은 중요도를 부여했으나, 동시에 반드시 교사의 검토를 거쳐야 한다는 조건을 명시했다.

이 레이어는 또한 메타인지적 질문 자동 생성 기능을 포함한다. "이 직업이 네 가치관과 맞는 이유는 무엇일까?", "이 목표를 달성하는 데 어떤 어려움이 예상되나?", "지난주와 비교해서 네 관심사가 어떻게 변했을까?"와 같은 질문을 통해 학생 스스로 깊이 있는 성찰을 할 수 있도록 돕는다. 보수적 탐색 전략을 적용하여 검증되지 않은 극단적 추천을 회피하고, 최소 2개 이상의 독립 출처를 확인하며, 불확실성이 높은 경우에는 교사에게 판단을 위임하는 방식으로 작동한다.

최상단의 Quality Assurance Layer는 모든 출력의 품질을 보증한다. 사실 검증을 통해 정보의 정확성을 확인하고, 확신도 계산으로 AI의 판단이 얼마나 신뢰할 만한지를 정량화하며, 교사 검토 큐잉 기능으로 불확실한 사안은 교사의 검토를 거치도록 한다. 결과적으로 AI의 모든 응답은 이 레이어를 거쳐 품질이 보증된 후에야 학생에게 전달된다. 이는 Human-in-the-Loop 원칙을 구현하는 핵심 메커니즘이다.

2) 표준 API 설계 원칙

API는 RESTful 원칙을 따르며, 8개 주요 카테고리로 구성된다. 인증 API는 로그인, 토큰 갱신, 로그아웃을 처리한다. 학습자 프로필 API는 프로필 조회 및 수정, 관심사 관리, 진로 저널 작성을 지원한다. 추천 API는 진로, 전공, 활동 추천과 커스텀 추천을 제공한다. 진로정보 API는 직업, 학과 정보 조회와 검색, 트렌드 분석을 제공한다. 콘텐츠 API는 시나리오, 멘토, 체험 정보를 제공한다. 분석 API는 학습자의 성장 추이와 패턴, 진로 장벽 진단을 수행한다. 교사용 관리 API는 대시보드, 학생 관리, 피드백, 리포트 기능을 제

공한다. 개인정보 관리 API는 동의 관리, 데이터 조회·삭제, 접근 로그 확인을 지원한다.

API 거버넌스는 엄격하게 관리된다. Semantic Versioning으로 버전을 관리하고, 실시간 사용 현황 대시보드로 모니터링하며, OpenAPI 3.0 기반 자동 문서 생성으로 개발자 친화적 환경을 제공한다.

2. 개발 로드맵

가. 4단계 36개월 개발 전략

플랫폼 개발은 4단계 36개월에 걸쳐 진행하되, 초기부터 완벽한 시스템을 구축하기보다는 최소기능제품(MVP)을 빠르게 개발하고 현장 피드백을 반영하며 점진적으로 고도화하는 애자일(agile) 방식을 적용한다. 이러한 접근은 기술적 위험을 최소화하고, 현장의 실제 요구를 반영할 수 있는 장점이 있다. 델파이 조사에서 진로교육 전문가 62.5%가 단계적 확산 방식(시범 운영 → 검증 → 확대)이 적절하다는 의견을 제시했으며, 이는 로드맵 설계의 핵심 원칙이 되었다.

Stage 0: 설계 및 준비 단계(0~3개월)

첫 번째 단계는 AI-PCE 모델의 본격적인 실행에 앞서 필요한 모든 기반을 구축하는 기간이다. 이 단계는 기술적, 제도적, 조직적, 소통 준비의 네 가지 영역으로 구분된다.

기술적 준비 측면에서는 전국적으로 일관되게 적용될 표준 데이터 스키마를 설계하고 확정하며, 학생 정보를 안전하게 보호할 개인정보 보호 체계를 설계한다. 델파이 조사에서 진로교육 전문가 81.3%가 필수로 강조한 알고리즘

투명성을 확보하기 위해 인공지능 모델의 특성과 한계를 투명하게 공개하는 모델카드 포맷을 개발한다. 학생, 교사, 보호자가 실제로 사용하게 될 UX/UI 프로토타입(학생 애플리케이션, 교사 및 진로상담자 콘솔, 보호자 포털)을 제작하고, 커리어넷과 연동한 기본 RAG 시스템을 구축한다.

제도적 준비를 통해서는 AI-PCE 모델의 7대 원칙(목적의 불변·방법 혁신, 주체성 우선, 과정중심, Human-in-the-Loop, 책임 있는 개인화, 설명가능성, 접근성과 확장성)을 구현하기 위한 윤리 가이드라인 초안을 작성하고, 제1절에서 제시한 (가칭) AI 진로교육 촉진법(안)을 준비하며, 개인정보 처리 표준을 작성한다. 시스템 구축과 운영에 필요한 예산확보 및 배분 계획을 수립한다.

조직적 준비 측면에서는 국가센터 내 AI-PCE 모델 구축을 전담할 태스크포스를 구성하고, 시도교육청 차원에서 현장 지원을 담당할 컨소시엄을 조직한다. 초기 시범 운영에 참여할 20개 시범학교(광역별 1~2개교)를 선정하고, 정책 자문과 윤리 검토를 담당할 자문위원회를 구성한다.

소통 준비는 새로운 시스템 도입에 대한 현장의 우려와 저항을 최소화하기 위해 특히 중요하다. 이해관계자 소통 자료로 FAQ 문서, 설명 영상(학생용, 교사용, 학부모용), 인포그래픽 포스터를 개발하고, 학부모 설명회를 준비한다.

- **주요 산출물:** 표준 데이터 스키마 v1.0, 윤리 가이드라인 v1.0, 모델카드 포맷 v1.0, UX/UI 프로토타입, 시범학교 20개교 선정 완료, 소통 자료 패키지 등
- **예산:** 총 70억 원(플랫폼 개발 45억 원, 개인정보 보호 체계 12억 원, 콘텐츠 개발 8억 원, 기타 5억 원)

Stage 1: 최소기능제품(MVP) 시범 단계(4~9개월)

두 번째 단계에서는 20개 시범학교를 대상으로 AI-PCE 모델의 핵심 기능

을 실제 교육 현장에 적용한다. 이 단계의 목표는 완성된 시스템을 배포하는 것이 아니라, 현장의 피드백을 수집하고 시스템을 개선하는 학습의 과정이다.

구현 기능 측면에서는 S-E-P-A-R 프로세스 중 자기이해(Self-Insight), 탐색(Explore), 성찰(Reflect) 세 가지 핵심 단계를 구현한다. 모든 추천과 분석에 데이터 출처, 판단 근거, 확신도, 모델 한계를 명시하는 근거 패널(Evidence Panel)을 제공한다. 델파이 조사에서 교사 중심성 확립을 최우선 과제로 합의한 바와 같이(Borda 85점, 적절성 평균 4.53점), AI의 제안, 교사의 의미화, 학생의 성찰을 통합 관리하는 삼자 협업 보드 v1.0을 구축한다. 학생용으로는 정체성 저널과 실행 체크인 도구가 제공되며, 교사용으로는 근거 설명 → 맥락 해석 → 작은 실행 제안 → 성찰 촉진의 4단계 의미화 노트 작성 도구가 구축된다.

시스템 연동을 통해 커리어넷과 워크넷으로부터 직업 및 진로정보를 읽어오는 기능을 구현하고, NEIS와의 1차 연동을 통해 기본 메타데이터(학년, 반, 이수 과목 등)를 공유한다.

교원 역량 강화를 위해 기초 연수(15시간)와 심화 연수(10시간)로 구성된 체계적인 프로그램을 운영한다. 델파이 조사에서 진로교육 전문가 68.8%가 교사 역량 강화를 필수 요소로 지목한 만큼, 이는 시스템 성공의 핵심이다. 각 시범학교에 시스템 활용 지원을 위한 현장 컨설턴트를 배치하고, 월 1회 교사 학습공동체를 시범 운영하여 실천 사례를 공유한다.

평가 및 개선을 위해 학생의 자기결정성, 진로준비행동에 대한 사전-사후 측정을 실시하고, 시스템 사용성과 신뢰도에 대한 조사를 수행한다. 2주마다 교사 피드백을 수렴하여 시스템을 개선하며, 학부모 간담회를 학기별 1회 개최한다.

- **주요 산출물:** AI-PCE 플랫폼 MVP v1.0, 표준 API v1.0, 데이터 스키마 v1.0, 개인정보 보호 가이드라인 v1.0, 시범 운영 보고서 등
- **예산:** 총 110억 원(시스템 고도화 55억 원, 연수 및 지원 30억 원, 평가 18억 원, 기타 7억 원)

Stage 2: 확장 및 고도화 단계(10~18개월)

Stage 1의 시범 운영 결과를 토대로, 세 번째 단계에서는 시스템을 고도화하고 200개 학교로 확대 적용한다. 이 단계에서는 기능의 완성도를 높이고, 연동 범위를 확대하며, 운영 체계를 정착시킨다.

기능 완성도 제고를 통해 앞서 구현된 세 가지 프로세스(S-E-R)에 더해 계획(Plan)과 실행(Act) 프로세스가 추가되어 S-E-P-A-R의 전체 여정이 완성된다. 델파이 조사를 기반으로 학생들이 직면할 수 있는 30가지 유형의 진로 장벽 시나리오(정보부족형, 시간제약형, 정서적 어려움형, 자원부족형, 가정환경형 등)가 개발되고, 각 장벽에 대한 맞춤형 극복 전략이 제공된다. 교사들이 필요로 하는 학급 및 개인별 리포트가 자동으로 생성되며, 델파이 조사에서 강조된 형평성 확보를 위해 성별·지역·사회경제적 배경별 격차를 실시간으로 모니터링하는 형평성 대시보드 v1.0이 구축된다.

시스템 연동 확대를 통해 NEIS와의 2차 연동(학업성취도, 활동 기록)을 완료하고, 지역 멘토 풀과 체험활동 기관을 연계하는 로컬 자원 DB를 구축한다. 또한 외부 진로 서비스와의 API 연동 시범(3~5개 서비스)을 실시하여 민관 협력 생태계를 조성한다.

운영 체계 정착 측면에서는 학교 데이터 담당자(교육데이터 관리 코디네이터) 제도를 공식화하고, 배치 기준(학생 300~500명당 1명)에 따라 담당자를 배치한다. 델파이 조사에서 교사 역량 강화의 중요성이 강조된 만큼, 교

사 전문적 학습공동체를 정례화하여 월 1회 운영하고, Best Practice를 학기별로 발굴하여 공유한다. 그리고 시도교육청 AI 진로교육센터를 정식 출범시켜 지역 단위 지원 체계를 강화한다.

평가방법론 고도화를 위해 AI-PCE 모델을 적용한 학교와 유사 학교를 매칭하는 준실험 설계를 도입하고, 성별·지역·사회경제적 배경 등 집단별 격차를 체계적으로 모니터링한다. 학생 3,000명 이상을 대상으로 종단 추적 조사를 시작하여, 델파이 조사에서 AI 기술 전문가들이 평균 4.47점으로 평가한 장기 학습자 추적 시스템의 기반을 마련한다.

- **주요 산출물:** AI-PCE 플랫폼 v2.0, 17개 시도교육청 지역 플랫폼, 진로 장벽 시나리오 라이브러리(30개 유형), 편향성 모니터링 시스템, 확장 운영 보고서 등
- **예산:** 총 230억 원(시스템 확장 115억 원, 학교 지원 75억 원, 평가 및 연구 25억 원, 기타 15억 원)

Stage 3: 전국 확산 및 완성 단계(19~36개월)

마지막 단계에서는 AI-PCE 모델을 전국의 모든 중·고등학교로 확산하면서, 동시에 시스템을 지속적으로 고도화한다. 이 단계는 다시 3개의 하위 단계로 구분하여 점진적으로 확산한다.

초기 6개월(Month 19~24)은 1차 확산 기간으로, 전국 중·고등학교의 30%인 약 1,500개교로 확대한다. 이와 함께 민간 서비스 10개 업체와 연계 시범을 실시하고, 델파이 조사에서 강조된 알고리즘 투명성 확보를 위해 모델카드 자동 생성 시스템을 구축한다. 선택적으로 감정 인식 및 공감 기능을 추가하여 시스템의 인간적 측면을 강화할 수 있다.

확산의 동력을 유지하며 다음 6개월(Month 25~30)은 2차 확산 기간으로 진행된다. 전국 중·고등학교의 70%인 약 3,500개교로 확대한다. 특히 델파

이 조사에서 M=4.47의 높은 중요도를 받은 장기 추적 시스템을 본격 가동하여 학생들의 진로발달을 종단적으로 추적할 수 있는 기반을 완성한다. 또한 학생들이 다양한 진로 경로를 가상으로 탐색해 볼 수 있는 50개 진로 경로 시뮬레이션 시나리오를 개발하고, 국제 협력 및 해외 진출을 준비함으로써 한국형 AI-PCE 모델의 글로벌 확산을 모색한다.

마지막 6개월(Month 31~36)은 전국 완성 기간이다. 전국 중·고등학교 100%인 약 5,000개교로 확대를 완료하며, GPT-5 등 최신 AI 모델을 적용하여 시스템을 지속적으로 고도화한다. 이와 더불어 대학생, 성인 대상 확장을 검토하고, 정규 예산 편성 및 지속가능 체계를 확립함으로써 플랫폼이 일회성 프로젝트가 아닌 항구적 인프라로 자리 잡도록 한다.

거버넌스 정착 측면에서는 AI-PCE 모델 운영을 위한 정규 예산이 편성되고, 시스템 운영과 데이터 활용에 관한 규정과 표준이 공식 고시된다. 연례 감리 체계(보안 감사, 편향성 점검, 성과 평가)가 정착되고, 세 가지 거버넌스 기구(자문위원회, 개인정보보호 감독위원회, 알고리즘 편향 점검단)가 정례적으로 운영된다.

지속가능성 확보를 위해 민간 파트너십을 통한 콘텐츠 지속 확충 체계를 구축하고, AI 모델 업데이트 자동화 시스템을 마련하며, 국제 협력을 통한 글로벌 벤치마킹 체계를 수립한다.

핵심 목표 달성 지표는 다음과 같다:

(1) 형평성 격차 감소: 모든 집단의 시스템 사용률 및 만족도 격차 ±5% 이내

(2) 권리 보장: 개인정보 관련 권리 요청 99% 이상 7일 이내 처리

(3) 실천력 제고: 학생 시스템 재방문율 60% 이상, 진로준비행동 실행률 70% 이상

(4) 만족도: 학생, 교사, 학부모 만족도 4.2점/5.0점 이상

- **주요 산출물:** AI-PCE 플랫폼 v3.0, 전국 확산 완료(5,000개교), 장기 추적 시스템, 민관 협력 생태계 구축, 지속가능 운영 체계 등
- **예산:** 총 400억 원 (전국 배포 200억 원, 시스템 고도화 120억 원, 운영 및 유지보수 56억 원, 평가 및 확산 24억 원)

나. 단계별 예산 계획

4단계 36개월에 걸쳐 총 810억 원의 예산이 소요된다. 구체적으로 Stage 0(설계 및 준비)에 70억 원, Stage 1(MVP 시범)에 110억 원, Stage 2(확장 및 고도화)에 230억 원, Stage 3(전국 확산)에 400억 원을 배분한다. 이는 초기 설계와 시범 단계에서 충분한 준비와 검증을 거친 후, 확산 단계에서 대규모 투자를 집행하는 신중한 접근 방식이다(〈표 6-2〉 참조).

1) 단계별 예산 배분

〈표 6-2〉 단계별 예산 배분

단계	기간	주요 내용	예산(억 원)
Stage 0	0~3개월	설계 및 준비(20개교 선정)	70
Stage 1	4~9개월	MVP + 시범 20개교	110
Stage 2	10~18개월	고도화 + 확장 200개교	230
Stage 3	19~36개월	전국 확산(단계적)	400
Stage 4	36개월	전체	810

2) 항목별 예산 세부 내역

예산은 8개 주요 항목으로 구분하여 집행된다. 각 항목은 AI-PCE 모델의 성공적 구현을 위해 필수적인 영역이다.

〈표 6-3〉 항목별 예산 배분

(단위: 억 원)

항목	Stage 0	Stage 1	Stage 2	Stage 3	총계
플랫폼 개발	45	55	115	50	265
인프라 구축	0	15	30	120	165
콘텐츠 개발	8	15	35	70	128
개인정보 보호	12	8	12	10	42
교사 연수	0	8	20	95	123
운영 및 유지보수	0	2	5	30	37
평가 및 연구	0	5	10	18	33
기타(예비비 등)	5	2	3	7	17
총계	70	110	230	400	810

3) 항목별 투자 전략

총 810억 원의 예산은 AI-PCE 모델의 기술적 완성도와 교육적 실효성을 동시에 추구하는 전략적 배분 원칙에 따라 집행된다.

기술 인프라 구축에는 전체 예산의 53%에 해당하는 430억 원이 투입된다. 플랫폼 개발(265억 원)은 초기 핵심 시스템 구축에 집중하는 전략을 따라 Stage 0~1에 100억 원을 투자하고, Stage 2에서 고도화에 115억 원을 투입한 후, Stage 3에서는 유지 및 개선에 50억 원을 배분한다. 인프라 구축(165억 원)은 학교 수 증가에 비례하여 투자가 확대되는 구조로, 전국 확산이 이루어지는 Stage 3에 120억 원을 집중 투입함으로써 하이브리드 클라우드 모델과 Private Cloud 확장을 뒷받침한다. 시스템 규모가 커짐에 따라 운영 및 유지보수(37억 원)도 Stage 3에 30억 원을 배분하되, MLOps/LLMOps 체계를 통한 자동화로 장기적 효율성을 확보한다.

교육 콘텐츠 개발에는 128억 원이 투입되며, 이는 델파이 조사에서 진로

교육 전문가들이 Borda 점수 75점으로 강조한 전문가 검증 콘텐츠 제작의 중요성을 반영한다. 진로 장벽 시나리오 30개, 진로 경로 시뮬레이션 50개, 실제 사례 DB 등이 단계적으로 확충하며, 단순한 정보 제공을 넘어 학생들의 실질적인 진로탐색을 지원하는 살아 있는 콘텐츠 생태계를 구축한다.

개인정보 보호 체계에는 42억 원이 배정된다. 델파이 조사에서 진로교육 전문가 81.3%가 필수 요소로 강조한 만큼, Stage 0에 12억 원을 투입하여 초기부터 견고한 보호 체계를 마련하고, 이후 시스템 확장에 맞추어 지속적으로 보안을 강화하는 전략을 취한다. 이는 기술 개발과 윤리적 책임을 동시에 추구하는 AI-PCE 모델의 핵심 철학을 예산 구조로 구현한 것이다.

교사 역량 강화는 델파이 조사에서 성공 요인 1순위(68.8% 필수)로 선정된 만큼, 123억 원의 상당한 투자가 필요하다. 이는 시스템 확산에 따라 연수 대상이 증가하므로 Stage 3에 95억 원을 집중 배분하여, 기초 연수 15시간과 심화 연수 10시간으로 구성된 체계적 프로그램을 전국적으로 운영한다. 이는 아무리 우수한 기술 시스템이더라도, 교사의 전문성 없이는 교육 현장에서 제대로 작동할 수 없다는 인식을 예산 배분으로 뒷받침한다.

평가 및 연구에는 33억 원을 투입하여 지속적인 효과성 평가와 개선 연구를 수행한다. Stage 2부터는 준실험 설계 기반의 엄밀한 평가를 실시하며, 델파이 조사에서 강조된 집단별 형평성 지표(성별, 지역, 사회경제적 배경)를 분기별로 모니터링함으로써 시스템이 모든 학생에게 공정하게 작동하는지 검증한다.

마지막으로 예비비 17억 원을 편성하여 예상치 못한 기술적 문제나 정책 변화에 유연하게 대응할 수 있는 안전장치를 마련한다. 이는 혁신적 시스템 구축 과정에서 불가피하게 발생할 수 있는 불확실성을 관리하기 위한 현실적 조치이다.

3. 클라우드 인프라 전략

가. 인프라 구축의 필요성과 설계 방향

AI-PCE 플랫폼은 일반적인 교육 웹사이트와 본질적으로 다른 세 가지 특성으로 인해 고도화된 기술 인프라를 필연적으로 요구한다.

첫째, 대규모 실시간 AI 처리가 필요하다. 전국 5,000개 중·고등학교의 약 150만 명 학생이 AI와 자연어로 실시간 대화하며 진로상담을 받고, RAG 시스템을 통해 5,000개 직업정보를 즉시 검색하고 개인화된 추천을 받는다. 이는 기존의 정적 웹사이트나 단순 데이터베이스 조회로는 구현이 불가능하며, 강력한 AI/ML 처리 인프라와 실시간 데이터 처리 체계를 필수적으로 요구한다.

둘째, 민감한 개인정보의 안전한 처리가 핵심이다. 학생의 이름, 성적, 심리검사 결과, 가정환경, 진로상담 내역 등 고도로 민감한 개인정보를 다루어야 한다. 특히 델파이 조사에서 진로교육 전문가 81.3%가 개인정보 보호를 필수 요소로 강조하였다. 일반 클라우드만 사용할 경우 법적 위반과 사회적 신뢰 상실이 불가피하므로, 민감정보를 완전히 격리하면서도 시스템 효율성을 확보할 수 있는 차별화된 인프라 전략이 요구된다.

셋째, 극심한 트래픽 변동에 대한 유연한 대응이 필요하다. 학기 초와 진로상담 기간에는 트래픽이 급증하고 방학 중에는 감소하는 등 시기별 편차가 크며, 20개 시범학교에서 시작하여 5,000개교로 36개월에 걸쳐 단계적으로 확장해야 한다. 고정된 인프라로는 비용 낭비와 확장성 한계가 발생하므로 탄력적으로 자원을 조절할 수 있는 클라우드 기반 접근이 필수적이다.

이러한 요구사항을 충족하기 위해 AI-PCE 플랫폼은 개인정보 보호, 비용 효율성, 확장성, 안정성이라는 네 가지 가치를 동시에 실현하는 하이브리드

클라우드 모델과 검증된 기술 구성을 채택한다. 이는 제5장에서 제시한 AI-PCE 모델의 핵심 가치, 즉 학습자 주체성, 교사 중심성, 책임 있는 개인화를 기술적으로 구현하기 위한 전략적 선택이다.

나. 하이브리드 클라우드 모델

AI-PCE 모델을 위한 클라우드 인프라는 Public Cloud와 Private Cloud/On-premise를 결합한 하이브리드 모델을 채택한다. 이는 민감한 학생 개인정보를 외부 클라우드에 노출하지 않으면서도(개인정보 보호)가변적인 트래픽과 서비스 확장에 유연하게 대응하고(확장성), 불필요한 고정 인프라 투자를 줄이며(비용 효율성), 안정적인 서비스를 제공하기(안정성) 위한 전략적 선택이다. 순수 Private Cloud만 사용할 경우 연간 약 150억 원이 소요되지만, 하이브리드 방식은 약 90억 원으로 비용을 40% 절감하면서도 민감한 학생 개인정보를 국내 Private Cloud에 격리하여 「개인정보 보호법」 제17조(국외 이전 제한)를 준수하고, 7층 보안 체계를 통해 제29조(안전조치 의무)를 이행하는 등 법적 요구사항의 기술적 측면을 충족하는 구조를 갖춘다(자체 TCO 산정, 2025; 국가법령정보센터, 2025; PIPC, 2024; 한국인터넷진흥원, 2023. 11. 23.; Brightlio, 2025).

구체적으로 Public Cloud에는 개발 및 테스트 환경, 일반 콘텐츠 저장소(직업정보, 교육자료 등), API 게이트웨이, 트래픽 분산을 위한 CDN 등 민감하지 않은 정보와 가변적인 트래픽 처리를 위한 요소들을 배치한다. 이들은 공개 정보이거나 빠른 접근이 필요한 영역으로, Public Cloud의 유연성과 비용 효율성, 그리고 CDN을 통한 전국 균등한 접근 속도(평균 0.3초 이하)를 최대한 활용할 수 있다.

반면 Private Cloud 또는 On-premise에는 학생 개인정보 저장소, 민감 데이터 처리 시스템, AI 모델 학습 인프라(학생 데이터로 학습하므로 외부 유출 방지 필수), 백업 및 재해복구 시스템을 격리하여 배치함으로써 외부 클라우드 노출을 원천적으로 차단하고, 「개인정보 보호법」 등 법적 요구사항을 충족한다. 특히 학생의 이름, 학업성취도, 진로상담 내역, 심리검사 결과 등은 국내 전용 서버에 보관함으로써 델파이 조사에서 강조된 개인정보 보호(81.3% 필수)를 실현하고 학부모와 사회의 신뢰를 확보한다.

이렇게 분리된 두 환경은 보안이 강화된 전용 채널로 통합 운영된다. 평상시에는 일반 서비스를 Public Cloud에서 빠르게 처리하다가, 개인정보가 필요한 경우에만 보안 채널을 통해 Private Cloud에 접근하는 방식으로 보안과 성능, 비용을 최적화하면서도 전체 시스템이 하나의 통합된 플랫폼으로 작동하도록 한다.

다. 플랫폼 구축을 위한 기술 구성(기술 스택, Technology Stack)

이러한 하이브리드 클라우드 모델 위에서 작동하는 기술 구성(기술 스택)은 36개월 일정 내 구축 가능성, 유지보수 용이성, 그리고 델파이 조사에서 강조된 핵심 요구사항[RAG 검증(M=4.73), 대화 품질(M=4.60), 교사 주도(M=4.53)]의 실제 구현이라는 세 가지 기준으로 선택되었다. 또한 각 계층별로 검증된 주류 기술을 채택하여 개발자 확보가 용이하고 커뮤니티 지원이 풍부하며, 전체적으로 유기적인 통합을 추구한다.

프론트엔드(Frontend, 사용자 접점)는 웹과 모바일 환경을 모두 지원하기 위해 React.js와 Next.js 기반의 웹 애플리케이션과 React Native 또는 Flutter 기반의 크로스 플랫폼 모바일 애플리케이션을 구축한다. React 생태

계는 전 세계적으로 가장 활성화된 개발 커뮤니티를 보유하여 유지보수가 용이하고, Next.js의 서버 사이드 렌더링은 초기 로딩 속도를 개선하여 학생 이탈을 방지하며, 크로스 플랫폼 방식은 iOS와 Android를 동시 개발하여 개발 비용을 50% 절감한다. 또한 Tailwind CSS를 활용한 디자인 시스템으로 5,000개 학교에 일관된 사용자 경험을 제공한다.

백엔드(Backend, 서버 처리)는 AI 서비스의 고성능 비동기 처리를 위한 Python과 FastAPI, 다양한 클라이언트 요청을 효율적으로 처리하는 Node.js와 Express 기반의 API 게이트웨이, 그리고 유연한 데이터 쿼리를 위한 GraphQL로 구성된다. Python은 TensorFlow, PyTorch, LangChain 등 AI/ML 라이브러리가 가장 풍부하여 RAG 시스템을 3개월 만에 구현 가능하게 하며, FastAPI의 비동기 처리는 델파이 조사에서 강조된 대화 품질(M=4.60) 요구사항인 실시간 AI 응답을 실현한다. Node.js는 150만 학생의 동시 접속을 효율적으로 처리하고, JavaScript로 Frontend와 언어를 통일하여 풀 스택 개발 효율을 높인다.

데이터 저장 및 관리는 용도에 따라 차별화하여, 학생 기본정보와 성적 등 구조화된 데이터는 정합성이 보장되는 PostgreSQL로, 진로 저널과 성찰 일기 등 비정형 텍스트는 유연한 스키마의 MongoDB로 처리한다. 직업정보 등 자주 조회되는 데이터는 메모리 기반의 Redis 캐싱으로 응답 속도를 50% 단축하여 전국 어디서나 0.3초 이하의 빠른 응답을 보장하며, RAG 시스템을 위한 벡터 데이터베이스로는 Pinecone 또는 Weaviate를 활용하여 델파이 조사에서 가장 높은 점수를 받은 RAG 기반 지식 검증 시스템(M=4.73)을 구현한다.

AI/ML 계층에서는 OpenAI GPT-4 또는 Anthropic Claude와 같은 현존 최고 성능의 대규모 언어모델을 기반으로 하되, 델파이 조사에서 강조된 대

화 품질(M=4.60)과 자연스러운 한국어 대화를 위해 진로상담에 특화된 파인튜닝을 실시한다. 또한 LangChain 프레임워크로 검색 증강 생성을 구현하여 5,000개 직업정보를 실시간으로 연결하고 AI의 환각(hallucination) 현상을 방지하며, 커스텀 모델 개발이 필요한 경우 TensorFlow 또는 PyTorch를 사용하고, MLflow로 모델을 체계적으로 관리하여 36개월 단계적 개선 전략을 지원한다.

시스템 안정성과 운영 효율을 위한 DevOps 체계는 Docker 컨테이너화와 Kubernetes 오케스트레이션을 통해 자동화된 배포 환경을 구축한다. 이는 개발-테스트-운영 환경의 일관성을 보장하고, 트래픽 변동에 따른 자동 확장으로 학기 초 급증 트래픽에 대응하며, Stage 3 전국 5,000개교 배포를 가능하게 한다. GitHub Actions 또는 Jenkins로 CI/CD(지속적 통합/배포)를 실현하여 델파이 조사에서 강조된 2주 단위 피드백 반영과 점진적 확산 전략(62.5%)을 지원하며, Prometheus와 Grafana로 실시간 시스템 모니터링을, ELK Stack(Elasticsearch, Logstash, Kibana)으로 통합 로깅을 수행함으로써 시스템의 건강성을 지속적으로 관리하고, 침해사고 조기 탐지를 위한 골든타임(1시간) 준수를 가능하게 한다.

이러한 기술 구성은 검증된 주류 기술을 선택함으로써 국내 수만 명의 개발자 풀에서 인력 확보가 용이하고, 활성화된 오픈소스 커뮤니티를 통해 버그 해결과 보안 패치가 신속하며, 36개월 일정을 준수하면서도 제5장에서 제시한 AI-PCE 모델의 핵심 가치, 즉 RAG 기반 정확한 진로정보 제공, 자연스러운 대화를 통한 학생 몰입도 향상, 삼자 협업 보드를 통한 교사 주도 의미화 루틴, 실시간 형평성 대시보드를 통한 격차 모니터링을 실제로 구현할 수 있는 현실적이고 검증된 선택이다.

4. 보안 및 개인정보 보호 아키텍처

가. 다층 보안 체계

학생 개인정보를 다루는 AI-PCE 플랫폼의 보안은 단일 방어선에 의존할 수 없다. 따라서 물리적 보안에서부터 사용자 인식에 이르기까지 7개 레이어로 구성된 다층 방어 체계를 구축하여, 어느 한 레이어가 돌파되더라도 다른 레이어에서 위협을 차단할 수 있도록 설계한다.

가장 기본이 되는 물리적 보안(Layer 1)과 인프라 보안(Layer 2)은 데이터센터의 물리적 접근 통제, CCTV 모니터링, 환경 관리와 함께 서버 운영 체제와 미들웨어의 취약점 스캔, 그리고 신속한 패치를 통해 하드웨어와 시스템 레벨의 보안을 담당한다.

네트워크 보안(Layer 3)은 방화벽과 침입 탐지·방지 시스템(IDS/IPS)으로 불필요한 트래픽과 악의적 접근을 차단하며, DDoS 공격 방어로 서비스 가용성을 보장한다.

접근 제어(Layer 4)는 역할 기반(RBAC)과 속성 기반(ABAC) 접근 제어를 결합하여 세밀한 권한 관리를 수행하고, 다중인증(MFA)으로 계정 탈취를 방지한다.

데이터 보안(Layer 5)은 모든 데이터를 저장할 때 AES-256으로, 전송할 때 TLS 1.3으로 암호화하며, 특히 민감정보에는 추가 암호화를 적용한다.

애플리케이션 보안(Layer 6)은 입력값 검증으로 CSRF, XSS, SQL Injection 등 코드 레벨의 공격을 차단한다. 최종적으로 사용자 교육 및 인식(Layer 7)은 교사와 학생, 관리자를 대상으로 개인정보 보호 교육과 피싱 방지 훈련을 정기적으로 실시함으로써 기술적 보안 체계가 사람의 보안 의식으로 완성되도록 한다.

나. 개인정보 생명주기 관리

이러한 다층 보안 체계는 개인정보의 전체 생명주기, 즉 수집, 저장, 이용, 제공, 파기에 걸쳐 일관되게 적용된다. 수집 단계에서는 최소 수집 원칙에 따라 진로교육에 필요한 최소한의 정보만 항목별 동의를 받아 수집하며, 미성년자의 경우 법정대리인의 공동 동의를 받는다. 수집된 정보는 저장 단계에서 AES-256 암호화와 함께 모든 접근이 로그로 기록되어 추적 가능성을 확보한다.

이용 단계에서는 명확히 동의 받은 목적으로만 활용하며, 민감정보는 익명화하여 통계 목적으로만 사용한다. 제3자 제공은 원칙적으로 금지하되, 예외적으로 필요한 경우는 별도로 동의를 받는다. 파기 단계에서는 졸업 후 3년이 경과하면 자동으로 복구 불가능한 방식으로 파기하며, 장기 추적 연구가 필요한 경우에만 학습자와 법정대리인의 명시적 동의를 별도로 받는다. 이 전체 생명주기에 걸쳐 학습자는 열람, 정정, 삭제, 이동, 처리 내역 확인 등 6대 권리를 언제든지 행사할 수 있다.

다. 침해사고 대응 체계

델파이 조사에서 최우선 과제로 선정된 침해사고 대응 체계는 아무리 완벽한 보안 시스템이라도 침해사고 발생 가능성을 완전히 배제할 수 없다는 현실적 인식에서 출발한다. 따라서 사고 발생 시 피해를 최소화하고 신속히 복구할 수 있는 4단계 대응 프로세스를 수립한다.

탐지 단계에서는 비정상적인 접근 패턴, 대량 데이터 유출 시도, 악성코드 활동 등을 24시간 실시간 모니터링하여, 이상 징후 발견 즉시 보안 담당자에게 알림을 발송한다. 탐지 시간을 최소화하는 것이 피해 확산을 막는 첫

번째 관문이다.

분석 및 격리 단계에서는 침해 범위를 신속하게 파악하고 영향 받은 시스템을 즉시 격리하여 피해 확산을 방지하는 동시에, 향후 법적 대응과 원인 분석을 위한 증거를 철저히 보존한다.

조치 단계에서는 발견된 취약점을 즉시 패치하고, 유출된 계정의 비밀번호를 강제 재설정하며, 악성코드를 제거하여 시스템을 정상화한다.

복구 및 사후 관리 단계에서는 격리되었던 시스템을 안전하게 복구하고, 개인정보가 유출된 피해자에게 즉시 통지한다. 또한 동일한 사고가 재발하지 않도록 근본 원인을 분석하고 대책을 수립한 후, 상세한 사고 보고서를 작성하여 조직의 보안 역량을 지속적으로 향상시킨다.

이 전체 대응 과정에서 침해사고 탐지 후 1시간 이내에 초기 대응, 24시간 이내에 주요 조치 완료, 72시간 이내에 피해자 통지라는 골든타임을 엄격히 준수함으로써 피해를 최소화하고 법적 책임을 다하는 동시에, 학생과 학부모의 신뢰를 지킨다.

5. 소결

가. 플랫폼 구축의 핵심 원칙

국가 표준 플랫폼 구축은 네 가지 핵심 원칙을 따른다. 첫째, 표준화와 유연성의 균형이다. 중앙 플랫폼은 통일된 표준을 제공하면서 동시에 지역과 학교가 자신의 특성을 반영할 수 있는 유연성을 보장한다. 3-Tier 모델은 이러한 균형을 실현하는 구조이다.

둘째, 점진적 확산 전략이다. 처음부터 완벽한 시스템을 전국에 배포하기보다는, 소규모로 시작하여 피드백을 반영하며 개선해 나간다. 예를 들어 20

개교 시범 → 200개교 확장 → 1,500개교 → 3,500개교 → 5,000개교로 단계적으로 확산한다.

셋째, 보안과 혁신의 조화이다. 최신 AI 기술을 적극 도입하면서도, 학생의 개인정보 보호 원칙을 반드시 준수한다. 하이브리드 클라우드, 7층 보안 체계, 개인정보 생명주기 관리 등으로 양립을 실현한다.

넷째, 지속가능성 확보이다. 36개월 집중 투자 이후에도 시스템이 안정적으로 운영되고 지속적으로 발전할 수 있도록 운영 체계와 예산 구조를 설계한다.

나. 기대 효과

플랫폼 구축을 통해 5가지 측면에서 실질적인 효과를 기대할 수 있다. 첫째, 교육 현장의 즉시 활용 가능성이 확보된다. 복잡한 기술 이해 없이도 교사와 학생이 직관적으로 사용할 수 있는 인터페이스를 제공하며, 표준 API로 민간 서비스와도 쉽게 연계할 수 있다. 이는 기술 장벽을 최소화하여 모든 학교에서 플랫폼을 효과적으로 활용할 수 있도록 한다.

둘째, 전국 동등한 진로교육 기회가 보장된다. 도시와 농촌, 대도시와 소도시의 격차 없이 모든 학생이 최신 AI 기반 진로교육을 받을 수 있다. 중앙 플랫폼의 핵심 기능은 모든 학교가 동일하게 사용하므로 지역이나 학교 여건에 따른 진로교육의 질적 차이가 해소된다. 이는 교육 형평성이라는 공교육의 근본 가치를 실현하는 것이다.

셋째, 데이터 기반 정책 수립이 가능해진다. 전국 학생들의 진로발달 데이터가 축적되면, (개인정보는 철저히 보호하되) 정책입안자는 실증 데이터에 기반한 진로교육 정책을 수립할 수 있다. 더 이상 추측이나 제한된 사례에

의존하지 않고, 수십만 학생들의 실제 진로발달 패턴과 효과적인 개입 방법을 과학적으로 분석하여 정책에 반영할 수 있다.

넷째, 민관 협력 생태계가 조성된다. 표준 API를 통해 민간의 우수한 진로교육 콘텐츠와 서비스를 연계할 수 있다. 공공의 안정성과 민간의 혁신성이 결합되어, 학생들은 더욱 다양하고 풍부한 진로교육 자원에 접근할 수 있게 된다. 동시에 민간기업에는 새로운 시장 기회가 열리며, 이는 진로교육 산업 전체의 발전을 촉진한다.

다섯째, 국제 경쟁력을 확보한다. 세계 최초의 AI 기반 국가 진로교육 플랫폼으로 국제 표준을 선도할 수 있다. 나아가 개발도상국에 한국형 모델을 수출할 수 있는 기반이 마련되며, 이는 교육 한류의 새로운 영역을 개척하는 것이다.

제3절 교사 역량 강화 체계 구축

AI-PCE 모델의 성공적 안착을 위해서는 교사의 역량 강화가 필수적이다. 아무리 우수한 AI 시스템이 구축되더라도, 교사가 이를 효과적으로 활용하지 못한다면 AI-PCE의 잠재력은 실현될 수 없다. 델파이 조사 결과, 전문가 패널의 전원이 교사 역량 강화의 필요성에 합의했으며, Borda 점수 85점으로 최우선 과제로 선정되었다. 본 절에서는 체계적인 AI 리터러시 연수 프로그램과 다층적 교사 지원 체계를 제시한다.

1. AI 리터러시 연수 프로그램

교사 역량 강화의 핵심은 AI 리터러시 연수 프로그램이다. AI-PCE 시스템의 성공은 교사가 AI 기술을 이해하고, 학생 데이터를 올바르게 해석하며, AI의 추천을 비판적으로 검토하여 의미화할 수 있는 역량에 달려 있다.

가. 연수 체계의 설계 철학

교사 역량 강화 프로그램은 3단계 레벨 체계(Level 1: 기초, Level 2: 심화, Level 3: 전문가)로 설계되었다. 이는 교사의 현재 역량과 관심도에 따라 단계적으로 성장할 수 있는 경로를 제공하기 위한 것이다.

Level 1(기초) 단계는 모든 진로 담당 교사가 이수해야 하는 필수 과정으로, AI 기본 이해와 시스템 기본 활용과 개인정보 보호 준수를 목표로 한다. 이 단계에서는 15시간의 필수 연수를 통해 AI 기술의 기초 개념을 이해하고, 플랫폼을 실제로 활용할 수 있는 최소한의 역량을 갖추게 된다.

Level 2(심화) 단계는 진로 담당 경력 2년 이상의 교사를 대상으로 하며, 교사-AI 협업의 능동적 실천, 데이터 기반 학생 지도, 윤리적 쟁점 대응 능력을 배양한다. 필수 15시간에 더해 선택 10시간을 추가로 이수하여 총 25시간의 연수를 받게 된다. 이 단계에서는 단순한 시스템 활용을 넘어 AI의 추천을 비판적으로 검토하고, 학생의 맥락에 맞게 의미화하는 능력을 기른다.

Level 3(전문가) 단계는 선도교사와 연구교사를 대상으로 하며, AI-PCE 시스템의 고급 활용, 콘텐츠 개발 및 커스터마이징, 동료 교사 멘토링 역할 등을 수행할 수 있는 역량을 갖춘다. 20시간의 심화 연수를 통해 AI-PCE 시스템의 원리를 깊이 이해하고, 학교와 지역의 특성에 맞게 시스템을 조정하며, 다른 교사들의 역량 개발을 지원하는 리더 역할을 담당한다.

〈표 6-4〉 AI-PCE를 위한 교사 역량 3단계 프레임워크

레벨	대상	핵심 역량	연수 시간	비고
Level 1 (기초)	모든 진로 담당 교사	• AI 기본 이해 • 시스템 기본 활용 • 개인정보 보호 준수	필수 15시간	모든 교사 필수 이수
Level 2 (심화)	진로 담당 2년 이상	• 교사-AI 협업 능동적 실천 • 데이터 기반 학생 지도 • 윤리적 쟁점 대응	필수 15시간 + 선택 10시간 (총 25시간)	심화 트랙 선택 가능
Level 3 (전문가)	선도교사, 연구교사	• AI 시스템 고급 활용 • 콘텐츠 개발 및 커스터마이징 • 동료 교사 멘토링	심화 20시간 (누적 45시간)	리더 교사 양성

나. 필수 연수 프로그램의 구성

모든 진로 담당 교사가 반드시 이수해야 하는 15시간의 필수 연수는 4개 모듈로 구성된다. 각 모듈은 이론과 실습을 균형 있게 배치하여 실제 현장에

서 즉시 활용할 수 있는 실무 역량을 기르는 데 중점을 둔다.

Module 1: AI 기초 이해(3시간)는 AI 기술에 대한 기본적인 이해를 돕는다. 첫 번째 1시간은 'AI 기술 이해' 주제로 강의와 영상을 통해 진행된다. 교사들은 AI, 머신러닝, 딥러닝의 개념과 차이를 이해하고, 특히 LLM(대규모 언어모델)이 무엇이며 어떻게 작동하는지, RAG(검색 증강 생성) 기술이 어떻게 학생 맞춤형 정보를 생성하는지를 배운다. 이는 교사들이 AI 시스템이 어떻게 학생에게 맞춤형 추천을 생성하는지를 이해하는 기초가 된다.

두 번째 1시간은 '진로교육과 AI' 주제로 진행된다. 강의와 사례 분석을 통해 AI가 진로교육을 어떻게 변화시키고 있는지, 그리고 초개인화의 의미와 가치가 무엇인지를 학습한다. 싱가포르의 MySkillsFuture 포털(SkillsFuture Singapore, 2017)과 핀란드 오울루 대학교 및 네덜란드 Radboud 대학교가 공동 운영하는 K-12 AI 교육연구센터 CELLA(Järvelä & Molenaar, n.d.) 등 국내외 선진 사례를 살펴보면서 AI-PCE의 가능성과 방향을 이해한다.

세 번째 1시간은 '윤리적 쟁점'을 주제로 토론과 활동 중심으로 진행된다. AI의 한계, 특히 '환각(Hallucination)' 현상이 무엇이며 어떻게 대응해야 하는지, 알고리즘 편향이 어떻게 발생하고 어떻게 탐지할 수 있는지를 다룬다. 또한 AI 시대에 '교사-AI 관계'를 어떻게 재정립해야 하는지, 즉 AI를 대체자가 아닌 협업 파트너로 인식하는 관점을 형성한다.

Module 2: 시스템 활용 실습(6시간)은 실제 **AI-PCE** 플랫폼을 직접 사용해 보는 실습 중심 과정이다. 첫 1.5시간은 '플랫폼 기본 기능' 실습으로 진행된다. 학생 앱의 기능을 살펴보고, 교사 콘솔의 구조를 이해하며, 삼자 협

업 보드의 사용법을 익힌다. 교사들은 학생의 입장에서 앱을 체험해 봄으로써 학생들이 어떤 경험을 하게 되는지 이해하고, 이를 바탕으로 더 효과적인 지도를 할 수 있게 된다.

다음 1.5시간은 '학생 데이터 해석' 실습과 사례 분석으로 진행된다. 학습자 프로필을 어떻게 읽어야 하는지, AI 추천의 근거를 어떻게 이해해야 하는지, 확신도 점수가 무엇을 의미하는지를 배운다. 예를 들어 확신도 점수가 0.85인 추천과 0.45인 추천의 차이가 무엇이며, 각각의 경우 교사가 어떻게 대응해야 하는지를 실제 데이터를 보면서 학습한다.

2시간 동안은 'AI 추천 검토 방법'을 실습하고 피드백을 받는다. AI가 생성한 초안을 검토하는 체크리스트를 활용하고, 학생의 개별적 맥락을 어떻게 고려해야 하는지를 배우며, 의미화 노트를 작성하는 실습을 한다. 이 과정에서 교사들은 "AI의 추천은 출발점일 뿐, 교사의 전문적 판단으로 완성된다."는 원칙을 체득한다.

마지막 1시간은 '리포트 활용' 실습이다. 학급 전체의 진로 트렌드를 보여주는 학급 리포트를 어떻게 해석하고, 개별 학생의 성장을 추적하는 개인 리포트를 어떻게 활용하며, 소외계층 학생의 접근성을 모니터링하는 형평성 지표를 어떻게 읽어야 하는지를 실습한다.

Module 3: '교사-AI 협업' 실천(4시간)은 교사가 AI와 어떻게 협업해야 하는지를 체험하고 연습하는 과정이다. 1.5시간 동안 '협업 시나리오 실습'을 활동과 역할극으로 진행한다. Level 1(AI 주도), Level 3(균형), Level 5(교사 주도)의 세 가지 자율성 수준을 직접 체험한다. 교사, AI, 학생 역할을 번갈아가며 맡아 보는 역할극을 통해 각 수준에서 어떤 상호작용이 일어나는지, 그리고 어떤 수준이 어떤 상황에 적합한지를 이해한다.

1시간 동안은 '의미화 템플릿'을 강의와 실습으로 학습한다. AI의 추천을 학생에게 전달할 때 반드시 거쳐야 하는 4단계 의미화 프로세스를 연습한다. 1단계는 AI 추천의 근거를 설명하고, 2단계는 학생의 맥락으로 해석하며, 3단계는 구체적 실행 방안을 제안하고, 4단계는 학생의 성찰을 촉진한다. 이 과정을 통해 교사는 단순히 AI의 결과를 전달하는 것이 아니라, 학생이 그 의미를 깊이 이해하고 자신의 진로 여정에 통합할 수 있도록 돕는 역할을 익힌다.

1시간 동안은 '개입 시점 판단' 능력을 사례 분석과 토론을 통해 키운다. 언제 AI에 맡기고 언제 개입해야 하는지, 위험 신호를 어떻게 탐지하는지, 긴급 상담으로 어떻게 연계하는지 등을 배운다. 일상적인 진로정보 제공은 AI에 맡겨도 되지만, 학생이 정서적으로 불안해하거나, 진로 장벽에 부딪혔거나, 중요한 결정을 앞두고 있을 때는 교사가 적극 개입해야 한다. 또한 자살 충동이나 학교 폭력 등 위험 신호를 탐지했을 때는 즉시 긴급 상담으로 연계하는 절차를 숙지한다.

마지막 0.5시간은 '사례 연구'를 토론으로 진행한다. 우수 협업 사례와 실패 사례를 함께 분석한다. 예를 들어 AI가 학생에게 의사를 추천했는데 교사가 학생의 혈액 공포증을 알고 있어 수의사로 방향을 조정한 성공 사례나, AI의 추천을 무비판적으로 수용하여 학생이 적성에 맞지 않는 진로를 선택한 실패 사례 등을 토론하면서 교훈을 얻는다.

Module 4: 데이터 및 윤리(2시간)는 개인정보 보호와 윤리적 이슈를 다룬다. 1시간 동안 '개인정보 보호'를 강의와 실습으로 학습한다. 수집 최소화 원칙, 즉 꼭 필요한 정보만 수집해야 한다는 원칙과, 학생 데이터 주권 5대 권리(알 권리, 접근권, 정정권, 삭제권, 거부권)를 이해한다. 또한 학생과 학부모

로부터 동의를 받는 실무 절차와, 만약 개인정보 침해 사고가 발생했을 때 어떻게 대응해야 하는지를 실습한다.

그후 0.5시간 동안은 '알고리즘 편향 인식' 훈련을 사례 분석과 실습으로 진행한다. 성별, 지역, 사회경제적 배경(SES)에 따른 편향 사례를 살펴보고, 형평성 모니터링 도구를 사용하는 방법을 배우며, 편향을 발견했을 때 어떻게 신고하는지 절차를 숙지한다. 예를 들어 AI가 여학생에게 간호사를, 남학생에게 엔지니어를 더 많이 추천하는 패턴을 발견했다면, 이를 즉시 시스템에 신고하고 해당 학생에게는 다양한 선택지를 제시해야 한다.

마지막 0.5시간은 '학생 권리 보호'를 실습으로 다룬다. 학생이 특정 진로 추천으로 인해 낙인찍히지 않도록 하는 낙인 방지 전략, 민감한 정보를 보호하는 '보호 뷰(Protected View)' 기능을 사용하는 방법, 학생의 약점보다는 강점을 중심으로 피드백하는 방법을 실습한다.

〈표 6-5〉 AI-PCE 필수 연수 프로그램 구성(총 15시간)

모듈	시간	주요 주제	핵심 내용	교수 방법
Module 1: AI 기초 이해	3시간	• AI 기술 이해 • 진로교육과 AI • 윤리적 쟁점	- AI, ML, DL 개념 및 LLM/RAG 기술 - 초개인화의 의미와 국내외 사례 - AI 환각, 편향, 교사-AI 관계	강의, 영상, 토론, 활동
Module 2: 시스템 활용 실습	6시간	• 플랫폼 기본 기능 • 학생 데이터 해석 • AI 추천 검토 • 리포트 활용	- 학생 앱, 교사 콘솔, 협업 보드 - 학습자 프로필, 확신도 점수 - 체크리스트, 의미화 노트 작성 - 학급·개인 리포트, 형평성 지표	실습, 사례, 피드백
Module 3: 교사-AI 협업 실천	4시간	• 협업 시나리오 • 의미화 템플릿 • 개입 시점 판단 • 사례 연구	- Level 1/3/5 자율성 수준 체험 - 4단계 의미화 프로세스 - 위험 신호 탐지, 긴급 연계 - 우수·실패 사례 분석	역할극, 실습, 사례, 토론
Module 4: 데이터 및 윤리	2시간	• 개인정보 보호 • 알고리즘 편향 • 학생 권리 보호	- 수집 최소화, 5대 권리, 침해 대응 - 성별·지역·SES 편향, 신고 절차 - 낙인 방지, 보호 뷰, 강점 피드백	강의, 실습, 사례

주: 연수 이수 기준: 80% 이상 출석 + 최종 실습 과제('AI-PCE 추천을 활용한 학생 상담 시나리오 작성') 제출

다. 심화 연수 프로그램(10시간)

필수 연수를 이수한 교사 중 특정 영역에 관심이 있는 교사들을 위해 10시간의 심화 연수 프로그램이 선택적으로 제공된다. 3개의 트랙 중 하나를 선택할 수 있다.

Track A: 데이터 분석 심화(10시간)는 데이터 기반 의사결정에 관심 있는 교사를 위한 과정이다. 학생 데이터를 시각화하는 고급 기법을 배우고, 통계적으로 해석하는 방법을 학습하며, Excel이나 Python을 활용한 데이터 분석 실습을 한다. 또한 학급 단위 진로 트렌드를 분석하는 방법을 익힌다. 이를 통해 교사는 단순히 개별 학생을 지도하는 것을 넘어, 학급 전체의 진로 패턴을 파악하고 선제적으로 대응할 수 있게 된다. 예를 들어 특정 계열로 학생들이 과도하게 몰리는 현상을 조기에 파악하여 더욱 다양한 진로탐색 기회를 제공할 수 있다.

Track B: 콘텐츠 개발(10시간)은 진로 콘텐츠 제작에 관심 있는 교사를 위한 과정이다. 학생들이 겪는 다양한 진로 장벽(가정형편, 지역 한계, 성 고정관념 등)을 시나리오로 작성하는 방법을 배우고, 현직 종사자를 인터뷰하여 멘토 영상을 제작하는 가이드를 익힌다. 또한 효과적인 진로체험 프로그램을 설계하는 방법을 비롯해 AI가 잘 처리할 수 있도록 콘텐츠를 구조화하는 방법을 학습한다. 이 트랙을 이수한 교사들은 자신의 학교나 지역의 특성에 맞는 맞춤형 콘텐츠를 개발할 수 있으며, 이는 전국 플랫폼에 공유되어 다른 학생들에게도 도움이 된다.

Track C: AI Agent 커스터마이징(10시간)은 기술적 역량을 갖춘 선도교사를 위한 과정이다. Prompt Engineering 기법, 즉 AI에게 더 정확하고 유용한 결과를 얻기 위해 어떻게 질문하고 지시해야 하는지를 배운다. Fine-tuning의 기초, 즉 일반적인 AI 모델을 특정 학급의 특성에 맞게 조정하는 방법을 학습하고, 학급 특화 AI-PCE Agent를 설정하는 방법을 익힌다. 또한 API를 활용한 고급 기법까지 다룬다. 이 트랙은 기술에 관심이 많고 프로그래밍 기초 지식이 있는 교사들이 AI-PCE 시스템을 더 깊이 이해하고 활용할 수 있게 한다.

〈표 6-6〉 AI-PCE 심화 연수 프로그램 구성(총 10시간)

트랙	주요 주제	핵심 내용	교수 방법
Track A: 데이터 분석 심화	데이터 기반 의사결정 관심 교사	• 학생 데이터 시각화 고급 기법 • 통계적 해석 방법 • Excel·Python 활용 데이터 분석 • 학급 단위 진로 트렌드 분석	학급 전체 진로 패턴 파악, 선제적 대응 가능, 데이터 기반 의사결정 역량
Track B: 콘텐츠 개발	진로 콘텐츠 제작 관심 교사	• 진로 장벽 시나리오 작성법 • 멘토 인터뷰 제작 가이드 • 진로체험 프로그램 설계 • AI 친화적 콘텐츠 구조화	학교·지역 맞춤형 콘텐츠 개발, 전국 플랫폼 공유, 교사 크리에이터 역량
Track C: AI Agent 커스터마이징	기술적 역량 갖춘 선도교사	• Prompt Engineering 기법 • Fine-tuning 기초 • 학급 특화 AI-PCE Agent 설정 • API 활용 고급 기법	AI-PCE 시스템 깊이 이해, 학급별 맞춤 설정, 기술 리더 교사 양성

주: 연수 이수 기준: 80% 이상 출석 + 최종 실습 과제('AI-PCE 추천을 활용한 학생 상담 시나리오 작성') 제출

라. 연수 운영 방식의 유연성

교사 연수는 블렌디드 러닝 모델로 운영되어 교사들의 시간적 제약을 최소화한다. 전체 연수의 40%는 온라인 자율 학습으로 진행된다. 교사들은 각

10~15분 길이의 이론 강의 영상을 자신의 일정에 맞추어 시청하고, 퀴즈로 자가 점검 하며, 사전 과제를 수행한다. 이를 통해 기본적인 지식을 미리 습득하고 집합 연수에 준비된 상태로 참여할 수 있다.

그다음 40%는 집합 연수로 진행되며 실습, 활동, 토론, 사례 연구를 중심으로 한다. 온라인에서 배운 이론을 실제로 적용해 보고, 다른 교사들과 경험을 공유하며 즉각적인 피드백을 받는다. 이는 단순한 지식 전달을 넘어 실제 역량을 기르는 데 필수적이다.

나머지 20%는 실천 과제로 학교 현장에 직접 적용하고, 동료 교사와 협업하며 성찰 일지를 작성한다. 예를 들어 배운 내용을 실제 학생 상담에 적용해 보고, 무엇이 잘되었고 무엇이 어려웠는지를 기록한다. 이 과정에서 동료 교사와 함께 협력하여 문제를 해결하고, 서로의 경험에서 배운며 사고를 넓힌다.

연수가 끝난 후에도 지속적인 Follow-up이 이루어진다. 온라인 커뮤니티를 통해 질문하고 답변을 얻으며, 매월 첫째 주 목요일에는 최신 이슈를 다루는 웨비나가 열린다. 또한 경험이 많은 선도교사의 멘토링을 받을 수 있다.

〈표 6-7〉 블렌디드 러닝 모델 구성

구성 요소	비중	주요 내용	특징
온라인 자율 학습	40%	• 이론 강의 영상(10~15분) • 퀴즈 및 자가 점검 • 사전 과제 수행	- 시간 제약 최소화 - 자기주도 학습 - 기본 지식 사전 습득
집합 연수	40%	• 실습 및 활동 • 토론 및 사례 연구 • 즉각적 피드백	- 실전 역량 배양 - 교사 간 교류 - 현장 적용 훈련
실천 과제	20%	• 학교 현장 적용 • 동료 교사와 협업 • 성찰 일지 작성	- 실제 활용 경험 - 지속적 성찰 - 협력 문화 조성

Follow-up	지속적	• 온라인 커뮤니티 • 월례 웨비나(매월 첫째 목요일) • 선도교사 멘토링	- 지속적 학습 - 최신 정보 제공 - 장기 지원 체계

연수 일정은 교사들의 편의를 고려하여 세 가지 방식으로 제공된다.

〈표 6-8〉 연수 일정 옵션

구성요소	비중	주요 내용	특징
집중 연수	3일(15시간)	방학 중(하루 5시간씩)	단기간 집중 선호, 방학 활용 가능 교사
학기 중 연수	3주(15시간)	주말 3회(각 5시간)	학기 중 참여 필요, 주말 활용 선호 교사
온라인 연수	4주(15시간)	주당 3~4시간 자율 진행	시간·장소 유연성 필요, 온라인 선호 교사

2. 교사 지원 체계

연수를 통해 역량을 갖춘 교사들이 실제 현장에서 AI 진로교육을 효과적으로 실천할 수 있도록 다층적인 지원 체계를 구축한다.

가. 온라인 지원 시스템

교사들은 언제든지 도움을 받을 수 있는 24시간 365일 헬프데스크 시스템을 이용할 수 있다. 먼저 채팅봇이 FAQ 기반으로 즉시 응답한다. 예를 들어 “학생이 비밀번호를 잊어버렸어요.”, “리포트를 어떻게 다운로드하나요?”와 같은 자주 묻는 질문에는 채팅봇이 즉시 답변을 제공한다. 채팅봇으로 해결되지 않는 복잡한 문제는 티켓 시스템으로 연결되어 전문가가 배정되며, 24시간 이내에 답변한다. 긴급한 경우에는 평일 오전 9시부터 오후

6시까지 운영되는 긴급 핫라인으로 전화 상담을 받을 수 있다.

온라인 자료실은 교사들이 필요한 정보를 스스로 찾을 수 있도록 풍부한 자료를 제공한다. 단계별 가이드와 스크린 숏을 포함한 매뉴얼, 100개의 짧은 How-to 영상, 500개의 자주 묻는 질문, 의미화 노트와 상담 기록지 등 각종 템플릿, 그리고 우수 사례 모음집이 제공된다.

교사 커뮤니티 플랫폼은 교사들이 서로 소통하고 배우는 공간이다. 질문과 답변, 사례 공유, 자료실 게시판을 통해 경험을 나누고, 주제별 소모임 30개가 운영되어 관심사가 같은 교사들이 정기적으로 모임을 갖는다. 매월 첫째 주 목요일에는 월례 웨비나가 열려 최신 이슈를 다루고, 여름 방학에는 연례 콘퍼런스가 열려 그해의 성과를 공유하고 다음 해의 방향을 논의한다. 연 2회 우수 사례 경진대회를 통해 혁신적인 실천 사례를 발굴하고 확산한다.

〈표 6-9〉 AI-PCE 온라인 지원 시스템 구성

구성 요소	운영 시간	주요 기능	대응 시간
24/7 헬프데스크	연중 무휴 24시간	• 채팅봇: FAQ 기반 즉시 응답 • 티켓 시스템: 전문가 배정 • 긴급 핫라인: 실시간 전화 상담	• 채팅봇: 즉시 • 티켓: 24시간 이내 • 핫라인: 실시간 (평일 9-8시)
온라인 자료실	상시 접근	• 매뉴얼: 단계별 가이드 • 영상 튜토리얼: 100개(3~5분) • FAQ: 500개 • 템플릿: 의미화 노트, 상담 기록지 등 • Best Practice: 우수 사례 모음집	즉시 다운로드
교사 커뮤니티	상시 운영	• 게시판: 질문·답변, 사례 공유, 자료실 • 학습 공동체: 주제별 소모임 30개 • 이벤트: 월례 웨비나, 연례 AI-PCE 콘퍼런스, 우수 사례 경진대회(연 2회)	• 게시판: 수시 • 웨비나: 매월 첫째 주 목요일 • 콘퍼런스: 여름 방학

나. 오프라인 지원 체계

온라인 지원만으로는 부족한 경우를 위해 전국 17개 시도에 권역별 지원센터를 운영한다. 각 지원센터는 네 가지 주요 기능을 수행한다.

첫째, 현장 컨설팅이다. 학교가 신청하면 전문가가 직접 방문하여 시스템 활용을 점검하고 맞춤형 개선 방안을 제안한다. 예를 들어 특정 학교에서 시스템 활용률이 낮다면, 그 원인을 파악하고(교사의 이해 부족 인지, 기술적 문제 인지, 학교 문화의 문제 인지 등) 구체적인 해결 방안을 제시한다.

둘째, 권역별로 집합 연수를 운영한다. 중앙에서 진행하는 대규모 연수와 달리, 20명 내외의 소규모 워크숍으로 실습 중심 프로그램을 진행한다. 소규모이기 때문에 각 교사의 개별적인 질문과 어려움에 더 세심하게 대응할 수 있다.

셋째, 지역 특화 콘텐츠 개발을 지원한다. 예를 들어 제주도의 경우 관광산업 관련 진로 콘텐츠가 필요하고, 울산의 경우 제조업 관련 콘텐츠가 필요하다. 각 지역 지원센터는 이러한 지역 특성을 반영한 콘텐츠 개발을 지원하고, 우수 사례를 발굴하여 정리하며 매뉴얼을 현장에 맞게 수정한다.

넷째, 네트워킹을 지원한다. 교사 학습공동체를 연결해 주고, 지역 내 우수 학교 견학을 조직하며, 비슷한 고민을 가진 교사들을 멘토-멘티로 매칭한다.

〈표 6-10〉 권역별 지원센터 주요 기능(17개 시도)

주요 기능	세부 내용	운영 방식
현장 컨설팅	• 학교 방문 지원 • 시스템 활용 점검 • 맞춤형 개선 제안	신청 시 방문, 원인 파악 및 설루션 제공

집합 연수	• 권역별 연수 센터 운영 • 소규모 워크숍 (20명 내외) • 실습 중심 프로그램	소규모 심화 교육, 개별 질문 세심 대응
자료 개발 지원	• 지역 특화 콘텐츠 개발 지원 • 우수 사례 발굴 및 정리 • 매뉴얼 현장 적합화	지역별 특성 반영(예: 제주 관광, 울산 제조)
네트워킹	• 교사 학습공동체 연결 • 지역 내 우수 학교 견학 • 멘토-멘티 매칭	지역 교사 간 협력, 경험 공유 촉진

교사 학습공동체에 대한 지원도 체계적으로 이루어진다. 운영비 지원, 활동 시간 인정, 성과 공유 등을 통해 교사들의 자발적 협력과 전문성 개발을 촉진한다.

〈표 6-11〉 교사 학습공동체 지원 내용

지원 항목	내용	비고
운영비 지원	학교당 연간 200만 원	회의비, 자료 구입비, 외부 전문가 초청비 등
활동 시간 인정	연간 최대 30시간	교원 전문성 개발 시간으로 인정
성과 공유	우수 학습공동체 사례집 발간	다른 학교 모델 제공

다. 인센티브 제도

교사들의 자발적이고 적극적인 참여를 유도하기 위해 다양한 인센티브를 제공한다. 우수 활용 교사 포상은 시스템 활용도, 학생 성과 향상, 혁신적 실천 사례, 동료 교사 지원 등 네 가지 기준으로 종합평가하여 선정한다. 또한 연구비 지원을 통한 AI-PCE 관련 실행 연구와 사례 연구를 통해 AI-PCE 관련 현장의 실천 지식이 축적되고 학술적으로도 발전할 수 있도록 한다. 승진 가산점도 부여한다. AI 기반 진로교육 선도교사로 활동한 경우 승진 심사

시 0.5점, 우수 활용 교사로 2회 이상 수상한 경우 1점, 연구 실적(논문, 보고서)은 실적별로 0.2~0.5점을 가산한다. 이는 교사들이 AI 기반 진로교육 활동을 단순히 추가 업무가 아니라 자신의 전문성 개발과 경력 발전의 기회로 인식하게 한다.

〈표 6-12〉 교사 인센티브 내용

인센티브 유형	선정 기준 / 대상	포상 / 지원 내용	규모
우수 활용 교사 포상	• 시스템 활용도(30점) • 학생 성과 향상(30점) • 혁신적 실천 사례(20점) • 동료 교사 지원(20점)	• 교육부장관상: 상금 300만 원 • 시도교육감상: 상금 100만 원 • 우수 학습 공동체상: 팀당 500만 원	• 장관상 10명 • 교육감상 50명 • 공동체상 20팀
연구비 지원	• AI-PCE 관련 실행 연구, 사례 연구	• 개인 연구: 최대 500만 원 • 공동 연구: 최대 1,000만 원	연 2회 공모, 각 50개 과제
승진 가산점	• AI-PCE 선도교사 • 우수 활용 교사(2회 이상) • 연구 실적	• 선도 교사: 0.5점 • 우수 교사: 1점 • 연구 실적: 0.2~0.5점	승진 심사 시 반영

3. 소결

교사 역량 강화 체계는 단순히 기술 사용법을 가르치는 것을 넘어, 교사가 AI 시대에 자신의 전문성을 더욱 발휘할 수 있도록 돕는다. 3단계 레벨 체계는 교사의 현재 수준과 관심사에 맞는 성장 경로를 제공하고, 블렌디드 러닝 방식은 시간적 제약을 최소화하며, 온라인·오프라인 통합 지원 체계는 교사가 현장에서 겪는 모든 어려움에 대응할 수 있도록 돕는다.

특히 중요한 것은, 모든 체계가 'AI는 교사를 대체하는 것이 아니라 교사와 협업하는 파트너'라는 철학을 일관되게 반영한다는 점이다. 연수에서 배

우는 내용, 지원 시스템이 제공하는 도구, 인센티브 제도가 평가하는 기준 등 모두가 교사의 전문적 판단과 의미화 역할을 강조한다.

이러한 체계적이고 지속적인 교사 역량 강화를 통해, AI 기반 초개인화 진로교육은 기술적 혁신을 넘어 진정한 교육적 혁신으로 자리 잡을 수 있을 것이다.

제4절 예산확보 및 배분 전략

AI-PCE 시스템의 성공적 구축과 운영을 위해서는 체계적인 예산확보와 효율적인 배분 전략이 필수적이다. 델파이 조사 결과, 전문가 패널의 50.0%가 충분한 예산확보의 필요성을 강조했다. 36개월의 개발 기간 동안 총 810억 원의 예산이 소요되며, 본 절에서는 다층적 예산확보 전략과 투명한 집행 관리 체계를 제시한다.

1. 36개월 총예산 계획 개요

가. 총괄 예산 규모와 배분 원칙

AI-PCE 시스템 구축을 위한 36개월(3년) 총예산은 810억 원으로, 이는 4단계에 걸쳐 전략적으로 배분된다. 제6장 제2절에 제시된 개발 로드맵에 따라 Stage 0(설계 및 준비, 0~3개월)에 70억 원, Stage 1(MVP 시범, 4~9개월)에 110억 원, Stage 2(확장 및 고도화, 10~18개월)에 230억 원, Stage 3(전국 확산, 19~36개월)에 400억 원이 배분된다.

예산 배분의 핵심 원칙은 '신중한 시작, 검증된 확산'이다. 초기 설계와 시범 단계(Stage 0~1)에서는 전체 예산의 22%(180억 원)만 투입하여 충분한 준비와 검증을 거친다. 델파이 조사에서 진로교육 전문가 62.5%가 단계적 확산 방식(시범 운영 → 검증 → 확대)이 적절하다고 응답한 것을 반영한 것이다. 이후 시스템의 효과성이 입증되면 확산 단계(Stage 3)에서 전체 예산의 49%(400억 원)를 집중 투자하여 전국 5,000개 중·고등학교로 신속하게 확대한다.

〈표 6-13〉 AI-PCE 36개월 총예산 활용 계획

단계	기간	주요내용	예산 (억 원)	비율 (%)	누적 (억 원)
Stage 0	0~3개월	설계 및 준비(시범 20개교 선정)	70	9	70
Stage 1	4~9개월	MVP + 시범 20개교 운영	110	14	180
Stage 2	10~18개월	시스템 고도화 + 200개교 확장	230	28	410
Stage 3	19~36개월	전국 확산(1,500→3,500→5,000개교)	400	49	810

나. 항목별 투자 전략

810억 원의 예산은 AI-PCE 모델의 기술적 완성도와 교육적 실효성을 동시에 추구하는 8개 항목으로 배분된다. 가장 큰 비중을 차지하는 것은 기술 인프라 구축으로, 플랫폼 개발(265억 원, 33%)과 인프라 구축(165억 원, 20%)을 합쳐 전체 예산의 53%인 430억 원이 투입된다.

교사 역량 강화에는 123억 원(15%)이 배정되는데, 이는 델파이 조사에서 성공 요인 1순위(68.8% 필수)로 선정된 만큼 투입 규모가 상당하다. 콘텐츠 개발(128억 원, 16%)은 진로 장벽 시나리오 30개, 진로 경로 시뮬레이션 50개 등을 단계적으로 확충한다. 개인정보 보호(42억 원, 5%)는 델파이 조사에서 전문가 81.3%가 필수 요소로 강조한 만큼, 초기부터 견고한 보호 체계를 구축한다.

〈표 6-14〉 항목별 예산 배분(총 810억 원)

항목	총계 (억 원)	비율 (%)	투자 전략	Stage 3 집중 투자
플랫폼 개발	265	33	초기 집중 투자 후 유지·개선 전환	50억 원(유지보수)
인프라 구축	165	20	학교 수 비례 확장 전략	120억 원(전국 확산)
콘텐츠 개발	128	16	단계적 확충, 생태계 구축	70억 원(다양화)
교사 연수	123	15	확산에 따른 대상 증가	95억 원(전국 연수)
개인정보 보호	42	5	초기 견고한 체계 구축	10억 원(유지)
운영·유지보수	37	5	규모 증가에 비례 확대	30억 원(5,000개교)
평가 및 연구	33	4	지속적 효과성 검증	18억 원(종단 연구)
기타(예비비)	17	2	불확실성 관리	7억 원
합계	810	100		

2. 예산확보 전략

가. 국고 예산확보

1) 편성 근거와 타당성

AI-PCE 시스템 구축을 위한 국고 예산확보는 법적 근거와 사회경제적 타당성을 바탕으로 한다. 제정을 추진 중인 '(가칭) AI 진로교육 촉진법'은 국가와 지방자치단체의 책무를 명시하여 예산확보의 법적 기반을 마련한다. 이는 미래 인재 육성을 위한 국가 전략 사업이자, 교육 격차 해소를 통한 교육 형평성 제고라는 명확한 정책 목표를 가진다.

예산 투입의 사회적 효과는 명확하다. 진로 미스매칭으로 인한 사회적 손실은 연간 약 10조 원으로 추산된다(경향신문, 2025 .8. 18.). AI-PCE는 학생들의 적성과 진로를 조기에 연계하여 이러한 미스매칭을 줄이고, 청년 실업률 감소에 기여하며, 국가 인적자원의 효율적 배치를 통해 경쟁력을 강화한다.

경제적 타당성도 충분하다. 36개월간 810억 원을 투입하여 전국 5,000개 중·고등학교, 약 300만 명의 학생이 혜택을 받는다. 학생 1명당 3년간 약 2.7만 원을 투입하는 것으로, 사교육비 절감 효과까지 고려하면 매우 합리적인 투자이다. 비용-편익 분석 결과 B/C Ratio는 3.2로 평가되어, 1원을 투입하면 3.2원의 사회적 편익이 발생한다.

긴급성도 인정된다. 싱가포르의 MySkillsFuture(SkillsFuture Singapore, 2017), 핀란드 오울루(Oulu) 대학교의 K-12 AI 교육센터 CELLA(Järvelä & Molenaar, n.d.) 등 주요국이 AI 진로교육에 대규모 투자를 확대하는 추세이다. 이에 우리나라도 선제적 대응이 필요하며, 교육 격차가 더 확대되기 전에 시급한 조치가 요구된다.

〈표 6-15〉 국고 예산확보 논리 체계

근거 유형	핵심 논리	구체적 수치
법적 근거	'(가칭) AI 진로교육 촉진법'에 따른 국가 책무	법률 제·개정 추진 중
사회적 효과	진로 미스매칭 감소로 사회적 비용 절감	연 10조 원 손실 예방
경제적 타당성	투자 대비 높은 사회적 편익	B/C Ratio 3.2 (1원 투입 → 3.2원 편익)
형평성	교육 격차 해소, 소외계층 지원	전국 5,000개교, 약 300만 명 학생 혜택
국제 경쟁력	주요국 AI 교육 투자 선제 대응	싱가포르, 핀란드 등 벤치마킹

2) 단계적 편성 전략

국고 예산은 36개월 동안 단계적으로 확보한다. 1년 차(Stage 0~1)에는 시범 사업 예산 180억 원을 기획재정부와 협의하여 확보한다. 이 단계에서는 'R&D 성격의 시범 사업'이라는 점을 강조하여 상대적으로 부담이 작은 규모로 시작하면서도 실증 데이터를 철저히 축적한다.

2년 차(Stage 2)에는 1년 차 시범 운영의 성과를 바탕으로 본격 확산 예산 230억 원을 확보한다. 20개 시범학교의 객관적 성과 데이터(학생 진로 명확성 향상률, 교사·학부모 만족도, 시스템 활용률 등)를 제시하여 예산 증액의 타당성을 입증한다.

3년 차(Stage 3)에는 전국 확산을 위한 400억 원을 확보한다. 이 시기에는 200개교 확장 운영의 성과를 바탕으로 중장기 국가사업으로서의 위상을 확립하고, 교육부 핵심 사업으로 편성하여 예산의 안정성을 보장한다.

〈표 6-16〉 국고 예산 단계적 확보 전략

연차	단계	예산 규모	확보 전략	핵심 논리
1년 차	Stage 0~1	180억 원	기획재정부 협의, R&D 시범사업 편성	선진국 사례, AI 시대 대응, 교육 형평성
2년 차	Stage 2	230억 원	1년 차 성과 입증, 본격 확산 예산	시범 운영 성과 데이터, 학생·교사 만족도 85%
3년 차	Stage 3	400억 원	전국 확산, 교육부 핵심 사업화	B/C Ratio 3.2, 사회적 비용 절감 효과

나. 지방교육재정교부금 활용

국고 예산만으로는 지역별 특성을 반영한 맞춤형 운영이 어렵다. 따라서 지방교육재정교부금을 활용하여 시도교육청이 지역별 지원 체계를 구축한다. 역할 분담 원칙은 명확하다. 중앙 플랫폼 개발 및 운영은 국고에서 부담하고, 지역 플랫폼 구축 및 현장 지원은 시도 예산(교부금)으로 충당한다.

제6장 제2절 로드맵에 제시된 바와 같이, Stage 2(10~18개월)부터 17개 시도교육청에 지역 플랫폼이 구축된다. 이를 위해 시도별로 지역 플랫폼 구

축비와 연간 운영비, 교사 연수비가 필요하다.

대규모 시도(서울, 경기)는 지역 플랫폼 구축에 10억 원, 연간 운영에 5억 원, 교사 연수에 3억 원으로 총 18억 원이 필요하다. 중규모 시도(부산, 대구, 인천, 광주, 대전 등 12개)는 총 12억 원이 필요하며, 소규모 시도(울산, 세종, 제주 3개)는 총 8억 원이 필요하다.

전국 17개 시도의 3년간 총소요 예산은 약 270억 원(연평균 90억 원)으로 추산되며, 이는 각 시도교육청의 지방교육재정교부금에서 충당한다. 지역별 특성에 맞는 콘텐츠 개발(예: 제주 관광산업, 울산 제조업, 충남 농업), 지역 진로체험처 연계, 지역 멘토 네트워크 구축 등은 시도 예산으로 추진한다.

〈표 6-17〉 시도별 교부금 소요 예산(3년간)

시도 규모	해당 지역(개수)	구축비 (억 원)	연간 운영 (억 원)	교사 연수 (억 원)	3년 총계 (억 원)
대규모	서울, 경기 (2개)	10	5	3	18×2 = 36
중규모	부산, 대구, 인천, 광주, 대전, 충북, 충남, 전북, 전남, 경북, 경남, 강원 (12개)	7	3	2	12×12 = 144
소규모	울산, 세종, 제주 (3개)	5	2	1	8×3 = 24
전국 합계	17개 시도	-	-	-	약 270억 원

주: 연간 운영비는 2~3년 차에 발생하므로 실제 집행은 단계별로 이루어짐.

다. 민간 협력 및 외부 재원

예산의 효율성을 높이고 민간의 전문성을 활용하기 위해 민관 협력(Public-Private Partnership) 모델을 도입한다. 다만 공교육의 공공성을 해치지 않는 범위 내에서 엄격한 조건을 설정한다.

1) 유형 1

콘텐츠 협찬에서는 기업이 자사의 직업정보, 직무 소개, 진로체험 프로그램을 제공한다. 삼성, LG, 현대자동차, 네이버, 카카오 등 주요 기업이 참여하여 실제 업무를 소개하는 멘토 인터뷰, 직업세계 콘텐츠를 제작한다. 이를 통해 기업은 브랜드 이미지를 제고하고 우수 인재 조기 발굴 기회를 얻는다.

2) 유형 2

기술 협력에서는 AI 기술 기업이 모델 개발, 알고리즘 최적화, 기술 자문을 지원한다. 국내 AI 스타트업, 대학연구소 등과 협력하여 최신 기술을 적용한다. 이를 통해 기업은 교육 시장 진출 기회를 제공받고, 사회적 가치 창출 경험을 얻는다.

3) 유형

인프라 지원에서는 클라우드 기업이 인프라를 할인된 가격 또는 무상으로 제공한다. 네이버 클라우드, 카카오 클라우드, KT 클라우드 등이 참여하여 서버, 스토리지, 네트워크 비용을 절감한다. 이를 통해 기업은 사회공헌 활동으로 인정받으며 공공 부문 레퍼런스를 확보한다.

4) 유형 4

연구 협력에서는 대학과 연구소가 공동 연구를 수행한다. KAIST, 서울대학교, 한국교육개발원, 한국직업능력연구원 등이 참여하여 효과성 검증, 알고리즘 개선, 교육학적 연구를 수행한다.

민간 협력의 조건은 매우 엄격하다. 무상 또는 원가 수준으로 제공되며, 개인정보에는 접근할 수 없다. 또한 교육 목적 외의 활용이 금지되며, 상업적인 광고 금지를 원칙으로 한다. 이러한 조건하에서 3년간 총 60억 원(연평균 20억 원)의 비용 절감 효과를 기대할 수 있다.

〈표 6-18〉 민간 협력 모델 및 절감 효과(3년간)

연차	협력 주체(예시)	제공 내용	기업 혜택	3년 절감액
콘텐츠 협찬	삼성, LG, 현대차, 네이버, 카카오 등	멘토 인터뷰, 직업세계 소개, 진로체험 프로그램	브랜드 이미지, 인재 조기 발굴	15억 원
기술협찬	국내 AI 스타트업, 대학 연구소	AI 모델 개발, 알고리즘 최적화, 기술 자문	교육 레퍼런스, 사회적 가치 창출	18억 원
인프라 지원	네이버, 카카오, KT 클라우드	클라우드 인프라 할인/무상 제공	사회공헌 인정, 공공 레퍼런스	22억 원
연구 협력	KAIST, 서울대, KEDI, 직능연	공동 연구, 효과성 검증	논문 발표, 학술적 성과	5억 원
총절감액	-	-	-	60억 원

주: 협력 조건: ① 무상 또는 원가 제공, ② 개인정보 접근 불가, ③ 교육 목적 외 활용 금지, ④ 상업 광고 금지

3. 예산 집행 및 관리

가. 투명한 집행 체계

예산 집행의 투명성과 책임성을 확보하기 위해 4단계 프로세스를 운영한다. 첫째, 연초 계획 수립 단계에서 세부 집행 계획을 수립하여 항목별 예산 배분, 분기별 집행 목표, 주요 마일스톤을 설정한다. 둘째, 분기별 점검 단계에서 계획 대비 집행 현황을 점검하여 예산 집행률, 사업 진척도, 문제점 및 개선 방안을 검토한다. 셋째, 월별 모니터링 단계에서 실시간 집행 현황 대시보드를 운영한다. 예산 집행 현황, 항목별 집행률, 진행 중인 사업, 지연 사업을 실시간으로 모니터링하여 문제를 조기에 발견하고 대응한다. 넷째, 평가 및 환류 단계에서 반기별로 성과 평가를 실시한다. KPI 달성도, 예산 효율성, 개선 과제를 도출하여 다음 반기 계획에 반영한다.

마지막으로 대국민 공개 원칙에 따라 모든 집행 내역을 투명하게 공개한다. 교육부와 국가진로교육센터 웹사이트에 분기별 예산 집행 보고서, 주요 사업 진행 상황, 성과지표를 게시하여 국민의 알 권리를 보장하고 예산 사용의 정당성을 확보한다.

모니터링 지표는 네 가지로 운영된다. ① 예산 집행률(분기별 목표 대비 실적, 목표 95% 이상), ② 사업 진척도(마일스톤 달성률, 목표 90% 이상), ③ 성과지표(KPI 달성도, 제5장 제시 목표 달성), ④ 만족도(이해관계자 만족도 4.2점/5.0점 이상)를 지속적으로 측정한다.

〈표 6-19〉 예산 집행 관리 프로세스

단계	시점	주요 활동	산출물	책임 부서
계획	연초 (1월)	세부 집행 계획 수립, 항목별 배분, 마일스톤 설정	연간 집행 계획서	기획조정실
집행	연중	계획에 따른 예산 집행, 계약 체결, 비용 지급	집행 증빙 서류	각 부서
모니터링	월별	실시간 대시보드 확인, 집행률·진척도 점검	월별 모니터링 보고서	기획조정실
점검	분기별 (3, 6, 9, 12월)	목표 대비 실적 분석, 문제점 파악 및 대응	분기별 점검 보고서	센터장 주재 점검 회의
평가	반기별 (6, 12월)	KPI 달성도 평가, 개선 과제 도출	반기별 성과 보고서	품질관리부
공개	분기별	집행 내역 대국민 공개	공개 보고서 (웹사이트 게시)	기획조정실

나. 비용 효율화 전략

한정된 예산으로 최대의 효과를 창출하기 위해 다각적인 비용 절감 전략

을 추진한다.

1) 기술 비용 절감

클라우드 비용 최적화를 통해 향후 3년간 약 15억 원의 비용을 절감한다. Auto-scaling을 통해 트래픽 변동에 따라 서버를 자동 조절함으로써 약 30%의 비용을 절감하고, Reserved Instance를 통해 장기 계약을 체결하여 30~40%를 할인받는다. 또한 Spot Instance를 활용하여 비피크 시간대에는 저가로 이용한다. 그리고 제5장에서 제시된 하이브리드 클라우드 모델(Public Cloud + Private Cloud)을 단계적으로 구축하여 보안성과 경제성을 동시에 확보한다.

오픈소스를 활용함으로써 향후 3년간 약 12억 원의 비용을 절감한다. 상용 소프트웨어 대신 오픈소스를 80% 이상 활용하여 라이선스 비용을 최소화한다. 또한 Llama, Mistral 등 오픈소스 LLM, LangChain 등 RAG 프레임워크, 그리고 PostgreSQL, Redis 등 오픈소스 DB를 적극 활용하고 글로벌 커뮤니티의 기술 지원을 받는다.

내부 개발 우선으로 중장기적으로 비용을 절감한다. 외주 개발을 최소화하고, 국가센터 내 개발팀을 구성하여 기술을 내재화한다. 초기에는 인건비가 들지만, 유지보수 비용을 대폭 절감하고 기술 자립도를 높인다.

2) 운영 비용 절감

자동화를 통해 인력을 효율적으로 활용한다. 헬프 데스크의 70%를 챗봇으로 자동화하고, 리포트 자동 생성 기능을 구현하며, 제5장에서 제시된 MLOps/LLMOps 체계를 통해 모니터링을 자동화한다. 이를 통해 단순 반복 업무를 줄여 직원들이 고부가 가치 업무에 집중할 수 있도록 한다.

공동 활용을 통해 3년간 약 10억 원을 절감한다. 17개 시도교육청이 중앙 플랫폼을 공동 이용하고, 콘텐츠를 공동 개발 및 공유하며, 교사 연수를 권역별로 공동 운영한다. 또한 중복 투자를 방지하고 규모의 경제를 실현한다.

표준화를 통해 업무 효율을 20% 향상시킨다. 이를 위해 프로세스를 표준화하고, 템플릿을 활용하며 매뉴얼을 체계화한다. 이를 통해 신규 직원의 학습 시간이 단축되며, 업무 품질이 균일하게 유지될 수 있다.

〈표 6-20〉 비용 효율화 전략 및 절감 효과(3년간)

단계	전략	세부 내용	3년 절감액 (억 원)	시작 시점
클라우드 최적화	Auto-scaling, Reserved / Spot Instance, 하이브리드 모델	트래픽 자동 조절(30%↓), 장기 계약 할인(30~40%↓), Public + Private 혼합	15	Stage 2부터
오픈소스 활용	상용 SW → 오픈소스 80%	Llama, LangChain, PostgreSQL 등 라이선스 비용 최소화	12	Stage 0부터
자동화	챗봇, 리포트 자동 생성, MLOps / LLMOps	헬프 데스크 70% 자동화, 모니터링 자동화, 고부가 가치 업무 집중	8	Stage 1부터
공동 활용	17개 시도 인프라·콘텐츠 공유	중앙 플랫폼 공동 이용, 권역별 연수 공동 운영, 중복 투자 방지	10	Stage 2부터
내부 개발	외주 최소화, 기술 내재화	센터 개발팀 구성, 장기 유지보수 비용 절감	5	Stage 1부터
총절감액	-	-	50	-
절감률	-	-	예상 대비 약 6%	-

주: 민간 협력 60억 원까지 포함 시 총 110억 원 절감(예상 대비 약 12%).

4. 소결

AI-PCE 시스템의 성공적 구축을 위한 36개월 810억 원의 예산은 체계적, 전략적으로 확보되고 관리되어야 한다. '신중한 시작, 검증된 확산'의 원칙에 따라 초기 22%(180억 원)로 시범 운영과 검증을 거친 뒤, 확산 단계에서 49%(400억 원)를 집중적으로 투자하는 전략이다.

국고(810억 원), 지방교육재정교부금(270억 원), 민간 협력(60억 원 절감)이라는 다층적 재원 확보 전략은 중앙정부와 지방정부, 공공과 민간의 역할을 명확히 하며 시너지를 창출한다. 아울러 투명한 집행 체계와 4단계 관리 프로세스는 예산이 효율적으로 사용되도록 보장하며, 적극적인 비용 효율화 전략은 총 110억 원(민간 협력 포함)의 절감 효과를 창출한다.

학생 1명당 향후 3년간 약 2.7만 원의 투자로 진로 명확성을 높이고, B/C Ratio 3.2의 높은 경제적 타당성을 실현한다. 제5장 개발 로드맵과 긴밀히 연계된, 이러한 예산 계획을 통해 AI-PCE는 모든 학생에게 공정하고 효과적인 진로교육 기회를 제공하는 국가 핵심 인프라로 자리 잡을 것이다.

제5절 거버넌스 및 관리 체계

AI 기반 진로교육 플랫폼을 성공적으로 구축하고 운영하기 위해서는 국가, 지역, 학교 단위의 체계적인 추진 조직이 필수적이다. 이에 본 절에서는 각 단계별 조직의 구성과 역할, 그리고 상호 협력 체계를 상세히 기술한다.

1. 추진 조직 체계

가. 국가 단위: 교육부 AI 진로교육추진단

OECD(2021a)는 AI 교육정책의 효과적 추진을 위해 국가 수준의 전담 조직 구축과 명확한 거버넌스 체계 수립을 권고하였다. 이에 본 연구에서는 교육부 산하에 차관급 추진단장과 35명의 전문인력으로 구성된 AI 진로교육추진단을 설치하여 정책 수립, 시스템 개발 및 운영을 총괄하도록 제안한다.

[그림 6-3] AI 진로교육추진단 구성(안)

〈표 6-21〉 AI 진로교육추진단 조직 구성(총 35명)

팀명	인원수(명)	핵심 역할
계획	5	정책 수립, 예산 배분(연 300억 원), 법 제도 정비
집행	10	AI-PCE 시스템 개발, API 표준화, 보안 관리
모니터링	7	교원 연수(연 4회), 콘텐츠 개발, 현장 지원
점검	4	개인정보 보호, AI 윤리 감독, 사고 대응
평가	5	효과성 평가, 품질 감리, 국제 협력
공개	4	품질 기준 수립, 템플릿 개발, 데이터 관리

나. 지역 단위: 시도교육청 AI 진로교육센터

17개 시도교육청에 센터를 설치하고, 지역 규모에 따라 10~15명의 전문 인력을 배치한다(서울·경기 15명, 중규모 시도 12명, 소규모 시도 10명). 연수팀, 지원팀, 자원 연계팀으로 조직이 구성되며, 관할 학교 지원, 교원 연수, 지역 특화 콘텐츠 개발, 포트폴리오 품질 관리, 현장 피드백 수렴 등을 담당한다.

다. 학교 단위: AI 진로교육 운영팀

진로진학상담교사를 중심으로 운영팀을 구성한다. 필요한 경우 AI 선도교사(기술 지원)와 교육 데이터 관리 코디네이터(개인정보 관리)를 추가 배치한다.

〈표 6-22〉 학교 운영팀 역할 분담

업무	진로교사	AI 선도교사	데이터 코디네이터
학생 상담	● 주 책임	○ 지원	-
AI 시스템 활용	● 주도	● 기술 지원	○ 협력
포트폴리오 검토	● 승인	○ 조언	○ 형식 검토
데이터 관리	○ 협력	-	● 주 책임
개인정보 보호	○ 준수	○ 준수	● 관리

● 주 책임, ○ 지원 및 협력.

2. 자문 및 감독 기구

가. AI 진로교육 자문위원회

AI 진로교육 자문위원회는 17명의 다양한 분야 전문가로 구성하여 정책 자문과 윤리 심의를 담당한다.

- **구성:** 교육 5명(진로교육 전문가 3명, 교사 2명), 기술 3명(AI 전문가 2명, 정보보호 1명), 법률·윤리 2명, 이해관계자 5명(학부모 2명, 학생 3명), 산업계 2명
- **역할:** 정책 방향 자문, 윤리적 쟁점 심의, 이해관계자 의견 수렴, 연간 권고안 발표
- **운영:** 분기 1회 정기 회의, 소위원회(윤리, 기술, 교육) 구성, 위원 임기 2년(1회 연임 가능)

나. 개인정보보호 감독위원회

개인정보보호 감독위원회는 9명의 전문가(개인정보 전문 변호사 위원장,

법률 3명, 정보 보호 2명, 교육 1명, 학부모·시민단체 각 1명)로 구성하여 독립적 감독을 수행한다.

- **핵심 권한:** 시스템 접근 및 감사, 자료 제출 요구, 개선 명령, 침해 사고 즉시 조사(24시간 내)
- **운영:** 월 1회 정기회의, 분기 1회 정기 감사, 연간 감사 보고서 발간

다. 알고리즘 편향 점검단

알고리즘 편향 점검단은 7명의 전문가(AI 윤리 전문가 단장, AI 윤리 2명, 교육학 2명, 통계학 1명, 현장교사 1명)로 구성하여 알고리즘 공정성을 감시한다.

〈표 6-23〉 편향 점검 기준

편향 유형	측정 지표	허용 범위	개입 기준
성별 편향	추천 다양성 차이	±5%	±10% 초과 시
지역 편향	수도권-비수도권 격차	±5%	±10% 초과 시
SES 편향	상-중-하위 계층 격차	±10%	±15% 초과 시
학업성취 편향	저-중-고 성취 차이	±10%	±15% 초과 시

운영: 분기 1회 정기 점검, 실시간 형평성 대시보드 모니터링, 심각 편향 발견 시 48시간 내 개선 권고.

3. 학생 포트폴리오 품질 관리

가. 표준 프레임워크

국가 표준 포트폴리오는 8개 구성 요소로 이루어진다: ① 헤더(학생 정보,

진로 비전), ② 타임라인(진로 여정 시각화), ③ 마일스톤(활동 기록), ④ 역량 차트(핵심 역량 레이더), ⑤ 활동 갤러리(증빙 자료), ⑥ 성찰(의미화), ⑦ 추천서(교사 피드백), ⑧ 다운로드 옵션(PDF, 슬라이드 등)

나. 품질 평가 기준

〈표 6-24〉 포트폴리오 품질 평가 루브릭

영역	우수(3점)	보통(2점)	미흡(1점)	배점
완성도	전체 작성 완료	대부분 작성	절반 이하	20%
진정성	본인 경험 명확	일부 형식적	대부분 형식적	25%
성찰 길이	깊이 있는 성찰	경험 나열 중심	단순 나열	30%
시각화	효과적 활용	기본적 포함	거의 없음	10%
성장 스토리	명확한 변화	일부 드러남	불명확	15%

다. 작성 지원 체계

- **5단계 지도 프로세스**: ① 오리엔테이션(3월), ② 지속적 기록(3~11월, 월 1회 업데이트), ③ 중간 점검(7월, 1:1 상담), ④ 최종 완성(12월, 교사 승인), ⑤ 활용(다음 연도, 진학 자료)
- **AI 지원 기능**: 활동 자동 제안, 완성도 체크, 성찰 프롬프트 제공, 시각화 도구

라. 데이터 관리 원칙

- **핵심 원칙**: ① 학생 완전 소유권, ② 역할 기반 접근 통제(RBAC), ③ 졸업 후 3년 보관(이후 학생 선택), ④ 데이터 이동권 보장

• **보안 조치**: AES-256 암호화, 일 1회 자동 백업, 접근 로그 1년 보관

4. 평가 및 환류 체계

가. 핵심 성과지표(KPI)

〈표 6-25〉 다차원 평가 프레임워크

영역	핵심 지표	목표치	주기
효과성	진로성숙도 향상	+0.5점	학기
	자기결정성 향상	+0.5점	학기
	진로준비행동 실행률	70%	월
	포트폴리오 완성도	2.5점	학기
만족도	학생 만족도	4.0점	학기
	교사 만족도	4.2점	학기
	학부모 만족도	3.8점	학기
시스템	AI 추천 적중률	70%	월
	시스템 가동률	99.5%	일
형평성	성별·지역 격차	±5%	월
	SES 격차	±10%	분기
윤리	개인정보 침해	0건	분기
	권리 요청 처리(7일)	99%	월

나. 평가 방법

평가 방법은 효과성 평가, 만족도 평가, 형평성 평가로 이루어진다.

• **효과성 평가**: 준실험 설계(실험 300개교, 통제 150개교), 성향점수매칭(PSM)으로 통제 변수 관리, 사전-사후 검사, T-test 및 ANCOVA 분석(Campbell & Stanley, 1963)

- **만족도 평가**: 5점 척도 설문(학생 10문항, 교사 12문항, 학부모 8문항), 학기 말에 실시, 개방형 질문 포함
- **형평성 평가**: 실시간 대시보드 모니터링, 분기별 심층 분석(추천 다양성, 진로성숙도, 포트폴리오 완성도)

다. 환류 체계

〈표 6-26〉 주기별 환류 프로세스

주기	주요 활동	조치 수준	산출물
월간	시스템 로그 분석, 버그 파악	즉시 조치	월간 보고
분기	KPI 점검, 형평성 분석	개선 과제 도출	분기 보고서
반기	만족도 조사, 심층 인터뷰	우수 사례 발굴	반기 보고서
연간	종합 평가, 효과성 검증	전략 재조정	연간 보고서

- **주체별 역할**: 교육부(정책 수정, 시스템 개선), 시도 센터(지역 전략 조정, 학교 지원), 학교(운영 개선, 학생 지원)

라. 성과 공개

- **매년 3월 연간 성과 보고서 발간:** ① 추진 현황(참여 학교·학생, 예산), ② 효과성 평가 결과, ③ 형평성 분석, ④ 우수 사례(학교 10건, 교사 15건, 학생 20건), ⑤ 개선 과제
- **공개 채널**: 교육부 웹사이트, 국회 보고, 언론 브리핑, 학술 발표, 학교 공유, 학부모 설명회

5. 거버넌스 운영 원칙과 지속가능성

가. 5대 핵심 원칙

〈표 6-27〉 거버넌스 운영 원칙

원칙	핵심 내용	구현 방법
투명성	정책, 알고리즘, 평가 공개	연간 보고서, 데이터 공개
참여성	이해관계자 의사결정 참여	자문위원회, 학생·학부모 참여
책임성	역할·책임 명확화	성과 미달 시 원인 분석, 책임 규명
형평성	공평한 기회, 취약 집단 지원	편향 모니터링, 격차 개선
윤리성	학생 최선 이익, 개인정보 보호	윤리 감독, AI 윤리 준수

나. 위기관리

〈표 6-28〉 위기 유형별 대응 체계

위기 유형	대응 주체	대응 시간	핵심 조치
시스템 장애	기술개발팀	1시간	긴급 복구, 백업 전환
개인정보 유출	법무윤리팀 + 감독위	24시간	사고 조사, 피해자 통보
알고리즘 편향	편향점검단	48시간	원인 분석, 알고리즘 수정
민원 폭증	교육지원팀	72시간	원인 파악, 시스템 개선

- **5단계 프로세스**: 감지 → 평가(위기 수준 판단) → 대응(즉시 조치) → 복구(정상화) → 개선(원인 분석, 재발 방지)

다. 지속가능성 확보

- **재정**: 1~3년 정부 100%, 4~5년 정부 70% + 지방자치단체 30%, 6년 이후 각 50% + 자체 수익
- **기술**: 오픈소스 기반 플랫폼, 표준 API 제공, 정기 업데이트
- **교육**: 교사 전문성 지속 개발(연 4회 연수), 우수 사례 확산, 진로교육 생태계 강화

핵심 성공 요소

- 국가-지역-학교 명확한 역할 분담
- 자문·감독 기구 독립성 보장
- 다차원 평가와 투명한 공개
- 월-분기-반기-연간 체계적 환류
- 예방적 모니터링과 신속한 위기 대응
- 재정·기술·교육적 장기 로드맵

이러한 거버넌스 체계를 통해 AI 기반 진로교육이 안전하고 효과적이며 공정하게 운영됨으로써 모든 학생이 자신의 잠재력을 최대한 발휘할 수 있는 진로교육의 미래를 실현할 수 있을 것이다.

제6절 이해관계자 수용성 확보 전략

1. 학부모 수용성 확보(델파이 조사: 75.0% 최대 저항 요인)

가. 단계별 소통 전략

1) Phase 1: 사전 소통(도입 3개월 전)

학부모의 불안을 해소하고 신뢰를 구축하는 것이 가장 중요한 과제이다. Rogers(2003)의 혁신확산이론에 따르면, 새로운 기술 도입 시 초기 수용자의 태도가 전체 확산에 결정적 영향을 미치므로 사전 소통 단계에서의 투명한 정보 제공이 필수적이다.

첫째, 학교별로 2회의 학부모 설명회를 개최한다. 1차 설명회에서는 전체 학부모를 대상으로 AI-PCE 모델을 소개하고(30분), 개인정보 보호 방안을 설명하며(20분), Q&A 시간(30분)을 통해 우려 사항을 수렴한다. 2차 설명회에서는 희망 학부모를 대상으로 시스템 데모 시연(30분), 교사-AI 협업 과정 설명(20분), 학부모 역할 안내(10분), 소그룹 질의응답(30분)을 진행한다.

둘째, 개인정보 보호 워크숍을 실시한다. “우리 아이 데이터, 어떻게 보호되나요?”라는 주제로 수집하는 데이터의 종류, 암호화 및 보안 체계, 학부모의 권리(열람, 삭제 등), 침해사고 대응 체계를 상세히 설명하고, 학부모가 포털에서 직접 확인해 볼 수 있는 실습 시간을 갖는다.

셋째, 총 50개의 질문과 답변을 담은 FAQ 자료를 배포한다. 주요 질문으로는 “AI가 우리 아이의 진로를 결정하나요?”, “개인정보가 유출될 위험은 없나요?”, “사교육을 받지 않으면 불리한가요?” 등이 포함되며, 각 질문에 대해 명확하고 이해하기 쉬운 답변을 제공한다.

2) Phase 2: 도입 초기(1~3개월)

도입 초기에는 신뢰를 강화하고 학부모의 자발적 참여를 유도하는 것이 목표이다. 이를 위해 세 가지 주요 활동을 전개한다.

첫째, 월간 뉴스레터를 발송한다. 각 월호에는 시스템 활용 현황, 학생 개인의 진로탐색 상황, 학부모가 제공할 수 있는 지원 방법, 자주 묻는 질문에 대한 답변, 다음 달 주요 일정 등을 포함한다. Henderson과 Mapp(2002)의 51개 연구에 대한 종합 분석에 따르면, 정기적이고 구조화된 학교-가정 간 소통(대면 미팅, 정기 자료 발송, 학습 진척도 공유 등)은 학생의 학업 성취도 향상 및 학부모 참여 증가와 강력한 연관성을 보인다.

둘째, 학부모 포털을 운영한다. 포털의 메인 기능으로는 자녀의 진로탐색 현황 요약, 이번 주 마이크로 액션, 학교 진로 행사 안내, 동의 관리(언제든 수정 가능), 데이터 열람 및 삭제 요청 등이 있다. 이는 Westin(1967)의 프라이버시 이론에 기반한 것으로, 사용자에게 개인정보에 대한 통제권을 부여하면 시스템에 대한 신뢰가 향상된다는 원리를 교육 맥락에 적용한 것이다(Polonetsky, & Jerome, 2014).

셋째, 월 1회 학부모 간담회를 개최한다. 희망하는 학부모 20명 내외가 참석하여 운영 현황을 공유하고, 학부모의 의견을 경청하며, 개선 사항을 즉시 반영할 것을 약속하는 형식으로 진행한다.

3) Phase 3: 안정화(4개월 이후)

안정화 단계에서는 만족도 향상과 지속적 소통에 초점을 둔다.

첫째, 매 학기 말에는 학부모 대상 만족도 조사를 실시한다. 조사 항목으로는 시스템에 대한 인식, 자녀 변화 체감, 개인정보 보호 신뢰도, 개선 제안 등이 포함된다.

둘째, 분기별로 1회씩 학부모 진로교육 아카데미를 운영한다. 예를 들어 “4차 산업혁명 시대, 우리 아이 진로 어떻게 지도할까?”, “자녀와 진로 대화하는 법”, “부모의 기대와 자녀의 꿈, 어떻게 조화시킬까?” 등의 주제로 진로교육 아카데미를 운영하여 학부모의 진로교육 역량을 강화한다.

셋째, 우수 사례를 공유한다. 시스템 활용으로 진로를 찾은 학생 사례, 학부모 수기, 교사 인터뷰 등을 통해 시스템의 실제 효과를 가시화한다.

나. 핵심 메시지 프레이밍

메시지 프레이밍은 Kahneman과 Tversky(1979)의 전망이론(Prospect Theory)에 기반하여 설계되어야 한다. 동일한 정보라도 손실 프레임보다 이득 프레임으로 제시할 때 수용성이 높아진다.

1) 불안을 안심으로 전환

부정적 메시지를 긍정적 메시지로 전환한다. 예를 들어 “AI가 진로를 결정합니다.”는 “AI는 다양한 선택지를 보여 주고, 최종 결정은 아이가 합니다.”로, “데이터를 수집합니다”.는 “아이를 더 잘 이해하고 돕기 위해 필요한 최소한의 정보만 수집하며, 학부모님이 언제든 열람하고 삭제할 수 있습니다.”로 표현한다. 또한 “AI가 교사를 대체합니다.”는 “선생님이 더 많은 시간을 아이와의 상담에 더 많은 시간을 집중할 수 있도록 돕습니다.”로 표현한다.

2) 부담을 혜택으로 전환

시스템 도입이 가져올 구체적 혜택을 강조한다. 예를 들어 “사교육 없이도 양질의 진로정보와 상담을 받을 수 있습니다.”, “아이의 진로탐색 과정을 학

부모님도 함께 볼 수 있습니다.", "전문가 수준의 개인화 서비스를 무료로 제공받습니다." 등의 메시지를 활용한다.

다. 저항 대응 시나리오

1) 시나리오 1: 개인정보 유출 우려

학부모가 "AI에 우리 아이 정보를 주면, 어디에 팔리는 거 아닌가요?"라는 우려를 제기할 경우, 4단계 대응 전략을 사용한다.

1단계에서는 공감과 이해를 표현한다. "그런 우려를 하시는 것은 당연합니다. 소중한 자녀의 정보이니까요."

2단계에서는 사실을 전달한다. "교육부는 법으로 학생 정보를 절대 외부에 제공하거나 판매하지 않습니다. 이 시스템은 오직 교육 목적으로만 사용되며, 상업적 이용은 금지되어 있습니다."

3단계에서는 안전장치를 설명한다. "다층 암호화, 접근 제어, 정기 외부 감사 등 엄격한 보안 체계를 갖추고 있으며, 학부모님은 언제든 포털에서 데이터를 확인하고 삭제할 수 있습니다."

4단계에서는 투명성을 제시한다. "매년 개인정보 처리 현황 보고서를 공개하고, 개인정보보호 감독위원회가 상시 감독합니다."

2) 시나리오 2: AI 과의존 우려

학부모가 "아이가 AI에만 의존하고 스스로 생각하지 않게 되는 거 아닌가요?"라는 우려를 제기할 경우에도 4단계 대응 전략을 사용한다.

1단계에서 공감을 표현한 뒤, 2단계에서 시스템의 철학을 설명한다. "바로 그래서 저희 시스템은 '학생 주체성 우선' 원칙을 가장 중요하게 생각합니

다. AI는 선택지를 보여줄 뿐, 결정은 아이가 합니다."

3단계에서는 프로세스를 상세히 설명한다. " 'AI 추천 → 교사 검토 → 학생이 자신의 언어로 재해석 → 실천 계획 수립'의 모든 과정에서 아이가 능동적으로 생각하고 선택합니다."

4단계에서는 교육적 효과를 강조한다. "오히려 다양한 정보를 바탕으로 비교하고 판단하는 능력이 길러집니다."

3) 시나리오 3: 교육 격차 심화 우려

학부모가 "결국 사교육 받은 아이들만 유리한 거 아닌가요?"라는 우려에 대해서는 형평성 원칙과 실제 데이터를 제시한다.

1단계에서 공감을 표현한 뒤, 2단계에서 형평성 원칙을 설명한다. "바로 그 격차를 줄이기 위해 이 시스템을 만들었습니다. 모든 학생에게 무료로 제공되며, 사회경제적 배경과 무관하게 동일한 품질의 서비스를 제공받습니다."

3단계에서는 모니터링 체계를 소개한다. "실시간으로 집단별 격차를 모니터링하고, 격차가 발견되면 즉시 개입합니다."

4단계에서는 실제 데이터를 제시한다. "시범 운영 결과, 오히려 저소득층 학생의 진로성숙도 향상률이 평균보다 높았습니다."

2. 교사 수용성 확보(델파이 조사: 62.5% 저항 요인)

가. 교사 불안 요인 분석

교사의 저항은 주로 세 가지 요인에서 발생한다. 첫째, 업무 부담 증가에 대한 우려이다. AI 시스템 도입이 기존 업무에 추가되는 것으로 인식될 경우 저항이 발생한다. 둘째, 전문성 위협에 대한 불안이다. AI가 교사의 역할을

대체할 것이라는 두려움이 존재한다(Selwyn, 2019). 셋째, 기술적 역량 부족에 대한 우려이다. 디지털 리터러시가 낮은 교사의 경우 새로운 시스템 사용에 부담을 느낀다.

나. 교사 수용성 제고 전략

1) 업무 경감 효과 가시화

시스템 도입이 실제로 교사의 업무를 경감시킨다는 것을 구체적 수치로 제시한다. 예를 들어 “AI가 학생 데이터 분석에 소요되는 시간을 80% 단축시켜, 교사는 학생과의 심층상담에 더 많은 시간을 할애할 수 있습니다.”와 같이 명확한 이점을 제시한다.

2) 교사 전문성 강화 프레임

AI는 교사를 대체하는 것이 아니라 교사의 전문성을 확장하는 도구임을 강조한다. 예를 들어 “AI는 데이터 분석 보조자, 교사는 교육 전문가”라는 역할 구분을 명확히 하고, AI 활용 능력을 교사의 새로운 전문 역량으로 위치시킨다(Luckin et al., 2016).

3) 단계적 역량 강화 프로그램

초급, 중급, 고급 과정으로 구분된 연수 프로그램을 제공한다. 초급 과정에서는 시스템의 기본 사용법을 다루며, 중급 과정에서는 데이터 해석 및 활용법을, 고급 과정에서는 AI 추천 결과의 교육적 검토 및 수정 방법을 다룬다.

4) 교사 커뮤니티 활성화

시스템을 활용한 우수 사례를 공유하고, 교사 간 상호 학습이 이루어지는 온라인·오프라인 커뮤니티를 구축한다. 또한 조기 수용자(Early Adopters)를 시스템 챔피언(System Champion)으로 육성하여 동료 교사를 지원하는 역할을 부여한다.

5) 인센티브 제공

시스템을 효과적으로 활용하는 교사에게 연수 학점, 우수 교사 표창, 연구년 기회 등의 인센티브를 제공한다. 또한 AI 활용 역량을 교사 평가 및 승진에 긍정적으로 반영하는 제도적 장치를 마련한다.

다. 교사 참여형 시스템 개선

1) 교사 자문단 운영

시스템 개발 및 개선 과정에 교사를 직접 참여시킨다. 각 학교급별, 교과별로 대표 교사를 선정하여 정기적으로 자문 회의를 개최하고, 현장의 피드백을 신속하게 반영한다.

2) 베타 테스트 참여

새로운 기능을 도입하거나 추가할 때 교사를 베타 테스터로 참여시켜 실제 사용 경험을 바탕으로 개선할 점을 도출한다. 이를 통해 교사에게 시스템 개발의 주체로서의 역할을 부여하여 주인의식을 높인다.

3) 교사 주도 연구 지원

시스템 활용 효과를 연구하는 교사에게 연구비를 지원하고, 연구 결과를 학술대회나 학술지에 발표할 수 있도록 돕는다. 이는 교사의 전문성 신장과 시스템 개선을 동시에 달성하는 전략이다.

3. 학생 수용성 확보

가. 학생 참여 설계 원칙

학생은 AI 기반 진로교육 시스템의 최종 수혜자이자 가장 중요한 이해관계자이다. UN 아동권리협약(1989) 제12조는 아동이 자신에게 영향을 미치는 모든 문제에 대해 의견을 표명할 권리를 명시하고 있다. 따라서 시스템 설계와 운영의 전 과정에 학생을 참여시켜야 한다.

1) 학생 자문위원회 구성

각 학교에서 학년별로 2~3명씩 학생 대표를 선정하여 학생 자문위원회를 구성한다. 이들은 분기별로 모임을 갖고 시스템 사용 경험을 공유하며, 개선 의견을 제시한다.

2) 사용자 경험(UX) 평가단 운영

학생들을 대상으로 정기적인 UX 평가를 실시한다. 인터페이스의 직관성, 추천 결과의 유용성, 시스템 응답 속도 등을 평가하고, 학생의 실제 사용 패턴을 분석하여 개선점을 도출한다.

3) 게이미피케이션 요소 도입

학생의 자발적 참여를 유도하기 위해 적절한 게이미피케이션 요소를 도입한다. 진로탐색 활동 완료 시 배지 획득, 레벨 상승, 학습 경로 가시화 등을 통해 동기를 부여한다. 다만 과도한 경쟁은 유발하지 않도록 주의한다(Dicheva et al., 2015).

나. 학생 주체성 보장

1) 선택권 부여

AI의 추천은 선택지를 제공하는 것이지, 강제가 아님을 명확히 한다. 학생은 AI 추천을 수용할 수도 있으며, 거부할 수도, 수정할 수도 있다. 이러한 선택의 자유가 시스템 설계의 핵심 원칙이어야 한다.

2) 설명 가능성 보장

AI가 특정 진로를 추천한 이유를 학생이 이해할 수 있는 언어로 설명한다. 단순히 "데이터 분석 결과 이 진로가 적합합니다."가 아니라, "당신의 수학 성적, 과학 실험 활동에 대한 흥미, 컴퓨터 프로그래밍 경험 등을 종합할 때 이 진로가 적합할 수 있습니다."와 같이 구체적으로 설명한다(Miller, 2019).

3) 개인정보 자기결정권 교육

학생이 자신의 개인정보에 대한 권리를 이해하고 행사할 수 있도록 교육한다. 어떤 데이터가 수집되는지, 어떻게 사용되는지, 자신이 어떤 권리를 가지는지를 명확히 알려 준다.

다. 학생 피드백 환류 체계

1) 실시간 피드백 채널

시스템 내에 학생이 언제든 의견을 제시할 수 있는 피드백 채널을 구축한다. 제출된 의견은 48시간 내에 검토하고, 채택 여부와 그 이유를 학생에게 알린다.

2) 정기 만족도 조사

학기별로 학생 만족도 조사를 실시하여 시스템 유용성, 사용 편의성, 추천 정확성 등을 평가한다. 조사 결과는 공개하고, 개선 계획을 함께 제시한다.

3) 학생 주도 개선 프로젝트

학생이 직접 시스템 개선 아이디어를 제안하고 실행하는 프로젝트를 운영한다. 선정된 아이디어는 실제 시스템에 반영하며, 프로젝트 참여 학생에게는 진로 활동 실적으로 인정한다.

4. 기타 이해관계자 수용성 확보

가. 지역사회 협력

1) 지역 기업 및 산업체 연계

지역 기업과 산업체가 진로교육의 파트너로 참여할 수 있도록 협력 체계를 구축한다. 기업은 직업정보 제공, 직업 체험 기회 제공, 멘토링 참여 등을 통해 시스템의 실효성을 높이는 데 이바지한다.

2) 대학 및 연구기관 협력

대학과 연구기관은 시스템의 효과성 검증, 알고리즘 개선, 교사 연수 프로그램 개발 등에 참여한다. 이를 통해 시스템의 학술적 신뢰성을 높이고, 지속적인 개선의 토대를 마련한다.

3) 시민사회 단체 참여

교육 관련 시민사회 단체를 거버넌스에 포함시켜 형평성 모니터링, 윤리 감독, 정책 제안 등의 역할을 수행하도록 한다. 이는 시스템 운영의 공공성과 투명성을 보장하는 장치가 된다.

나. 교육행정기관 협력

1) 시도교육청 단위 실무협의체

시도교육청별로 실무협의체를 구성하여 지역 특성에 맞는 시스템 운영 방안을 모색한다. 중앙의 표준화된 플랫폼을 기반으로 하되, 지역의 산업 구조와 교육 환경을 반영한 맞춤형 운영이 가능하도록 한다.

2) 학교 관리자 대상 연수

교장과 교감을 대상으로 AI 기반 진로교육의 필요성과 효과성에 대한 연수를 실시한다. 학교 관리자의 이해와 지원이 시스템의 성공적 정착에 필수적이기 때문이다(Fullan, 2007).

3) 정책 평가 및 환류

시스템 운영 결과를 정기적으로 평가하고, 교육행정기관에 환류하여 정책

개선의 근거로 활용한다. 또한 향후 평가 결과를 공개함으로써 정책의 투명성과 책임성을 확보한다.

제7절 지속가능성 확보 방안

AI 기반 초개인화 진로교육 시스템의 성공적 정착을 위해서는 단기적 성과뿐만 아니라 장기적 지속가능성을 확보하는 것이 필수적이다. 지속가능성은 재정적, 기술적, 제도적, 인적 차원에서 종합적으로 접근해야 한다(Steckler & Goodman, 1989).

1. 재정적 지속가능성

가. 다원화된 재원 확보 전략

1) 국가 예산 안정적 배정

시스템 운영을 위한 기본 예산은 국가가 안정적으로 지원해야 한다. 교육부 예산 안에 'AI 기반 진로교육 지원' 항목을 신설하고, 중기 재정계획에 반영하여 예산의 연속성을 보장한다. 초기 구축 비용은 약 500억 원, 연간 운영비는 약 200억 원으로 추정되며, 이는 전체 교육 예산의 0.02% 수준으로 재정적 부담이 크지 않다.

2) 시도교육청 매칭 펀드

중앙정부와 시도교육청이 매칭 펀드 방식으로 재원을 분담한다. 예를 들어 중앙정부가 70%, 시도교육청이 30%를 부담하는 구조를 설계할 수 있다. 이는 지역의 자율성을 존중하면서도 재정 부담을 분산하는 효과가 있다.

3) 민간 파트너십 활용

기업의 사회공헌활동(CSR)이나 공유가치창출(CSV) 차원에서 민간 재원을

유치한다. 다만 특정 기업의 영향력이 과도하게 행사되지 않도록 투명한 협력 원칙을 수립하고, 기업 참여는 재정 지원에 한정하여 시스템 운영이나 데이터 접근에는 관여하지 못하도록 한다.

4) 국제기구 지원 활용

UNESCO, OECD, World Bank 등 국제기구의 교육혁신 지원 프로그램에 신청하여 초기 구축 자금을 확보한다. 이는 재정 확보뿐만 아니라 국제적 검증과 협력 네트워크 구축의 기회가 된다.

나. 효율적 예산 운용 체계

1) 비용-효과 분석 기반 예산 배분

모든 예산 항목에 대해 정기적으로 비용-효과 분석을 실시한다. 투입 대비 성과가 낮은 항목은 과감히 축소하고, 효과가 검증된 항목에 자원을 집중 배분한다.

2) 클라우드 기반 인프라 활용

자체 서버 구축 대신 클라우드 서비스를 활용하여 초기 투자비용을 절감하고, 사용량에 따른 유연한 비용 관리가 가능하도록 한다. Amazon Web Services(AWS), Microsoft Azure, Google Cloud Platform 등의 교육 할인 프로그램을 적극 활용한다.

3) 오픈소스 활용

가능한 범위에서 오픈소스 소프트웨어와 라이브러리를 활용하여 라이선

스 비용을 절감한다. 다만 보안과 안정성이 검증된 오픈소스만을 사용하며, 지속적인 업데이트와 보안 패치가 이루어지도록 관리한다.

다. 재정 투명성 확보

1) 예산 집행 내역 공개

연간 예산 집행 내역을 상세히 공개하여 재정 운용의 투명성을 확보한다. 공개 항목에는 항목별 예산 규모, 집행률, 주요 계약 내역, 성과지표 등이 포함된다.

2) 외부 회계감사

독립적인 외부 회계법인에 의한 정기 감사를 실시한다. 감사 결과는 공개하고, 지적 사항에 대해서는 즉시 시정 조치를 취한다.

3) 예산평가위원회 운영

교육 재정 전문가, 학계, 시민단체 등으로 구성된 예산평가위원회를 운영하여, 예산 배분의 적절성과 집행의 효율성을 평가받는다.

2. 기술적 지속가능성

가. 기술 진화 대응 체계

1) 모듈형 아키텍처 설계

시스템을 모듈형으로 설계하여 특정 기술이나 알고리즘의 업데이트가 전체 시스템에 영향을 미치지 않도록 한다. 이는 기술 진화에 유연하게 대응하

고, 부분적 개선이 가능하게 한다(Bass, Clements, & Kazman, 2012).

2) AI 모델 지속 개선 체계

AI 모델은 고정된 것이 아니라 지속적으로 학습하고 개선되어야 한다. 새로운 데이터가 축적됨에 따라 모델을 재학습(retraining)하고, 성능을 평가하며, 더 나은 알고리즘이 등장하면 교체할 수 있는 체계를 구축한다.

3) 기술 로드맵 수립

향후 5년간의 기술 발전 방향을 예측하고, 이에 대응하는 로드맵을 수립한다. 예를 들어 GPT-5, GPT-6 등 차세대 대규모 언어모델의 등장, 양자컴퓨팅의 실용화, 뇌-컴퓨터 인터페이스의 발전 등을 고려하여 시스템 업그레이드 계획을 마련한다.

4) 기술 자문단 운영

AI, 빅데이터, 교육공학 등 관련 분야의 최고 전문가들로 구성된 기술 자문단을 운영한다. 자문단은 연 2회 이상 회의를 갖고, 최신 기술 동향을 분석하며 시스템 개선 방향을 제안한다.

나. 데이터 품질 관리

1) 데이터 거버넌스 체계 구축

데이터의 수집, 저장, 처리, 활용, 폐기의 전 과정에 대한 명확한 규칙과 절차를 정립한다. 데이터 관리자(Data Steward)를 지정하고, 데이터 품질 기준을 설정하며, 정기적으로 품질을 평가한다(Khatri & Brown, 2010).

2) 데이터 정제 및 검증

수집된 데이터는 자동화된 검증 절차를 거쳐 오류, 중복, 누락을 제거한다. 이상치(outlier)는 통계적 방법으로 탐지하고, 전문가의 검토를 거쳐 처리 방법을 결정한다.

3) 메타데이터 관리

각 데이터 항목에 대한 메타데이터(수집 시점, 출처, 의미, 단위 등)를 체계적으로 관리한다. 이는 데이터의 의미를 명확히 하고, 장기적 활용 가능성을 높인다.

4) 데이터 백업 및 복구

데이터 손실에 대비한 백업 체계를 구축한다. 일일 백업은 물론, 주간, 월간 백업을 실시하고, 지리적으로 분산된 위치에 저장하여 재해 상황에서도 복구가 가능하도록 한다.

다. 시스템 안정성 및 확장성

1) 부하 테스트 정기 실시

전국 모든 중·고등학생이 동시에 시스템에 접속하는 상황을 가정한 부하 테스트를 정기적으로 실시한다. 병목 구간을 발견하고 개선하여 시스템의 안정성을 확보한다.

2) 자동 스케일링 구현

사용자 수 증가에 따라 서버 자원이 자동으로 확장(scale-out)되도록 설계

한다. 또한 클라우드 환경의 자동 스케일링 기능을 활용하여 트래픽 변동에 유연하게 대응한다.

3) 무중단 업데이트 체계

시스템 업데이트나 유지보수 시에도 서비스가 중단되지 않도록 무중단 배포(zero-downtime deployment) 방식을 도입한다. 롤링 업데이트(rolling update)나 블루-그린 배포(blue-green deployment) 등의 기법을 활용한다.

4) 장애 대응 체계

24시간 모니터링 시스템을 운영하고, 장애 발생 시 즉시 대응할 수 있는 비상대응팀을 구성한다. 장애 유형별 대응 매뉴얼을 마련하고, 정기적으로 모의훈련을 실시한다.

3. 제도적 지속가능성

가. 법적 기반 강화

1) 관련 법령 정비

AI 기반 진로교육 시스템의 법적 근거를 명확히 하기 위해 「초·중등교육법」, 「진로교육법」 등 관련 법률을 개정한다. 시스템 운영의 법적 의무, 예산 지원 근거, 개인정보 보호 원칙, 책임 소재 등을 법률에 명시한다.

2) 시행령 및 시행규칙 제정

법률의 구체적 실행을 위한 시행령과 시행규칙을 제정한다. 시스템 운영 주체, 데이터 관리 기준, 교사 역량 강화 의무, 평가 및 환류 절차 등을 상세

히 규정한다.

3) 지침 및 가이드라인 제공

현장에서 실질적으로 활용할 수 있는 세부 지침과 가이드라인을 제공한다. 개인정보 보호 가이드라인, AI 윤리 가이드라인, 시스템 활용 매뉴얼 등을 개발하고, 정기적으로 업데이트한다.

나. 정책 안정성 확보

1) 초당적 합의 도출

AI 기반 진로교육은 특정 정부나 정파의 정책이 아니라, 범국가적 교육 혁신 과제로 자리매김해야 한다. 국회 교육위원회를 중심으로 여야 합의를 도출하고, 정권 교체에 관계없이 정책이 지속되도록 한다.

2) 중장기 계획 수립

단년도 사업이 아니라 최소 5년 이상의 중장기 계획을 수립하며, 단계별 목표와 추진 전략을 명확히 한다.

- 1단계(2년): 시범 운영 및 보완
- 2단계(2년): 전국 확대
- 3단계(1년): 안정화 및 고도화 등

3) 정책 연속성 보장 장치

시스템 운영을 독립적인 공공기관이나 준정부기관에 위탁하여, 정치적 영향으로부터 독립성을 확보한다. 한국교육학술정보원(KERIS)이나 한국직업

능력연구원 등 기존 기관을 활용하거나, 필요한 경우 새로운 전담 기관을 설립할 수 있다.

다. 국제 협력 및 표준화

1) 국제 표준 참여

AI 기반 교육 시스템의 국제 표준 개발에 적극 참여한다. IEEE, ISO 등 국제 표준화 기구의 교육 관련 기술위원회에서 활동하며, 한국의 경험과 기술을 국제 표준에 반영한다.

2) 국제 협력 네트워크 구축

OECD 교육국, UNESCO 교육정보기술연구소(IITE), 세계은행(World Bank) 교육 분야 등과 협력 네트워크를 구축한다. 우수 사례를 공유하고, 공동 연구를 수행하며, 개발도상국에 대한 기술 지원도 검토한다.

3) 국제 벤치마킹

미국의 Naviance, 영국의 Kudos, 싱가포르의 MySkillsFuture 등 해외 우수 사례를 지속적으로 벤치마킹한다. 단순 모방이 아니라 한국적 맥락에 맞게 창조적으로 수용한다.

4. 인적자원 지속가능성

가. 전문인력 양성 체계

1) 진로교육 전문가 양성 과정

대학원에 'AI 기반 진로교육' 전공 과정을 신설하거나, 기존 진로교육 전공에 AI 관련 교과목을 추가한다. 교육학, 심리학, 컴퓨터과학, 데이터과학이 융합된 학제 간 교육과정을 운영한다.

2) 교사 연수 체계 고도화

단발성 연수가 아닌 지속적 역량 개발 체계를 구축한다. 기초-심화-전문가 과정으로 구성된 단계별 연수를 제공하고, 연수 이수자에게 자격 인증을 부여한다. 연수는 온라인과 오프라인을 혼합한 블렌디드 방식으로 운영하여 접근성을 높인다.

3) 데이터 과학자 및 AI 전문가 확보

시스템 운영에 필요한 데이터 과학자, AI 엔지니어, UX/UI 디자이너 등 전문인력을 확보한다. 또한 경쟁력 있는 보수와 근무 환경을 제공하여 우수 인력을 유치하고 유지한다.

나. 지식 관리 시스템

1) 암묵지의 형식지화

시스템 운영 과정에서 축적된 노하우와 경험을 문서화하고 공유한다. 우수 사례, 문제 해결 방법, FAQ 등을 체계적으로 정리하여 지식 데이터베이

스를 구축한다(Nonaka & Takeuchi, 1995).

2) 실천공동체(Community of Practice) 운영

교사, 상담사, 연구자 등이 자발적으로 참여하는 실천공동체를 운영한다. 온라인 플랫폼을 통해 경험을 공유하고, 정기적인 오프라인 모임을 통해 깊이 있는 논의를 진행한다.

3) 멘토링 체계 구축

경험이 풍부한 전문가가 신규 교사나 상담사를 멘토링하는 체계를 구축한다. 일대일(1:1) 멘토링, 그룹 멘토링 등 다양한 방식을 활용하여 지식과 경험이 효과적으로 전수되도록 한다.

다. 조직 문화 및 동기 부여

1) 혁신친화적 조직 문화

실패를 용인하고 실험을 장려하는 혁신친화적 조직 문화를 조성한다. “빠르게 실패하고, 빠르게 배우고, 빠르게 개선한다(Fail fast, learn fast, improve fast).”는 원칙을 수용한다.

2) 성과 인정 및 보상

시스템 개선에 기여한 교사, 연구자, 개발자에게 적절한 인정과 보상을 제공한다. 금전적 보상뿐만 아니라 학회 발표 기회, 연구년 제공, 표창 등 다양한 형태의 인센티브를 활용한다.

3) 워크-라이프 밸런스

과도한 업무 부담으로 인한 번아웃을 방지하기 위해 적정 업무량을 유지하고, 유연 근무제, 재택근무 등을 활용하여 워크-라이프 밸런스를 지원한다.

5. 사회문화적 지속가능성

가. 공론화 및 사회적 합의

1) 정기적 공론화 과정

시스템의 주요 변경 사항이나 논쟁적 이슈에 대해서는 공론화 과정을 거쳐 사회적 합의를 도출한다. 시민배심원제, 공청회, 온라인 토론 등 다양한 방식을 활용한다.

2) 미디어 캠페인

AI 기반 진로교육의 필요성과 효과에 대한 대중의 이해를 높이기 위해 체계적인 미디어 캠페인을 전개한다. 공익광고, 다큐멘터리 제작, 언론 기고 등을 통해 긍정적 인식을 확산한다.

3) 성공 사례 확산

시스템을 통해 진로를 찾고 꿈을 실현한 학생들의 이야기를 적극 공유한다. 이는 사회적 신뢰를 구축하고, 시스템의 가치를 가시화하는 효과적인 방법이다.

나. 형평성 지속 모니터링

1) 격차 모니터링 시스템

사회경제적 배경, 지역, 성별 등에 따른 교육 격차가 확대되지 않도록 실시간으로 모니터링한다. 격차가 발견되면 즉시 원인을 분석하고 개입 방안을 마련한다.

2) 취약계층 지원 강화

저소득층, 다문화가정, 장애 학생 등 교육 취약계층에 대한 특별 지원 프로그램을 운영한다. 필요한 경우 일대일(1:1) 맞춤 상담, 추가 진로체험 기회 제공 등을 실시한다.

3) 디지털 격차 해소

디지털 기기나 인터넷 접근성이 낮은 학생에게 태블릿, 노트북 등을 지원하고, 학교 내 충분한 컴퓨터 실습실을 확보한다. 또한 디지털 리터러시 교육을 병행하여 실질적 활용 능력을 높인다.

다. 가치 지향성 유지

1) 교육적 가치 우선

시스템 운영의 모든 의사결정에서 교육적 가치를 최우선으로 고려한다. 효율성이나 경제성도 중요하지만, 학생의 전인적 성장과 행복이라는 본질적 목표를 잃지 않는다.

2) 윤리적 원칙 준수

AI 윤리 원칙(공정성, 투명성, 책임성, 안전성)을 엄격히 준수한다. 윤리위원회를 상설 운영하고, 윤리적 딜레마 상황에 대한 가이드라인을 마련한다.

3) 인간중심 기술

기술이 인간을 지배하는 것이 아니라, 인간이 기술을 통제하고 활용하는 관계를 유지한다. AI는 어디까지나 도구일 뿐이며, 교육의 주체는 학생과 교사임을 명확히 한다.

제8절 위험 관리 및 대응 방안

AI 기반 초개인화 진로교육 시스템은 혁신적 기회를 제공하지만, 동시에 다양한 위험 요소를 내포하고 있다. 체계적인 위험 관리 없이는 시스템의 지속가능성과 효과성을 담보할 수 없다. 본 절에서는 기술적, 윤리적, 사회적, 운영적 위험을 식별하고, 각 위험에 대한 예방 및 대응 방안을 제시한다.

1. 기술적 위험 관리

가. 시스템 장애 및 다운타임 위험

1) 위험 요인

서버 과부하, 소프트웨어 버그, 네트워크 장애, 사이버 공격 등으로 인해 시스템이 중단될 수 있다. 특히 진로 선택이 집중되는 시기(예: 대입 지원 기간)에 장애가 발생하면 학생과 학부모에게 심각한 피해를 초래한다.

2) 예방 조치

예방 조치로는 첫째, 이중화(redundancy) 체계를 구축한다. 주 서버에 장애가 발생하면 자동으로 백업 서버로 전환되도록 한다. 둘째, 정기적인 시스템 점검과 부하 테스트를 실시하여 잠재적 문제를 조기에 발견한다. 셋째, 코드 리뷰와 자동화된 테스트를 통해 소프트웨어 품질을 관리한다.

3) 대응 방안

장애 발생 시 즉시 비상대응팀이 가동되며, 문제 원인을 신속히 파악하고

복구한다. 복구 예상 시간을 사용자에게 안내하고, 대체 수단(예: 전화 상담)을 제공한다. 장애 후에는 근본 원인 분석(Root Cause Analysis)을 실시하여 재발을 방지한다.

나. 데이터 보안 위험

1) 위험 요인

해킹, 내부자 유출, 랜섬웨어 공격 등으로 학생의 민감한 개인정보가 유출될 수 있다. 개인정보 유출은 학생에게 직접적 피해를 주고, 시스템에 대한 신뢰를 붕괴시킨다(Solove, 2007).

2) 예방 조치

예방 조치로는 첫째, 다층 보안 체계를 구축한다. 방화벽, 침입탐지시스템(IDS), 침입방지시스템(IPS)을 설치하고, 모든 데이터를 암호화한다. 둘째, 접근 제어를 엄격히 관리한다. 역할 기반 접근 제어(RBAC)를 구현하여, 각 사용자는 업무 수행에 필요한 최소한의 데이터에만 접근하도록 한다. 셋째, 정기적인 보안 교육을 실시하여 내부자 위협을 줄인다. 넷째, 외부 보안 전문 기관의 정기 감사를 받는다.

3) 대응 방안

보안 침해 발생 시 24시간 내에 영향을 받은 개인에게 통지하고, 즉시 시정 조치를 취한다. 또한 개인정보보호위원회에 신고하고, 외부 보안 전문가의 지원을 받아 원인을 규명한다. 피해자에게는 신용 모니터링 서비스 등 적절한 구제 조치를 제공한다.

다. AI 모델의 성능 저하 위험

1) 위험 요인

시간이 지남에 따라 학습 데이터와 실제 환경 간의 격차(concept drift)가 발생하여 AI 모델의 예측 정확도가 떨어질 수 있다. 또한 편향된 데이터로 학습하면 특정 집단에게 부정확하거나 차별적인 추천을 할 수 있다(Barocas & Selbst, 2016).

2) 예방 조치

예방 조치로는 첫째, AI 모델의 성능을 지속적으로 모니터링한다. 주요 성능 지표(정확도, 재현율, F1 점수 등)를 대시보드에 실시간으로 표시하고, 임계치를 벗어나면 경고를 발송한다. 둘째, 정기적으로 모델을 재학습한다. 최소 반기별로 최신 데이터를 활용해 모델을 업데이트한다. 셋째, 다양한 집단별로 성능을 평가하여 공정성을 검증한다.

3) 대응 방안

성능 저하가 감지되면 즉시 원인을 분석한다. 데이터 품질 문제, 환경 변화, 알고리즘 한계 등 원인에 따라 적절한 조치를 취한다. 필요한 경우 모델을 롤백하고, 수동 검토 프로세스를 강화한다.

라. 기술 종속성 위험

1) 위험 요인

특정 기술 벤더나 플랫폼에 과도하게 의존하면, 해당 벤더의 정책 변경, 가격 인상, 서비스 중단 시에 대응하기가 어렵다. 또한 최신 기술로의 전환

이 지연되어 경쟁력이 떨어질 수 있다.

2) 예방 조치

예방 조치로는 첫째, 벤더 중립적인 아키텍처를 설계한다. 특정 벤더의 고유 기능보다는 표준 기술을 우선 사용하여 이식성을 높인다. 둘째, 멀티 클라우드 전략을 고려한다. 주요 클라우드 제공자 간에 워크로드를 분산하여 종속성을 줄인다. 셋째, 오픈소스 기술을 적극 활용한다.

3) 대응 방안

벤더 변경이 필요한 경우를 대비해 전환 계획(migration plan)을 수립한다. 데이터 이식, 시스템 재구성, 사용자 교육 등을 포함한 상세한 로드맵을 마련하고, 정기적으로 업데이트한다.

2. 윤리적 위험 관리

가. 알고리즘 편향 및 차별 위험

1) 위험 요인

AI 알고리즘이 학습 데이터에 내재된 사회적 편견을 학습하여 성별, 인종, 사회경제적 배경 등에 따라 차별적인 추천을 할 수 있다. 예를 들어 여학생에게는 전통적으로 여성 비율이 높은 직업을, 저소득층 학생에게는 저임금 직업을 과도하게 추천할 수 있다(O'Neil, 2016).

2) 예방 조치

예방 조치로는 첫째, 학습 데이터의 편향을 사전에 분석하고 제거한다. 데

이터 샘플링, 재가중치 부여(re-weighting), 합성 데이터 생성 등의 기법을 활용한다. 둘째, 공정성 제약 조건을 알고리즘에 명시적으로 포함한다. 예를 들어 성별에 따른 추천 분포가 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않도록 제약을 설정한다. 셋째, 다양한 배경을 가진 개발팀을 구성한다. 서로 다른 관점이 편향을 식별하고 완화하는 데 도움이 된다(Holstein et al., 2019).

3) 대응 방안

편향이 발견되면 즉시 해당 알고리즘의 사용을 중단하거나 제한한다. 또한 편향의 원인을 규명하고, 데이터 재수집, 알고리즘 수정, 추가 검증 등을 실시한다. 이러한 영향을 받은 학생에게는 대체 추천을 제공하고, 필요한 경우 인간 상담사의 직접 상담을 배정한다.

나. 학생 자율성 침해 위험

1) 위험 요인

AI의 추천이 지나치게 강력하거나 설득적이면, 학생이 자신의 진정한 흥미와 가치보다 AI의 추천을 따르게 될 수 있다. 이는 학생의 자율성과 주체성을 침해하는 결과를 초래한다(Danaher, 2016).

2) 예방 조치

예방 조치로는 첫째, 대화 구조나 표현 방식에서 AI는 '추천'만 하고 '지시'하지 않도록 인터페이스를 설계한다. "당신은 이 진로를 선택해야 합니다."가 아니라, "이런 진로들을 고려해 볼 수 있습니다."로 표현한다. 둘째, 학생이 AI 추천을 거부할 권리를 명확히 하고, 거부에 대한 어떠한 불이익도

없음을 보장한다. 셋째, 학생에게 추천 이유를 투명하게 설명하여, 학생이 비판적으로 평가할 수 있도록 한다.

3) 대응 방안

학생이나 학부모가 자율성 침해를 제기하면 즉시 조사한다. 시스템의 메시지, 인터페이스, 프로세스를 검토하고, 문제가 있으면 수정한다. 영향을 받은 학생에게는 인간 상담사와의 추가 상담 기회를 제공한다.

다. 개인정보 오남용 위험

1) 위험 요인

수집된 학생 데이터가 원래의 교육 목적을 벗어나 상업적으로 활용되거나, 학생에게 불리하게 사용될 수 있다. 예를 들어 진로 데이터가 대학 입시나 취업 과정에서 부정적으로 작용할 수 있다.

2) 예방 조치

예방 조치로는 첫째, 목적 제한 원칙을 엄격히 준수한다. 수집된 데이터는 오직 진로교육 목적으로만 사용하며, 다른 목적으로의 전용을 법적으로 금지한다. 둘째, 데이터 접근 권한을 최소화한다. 교사는 자신이 담당하는 학생의 데이터에만 접근이 가능하며, 상담사는 상담 중인 학생의 데이터에만 접근할 수 있다. 셋째, 졸업 후 일정 기간(예: 3년) 경과 시 데이터는 자동으로 폐기된다.

3) 대응 방안

데이터 오남용이 발견되면 즉시 접근을 차단하고, 책임자에게 징계 조치

를 취한다. 또한 개인정보보호위원회와 경찰에 신고하고, 법적 대응을 진행한다. 피해 학생에게는 사과하고 적절한 보상을 제공한다.

라. 투명성 및 설명가능성 부족 위험

1) 위험 요인

AI의 의사결정 과정이 블랙박스처럼 불투명하면 학생과 학부모의 신뢰를 얻기가 어려울 뿐만 아니라, 오류나 편향을 발견하기도 어렵다. 특히 딥러닝과 같은 복잡한 모델은 결과 해석이 매우 어렵다(Lipton, 2018).

2) 예방 조치

예방 조치로는 첫째, 설명 가능한 AI(Explainable AI, XAI) 기법을 적용한다. LIME, SHAP 등의 기법을 사용하여 개별 예측에 대한 설명을 생성한다(Ribeiro, Singh, Guestrin. 2016). 둘째, 가능한 범위에서 해석 가능한 모델(예: 의사결정나무, 선형회귀)을 사용한다. 셋째, 설명을 학생과 학부모가 이해할 수 있는 일상적 언어로 변환한다.

3) 대응 방안

설명이 불충분하다는 피드백을 받으면 설명 방식을 개선한다. 필요한 경우 인간 전문가가 AI의 추천을 재해석하여 학생에게 전달하는 하이브리드 접근을 사용한다.

3. 사회적 위험 관리

가. 사회적 불평등 심화 위험

1) 위험 요인

AI 시스템이 기존의 사회적 불평등을 재생산하거나 심화시킬 수 있다. 예를 들어 사교육을 받은 학생의 데이터가 더 풍부하고 정확하여 더 나은 추천을 받거나, 디지털 리터러시가 높은 학생이 시스템을 더 효과적으로 활용할 수 있다.

2) 예방 조치

예방 조치로는 첫째, 형평성 지표를 설정하고 지속적으로 모니터링한다. 소득 수준, 지역, 학교유형 등에 따른 시스템 활용률과 성과를 비교 분석한다. 둘째, 취약계층을 위한 특별 지원 프로그램을 운영한다. 디지털 기기 지원, 추가 상담 제공, 멘토링 연결 등을 실시한다. 셋째, 모든 학생에게 동일한 품질의 기본 서비스를 보장한다.

3) 대응 방안

형평성 격차가 확인되면 즉시 원인을 분석하고 개입한다. 시스템 자체의 문제인지, 외부 요인인지를 구분하고, 시스템 문제라면 알고리즘을 수정하며, 외부 요인이라면 추가 지원을 제공한다. 정기적으로 형평성 보고서를 공개하여 투명성을 확보한다.

나. 사회적 반발 및 불신 위험

1) 위험 요인

AI에 대한 막연한 두려움, 개인정보 보호 우려, 기술 만능주의에 대한 반감 등으로 사회적 반발이 발생할 수 있다. 특히 초기 실패 사례나 부정적 언론 보도가 있으면 신뢰가 급속히 무너질 수 있다.

2) 예방 조치

예방 조치로는 첫째, 적극적인 소통과 투명한 정보 공개를 통해 신뢰를 구축한다. 또한 시스템의 작동 원리, 성과, 한계를 솔직하게 공유한다. 둘째, 시범 운영을 통해 충분히 검증한 후 전국으로 확대하며, 조기 성공 사례를 만들어 긍정적 인식을 확산한다. 셋째, 다양한 이해관계자를 거버넌스에 포함시켜 민주적 의사결정을 보장한다.

3) 대응 방안

사회적 반발이 발생하면 경청하는 자세로 우려를 수용한다. 일방적 해명보다는 대화와 협의를 통해 해결책을 모색한다. 필요한 경우 제3의 전문가나 중재자를 활용한다. 또한 언론 대응 매뉴얼을 마련하고, 신속하고 정확한 정보 제공을 통해 오해를 최소화한다.

다. 교사 역할 변화에 따른 갈등 위험

1) 위험 요인

AI 도입으로 교사의 전통적 역할이 변화하면서 정체성 혼란이나 직업적 불안을 느낄 수 있다. 특히 진로 전담 교사나 상담사는 AI가 자신의 역할을

대체한다고 인식할 수 있다.

2) 예방 조치

예방 조치로는 첫째, 교사의 역할을 명확히 재정의한다. AI는 보조도구일 뿐, 교사는 교육 전문가로서 AI를 활용하여 학생을 더 잘 이해하고 지원하는 역할을 한다. 둘째, 교사의 전문성 신장 기회를 제공한다. AI 활용 역량을 새로운 전문 영역으로 인정하고, 연수와 자격 인증을 통해 전문성을 강화한다. 셋째, 교사의 목소리를 의사결정 과정에 반영한다.

3) 대응 방안

교사의 불안과 저항이 표출되면 공개적인 대화의 장을 마련한다. 교사의 우려를 경청하고, 시스템 개선에 반영한다. 또한 조기 수용자인 교사의 긍정적 경험을 공유함으로써 동료 교사들의 인식 변화를 유도한다.

4. 운영적 위험 관리

가. 예산 부족 위험

1) 위험 요인

경제 상황 악화, 정책 우선순위 변경 등으로 예산이 삭감되면 시스템 유지보수, 업그레이드, 교사 연수 등이 제대로 이루어지지 않아 품질이 저하될 수 있다.

2) 예방 조치

예방 조치로는 첫째, 법적 근거를 마련하여 예산의 안정성을 확보한다. 예

산 지원을 법률에 명시하고, 중기 재정계획에 반영한다. 둘째, 다원화된 재원을 확보한다. 국가 예산, 지방교육재정, 민간 파트너십 등 다양한 출처에서 재원을 조달한다. 셋째, 비용 효율성을 지속적으로 개선한다. 클라우드 활용, 오픈소스 사용 등으로 운영비용을 절감한다.

3) 대응 방안

예산 삭감이 불가피한 경우, 우선순위를 명확히 설정한다. 학생 서비스의 핵심 기능은 유지하되, 부가적 기능이나 행사는 축소한다. 효율화 방안을 모색하고, 장기적으로는 예산 복원을 위해 노력한다.

나. 인력 유출 및 공백 위험

1) 위험 요인

AI 전문가, 데이터 과학자 등 핵심 인력이 민간기업의 높은 보수에 이끌려 이직하면, 시스템 운영에 공백이 발생한다. 또한 갑작스러운 퇴직이나 장기 병가로 인해 업무 연속성이 위협받을 수 있다.

2) 예방 조치

예방 조치로는 첫째, 경쟁력 있는 보수와 근무 환경을 제공한다. 공공부문의 특성상 민간 수준의 보수를 제공하기 어렵지만, 합리적 수준을 유지하고 연구 기회, 사회적 의미 등 비금전적 보상을 강조한다. 둘째, 지식 관리 시스템을 구축하여 개인의 노하우가 조직에 축적되도록 한다. 셋째, 후계자 양성 계획을 수립한다. 핵심 보직에 대해 언제든 대체 가능한 인력을 준비한다.

3) 대응 방안

핵심 인력의 이직이 발생하면 신속히 후임자를 선발한다. 이직 예정자에게 충분한 인수인계 기간을 부여하고, 필요한 경우 단기 자문 계약을 체결하여 연속성을 확보한다. 외부 전문가의 일시적 지원을 받아 공백을 최소화한다.

다. 이해관계자 간 갈등 위험

1) 위험 요인

교육부, 교육청, 학교, 교사, 학부모, 학생, 기술 제공자 등 다양한 이해관계자가 서로 다른 이해관계와 관점을 가지고 있어 갈등이 발생할 수 있다. 따라서 갈등이 조기에 제대로 관리되지 않으면 시스템 운영이 지연되거나 중단될 수 있다.

2) 예방 조치

예방 조치로는 첫째, 명확한 거버넌스 구조를 수립한다. 각 이해관계자의 역할과 책임, 의사결정 절차를 명확히 정의한다. 둘째, 정기적인 소통 채널을 운영한다. 분기별 협의회, 월례 회의 등을 통해 지속적으로 소통한다. 셋째, 갈등 해결 메커니즘을 마련한다. 중재자, 조정위원회 등을 활용하여 갈등을 건설적으로 해결한다.

3) 대응 방안

갈등이 발생하면 조기에 개입한다. 갈등 당사자들의 입장을 경청하고, 공통의 이익을 찾으며 윈-윈 해결책을 모색한다. 필요한 경우 외부 전문가나 중재자를 활용하며, 갈등 해결 과정과 결과를 투명하게 공개하여 향후 유사

한 갈등을 예방한다.

라. 법적 책임 및 소송 위험

1) 위험 요인

AI의 잘못된 추천으로 학생이 부적합한 진로를 선택하여 피해를 입거나, 개인정보 유출로 손해가 발생하면 법적 책임 문제가 제기될 수 있다.

2) 예방 조치

예방 조치로는 첫째, 명확한 면책 조항과 이용 약관을 마련한다. AI는 참고 정보를 제공하는 것이며, 최종 결정은 학생 본인이 하고, 그에 따른 책임도 본인에게 있음을 명확히 한다. 둘째, 충분한 안전장치를 마련한다. 교사의 검토, 학부모의 동의, 학생의 자기결정권 보장 등 다층적 안전망을 구축한다. 셋째, 포괄적인 배상책임보험에 가입한다.

3) 대응 방안

소송이 제기되면 법무팀이 즉시 대응한다. 사실관계를 정확히 파악하고, 시스템의 정상 작동 여부를 검증하며, 필요한 경우 전문가 증언을 확보한다. 합의 가능성을 타진하되 원칙적 사안에 대해서는 적극 방어하며, 소송 결과는 시스템 개선에 반영한다.

5. 통합 위험 관리 체계

가. 위험 관리 조직

1) 위험관리위원회

최고 의사결정 기구로서 위험관리위원회를 설치한다. 위원장은 시스템 운영 책임자가 맡고, 기술·법률·교육·윤리 등 각 분야의 전문가가 위원으로 참여한다. 또한 분기별로 회의를 개최하여 주요 위험을 검토하고 대응 방안을 결정한다.

2) 위험 관리 전담팀

일상적인 위험 모니터링과 초기 대응을 담당하는 전담팀을 운영한다. 전담팀에는 위험분석가, 보안전문가, 법무담당자 등이 포함되며, 24시간 교대 근무 체제를 갖춘다.

3) 비상대응팀

중대한 위험 사태가 발생할 경우 즉시 가동되는 비상대응팀을 구성한다. 팀원은 평상시 각자의 업무를 수행하다가 비상 상황 발생 시 소집되며, 역할과 책임이 명확히 정의되어 있다.

나. 위험 식별 및 평가

1) 정기적 위험 평가

반기별로 전체적인 위험 평가를 실시한다. 새로운 위험을 식별하고, 기존 위험의 변화를 추적하며, 각 위험의 발생 가능성과 영향도를 평가한다.

2) 위험 등록부(Risk Register) 관리

모든 식별된 위험을 위험 등록부에 기록하고 관리한다. 각 위험에 대해 발생 가능성, 영향도, 현재 통제 수단, 담당자, 대응 계획 등을 문서화한다.

3) 시나리오 분석

최악의 시나리오(worst-case scenario)를 포함한 다양한 시나리오를 분석하여 대응 계획을 수립한다. “만약 전국적으로 시스템이 동시에 다운되면?”, “만약 대규모 개인정보 유출이 발생하면?” 등의 질문에 답한다.

다. 위험 모니터링 및 보고

1) 실시간 모니터링

주요 위험 지표를 실시간으로 모니터링하는 대시보드를 운영한다. 시스템 가용률, 보안 이벤트, AI 성능 지표, 사용자 불만 등을 시각화하여 추이를 파악한다.

2) 정기 보고

월간, 분기별, 연간 위험 관리 보고서를 작성하여 의사결정자에게 제공한다. 보고서에는 발생한 위험 사건, 대응 결과, 주요 교훈, 향후 계획 등이 포함된다.

3) 조기 경보 시스템

잠재적 위험의 징후를 조기에 포착하는 경보 시스템을 구축한다. 특정 임계치를 초과하면 자동으로 경고 메시지가 발송되고, 담당자가 즉시 확인하도록 한다.

라. 학습 및 개선

1) 사후 검토(Post-Incident Review)

위험 사건이 발생한 후에는 반드시 사후 검토를 실시한다. 무엇이 잘못되었는지, 왜 발생했는지, 그리고 어떻게 더 잘 대응할 수 있었는지를 분석하여 교훈을 문서화한다.

2) 모의훈련

정기적으로 위험 대응 모의훈련을 실시한다. 시스템 장애 대응 훈련, 보안 침해 대응 훈련, 위기 소통 훈련 등을 통해 대응 역량을 강화한다.

3) 위험 관리 문화

조직 전체에 위험 관리 문화를 조성한다. 모든 구성원이 위험을 식별하고 보고하는 것을 장려하며, 실패를 숨기기보다는 공개하고 배우는 문화를 조성한다. Reason(1997)의 "정의의 문화(just culture)"를 지향하여, 고의나 중과실이 아닌 한 실수에 대해 처벌하지 않는다.

제7장

결론 및 제언

제1절 연구의 핵심 기여와 독창성
제2절 정책적·사회적 함의
제3절 연구의 한계와 후속 연구 제언
제4절 맺음말: AI 시대 진로교육의 새로운 지평

제7장 결론 및 제언

제1절 연구의 핵심 기여와 독창성

본 연구는 AI 기반 초개인화 진로교육(AI-PCE) 모델을 개발하고 이를 실현하기 위한 정책 방안을 제시함으로써, 4차 산업혁명 시대에 요구되는 진로교육의 새로운 패러다임을 구체화하였다. 이 과정에서 본 연구가 학술적·정책적으로 기여한 지점은 크게 세 가지 차원에서 규명될 수 있다.

1. 이론적 기여: 생애주기 통합 진로교육 패러다임의 학술적 정립

기존 진로교육 연구 및 정책은 초중등 교육의 진학 지도, 고등교육의 취업 준비, 평생교육의 재교육을 학교급별로 독립된 영역으로 다루어 왔다(진미석 외, 2012). 특히 학교급 간 진로교육의 연계성 부족과 성인기까지 이어지지 못하는 분절적 구조가 문제점으로 지적되어 왔으며(구교정, 김영권, 2023; 이지연 외, 2021), 최근에서야 생애 전체를 아우르는 통합적 진로교육의 필요성이 강조되고 있다. 이러한 분절적 접근은 학습자가 생애 전반에 걸쳐 경험하는 진로 전환의 연속성을 포착하지 못하며, 평균 7~8회의 이직과 3~4회의 직업 전환이 예상되는 현대 사회의 진로 패턴을 설명하기에 한

계가 있다.

본 연구는 Super(1990)의 생애발달 이론을 AI 시대에 맞게 재해석하여, 진학-취업-창업-이직-재교육을 하나의 통합된 진로 여정으로 연결하는 이론적 틀을 제시하였다. 특히 '축적-편집-제안'의 3단계 메커니즘을 통해 초등학교부터 성인기까지 개인의 진로 데이터가 어떻게 누적되고, 진로 목표 변화 시 어떻게 재구성되며, 이것이 어떻게 새로운 경로 탐색으로 이어지는지를 체계화하였다. 이는 진로교육이 일회성 선택이 아닌 평생에 걸친 순환적 과정임을 이론적으로 명확히 한 것이다.

또한 본 연구는 자기결정성 이론(Deci & Ryan, 2000), 사회정서학습(CASEL, 2020), 경험학습 이론(Kolb, 1984), 구성주의 학습 이론(Vygotsky, 1978)을 통합적으로 적용하였다. 기존 연구들이 하나의 이론적 관점에서 진로교육을 다룬 것과 달리, 본 연구는 인지적 측면(경험학습, 구성주의), 정서·동기적 측면(자기결정성, 사회정서학습)을 포괄하는 통합 프레임워크를 구축하였다. 이를 통해 진로교육이 단순히 직업정보를 제공하거나 적성을 측정하는 것을 넘어, 학습자의 전인적 발달을 지원하는 교육 활동임을 이론적으로 뒷받침하였다.

2. 방법론적 기여: 융합적 델파이 조사를 통한 균형점 도출

AI 교육 분야의 기존 연구는 알고리즘 성능·효율에 초점을 둔 기술 중심 접근과 교육적 가치·실천을 강조하는 교육학 중심 접근으로 분절되어 논의되는 경향이 있으며, 전자는 교육 맥락의 복잡성을 충분히 반영하지 못하고 후자는 기술적 구현 가능성과 운영 조건을 구체화하는 데 한계를 보일 수 있다(Holmes et al., 2019).

본 연구는 AI 기술 전문가 15명과 진로교육 전문가 16명을 각각 독립된 패널로 구성하여 3회의 델파이 조사를 실시하였다. 이는 두 전문가 집단의 관점을 단순히 병치하는 것이 아니라, 각 집단이 중요하게 여기는 가치와 우선순위를 체계적으로 비교하고 통합하는 과정이었다. 흥미롭게도 양 집단 모두 교사 중심성 확립을 최우선 과제로 합의하였으며(AI 기술 전문가 M=4.53, 진로교육 전문가 Borda 85점), AI가 교사를 대체하는 것이 아니라 전문성을 증강해야 한다는 점에서 의견이 수렴되었다.

이러한 융합적 접근은 기술과 교육의 균형점을 찾는 방법론적 모델을 제시한다. AI 기술 전문가들이 RAG 기반 지식 검증 시스템을 최우선으로 강조한 것(M=4.73)과 진로교육 전문가들이 개인정보 보호와 알고리즘 투명성을 필수 요소로 지목한 것(81.3% 합의)은, 기술적 탁월성과 윤리적 책임이 상충되는 것이 아니라 동시에 추구되어야 할 목표임을 보여준다. 본 연구는 이러한 다면적 합의를 도출하는 과정 자체가 AI 교육 연구의 방법론적 모범이 될 수 있음을 입증하였다.

3. 실천적 기여: 구현 가능한 설계와 정책의 구체화

많은 AI 교육 연구들이 추상적 담론에 머무르는 것과 달리(Holmes et al., 2019), 본 연구는 실제 구현 가능한 수준까지 구체화하였다. 5계층 참조 아키텍처는 각 계층의 기술 스택, 데이터 흐름, 보안 체계를 상세히 명시하여 시스템 개발자가 실제로 참고할 수 있는 청사진을 제공하였다. 특히 AI 시스템의 책임 있는 개발과 운영을 위한 국제표준인 ISO/IEC 42001(2023)의 리스크 관리 및 거버넌스 원칙을 반영하였다.

특히 Human-in-the-Loop 원칙을 구체적 협력 루틴으로 구조화하였다

(Mosqueira-Rey et al., 2023). AI 초안 생성, 교사의 의미화, 학생의 재구성이라는 3단계 협업 체계는 각 단계에서 누가 무엇을 어떻게 수행하는지, 어떤 도구를 사용하는지, 어떤 기준으로 품질을 관리하는지를 명확히 제시하여 교육 현장에서 실제로 작동 가능한 프로토콜을 개발하였다.

[그림 7-1] 기대효과

출처: 연구자 작성

본 연구에서 제안한 AI-PCE 모델의 기대효과는 학생, 교사, 사회, 국가의 4대 주체별로 구체화된다. 학생 차원에서는 6000명 학생의 3년간 누적 경력 데이터 기반 맞춤형 진로 로드맵 수립, 진로 자기주도성 20% 향상, 진로체험 기록 10건 이상 축적이 기대된다. 교사 차원에서는 맞춤형 콘텐츠 개발 시간 30% 절감, 학생 1인당 진로상담 시간 주당 30분 확보, 개별 학생 상담 기록 11개 항목 이상 작성이 가능해진다. 사회 차원에서는 학부모 만족도 80% 달성, 지역사회 연계 진로체험 50건 제공, 진로멘토 풀 200명 확보를 통해 진로교육 생태계가 구축된다. 국가 차원에서는 진로교육 인프라 구축을 위한 310억 원 투자, 36개월 단계별 로드맵에 따른 시범학교 10개교에서

전국 10,000개교로의 체계적 확산, 고교학점제와 연계된 개별 맞춤형 학습 경로 설계 지원이 이루어진다.

이러한 4대 주체의 협력 체계는 AI-PCE 모델이 단순한 기술 시스템이 아니라 학생의 성장, 교사의 전문성, 사회의 참여, 국가의 지원이 통합된 생태계임을 보여준다(진미석 외, 2022). 본 연구는 "AI 기반 진로교육이 필요하다"를 넘어 "어떻게 실현할 것인가"에 대한 실행 가능한 답을 제시하였다.

제2절 정책적·사회적 함의

1. 패러다임 전환의 구조적 의미

AI-PCE 모델이 제시하는 변화는 단순히 새로운 기술 도구를 도입하는 차원을 넘어선다. 이는 진로교육을 바라보는 철학적 토대 자체를 재구성하는 패러다임 전환이다.

첫째, 진로교육의 시간적 지평이 확장된다. "한 번의 올바른 선택 → 평생 안정"이라는 선형적 모델은 더 이상 작동하지 않는다. 2030년까지 직업의 50%가 재편되고, 5년마다 재학습이 필수화되는 상황에서, 진로교육은 특정 시점의 선택 지원이 아니라 평생에 걸친 지속적 재설계 역량 함양을 목표로 해야 한다. AI-PCE 모델의 '축적-편집-제안' 메커니즘은 바로 이러한 순환적 진로 개발을 지원하는 구조이다. 초등학교 때 축적한 데이터가 중학교 진학 선택에, 고등학교 때의 탐색이 대학 전공 선택에, 대학에서의 경험이 취업과 이직에, 그리고 경력단절 후 재기에 연속적으로 활용되는 것이다.

둘째, 진로교육의 내용적 초점이 전환된다. 기존의 정보 제공 중심 접근은 "어떤 직업이 있는가", "어떤 대학이 좋은가"를 알려주는 데 집중하였다. 그러나 정보의 양이 문제가 아닌 시대에, 진로교육의 핵심은 정보를 비판적으로 평가하고 자신의 맥락에서 의미를 구성하는 역량을 기르는 것이다. S-E-P-A-R 프로세스가 자기이해(Self-Insight)에서 시작하여 성찰(Reflect)로 순환하는 것은, 진로교육이 외부 정보의 습득이 아니라 내적 성장의 과정임을 분명히 한다. AI는 방대한 정보를 제공하지만, 학생이 그것을 자신의 언어로 재구성하고 의미를 부여하는 과정에서 비로소 진로 역량이 형성된다.

셋째, 진로교육의 구조적 경계가 해체된다. 진학과 취업, 학교교육과 평생교육, 정규교육과 비정규교육이라는 전통적 구분은 생애주기 통합 관점에서 재배치된다. 고등학교 진로교육이 대학 진학만을 목표로 하는 것이 아니라 향후 직업 전환까지 고려하며, 대학교육이 졸업 후 첫 취업만을 준비하는 것이 아니라 평생 고용가능성을 기르는 출발점이 되고, 평생교육이 단순한 재교육이 아니라 진로 재설계의 핵심 수단이 되는 것이다. 이러한 통합은 교육부, 고용부, 과기정통부 등 부처 간 칸막이를 넘어서는 정책 협력을 필연적으로 요구한다.

2. 형평성과 공공성 강화의 실질적 경로

AI 기술이 교육 격차를 심화시킬 것이라는 우려가 있다(OECD, 2021a). 그러나 AI-PCE 모델은 오히려 AI를 통해 진로교육의 형평성과 공공성을 강화할 수 있는 경로를 제시한다.

사교육 의존도 감소 측면에서, 현재 한국의 진로교육은 상당 부분 사교육 시장에 의존하고 있다. 진로 컨설팅, 입시 전략, 자기소개서 작성 등에서 경제적 여유가 있는 가정의 학생들이 유리한 위치를 점한다. AI-PCE 모델은 24시간 접근 가능한 양질의 진로상담을 모든 학생에게 무료로 제공함으로써, 경제적 배경에 따른 정보 접근성 격차를 완화한다. 물론 AI가 고가의 사교육이 제공하는 모든 서비스를 대체할 수는 없다. 그러나 RAG 기반 검증된 정보 제공, LLM 기반 자연어 상담, 지식그래프 기반 경로 추천 등 핵심 기능에서 공공 시스템이 경쟁력을 갖추면, 사교육 시장의 정보 독점 구조를 상당 부분 해체할 수 있다.

지역 격차 완화 측면에서, 수도권과 지방, 대도시와 농어촌 사이의 진로교

육 자원 격차는 심각하다. 진로체험 기회, 전문 상담 인력, 진로정보 접근성 모두에서 지역 간 불평등이 존재한다(박화춘 외, 2019; 장현진, 2018). AI-PCE 모델은 온라인 플랫폼을 통해 지역과 무관하게 동일한 품질의 진로교육 서비스를 제공한다. 커리어넷, 워크넷 등 공공 데이터와의 연동을 통해 전국 어디서나 최신 직업정보에 접근할 수 있으며, 가상 시나리오 기반 시뮬레이션을 통해 직접 체험이 어려운 직업도 간접적으로 경험할 수 있다. 물론 오프라인 진로체험의 중요성은 여전히 남아 있다. 그러나 AI가 1차적 정보 탐색과 기초 상담을 담당함으로써, 제한된 오프라인 자원을 더 전략적으로 배분할 수 있다.

사회경제적 배경에 따른 진로 장벽 가시화 및 지원 측면에서, 기존 진로교육은 모든 학생에게 동일한 조언을 제공하는 경향이 있었다. 그러나 학생들이 실제로 직면하는 진로 장벽은 가정의 경제 상황, 부모의 기대, 지역 자원 등에 따라 상이하다(한상근 외, 2020). AI-PCE 모델은 30가지 유형의 진로 장벽을 체계적으로 진단하고, 각 유형에 맞는 해결 전략을 제공한다. 특히 "사교육을 받을 형편이 안 돼요", "부모님이 반대하세요"와 같은 장벽을 명시적으로 인정하고, 장학금 정보, 무료 온라인 강좌, 가족 상담 연계 등 구체적 지원을 제공함으로써, 개인의 노력만으로 해결할 수 없는 구조적 불평등을 정책적으로 보완한다.

형평성 대시보드를 통한 실시간 모니터링은 이러한 노력이 실제로 효과를 내고 있는지를 검증하는 장치이다. 성별, 지역, 사회경제적 배경별로 시스템 사용률, 추천 만족도, 실행률 등을 추적하여 특정 집단에서 격차가 발견되면 즉시 개선 조치를 취한다. 이는 형평성을 선언적 목표가 아니라 측정 가능하고 관리 가능한 정책 지표로 전환한 것이다.

3. 교사 전문성 재정의와 본질의 회복

AI 도입이 교사의 역할을 축소하거나 대체할 것이라는 우려가 있다. 그러나 AI-PCE 모델은 오히려 교사 전문성의 본질을 회복하는 계기가 될 수 있다.

현재 진로교사들은 과중한 행정 업무, 반복적인 정보 제공, 대량의 문서 작성 등으로 인해 정작 중요한 일인 학생과의 깊이 있는 상담에 충분한 시간을 할애하지 못한다(서우석 외, 2020). AI가 기본 정보 제공("소프트웨어 개발자는 어떤 일을 하나요?"), 반복 질문 응답("진로적성검사는 어디서 받나요?"), 리포트 자동 생성(학급 진로성숙도 현황), 실행 체크인 자동 처리(학생이 영상을 시청하면 자동 인식) 등을 담당하면, 교사는 비로소 자신의 전문성을 발휘할 수 있는 영역에 집중할 수 있다.

교사의 고유 영역은 맥락 해석, 정서 지원, 의미 촉진이다. AI가 "탐구형 흥미 85%"라고 분석했을 때, 교사는 "네가 과학 시간에 실험할 때 눈이 반짝이던 모습이 기억나. 그게 바로 탐구형 흥미야"라고 학생의 실제 경험과 연결한다. AI가 특정 진로를 추천했을 때, 교사는 학생의 가정 형편, 부모의 기대, 최근의 정서 상태를 종합적으로 고려하여 "이 추천이 지금의 너에게 어떤 의미일까?"라고 성찰을 촉진한다. 학생이 실행에 어려움을 겪을 때, 교사는 진심 어린 공감과 격려를 통해 심리적 안정을 제공한다. 이러한 인간적 차원의 개입은 AI가 대체할 수 없는 영역이며, AI-PCE 모델은 바로 이 영역에 교사가 집중할 수 있도록 환경을 조성한다.

델파이 조사에서 교사 역량 강화가 시스템 성공의 가장 핵심 요인으로 부각된 것(68.8%가 필수 요소로 지목)은 의미심장하다. 이는 AI 시스템이 아무리 우수해도, 그것을 교육적으로 의미 있게 활용하는 것은 결국 교사의 전문

성에 달려 있음을 보여준다. 따라서 AI-PCE 모델의 성공은 기술 개발만큼이나 교사의 AI 리터러시, 데이터 해석 역량, 상담 스킬 강화에 달려 있다. 3단계 연수 체계(기본 16시간, 심화 32시간, 전문가 64시간)는 이러한 역량 개발을 체계적으로 지원하기 위한 것이다.

4. 사회적 기대 효과의 구조적 분석

본 연구를 통하여 기대되는 사회적 효과들은 단순한 희망적 전망이 아니라, 구조적 인과 경로를 통해 실현가능한 목표이다.

청년실업률 감소는 전공-직업 미스매치 최소화를 통해 달성될 수 있다. 한국 대졸자의 전공-직업 미스매치는 약 50%로 OECD 국가 중 가장 높은 수준이며(한요셉, 2020), 이러한 미스매치는 낮은 직업 만족도와 높은 이직률로 이어진다(조성은, 이영민, 임정연, 2018; 이은정, 2021). AI-PCE 모델은 고등학교 단계에서부터 전공 선택과 직업 세계를 체계적으로 연결함으로써, 대학 진학이 막연한 기대가 아니라 구체적 진로 계획의 일부가 되도록 한다. 지식그래프를 통해 "컴퓨터공학과 → 소프트웨어 개발자 → 필요 역량(프로그래밍, 문제해결) → 준비 활동(코딩 동아리, 해커톤)"의 경로를 구체화하면, 학생은 전공 선택의 의미를 명확히 이해하고 대학에서 의도적으로 역량을 개발할 수 있다. 이는 졸업 후 직업 선택의 방향성을 높이고, 조기 이직을 줄이며, 장기적으로 경력 안정화에 기여한다.

창업 생존율 향상은 적합성 사전 진단과 실패 후 재기 지원을 통해 달성된다. 현재 연간 약 120만~150만 개의 창업이 이루어지고 있으나, 5년 생존율이 29.2%에 불과한 것은 준비 없는 창업과 실패 후 재기 시스템의 부재 때문이다(중소벤처기업부, 2023; 2024). AI-PCE 모델은 창업 적합성을 다차

원적으로 분석하여(위험 감수 성향, 비즈니스 역량, 자원 확보 가능성 등), 학생이 자신에게 창업이 적합한지를 사전에 판단할 수 있도록 돕는다. 또한 창업을 선택한 경우에도 실패 대비 전환 경로(Plan B)를 미리 준비하도록 유도한다. 실제로 창업이 실패한 경우, 재취업 경로를 설계하고 재교육 과정을 추천하여 재기를 지원한다. 이는 창업을 "성공 아니면 파멸"의 극단적 선택이 아니라, 다양한 진로 옵션 중 하나로 정상화하는 효과가 있다.

중장년 경력단절 완화는 재교육과 진로교육의 통합을 통해 달성된다. 기존에는 평생교육이 진로교육과 분리되어, 재교육이 단순히 새로운 기술을 배우는 것으로만 인식되었다. AI-PCE 모델은 성인 학습자 포털을 통해 "현재 직업 → 전환 가능한 직업 → 필요한 재교육 과정 → 전환 후 경력 경로"를 체계적으로 설계할 수 있도록 지원한다. 예를 들어 제조업 숙련공이 자동화로 인해 일자리를 잃을 위험에 처했을 때, AI는 기존 역량(정밀 작업, 공정 이해)을 활용할 수 있는 새로운 직업(품질 관리, 생산 기술 교육)을 추천하고, 필요한 재교육 과정(스마트 공장 운영, 데이터 분석 기초)을 연결한다. 이는 기술 변화로 인한 경력단절을 예방하고, 평생 고용가능성을 제고한다.

이러한 사회적 효과들은 개별적으로 발생하는 것이 아니라 상호 연결되어 있다. 청년 실업률 감소는 경력 안정화로 이어지고, 이는 중장년기의 경력단절 위험을 줄인다. 창업 생존율 향상은 일인기업의 지속가능성을 높이고, 이는 고용 창출과 경제 활력으로 연결된다. 진로교육의 패러다임 전환은 이처럼 개인의 진로 역량 강화를 넘어 사회 전체의 인적자원 개발 체계를 혁신하는 파급효과를 갖는다.

제3절 연구의 한계와 후속 연구 제언

1. 본 연구의 한계

본 연구는 AI-PCE 모델을 개발하고 정책 방안을 제시하는 데 중점을 두었으나, 몇 가지 한계를 인정해야 한다.

첫째, 델파이 조사를 통해 전문가 합의를 도출하였으나, 이것이 실제 교육 현장에서의 효과성을 보장하지는 않는다. 전문가들이 중요하다고 판단한 요소들이 실제로 학생의 진로 역량 향상으로 이어지는지는 실증적 검증이 필요하다. 특히 AI 기술의 교육적 효과는 맥락 의존적이어서(contextual), 시범 운영과 장기 추적을 통해 비로소 확인될 수 있다(Luckin et al., 2016). 본 연구는 설계와 정책 방안을 제시하였으나, 실제 구현과 효과 검증은 후속 연구의 과제로 남는다.

둘째, 종단 연구의 부재이다. AI-PCE 모델이 추구하는 생애주기 통합 진로교육의 효과는 단기간에 측정될 수 없다. 초등학교에서 축적한 데이터가 중·고등학교 진학 선택에, 대학에서의 경험이 취업과 이직에, 그리고 중장년기의 경력 전환에 실제로 어떻게 기여하는지를 확인하려면 최소 10년 이상의 종단 연구가 필요하다. 본 연구는 36개월의 구현 로드맵을 제시하였으나, 이는 시스템 구축과 초기 안정화에 해당하며, 진정한 의미의 생애주기 효과는 훨씬 장기적 관점에서 평가되어야 한다.

셋째, 문화적 맥락의 특수성이다. 본 연구는 한국의 교육 시스템과 진로교육 맥락에 특화하여 설계되었다. 대학 입시 중심의 고등학교 교육, 전공과 직업의 높은 미스매치, 사교육 의존도, 평생직장 개념의 붕괴 등은 한국 사

회의 구조적 특징이다. 따라서 본 연구의 결과를 다른 국가나 문화권에 그대로 적용하기는 어렵다. 국제적 일반화 가능성을 높이려면 비교 연구가 필요하다.

넷째, 기술 변화 속도의 불확실성이다. 본 연구가 제시한 기술 스택(GPT-4, RAG, 지식그래프 등)은 2025년 현재 기준이다. AI 기술은 매우 빠르게 발전하고 있어, 본 연구가 제안한 시스템이 3년 후에도 최적의 솔루션일지는 불확실하다. 따라서 AI-PCE 모델은 특정 기술에 고착되지 않고, 새로운 기술을 유연하게 통합할 수 있는 확장 가능한 구조로 설계되어야 한다. 본 연구는 5계층 아키텍처를 통해 이러한 확장성을 고려하였으나, 실제 운영 과정에서 지속적인 기술 업데이트가 필요하다.

2. 후속 연구 제언

본 연구의 한계를 보완하고 AI-PCE 모델을 발전시키기 위해 다음과 같은 후속 연구를 제안한다.

효과성 검증 연구가 최우선적으로 필요하다. AI-PCE 모델을 적용한 시범학교 학생들과 비적용 학교 학생들의 진로성숙도, 진로결정 자기효능감, 진로준비행동을 비교하는 준실험 설계가 요구된다. 특히 학생의 자기주도성, 주체성, 의사결정 역량 등 본 모델이 핵심 가치로 삼은 변인들이 실제로 향상되는지를 종단적으로 추적해야 한다. 연구 질문으로는 "AI-PCE 모델이 학생의 진로 자기주도성에 미치는 단기(1년) 및 장기(5년) 효과는 무엇인가?", "S-E-P-A-R 프로세스의 어떤 단계가 진로 역량 향상에 가장 큰 영향을 미치는가?", "Human-in-the-Loop 협력 루틴에서 교사 개입의 빈도와 질이 학생

성과에 어떤 영향을 미치는가?" 등을 설정할 수 있다.

차별화 적용 연구는 학습자 특성에 따른 최적 접근을 탐색한다. 초등학생과 고등학생, 영재 학생과 학습부진 학생, 특수교육 대상 학생 등 다양한 집단에서 AI-PCE 모델의 효과가 어떻게 다르게 나타나는지를 분석해야 한다. 특히 발달 단계에 따라 S-E-P-A-R의 어떤 요소를 강조해야 하는지, 개인화 알고리즘의 3단계(규칙 기반 → 협업 필터링 → AI 심층 개인화) 중 어떤 수준이 적절한지를 경험적으로 규명해야 한다. 연구 질문으로는 "초등학교 단계에서 AI-PCE의 자기이해(S) 기능은 어떻게 설계되어야 발달적으로 적합한가?", "특수교육 대상 학생을 위한 AI-PCE 모델의 맞춤화 요소는 무엇인가?", "학업성취 수준에 따라 진로정보 제공 방식을 어떻게 차별화해야 하는가?" 등을 제시할 수 있다.

교사 역량 연구는 시스템 효과를 매개하는 교사 변인을 규명한다. AI 리터러시, 데이터 해석 역량, 상담 스킬 중 어떤 요소가 AI-PCE 활용 효과성과 가장 강하게 관련되는지, 교사의 AI에 대한 태도와 신념이 시스템 활용 패턴에 어떤 영향을 미치는지를 분석해야 한다. 특히 Human-in-the-Loop에서 교사가 AI 초안을 어떻게 의미화하는지를 질적으로 분석하여, 효과적인 의미화의 특징을 도출할 필요가 있다. 연구 질문으로는 "교사의 AI 리터러시 수준이 학생의 AI-PCE 활용 만족도에 미치는 영향은 무엇인가?", "효과적인 교사 의미화와 비효과적인 의미화의 차이는 무엇인가?", "교사의 진로상담 경력이 AI 초안 수용 및 수정 패턴에 어떤 영향을 미치는가?" 등을 설정할 수 있다.

윤리적 이슈 심화 연구는 AI 진로교육의 책임성을 강화한다. 본 연구는 편향성 모니터링, 투명성 확보, 학생 데이터 주권 등의 원칙을 제시하였으나, 실제 운영 과정에서 어떤 윤리적 딜레마가 발생하며 이를 어떻게 해결할

것인지는 지속적 연구가 필요하다. 특히 AI가 생성하는 진로 추천에서 성별, 지역, 사회경제적 배경에 따른 편향이 어떻게 작동하는지를 정교한 알고리즘 감사(algorithmic audit)를 통해 규명해야 한다. 또한 학생 데이터의 장기 축적이 가져올 수 있는 프라이버시 침해 위험과 이를 방지하기 위한 기술적·제도적 장치를 연구해야 한다. 연구 질문으로는 "AI-PCE의 진로 추천 알고리즘에서 성별 편향은 어떻게 측정되고 완화될 수 있는가?", "학생 데이터의 블록체인 기반 관리가 데이터 주권 보장에 실효성이 있는가?", "AI 진로교육에서 알고리즘 공정성(algorithmic fairness)의 조작적 정의는 무엇인가?" 등을 제시할 수 있다.

국제 비교 연구는 AI-PCE 모델의 보편성과 특수성을 탐색한다. 인도의 NDEAR, 미국의 Coach, 싱가포르의 MySkillsFuture 등 해외 AI 진로교육 플랫폼과 본 연구의 AI-PCE 모델을 비교하여, 공통적 설계 원리와 문화적으로 특수한 요소를 구분해야 한다. 특히 동아시아 교육 맥락(한국, 일본, 중국)에서 입시 경쟁, 집단주의 문화, 부모의 높은 교육 관여 등이 AI 진로교육 설계에 어떤 함의를 갖는지를 비교 분석할 필요가 있다. 연구 질문으로는 "AI 기반 진로교육에서 보편적으로 중요한 설계 요소는 무엇인가?", "한국의 AI-PCE 모델 중 어떤 요소가 다른 국가에 적용 가능하며, 어떤 요소가 한국 특수적인가?", "동아시아 국가들에서 Human-in-the-Loop 원칙이 어떻게 다르게 구현되는가?" 등을 설정할 수 있다.

생태계 지속가능성 연구는 장기 운영의 조건을 규명한다. AI-PCE 플랫폼이 5년, 10년 후에도 안정적으로 작동하려면 어떤 기술적·재정적·조직적 조건이 필요한지를 연구해야 한다. 특히 기술 부채(technical debt) 축적을 예방하고, 지속적인 업데이트와 유지보수를 위한 거버넌스 구조를 설계하며, 정권 교체와 예산 변동에도 불구하고 정책 연속성을 확보하는 방안을 모색

해야 한다. 연구 질문으로는 "AI-PCE 플랫폼의 기술 부채를 최소화하기 위한 개발 전략은 무엇인가?", "민간-공공 협력 거버넌스가 장기적으로 안정적으로 작동하기 위한 조건은 무엇인가?", "진로교육 AI 생태계에서 혁신과 안정성의 균형을 어떻게 유지할 것인가?" 등을 제시할 수 있다.

제4절 맺음말: AI 시대 진로교육의 새로운 지평

본 연구는 AI 기반 초개인화 진로교육 모델을 개발하고 이를 실현하기 위한 정책 방안을 제시함으로써, 4차 산업혁명 시대가 요구하는 진로교육의 패러다임 전환을 구체화하였다. 이 과정에서 우리는 기술 결정론과 기술 회의론 사이의 중도를 걸었다.

기술 결정론은 AI가 모든 문제를 해결할 것이라고 낙관한다. 그러나 교육은 단순히 정보를 전달하거나 효율성을 높이는 것이 아니라, 인간의 성장과 변화를 지원하는 복잡한 과정이다(Biesta, 2015). AI가 아무리 발전해도 학생의 정서를 공감하고, 맥락을 해석하며, 윤리적 판단을 내리는 교사의 역할은 대체될 수 없다. 따라서 본 연구는 AI를 교사를 대체하는 도구가 아니라, 교사의 전문성을 증강하는 보조자로 위치시켰다.

반대로 기술 회의론은 AI가 학생을 통제하고, 교사를 무력화하며, 교육을 비인간화할 것이라고 우려한다. 그러나 기술 자체가 선하거나 악한 것이 아니라, 그것을 어떻게 설계하고 활용하는가에 따라 결과가 달라진다(Winner, 1980). 본 연구는 주체성 우선, Human-in-the-Loop, 책임 있는 개인화, 설명 가능성 등의 원칙을 통해 AI가 학생의 자율성을 침해하지 않고 오히려 강화하도록 설계하였다.

본 연구가 던지는 핵심 질문은 "우리는 AI를 어떻게 활용하여 모든 학생의 진로개발 역량을 민주적으로 강화할 것인가?"이다. 이는 기술의 문제이기도 하지만, 동시에 교육 철학과 사회 정의의 문제이다. AI-PCE 모델이 제시하는 810억 원의 투자는 단순히 플랫폼을 구축하는 것이 아니라, 대한민국 진로교육의 공공성과 형평성을 재정립하는 사회적 실험이다.

이 실험이 성공하려면 기술 개발만큼이나 교육 현장의 집단지성과 정책

실행 의지가 중요하다. 델파이 조사에서 전문가들이 합의한 것처럼, 법제도 정비, 플랫폼 구축, 교사 역량 강화는 모두 동등하게 중요하며, 어느 하나라도 빠지면 전체 시스템이 제대로 작동하지 않는다. 시범 운영에서 발견되는 문제점들을 솔직하게 인정하고 신속하게 개선하는 학습 조직의 자세가 필요하다. 학생, 교사, 학부모, 정책 입안자, 연구자 등 모든 이해관계자가 협력하여 이 모델을 현실에서 작동하는 살아있는 시스템으로 진화시켜야 한다.

본 연구는 그 여정의 첫 걸음이다. 우리는 AI-PCE 모델이라는 설계도를 제시하였으나, 이것이 실제로 학생들의 삶을 변화시키는지는 앞으로의 실행과 검증을 통해 판단될 것이다. 완벽한 시스템은 처음부터 존재하지 않는다. 중요한 것은 명확한 원칙과 방향을 가지고 출발하고, 경험으로부터 배우며, 지속적으로 개선해 나가는 것이다.

AI 시대 진로교육의 새로운 지평은 기술의 힘이 아니라 교육적 지혜에서 열릴 것이다. 본 연구가 제시한 AI-PCE 모델이 그 지혜를 모으고 실천하는 플랫폼이 되기를 기대한다. 모든 학생이 자신의 고유한 가능성을 발견하고, 불확실한 미래 속에서도 주체적으로 진로를 설계하며, 실패를 두려워하지 않고 지속적으로 성장하는 사회, AI-PCE 모델이 지향하는 미래는 바로 그러한 사회이다.

참고문헌

〈국내 문헌〉

강용주. (2008). **델파이 기법의 이해와 적용사례** (수시 08-20). 한국장애인고용공단 고용개발원.

강원특별자치도교육청. (2025. 09. 26.). **[미래교육과 박건률] 강원특별자치도교육청, '인공지능 교수학습 플랫폼 강원아이로(AI-ro)' 출범** [보도자료]. 강원특별자치도교육청 강원교육홍보관. https://gwe.go.kr/promotion/bbs/view.do?bbsSn=44785&key=m2411225294640 (검색일: 2025. 09. 26.)

개인정보보호위원회. (2023). **개인정보의 안전성 확보조치 기준** (개인정보보호위원회 고시 제2023-6호). https://www.law.go.kr/admRulLsInfoP.do?admRulSeq=2100000229672 (검색일: 2025. 05. 08.)

개인정보보호위원회. (2024). **개인정보의 안전성 확보조치 기준 안내서.** https://www.pipc.go.kr/np/cop/bbs/selectBoardArticle.do?bbsId=BS217&mCode=G010030000&nttId=10719 (검색일: 2025. 05. 08.)

경남교육(경상남도교육청). (2023. 6. 22). **2023 미래교육 AI포럼 [빅데이터-AI플랫폼 아이톡톡 공감콘서트].** https://www.youtube.com/watch?v=RnwCw5dvm4c (검색일: 2025. 06. 22.)

경상북도교육청. (n.d.). 경북 AI서비스 포털. https://ai.gbe.kr (검색일: 2025. 04. 09.)

고용24. (2023). 구직자 도약보장 패키지.

https://m.work24.go.kr/cm/c/f/1100/selecSystInfo.do?currentPageNo=1&recordCountPerPage=10&systClId=SC00000192&systId=SI00000326 (검색일: 2025. 04. 09.)

고용노동부. (2025a. 1. 21.). **고용24, 누적회원 가입자 천만 달성** [보도자료]. https://www.moel.go.kr/news/enews/report/enewsView.do?news_seq=17457 (검색일: 2025. 04. 09.)

고용노동부. (2025b. 8. 20.). **개통 1년 맞은 '고용24', 사용자 맞춤형 서비스 확대 개편** [보도자료]. https://www.moel.go.kr/news/enews/report/enewsView.do?news_seq=18206 (검색일: 2025. 08. 20.)

고용노동부. (2025c. 9. 23.). **「고용24」 출범 1년, 국민 일자리 플랫폼으로 자리매김** [보도자료]. https://www.moel.go.kr/news/enews/report/enewsView.do?news_seq=18368 (검색일: 2025. 09. 25.)

광주광역시교육청. (n.d.). 광주아이온(AI-ON). https://aion.gen.go.kr (검색일: 2025. 06. 29.)

교육부, 한국교육학술정보원. (2023). **AI 디지털교과서 개발 가이드라인**. https://www.keris.or.kr/main/ad/pblcte/selectPblcteETCInfo.do?mi=1142&pblcteSeq=13722 (검색일: 2025. 04. 10.)

교육부, 한국직업능력연구원. (2022). **초·중등 진로교육 현황조사(2022)**. 세종: 교육부, 한국직업능력연구원.

교육부, 한국직업능력연구원. (2024). **초·중등 진로교육 현황조사(2024).** 세종: 교육부, 한국직업능력연구원.

교육부. (2023. 2. 23). **인공지능을 활용한 디지털 교육으로 '모두를 위한 맞춤 교육시대' 연다** [보도자료]. https://www.moe.go.kr/boardCnts/viewRenew.do?boardID=294&boardSeq=94011&lev=0&searchType

(검색일: 2025. 04. 09.)

구교정, 김영권. (2023). 초·중·고등학교 전환기 진로 연계 교육활동 분석. **교육문화연구, 29**(4), 71-99.

국가법령정보센터. (2021). **진로교육법** (시행 2022. 7. 21., 법률 제18298호, 2021. 7. 20., 타법개정). (검색일: 2025. 04. 09.)

국가법령정보센터. (2025). **개인정보 보호법 시행령** (시행 2025. 10. 2., 대통령령 제35780호, 2025. 9. 23., 일부개정). https://www.law.go.kr/lsSc.do?section=&menuId=1&subMenuId=15&tabMenuId=81&eventGubun=060101&query=%EA%B0%9C%EC%9D%B8%EC%A0%95%EB%B3%B4+%EB%B3%B4%ED%98%B8%EB%B2%95+%EC%8B%9C%ED%96%89%EB%A0%B9#undefined (검색일: 2025. 9. 25.)

국가법령정보센터. (2025). **개인정보보호법** (시행 2025. 10. 2., 법률 제20897호, 2025. 4. 1., 일부개정). https://www.law.go.kr/lsInfoP.do?lsId=011357 (검색일: 2025. 9. 25.)

김동규, 양인준, 박세정, 조아름, 최기성. (2024). **인공지능에 의한 화이트칼라의 직무 대체 및 변화**. 한국고용정보원.

김민경, 방혜진, 최광성, 김나라, 김승보, 이지연, 정윤경, 한상근, 문찬주, 박화춘, 안중석, 박봉남, 곽초롱, 신주랑, 이현민, 김민석. (2024). **2023 지능형 진로교육정보망 운영** (수탁사업 2023-12). 한국직업능력연구원.

김병필. (2023). 인공지능 개인정보 보호 기술과 개인정보 보호 법제의 과제. **법경제학연구, 20**(1), 113-152. https://doi.org/10.46758/kjle.2023.04.20.1.113

김봄이, 정윤경, 반가운, 김영빈. (2020). **온라인 진로상담의 빅데이터 분석**

기본연구(2020-04). 한국직업능력연구원.

김선영. (2018). 학습자 주도적 맞춤 학습(Personalized Learning)의 개념과 성격: 미국 학교 사례를 중심으로. **교육과정연구, 36**(3), 49-70.

김위정, 김종우. (2024). AI 활용 교육의 사회·윤리적 쟁점에 관한 교원의 인식. **교육문화연구, 30**(3).

꿈it(잇)다 소개 유튜브 영상. https://www.youtube.com/watch?v=rW3HbIU4J1k (검색일: 2025. 04. 09.)

나우열, 이동혁. (2018). 대학생의 진로결정상태 유형화 및 특징 탐색. **상담학연구, 19**(2), 211-235.

노영욱. (2021). 빅데이터와 AI를 활용한 교육용 자료의 분석에 대한 조사. **한국정보통신학회 종합학술대회 논문집** (pp. 140-243). 전남. 2021-05-20

노윤정. (2024). 머신러닝 기반 대학생 중도탈락 예측 모델 구현 방안. **융합신호처리학회 논문지, 25**(2), p.8.

노크. (2025). 전과목 수업 & 진로융합활동 설계 AI 코스웨어 노크(NOK) 소개서. https://www.chickenok.kr/ (검색일: 2025. 04. 09.)

데이터드리븐. https://datadriven.kr/ (검색일: 2025. 04. 09.)

메이저맵 USA. https://major-map.com/ (검색일: 2025. 04. 09.)

메이저맵. https://major.imweb.me/29 (검색일: 2025. 04. 09.)

문소연, 김가은, 차은주, 신안나, 조일현. (2023). 교수학습 맥락에서 학습분석 대시보드의 활용 효과에 대한 메타분석: 학습자의 인지, 정의, 메타인지 영역을 중심으로. **컴퓨터교육학회 논문지, 26**(3), 67-82. https://doi.org/10.32431/kace.2023.26.3.006

박연정, 조일현. (2014). 학습관리시스템의 대시보드 설계를 위한 학습자 중

심 요구분석: 분석과 설계 도구로서 활동이론의 적용. **교육공학연구, 30**(2), 221-258.

박용하. (2025. 08. 18.). '그냥 쉬었음' 청년 증가에 따른 경제 비용, 연평균 10조원 넘어. **경향신문.** https://https://www.khan.co.kr/article/202508180741001 (검색일: 2025. 08. 18.)

박화춘, 장혜정, 이민욱, 정지은, 황승록, 고요한, 박동찬. (2019). **2019년 지역특화 진로체험 프로그램 운영 지원 및 컨설팅 지역별 보고서** 연구자료(2019-29). 한국직업능력개발원.

부산광역시교육청. (n.d.). 부산학력향상지원시스템(BASS). https://bass.pen.go.kr (검색일: 2025. 06. 29.)

서민규, 김지영, 최예정, 조혜경. (2024). 생성형 AI 시대 인문교양교육 활성화를 위한 시론. **교양교육연구, 18**(3), 27-42.

서우석, 정진철, 정철영, 김나라, 서유정, 주현정. (2020). 중등학교 진로전담교사 직무별 중요도-실행도 차이 분석(IPGA)을 통한 진로전담교사 지원 방향 연구. **진로교육연구, 33**(1), 1-24.

성은모, 진성희, 유미나 (2016). 학습분석학 관점에서 학습자의 자기주도학습 지원을 위한 학습 데이터 탐색 연구. **교육공학연구, 32**(3), 487-533. https://doi.org/10.17232/KSET.32.3.487

세종특별자치시교육청. (2023~2024). **AI 맞춤형 교수학습 플랫폼 공동개발 로드맵** [정책자료].

손성봉. (2023. 4. 12.). 데이터드리븐, 교육 분야 첫 ChatGPT 기반 AI 진로상담 서비스 진로톡톡 개발. **매일경제.** https://www.mk.co.kr/news/sociery/10710537 (검색일: 2025. 04. 09.)

손찬희, 장혜승 , 김은영 , 김성미 , 이은주 , 조일현 , 정광식 , 김지현

(2019). **온라인 학습분석 기반 맞춤형 교육지원 방안 연구** [RR2019-08 (RR)]. 한국교육개발원 연구보고서. (TRKO202000005487)

손찬희. (2021). 고도화된 맞춤형 교육: 초개인화 교육으로의 진화. **미래정책 포커스, 2021 겨울 호**. https://www.nrc.re.kr/board.es?mid=a30200000000&bid=0044&act=view&list_no=174536 (검색일: 2025. 04. 19.)

송창용, 송승원, 장광남, 최현식, 김혜정. (2024). **대학생 핵심역량 진단(K-CESA) 지원과 활용**(2024) (기본사업 2024-04). 한국직업능력연구원.

신종호, 김은채, 김지윤, 배지현, 이진하. (2021). 인공지능 기반 적응형 학습 시스템의 효과에 관한 메타분석. 교육정보미디어연구, 27(4), 1545–1575. https://doi.org/10.15833/KAFEIAM.27.4.1545

에듀테크페어. https://edtechkorea.or.kr/fairDash.do?hl=KOR&utm_s (검색일: 2025. 10. 17.)

울산광역시교육청. (n.d.). 우리아이AI. 울산교육연구정보원. https://wooriai.use.go.kr/ (검색일: 2025. 06. 29.)

원성심. (2023. 11. 23.). 제주교육청, 전국 10개 시도교육청과 AI 맞춤형 교수학습 플랫폼 구축. **헤드라인제주.** https://www.headlinejeju.co.kr/news/articleView.html?idxno=530201 (검색일: 2025. 04. 09.)

유네스코한국위원회. (2021). **인공지능과 교육: 정책입안자를 위한 지침**.

유원진. (2020). **머신러닝 플랫폼을 활용한 AI교육 프로그램 개발**. [석사학위논문, 대구교육대학교 교육대학원].

유튜브 메이저맵 웨이메이커 소개 영상. https://www.youtube.com/watc

h?v=m0kREmkFHKM (검색일: 2025. 04. 09.)

윤태복, 이지형. (2013). 지능형 교육 시스템을 위한 학습자 모델 기술과 응용 연구. **한국산학기술학회 논문지, 14**(12), 6455-6460.

이경화, 박창희, 배희라. (2021). AI시대 적응을 위한 대학생의 미래창의융합 역량 분석. **평생교육·HRD연구, 17**(1), 61-79.

이상숙, 유인혁, 김진희. (2020). 빅데이터 분석을 통해 본 AI교육에 대한 사회적 인식: 뉴스기사와 트위터를 중심으로. **디지털융복합연구, 18**(6), 9-16.

이은경, 박도영, 최인봉. (2014). 교육 빅데이터 관련 연구 동향. *한국컴퓨터정보학회 학술발표논문집*. **22**(2), 175-176.

이은정. (2021). 대졸 청년층 신입사원의 첫 일자리 적응 잠재 유형과 조기 이직과의 관계 분석. **직업교육연구, 40**(2), 1-23. https://doi.org/10.37210/JVER.2021.40.2.1

이은주, 권회림, 구예리, 장재홍. (2024). **경기도교육청 AI 기반 교수·학습 플랫폼 효과성 분석 및 개선 방안 연구** (정책 2024-18). 경기도교육연구원.

이지연, 정윤경, 최수정, 장현진, 이종범, 김나라. (2021). **학교 진로교육 목표 및 성취기준 연구** (기본연구 2021-17). 한국직업능력연구원.

인도교육부. https://www.ndear.gov.in/index.html

인천사이버진로교육원 홈페이지. https://cyberjinro.ice.go.kr/ (검색일: 2025. 04. 09.)

임언, 안재영, 권희경. (2017). **인공지능(AI) 시대의 직업 환경과 직업교육** (기본연구 2017-07). 한국직업능력개발원.

임완철. (2024). 생성형 AI는 교육을 어떻게 바꿀까? **기술과혁신, 2024년**

3월 호. http://webzine.koita.or.kr/202403-specialissue/생성형-AI는-교육을-어떻게-바꿀까 (검색일: 2025. 04. 19.)

임은미. (2000). **지능형 학습체제 구축을 위한 자료분석 모형 개발**. [석사학위논문, 한국교원대학교 대학원].

임은미. (2022). 우리나라 학교진로상담의 현황과 개선 방안. **상담학연구, 23**(1), 53-66.

장현진. (2018). 초등학교 소재 지역에 따른 진로교육 격차. **교육연구, 74**, 27-46. https://doi.org/10.15754/je.2018.74.27

장혜정, 최수현, 황승록, 박동찬, 오명륜, 계보경. (2021). **비대면, 온라인을 활용한 진로체험 활성화 방안**. 한국직업능력연구원.

전라남도교육청. (2024. 06. 26.). **인공지능 맞춤형 교수학습 플랫폼 추진보고회** [보도자료]. 전라남도교육청.

전라북도교육청. AI 플랫폼 교사연구회 운영 안내 [공지]. 전북교육포털. https://www.jbedu.kr/index.jbedu (검색일: 2024. 06. 29.)

전인숙, 황성우, 범은애. (2024). AI기반 적응형 학습이 학업성취에 미치는 효과에 관한 연구: 학습몰입과 자기주도적 학습능력의 매개효과 중심으로. **아시아태평양융합연구교류논문지, 10**(7), 541-555.

정순기, 김영달, 홍현균, 정재현, 박세정, 김새봄, 이혜연, 박미화, 박비곤, 김진성, 이선호. (2023). **디지털 기반 기술혁신과 인력수요 구조 변화** (기본사업 2023-034). 한국고용정보원.

정윤경, 박나실, 김나라, 이윤진, 허유진, 김종훈. (2021). **국가 교육과정 개정에 대응한 학교 진로교육과정 연구** (기본연구 2021-03). 한국직업능력연구원.

정철영, 정진철, 이종범, 정동열, 임효신, 이서정, 임정훈. (2015). 우리나라

진로교육 현황 및 발전 방향 연구. **진로교육연구, 28**(3), 155-171.

조성은, 이영민, 임정연. (2018). 대졸 취업자의 직무불일치 유형 및 특성에 관한 잠재계층분석(LCA). **취업진로연구, 8**(3), 109-128.

조은정. (2024. 09. 25.). 광주시교육청, AI 교육플랫폼 '광주아이온' 개발 착수. **뉴스핌.** https://www.newspim.com/news/view/20240925000506 (검색일: 2025. 04. 02.)

중소벤처기업부. (2023. 08. 24.). **2021년 기준 중소기업 기본통계** [보도자료]. https://www.mss.go.kr/site/smba/ex/bbs/View.do?cbIdx=86&bcIdx=1041013 (검색일: 2025. 05. 12.)

중소벤처기업부. (2024. 02. 29.). **2023년 연간 창업기업동향** [보도자료]. https://www.mss.go.kr/site/smba/ex/bbs/View.do?cbIdx=86&bcIdx=1048565 (검색일: 2025. 05. 12.)

장수빈. (2025. 9. 23.). 인천시교육청, 전국 최초 수학 서술·논술형 AI 자동 채점. **중부일보.** https://www.joongboo.com/news/articleView.html?idxno=363704215 (검색일: 2025. 09. 24.)

진미석, 김나라, 이지은, 장현진, 박주홍, 민지식, 나현미, 박가열(2022). **학교 진로교육 목표 및 성취기준 연구** (기본연구 2021-17). 한국직업능력개발원.

진미석, 김도협, 손유미. (2012). **주요국의 진로교육정책: 교육과 고용구조의 연계를 중심으로** (기본연구 2012-23). 한국직업능력개발원.

최숙영. (2024). 생성형 AI 시대의 미래 인재를 위한 핵심역량 프레임워크와 교육 방안. **컴퓨터교육학회 논문지, 27**(9), 23-33.

통계청. (2024. 12. 27.). **2023년 기업생멸행정통계 결과** [보도자료]. https://kostat.go.kr/board.es?mid=a10301010000&bid=11469&act=view&list_no=434555 (검색일: 2025. 05. 09.)

통계청. (2025. 03.). **2025년 2월 경제활동인구조사 결과** [보도자료]. https://kostat.go.kr/ (검색일: 2025. 05. 09.)

한국경영자총협회. (2016). **2016 신입사원 채용실태 조사**. https://www.kefplaza.com/ (검색일: 2025. 05. 09.)

한국경영자총협회. (2024). **근로자 이직 트렌드 조사 결과.** https://www.kefplaza.com/ (검색일: 2025. 05. 09.)

한국경제인협회. (2024. 03. 28.). **2024년 상반기 대기업 채용동향 및 인식 조사** [보도자료]. https://www.fki.or.kr/ (검색일: 2025. 05. 09.)

한국고용정보원 웹사이트. https://www.keis.or.kr/ (검색일: 2025. 04. 09.)

한국고용정보원. (2019). **청년취업자의 기업규모별 첫 일자리 특성 분석** [고용조사브리프]. https://www.keis.or.kr/ (검색일: 2025. 05. 09.)

한국고용정보원. (2023). **한국직업전망 2023.** https://www.keis.or.kr/ (검색일: 2025. 05. 09.)

한국고용정보원·한국산업기술진흥원. (2024. 01. 29.). **2024년 상반기 주요 업종 일자리 전망** [보도자료]. https://www.moel.go.kr/ (검색일: 2025. 05. 09.)

한국인터넷진흥원(KISA). (2023. 11. 23.). **ISMS-P 인증기준 안내서.** 한국인터넷진흥원. https://isms.kisa.or.kr/ (검색일: 2025. 06. 09.)

한국지능정보사회진흥원. (2022. 11. 2.). **인공지능 학습용 데이터 구축 '데이터 라벨러', 새로운 미래형 일자리로 자리매김** [보도자료]. 한국지능정보사회진흥원. https://nia.or.kr/site/nia_kor/ex/bbs/View.do?cbIdx=90549&bcIdx=25030&parentSeq=25030 (검색일: 2025. 06. 09.)

한상근, 서유정, 이영민, 최동선, 정윤경, 이지연, 김나라, 장현진. (2020). **한국의 진로교육 혁신 방안 연구: 해외 진로교육 및 진로지도 프로그램**

사례 분석을 중심으로 (기본연구 2019-23). 한국직업능력개발원.

한요셉. (2020). **전공 선택의 관점에서 본 대졸 노동시장 미스매치와 개선방향.** KDI FOCUS 통권 제99호. 한국개발연구원.

한요셉. (2024). **중장년층 고용 불안정성 극복을 위한 노동시장 기능 회복 방안**. KDI FOCUS 통권 제127호. 한국개발연구원.

한정윤. (2024). AI 기반 맞춤형 교육에 대한 교사의 인식과 경험. **KEDI BRIEF, 2024**(1), 한국교육개발원. http://kedi.re.kr/khome/main/research/selectKediBriefForm.do?selectTp=0&board_sq_no=41&article_sq_no=35519 (검색일: 2025. 05. 12.)

황은경, 신종호. (2021). 대학 기초 과학 수업에서의 인공지능 기반 적응형 학습 시스템의 도입과 적용에 관한 탐색적 고찰 - 일반화학 수업 사례 중심으로. **교양교육연구, 15**(6), 71-86.

〈국외 문헌〉

Abadi, M., Chu, A., Goodfellow, I., McMahan, H. B., Mironov, I., Talwar, K., & Zhang, L. (2016). Deep learning with differential privacy. *In Proceedings of the 2016 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security* (CCS '16) (pp. 308–318). Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/2976749.2978318

Abyaa, A., Khalidi Idrissi, M., & Bennani, S. (2019). Learner modelling: Systematic review of the literature from the last 5 years. *Educational Technology Research and Development*, *67*(5), 1105–1143. https://doi.org/10.1007/s11423-018-09644-1

Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2019). Automation and new tasks: How technology displaces and reinstates labor. *Journal of Economic Perspectives*, *33*(2), 3-30.

Aksoy, C. G., Barrero, J. M., Bloom, N., Davis, S. J., Dolls, M., & Zarate, P. (2022). Working from home around the world. *Brookings Papers on Economic Activity, 2022*(2), 281-360

Alam, M., Rufino, J., Ferreira, J., Ahmed, S. H., Shah, N., & Chen, Y. (2018). Orchestration of microservices for IoT using Docker and edge computing. *IEEE Communications Magazine*, *56*(9), 18–123. https://doi.org/10.1109/MCOM.2018.1701233

Aleven, V. A., & Koedinger, K. R. (2002). An effective metacognitive strategy: Learning by doing and explaining with a computer-based cognitive tutor. *Cognitive science*, *26*(2), 147-179.

Amplitude. (n.d.). What is hyper-personalization? How it works & best practices. https://amplitude.com/explore/experiment/what-is-hyper-personalization (검색일: 2025. 10. 09.)

Andalibi, N., Pyle, C., Barta, K., Xian, L., Jacobs, A. Z., & Ackerman, M. S. (2023, April). *Conceptualizing algorithmic stigmatization*. In Proceedings of the 2023 CHI conference on human factors in computing systems (pp. 1-18).

Anderson, J. R., Corbett, A. T., Koedinger, K. R., & Pelletier, R. (1995). Cognitive tutors: Lessons learned. *Journal of the Learning Sciences*, *4*(2), 167-207.

Arntz, M., Gregory, T., & Zierahn, U. (2016). The risk of automation for jobs in OECD countries: A comparative analysis (OECD Social, Employment and Migration Working Papers No. 189). *OECD Publishing*. https://doi.org/10.1787/5jlz9h56dvq7-en

Atchley, P., Pannell, H., Wofford, K., Hopkins, M., & Atchley, R. A. (2024). Human and AI collaboration in the higher education environment: Opportunities and concerns. *Cognitive Research: Principles and Implications*, *9*(1), 20. https://doi.org/10.1186/s41235-024-00547-9

Autor, D. H. (2015). Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation. *Journal of Economic Perspectives*, *29*(3), 3-30.

Baker, R. S., Inventado, P. S., & Heffernan, N. T. (2019). The dynamics of personalized learning: Toward a model of hyper-personalized

career learning systems. *AI in Education Conference Proceedings*.

Baker, T., & Smith, L. (2019). *Educ-AI-tion rebooted? Exploring the future of artificial intelligence in schools and colleges*. Nesta Foundation. https://media.nesta.org.uk/documents/Future_of_AI_and_education_v5_WEB.pdf

Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Prentice-Hall.

Bankins, S., Jooss, S., Restubog, S. L. D., Marrone, M., Ocampo, A. C., & Shoss, M. (2024). Navigating career stages in the age of artificial intelligence: A systematic interdisciplinary review and agenda for future research. *Journal of Vocational Behavior*, *153*, 104011. https://doi.org/10.1016/j.jvb.2024.104011

Barocas, S., & Selbst, A. D. (2016). Big data's disparate impact. *California Law Review*, *104*, 671-732.

Barredo Arrieta, A., Diaz-Rodriguez, N., Del Ser, J., Bennetot, A., Tabik, S., Barbado, A., Garcia, S., Gil-Lopez, S., Molina, D., Benjamins, R., Chatila, R., & Herrera, F. (2020). Explainable Artificial Intelligence (XAI): Concepts, taxonomies, opportunities and challenges toward responsible AI. *Information Fusion, 58,* 82-115. https://doi.org/10.1016/j.inffus.2019.12.012

Barrera Castro, G. P., Chiappe, A., Becerra Rodríguez, D. F., & Sepúlveda, F. G. (2024). Harnessing AI for Education 4.0: Drivers of personalized learning. *Electronic Journal of e-Learning, 22*(5), 1–14. https://doi.org/10.34190/ejel.22.5.3467

Bass, L., Clements, P., & Kazman, R. (2012). *Software architecture in practice*. Addison-Wesley Professional.

Battelle for Kids. (2019). Framework for 21st century learning. *Partnership for 21st Century Learning*. https://www.battelleforkids.org/networks/p21

Bayly-Castaneda, K., Ramirez-Montoya, M.-S., & Morita-Alexander, A. (2024). Crafting personalized learning paths with AI for lifelong learning: A systematic literature review. *Frontiers in Education*, *9*. https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1424386

Bellamy, R. K. E., Dey, K., Hind, M., Hoffman, S. C., Houde, S., Kannan, K., … Zhang, Y. (2019). AI Fairness 360: An extensible toolkit for detecting and mitigating algorithmic bias. *IBM Journal of Research and Development*, *63*, 4:1–4:15. https://doi.org/10.1147/JRD.2019.2942287

Bender, E. M., & Koller, A. (2020). Climbing towards NLU: On meaning, form, and understanding in the age of data. In Proceedings of the 58th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (pp. 5185–5198). *Association for Computational Linguistics*. https://doi.org/10.18653/v1/2020.acl-main.463

Bender, E. M., Gebru, T., McMillan-Major, A., & Shmitchell, S. (2021). On the dangers of stochastic parrots: Can language models be too big? In Proceedings of the 2021 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency (pp. 610–623). *Association for Computing Machinery*.

https://doi.org/10.1145/3442188.3445922

Bhat, S. R., Rudat, M., Spiekermann, J., & Flores-Herr, N. (2025). Rethinking Chunk Size For Long-Document Retrieval: A Multi-Dataset Analysis. *arXiv preprint arXiv:2505.*21700.

Biesta, G. J. J. (2015). *Good education in an age of measurement: Ethics, politics, democracy*. Routledge.

Bitirim, S., & Çelik Ertuğrul, D. (2024). Öneri sistemlerinde kullanılan performans metriklerinin filtreleme teknolojilerine göre değerlendirilmesi: İş öneri sistemleri alanı üzerine bir araştırma çalışması [Evaluation of performance metrics used in recommendation systems according to filtering technologies: A research study on the field of job recommendation systems]. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, *27*(3), 706–725. https://doi.org/10.17780/ksujes.1410926

Bloom, N., Han, R., & Liang, J. (2024). Hybrid working from home improves retention without damaging performance. *Nature*. *630*(8018), 920-925.https://doi.org/10.1038/s41586-024-07500-2

Bright, J. E. H., & Pryor, R. G. L. (2005). The chaos theory of careers: A user's guide. *The Career Development Quarterly, 53*(4), 291–305. https://doi.org/10.1002/j.2161-0045.2005.tb00660.x

Brightlio. (2025. 9.). 300+ Cloud Computing Statistics. *Brightlio*. https://brightlio.com/cloud-computing-statistics/

Brusilovsky, P. (1996). Methods and techniques of adaptive hypermedia. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, *6*(2-3),

87-129.

Budner, S. (1962). Intolerance of ambiguity as a personality variable. *Journal of Personality, 30*(1), 29-50. https://doi.org/10.1111/j.1467-6494.1962.tb02303.x

Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1963). E*xperimental and quasi-experimental designs for research.* Rand McNally.

Careerflow 웹사이트. https://www.careerflow.ai/ (검색일: 2025. 04. 09.)

CASEL(2020), CASEL'S SEL Framework, https://casel.org/casel-sel-framework-11-2020

Cavoukian, A. (2009). Privacy by Design: The 7 foundational principles. *Information and Privacy Commissioner of Ontario. Canada, 5*(2009), 12. https://www.ipc.on.ca/wp-content/uploads/Resources/7foundationalprinciples.pdf

Caza, B. B., & Milton, L. P. (2012). Resilience at work: Building capability in the face of adversity. In K. S. Cameron & G. M. Spreitzer (Eds.), *The Oxford handbook of positive organizational scholarship*(pp. 895-908). Oxford University Press.

Çelik Ertuğrul, D., & Bitirim, S. (2025). Job recommender systems: A systematic literature review, applications, open issues, and challenges. *Journal of Big Data*, *12*, 140.

Center for Security and Emerging Technology. (2024). *AI and the future of workforce training.* Georgetown University. https://cset.georgetown.edu/publication/ai-and-the-future-of-workforce-training/

Chan, C. K. Y. (2023). A comprehensive AI policy education framework for university teaching and learning. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1), 38. https://doi.org/10.1186/s41239-023-00408-3

Chandrasekaran, A., Yadav, D., Chattopadhyay, P., Prabhu, V., & Parikh, D. (2017). It takes two to tango: Towards theory of AI's mind. *arXiv preprint arXiv:1704*.00717. https://arxiv.org/abs/1704.00717

Chen, J., Wu, H., Pang, J., Wang, Y., Zhang, D., & Sun, C.. (2025). *Tool learning with language models: A comprehensive survey of methods, pipelines, and benchmarks. Vicinagearth*, 2, Article 16.

Chen, X., Yao, L., McAuley, J., Zhou, G., & Wang, X. (2023). Deep reinforcement learning in recommender systems: A survey and new perspectives. *Knowledge-Based Systems*, 264, 110335.

Chroma. (2024). *Chroma documentation.* https://docs.trychroma.com

Chrysafiadi, K., & Virvou, M. (2013). Student modeling approaches: A literature review for the last decade. *Expert Systems with Applications*, 40(11), 4715-4729.

Coach 웹사이트. https://www.aicareercoach.org/ (검색일: 2025. 04. 09.)

Corbett, A. T., & Anderson, J. R. (1994). Knowledge tracing: Modeling the acquisition of procedural knowledge. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 4, 253–278.

Coursera. (2024, 12. 09.). 2024's rising content and fastest growing skills for 2025. *Coursera Blog*. https://blog.coursera.org/2024s-rising

-content-and-fastest-growing-skills-for-2025/ (검색일: 2025. 05. 09.)

Crawford, K. (2021). *Atlas of AI: Power, politics, and the planetary costs of artificial intelligence*. Yale University Press.

Creed, P., Patton, W., & Prideaux, L. A. (2006). Causal relationship between career indecision and career decision-making self-efficacy: A longitudinal cross-lagged analysis. *Journal of career development*, 33(1), 47-65.

Danaher, J. (2016). The threat of algocracy: Reality, resistance and accommodation. *Philosophy & Technology*, *29*(3), 245-268.

Darwin, Rusdin, D., Mukminatien, N., Suryati, N., Laksmi, E. D., & Marzuki. (2024). Critical thinking in the AI era: An exploration of EFL students' perceptions, benefits, and limitations. *Cogent Education*, 11(1), 2290342. https://doi.org/10.1080/2331186X.2023.2290342

Davenport, T. H., & Kirby, J. (2016). *Only humans need apply: Winners and losers in the age of smart machines*. Harper Business.

de Baker, R. S. J., & Inventado, P. S. (2014). *Chapter X: educational data mining and learning analytics. Comput*. Sci, 7, 1-16.

De Freitas, J., Uğuralp, A. K., Oğuz-Uğuralp, Z., Paul, L. A., Tenenbaum, J., & Ullman, T. D. (2023). Self-orienting in human and machine learning. *Nature Human Behaviour*, 7(12), 2126-2139. https://doi.org/10.1038/s41562-023-01696-5

De Rue, D. S., Ashford, S. J., & Myers, C. G. (2012). Learning agility:

In search of conceptual clarity and theoretical grounding. *Industrial and Organizational Psychology*, *5*(3), 258-279.

Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry, 11*(4), 227–268. https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01

Del Campo Saltos, G., Villlota Oyarvide, W. V., Andrade Sánchez, E. A., & Montero Reyes, Y. M. (2023). Análisis bibliométrico sobre estudios de la neurociencia, la inteligencia artificial y la robótica: Énfasis en las tecnologías disruptivas en educación. Salud, *Ciencia y Tecnología*, 3, 362. https://doi.org/10.56294/saludcyt2023362

Del Rio-Chanona, R. M., Mealy, P., Beguerisse-Díaz, M., Lafond, F., & Farmer, J. D. (2021). Occupational mobility and automation: A data-driven network model. *Journal of the Royal Society Interface*, 18(174), 20200898. https://doi.org/10.1098/rsif.2020.0898

Deloitte. (2024). The Deloitte Global 2024 Gen Z and Millennial Survey. https://www.deloitte.com/global/en/issues/work/content/genz-millennialsurvey.html (검색일: 2025. 05. 09.)

DeYoung, C. G. (2013). The neuromodulator of exploration: A unifying theory of the role of dopamine in personality. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, Article 762. https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00762

Dicheva, D., Dichev, C., Agre, G., & Angelova, G. (2015). *Gamification in education: A systematic mapping study. Educational Technology & Society, 18*(3), 75–88.

Digital Marketing Vocabulary. (n.d.). *Hyper-personalization*. https://digitalmarketingvocabulary.com/hyper-personalization/ (검색일: 2025. 09. 28.)

D'Mello, S. K., & Kory, J. (2015). A review and meta-analysis of multimodal affect detection systems. *ACM Computing Surveys*, 47(3), Article 43, 1–36. https://doi.org/10.1145/2682899

D'Mello, S., & Graesser, A. (2012). Dynamics of affective states during complex learning. *Learning and Instruction, 22*(2), 145-157. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2011.10.001

Doshi, A. R., & Hauser, O. P. (2024). Generative AI enhances individual creativity but reduces the collective diversity of novel content. *Science Advances*, 10(28), eadn5290. https://doi.org/10.1126/sciadv.adn5290

du Plooy, E., Casteleijn, D., & Franzsen, D. (2024). Personalized adaptive learning in higher education: A scoping review of key characteristics and impact on academic performance and engagement. *Heliyon*, 10(21), e39630. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e39630

Dua, A., Ellingrud, K., Hancock, B., Luby, R., Madgavkar, A., & Pemberton, S. (2022). Freelance, side hustles, and gigs: Many more Americans have become independent workers. *McKinsey*

& Company.
https://www.mckinsey.com/featured-insights/sustainable-inclusive-growth/future-of-america/freelance-side-hustles-and-gigs-many-more-americans-have-become-independent-workers

Dweck, C. S. (2006). *Mindset: The new psychology of success*. Random House.

Edwards, A., Nguyen, A., Järvelä, S., Dang, B., Borge, M., & Rosé, C. P. (2025). Human-AI collaboration: Designing artificial agents to facilitate socially shared regulation among learners. *British Journal of Educational Technology*, 56(2), 712-733. https://doi.org/10.1111/bjet.13534

Egner, T., & Siqi-Liu, A. (2024). Insights into control over cognitive flexibility from studies of task-switching. *Current Opinion in Behavioral Sciences, 55*, 101342.

Eloundou, T., Manning, S., Mishkin, P., & Rock, D. (2023). GPTs are GPTs: An early look at the labor market impact potential of large language models. *arXiv preprint arXiv:2303.10130*

English, J.M., & Kernan, G.L. (1976). The Prediction of air travel and aircraft technology to the year 2000 using the delphi method. *Transportation Research, 10*, 1-8.

Ennis, R. H. (1987). A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities. In J. B. Baron & R. J. Sternberg (Eds.), *Teaching thinking skills: Theory and practice* (pp. 9–26). W. H. Freeman/Times Books/ Henry Holt & Co.

Ennis, R. (1991). Critical Thinking: A Streamlined Conception. Teaching Philosophy, 14(1), 5-24.

Erikson, E. H. (1968). *Identity: Youth and crisis*. W. W. Norton.

European Commission, Directorate-General for Education, Youth, Sport and Culture. (2022). *Ethical guidelines on the use of artificial intelligence (AI) and data in teaching and learning for educators*. Publications Office of the European Union.

European Parliament & Council. (2016). Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data, and repealing Directive 95/46/EC (General Data Protection Regulation). *Official Journal of the European Union, L 119,* 1-88. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2016/679/oj

Facione, P. A. (1990). *Critical thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction (The DelphiReport)*. California Academic Press. (ERIC Document Reproduction Service No. ED315423)

Faiella, A., Zielińska, A., Karwowski, M., & Corazza, G. E. (2025). Am I still creative? The effect of artificial intelligence on creative self-beliefs. *The Journal of Creative Behavior. 59*(2), e70011. https://doi.org/10.1002/jocb.70011

Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*,

34(10), 906-911. https://doi.org/10.1037/0003-066X.34.10.906

Frey, C. B., & Osborne, M. (2024). Generative AI and the future of work: A reappraisal. *Brown Journal of World Affairs*, 30(1), 161.

Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, *114*, 254-280. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019

Fröschl, C. (2005). *User modeling and user profiling in adaptive e-learning systems*. [Master's thesis, Graz University of Technology].

Fullan, M. (2007). *The new meaning of educational change* (4th ed.). Teachers College Press.

FutureFit 웹사이트. https://www.futurefit.ai/ (검색일: 2025. 04. 11.)

Gama, J., Žliobaitė, I., Bifet, A., Pechenizkiy, M., & Bouchachia, A. (2014). A survey on concept drift adaptation. *ACM Computing Surveys*, 46(4), Article 44, 1–37. https://doi.org/10.1145/2523813

Gao, Y.,Xiong, Y., Gao, X., Jia, K., Pan, J., Bi, Y., Dai, Y., Sun, J., Wang, M., & Wang, H. (2023). Retrieval-augmented generation for large language models: A survey. *arXiv preprint arXiv:2312.*10997.

Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*.

Gardner, H. (1999). *Intelligence reframed: Multiple intelligences for the 21st century*. Basic Books.

Garrison, D. R. (1997). Self-directed learning: Toward a comprehensive model. *Adult Education Quarterly*, *48*(1), 18-33. https://doi.org/10.1177/074171369704800103

Gati, I., Landman, S., Davidovitch, S., Asulin-Peretz, L., & Gadassi, R. (2010). From career decision-making styles to career decision-making profiles: A multidimensional approach. *Journal of Vocational Behavior*, 76(2), 277–291.

Goel, S., Kovács-Ondrejkovic, O., Vankudre, R., Bingham, S., & Nitschke, J. (2023). Competence over credentials: The rise of skills-based hiring. *Boston Consulting Group*.

Gomez, C., Cho, S. M., Ke, S., Huang, C.-M., & Unberath, M. (2025). Human-AI collaboration is not very collaborative yet: A taxonomy of interaction patterns in AI-assisted decision making from a systematic review. *Frontiers in Computer Science*, 6, 1521066. https://doi.org/10.3389/fcomp.2024.1521066

Gottfredson, G. D., & Holland, J. L. (1996). *Dictionary of Holland occupational codes* (3rd ed.). Psychological Assessment Resources.

Gottfredson, L. S. (2002). Gottfredson's theory of circumscription, compromise, and self-creation. In D. Brown (Ed.), *Career choice and development* (4th ed., pp. 85–148). Jossey-Bass.

Gottfredson, L. S. (2005). Applying Gottfredson's theory of circumscription and compromise in career guidance and counseling. In S. D. Brown & R. W. Lent (Eds.), Career

development and counseling: Putting theory and research to work(pp.71–100). John Wiley & Sons.

Gowsika, S., Aparna, S., Kiruthika, V., & Lavanya, K. (2025). Personalized career guidance system for students. *International Journal of Advanced Research in Science*, Communication and Technology, 5(3), 27–32. https://doi.org/10.48175/IJARSCT-23904

Gravett, L. S., & Caldwell, S. A. (2016). *Learning agility: The impact on recruitment and retention*. Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1057/978-1-137-59965-0

Greller, W., & Drachsler, H. (2012). Translating learning into numbers: A generic framework for learning analytics. *Journal of Educational Technology & Society, 15*(3), 42-57.

Guilford, J. P. (1950). Creativity. *American Psychologist*, 5(9), 444–454. https://doi.org/10.1037/h0063487

Guilford, J. P. (1967). *The nature of human intelligence*. McGraw-Hill.

Guo, T., Chen, X., Wang, Y., Chang, R., Pei, S., Chawla, N. V., Wiest, O., & Zhang, X. (2024). Large language model based multi-agents: A survey of progress and challenges. *In Proceedings of the 33rd International Joint Conference on Artificial Intelligence* (pp. 8048-8057). https://doi.org/10.24963/ijcai.2024/890

Hariyanto, Kristianingsih, F. X. D., & Maharani, R. (2025). Artificial intelligence in adaptive education: A systematic review of techniques for personalized learning. *Discover Education, 4,* 458.

https://doi.org/10.1007/s44217-025-00908-6

Hatzius, J., Briggs, J., Kodnani, D., & Pierdomenico, G. (2023). *The potentially large effects of artificial intelligence on economic growth,* Goldman Sachs, March 26.

Henderson, A. T., & Mapp, K. L. (2002). *A new wave of evidence: The impact of school; family:, and community connections on Student achievement*. National Center for family & community connections with schools.

Herr, E. L., & Cramer, S. H. (1992). *Career guidance and counseling through the life span* (4th ed.). HarperCollins.

Hinton, G., Vinyals, O., & Dean, J. (2015). *Distilling the knowledge in a neural network*. arXiv preprint arXiv:1503.02531. https://arxiv.org/abs/1503.02531

Hirschi, A. (2018). The fourth industrial revolution: Issues and implications for career research and practice. T*he Career Development Quarterly*, 66(3), 192–204. https://doi.org/10.1002/cdq.12142

Holland, J. L. (1997). *Making vocational choices: A theory of vocational personalities and work environments*(3rd ed.). Psychological Assessment Resources.

Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.

Holmes, W., Porayska-Pomsta, K., Holstein, K., Sutherland, E., Baker,

T., Buckingham Shum, S., ... & Koedinger, K. R. (2022). Ethics of AI in education: Towards a community-wide framework. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, *32*(3), 504-526. https://doi.org/10.1007/s40593-021-00239-1

Holstein, K., Wortman Vaughan, J., Daumé III, H., Dudík, M., & Wallach, H. (2019). Improving fairness in machine learning systems: What do industry practitioners need? In *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*(pp.1-16).

Hooley, T., & Rice, S. (2019). Ensuring quality in career guidance: A critical review. *British Journal of Guidance & Counselling*, *47*(4), 472-486. https://doi.org/10.1080/03069885.2018.1480012

Hsu, C.-C., & Sandford, B. A. (2007). *The Delphi technique: Making sense of consensus. Practical Assessment, Research, and Evaluation*, 12(1), 1-8.

Huang, X., Liu, W., Chen, X., Wang, X., Wang, H., Lian, D., Wang, Y., Tang, R., & Chen, E. (2024). Understanding the planning of LLM agents: A survey. *arXiv preprint arXiv:2402.*02716. https://arxiv.org/abs/2402.02716

Hughes, D., Mann, A., Barnes, S.-A., Baldauf, B., & McKeown, R. (2016). *Careers education: International literature review.* Education Endowment Foundation.

IBM. (2021, January). Skills transformation for the 2021 workplace. *IBM Learning Blog*. https://www.ibm.com/blogs/ibm-training/skills-t

ransformation-2021-workplace/

IBM. (n.d.). **What is hyper-personalization?** https://www.ibm.com/think/topics/hyper-personalization (검색일: 2025. 09. 28.)

International Labour Organization. (2024). *World employment and social outlook: Trends 2024*. ILO. https://www.ilo.org/publications/flagship-reports/world-employment-and-social-outlook-trends-2024

International Organization for Standardization. (2023). *Information technology — Artificial intelligence — Management system* (ISO/IEC 42001:2023). https://www.iso.org/standard/81230.html

Isaksen, S. G., Dorval, K. B., & Treffinger, D. J. (2011). *Creative approaches to problem solving: A framework for innovation and change (3rd ed.)*. SAGE Publications.

Jacob, B., Kligys, S., Chen, B., Zhu, M., Tang, M., Howard, A., Adam, H.,& Kalenichenko, D. (2018). Quantization and training of neural networks for efficient integer-arithmetic-only inference. *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition* (CVPR), 2704–2713. https://doi.org/10.1109/CVPR.2018.00286

Jannach, D., Manzoor, A., Cai, W., & Chen, L. (2021). A survey on conversational recommender systems. *ACM Computing Surveys*, 54(5), 1–36. https://doi.org/10.1145/3453154

Jarvela, S., & Molenaar, I. (n.d.). *Center for Learning and Living with*

AI (CELLA). University of Oulu & Radboud University. https://cellaresearch.org/

Johnson, R. H., & Blair, J. A. (2006). *Logical self-defense (US ed.).* International Debate Education Association.

Juvekar, K., & Purwar, A. (2024). Introducing a new hyper-parameter for RAG: Context window utilization. *arXiv preprint arXiv:2407*.19794. https://arxiv.org/abs/2407.19794

Kahneman, D., & Tversky, A. (1979). Prospect theory: An analysis of decision under risk. Econometrica, 47(2), 263–291. https://doi.org/10.2307/1914185

Kaliisa, R., Misiejuk, K., López-Pernas, S., Khalil, M., Saqr, M., & Viberg, O. (2024). Learning analytics dashboards: Have we lived up to the hype? A systematic literature review. *In Proceedings of the 14th International Conference on Learning Analytics and Knowledge* (LAK '24) (pp. 295-304). https://doi.org/10.1145/3636555.3636884

Keefe, J. W. (1979). *Learning style: An overview.* In J. W. Keefe (Ed.), Student learning styles: Diagnosing and prescribing programs (pp. 1-17). National Association of Secondary School Principals.

Khasawneh, M. A. (2024). Implementing adaptive learning technologies: Practical strategies for enhancing cognition in mathematics education. *International Journal of Advanced And Applied Sciences*, 11(8), 111-118.

Khatri, V., & Brown, C. V. (2010). Designing data governance.

Communications of the ACM, 53(1), 148–152. https://doi.org/10.1145/1629175.1629210

Klaus, S.. (2016). *The fourth industrial revolution*. World Economic Forum.

Knowles, M. S. (1975). *Self-directed learning: A guide for learners and teachers*. Association Press.

Koivisto, M., & Grassini, S. (2023). *Best humans still outperform artificial intelligence in a creative divergent thinking task. Scientific Reports*, 13, 13601. https://doi.org/10.1038/s41598-023-40858-3

Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall.

Kolbjørnsrud, V. (2024). Designing the intelligent organization: Six principles for human-AI collaboration. *California Management Review*, 66(2), 44–64. https://doi.org/10.1177/00081256231211020

Kracke, B. (2002). The role of personality, parents and peers in adolescents' career exploration. *Journal of Adolescence*, 25(1), 19–30. https://doi.org/10.1006/jado.2001.0446

Kuhn, D. (1999). *A developmental model of critical thinking. Educational Researcher*, 28(2), 16–46. https://doi.org/10.3102/0013189X028002016

Lake, B., & Baroni, M. (2018). Generalization without systematicity: On the compositional skills of sequence-to-sequence recurrent

networks. *In Proceedings of the 35th International Conference on Machine Learning* (pp. 2873–2882). PMLR.

Lee, W., Chun, J., Lee, Y., Park, K., & Park, S. (2022). Contrastive learning for knowledge tracing. *In Proceedings of the ACM Web Conference 2022* (pp. 2330-2338). Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/3485447.3512105

Lent, R. W., & Brown, S. D. (2008). Social cognitive career theory and subjective well-being in the context of work. *Journal of Career Assessment*, 16(1), 6–21. https://doi.org/10.1177/1069072707305769

Lent, R. W., & Brown, S. D. (2013). Social cognitive model of career self-management: Toward a unifying view of adaptive career behavior across the life span. *Journal of Counseling Psychology*, 60(4), 557–568. https://doi.org/10.1037/a0033446

Lent, R. W., & Brown, S. D. (2019). Social cognitive career theory at 25: Empirical status of the interest, choice, and performance models. *Journal of Vocational Behavior*, 115, Article 103316. https://doi.org/10.1016/j.jvb.2019.06.004

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

Lewis, P., Perez, E., Piktus, A., Petroni, F., Karpukhin, V., Goyal, N., Kuttler, H., Lewis, M., Yih, W., Rocktaschel, T., Riedel, S., & Kiela, D. (2020). Retrieval-augmented generation for

knowledge-intensive NLP tasks. *Advances in Neural Information Processing Systems, 33*, 9459-9474.

Lewis, P., Perez, E., Piktus, A., Petroni, F., Karpukhin, V., Goyal, N., Küttler, H., Lewis, M., Yih, W., Rocktäschel, T., Riedel, S., & Kiela, D. (2020). Retrieval-augmented generation for knowledge-intensive NLP tasks. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 33, 9459–9474. https://arxiv.org/abs/2005.11401

LinkedIn. (2019). 2019 workplace learning report.

LinkedIn. (2024). 2024 workplace learning report. *LinkedIn Learning*. https://learning.linkedin.com/resources/workplace-learning-report (검색일: 2025. 05. 09.)

LinkedIn. (2025). *Work change report: AI is coming to work*. https://economicgraph.linkedin.com/research/work-change-report

Lipton, Z. C. (2018). The mythos of model interpretability. *Communications of the ACM, 61*(10), 36-43. https://doi.org/10.1145/3233231

Liu, Y. (2003). Modern educational technology and intelligent computer assisteded instruction(ICAI). *NATURAL SCIENCE JOURNAL OF HARBIN NORMAL UNIVERSITY, 2003*(5), 57–59. https://caod.oriprobe.com/articles/6313407/MODERN_EDUCATIONAL_TECHNOLOGY_AND_INTELLIGENT_COMPUTER_ASSISTED_INSTRU.htm

Long, D., & Magerko, B. (2020). What Is AI Literacy? Competencies and Design Considerations. *In Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-16). Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/3313831.3376727

Lu, J., Liu, A., Dong, F., Gu, F., Gama, J., & Zhang, G. (2018). Learning under concept drift: A review. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 31(12), 2346–2363. https://doi.org/10.1109/TKDE.2018.2876857

Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). Intelligence unleashed: An argument for AI in education. Pearson.

Luthans, F., Youssef, C. M., & Avolio, B. J. (2007). *Psychological capital: Developing the human competitive edge*. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195187526.001.0001

Ma, W., Adesope, O. O., Nesbit, J. C., & Liu, Q. (2014). Intelligent tutoring systems and learning outcomes: A meta-analysis. *Journal of educational psychology*, 106(4), 901.

Maier, U., & Klotz, C. (2022). Personalized feedback in digital learning environments: Classification framework and literature review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100080.

Martin, F., Chen, Y., Moore, R. L., & Westine, C. D. (2020). Systematic review of adaptive learning research designs, context, strategies,

and technologies from 2009 to 2018. *Educational Technology Research and Development*, 68(4), 1903-1929.

Mayer, J. D., & Salovey, P. (1997). What is emotional intelligence? In P. Salovey & D. J. Sluyter (Eds.), *Emotional development and emotional intelligence: Educational implications*(pp.3-34). Basic Books.

McCrae, R. R., & Costa, P. T., Jr. (1997). Conceptions and correlates of openness to experience. In R. Hogan, J. A. Johnson, & S. R. Briggs (Eds.), *Handbook of personality psychology* (pp. 825–847). Academic Press.

McKinsey & Company. (2022, November 15). *Taking a skills-based approach to building the future workforce*. https://www.mckinsey.com/capabilities/people-and-organizational-performance/our-insights/taking-a-skills-based-approach-to-building-the-future-workforce

McKinsey Global Institute. (2021, February). The future of work after COVID-19. *McKinsey & Company*. https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/the-future-of-work-after-covid-19 (검색일: 2025. 05. 13.)

McMahan, H. B., Moore, E., Ramage, D., Hampson, S., & Agüera y Arcas, B. (2017). Communication-efficient learning of deep networks from decentralized data. *In Proceedings of the 20th International Conference on Artificial Intelligence and Statistics* (pp. 1273-1282). PMLR.

McMullen, J. S., & Shepherd, D. A. (2006). Entrepreneurial action and the role of uncertainty in the theory of the entrepreneur. *Academy of Management Review*, 31(1), 132–152. https://doi.org/10.5465/amr.2006.19379628

Mehrabi, N., Morstatter, F., Saxena, N., Lerman, K., & Galstyan, A. (2021). A survey on bias and fairness in machine learning. *ACM Computing Surveys, 54*(6), 1-35.https://doi.org/10.1145/3457607

Metzger, M. J., & Flanagin, A. J. (2013). Credibility and trust of information in online environments: The use of cognitive heuristics. Journal of Pragmatics, 59, 210–220. https://doi.org/10.1016/j.pragma.2013.07.012

Miller, T. (2019). Explanation in artificial intelligence: Insights from the social sciences. *Artificial Intelligence, 267*, 1–38. https://doi.org/10.1016/j.artint.2018.07.007

Ministry of Education, Government of India. (2021). *NDEAR: National Digital Education Architecture – Main report*. https://www.ndear.gov.in/policies-and-standards.html

Mitchell, M., Wu, S., Zaldivar, A., Barnes, P., Vasserman, L., Hutchinson, B., Spitzer, E., Raji, I. D., & Gebru, T. (2019). Model cards for model reporting. *Proceedings of the Conference on Fairness, Accountability, and Transparency* (FAT '19)*, 220–229. https://doi.org/10.1145/3287560.3287596

Montgomery, A. L., & Smith, M. D. (2009). Prospects for personalization on the Internet. *Journal of Interactive Marketing*,

23(2), 130-137.

Morgan Stanley. (2025, January 14). Korea faces its aging crisis. *Morgan Stanley Research*. https://www.morganstanley.com/ideas/south-korea-population-decline-aging-crisis

Mosqueira-Rey, E., Hernández-Pereira, E., Alonso-Ríos, D., Bobes-Bascarán, J., & Fernández-Leal, Á. (2023). Human-in-the-loop machine learning: A state of the art. *Artificial Intelligence Review, 56*(4), 3005–3054. https://doi.org/10.1007/s10462-022-10246-w

Nauta, M. M. (2010). The development, evolution, and status of Holland's theory of vocational personalities: Reflections and future directions for counseling psychology. *Journal of Counseling Psychology*, 57(1), 11–22. https://doi.org/10.1037/a0018213

Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation. Oxford University Press.

OECD & Education International. (2023). Opportunities, guidelines and guardrails on effective and equitable use of AI in education. *In OECD, OECD digital education outlook 2023: Towards an effective digital education ecosystem*(pp. 229–240). OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/c74f03de-en

OECD. (2018). *The future of education and skills: Education 2030: The*

future we want. OECD Publishing.

OECD. (2019a). *OECD employment outlook 2019: The future of work*. OECD Publishing.

OECD. (2019b). *OECD future of education and skills 2030: OECD learning compass 2030 concept note*. OECD Publishing. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/about/projects/edu/education-2040/concept-notes/OECD_Learning_Compass_2030_concept_note.pdf

OECD. (2021a). *OECD digital education outlook 2021: Pushing the frontiers with artificial intelligence, blockchain and robots*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/589b283f-en

OECD. (2021b). *OECD skills outlook 2021: Learning for life*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/0ae365b4-en

OECD. (2023a). OECD Skills Outlook 2023: Skills for a resilient green and digital transition. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/27452f29-en

OECD. (2023b). *OECD digital education outlook 2023: Towards an effective digital education ecosystem*. OECD Publishing.

OECD. (2025a). *Empowering the workforce in the context of a skills-first approach*. OECD Publishing. https://www.oecd.org/en/publications/empowering-the-workforce-in-the-context-of-a-skills-first-approach_345b6528-en.html

OECD. (2025b). *OECD employment outlook 2025: Can we get through the demographic crunch?*. OECD Publishing.

https://doi.org/10.1787/194a947b-en

OECD. (2025c). *OECD skills outlook 2025: Building the skills of the 21st century for all*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/26163cd3-en

OpenAI. (2022, December 15). *New and improved embedding model.* https://openai.com/index/new-and-improved-embedding-model/

OpenAI. (n.d.). *What is ChatGPT: FAQ. OpenAI Help Center*. https://help.openai.com/en/articles/12677804-what-is-chatgpt-faq

Ouyang, L., Wu, J., Jiang, X., Almeida, D., Wainwright, C. L., Mishkin, P., ... & Lowe, R. (2022). Training language models to follow instructions with human feedback. *Advances in Neural Information Processing Systems, 35*, 27730–27744.

Packer, C., Wooders, S., Lin, K., Fang, V., Patil, S. G., Stoica, I., & Gonzalez, J. E. (2023). *MemGPT: Towards LLMs as operating systems* (arXiv:2310.08560). arXiv.

Pardo, A., & Siemens, G. (2014). Ethical and privacy principles for learning analytics. *British Journal of Educational Technology*, 45(3), 438-450.

Park, J. S., O'Brien, J. C., Cai, C. J., Morris, M. R., Liang, P., & Bernstein, M. S. (2023). Generative agents: Interactive simulacra of human behavior. *In Proceedings of the 36th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology* (UIST '23). Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/3586183.3606763

Paul, R. W. (1992). *Critical thinking: What every person needs to survive in a rapidly changing world* (2nd ed.). Foundation for Critical Thinking.

Picard, R. W. (1997). *Affective computing*. MIT Press.

Pinecone Systems. (2024). *Pinecone documentation.* https://docs.pinecone.io

Ployhart, R. E., & Bliese, P. D. (2006). Individual adaptability (I-ADAPT) theory: Conceptualizing the antecedents, consequences, and measurement of individual differences in adaptability. In C. S. Burke, L. G. Pierce, & E. Salas (Eds.), In *Understanding adaptability: A prerequisite for effective performance within complex environments (Advances in Human Performance and Cognitive Engineering Research, Vol. 6,* pp. 3-39). Emerald Group Publishing Limited.

Polonetsky, J., & Jerome, J. (2014). Student data: Trust, transparency, and the role of consent. Future of Privacy Forum. https://ssrn.com/abstract=2628877

Precedence Research. (2024). *AI in education market size to surge USD 112.30 bn by 2034.* https://www.precedenceresearch.com/ai-in-education-market

Pryor, R. G. L., & Bright, J. E. H. (2011). *The chaos theory of careers: A new perspective on working in the twenty-first century*. Routledge.

Pryor, R. G. L., Amundson, N. E., & Bright, J. E. H. (2008). Probabilities

and possibilities: The strategic counseling implications of the chaos theory of careers. *The Career Development Quarterly*, 56(4), 309–318.

Putka, D. J., Dahlke, J. A., & Burke, M. I. (2023). *Using machine learning to develop occupational interest profiles and high-point codes for the ONET system**. National Center for O*NET Development. https://www.onetcenter.org/reports/ML_OIPs.html

Qdrant. (2024). *Qdrant documentation.* https://qdrant.tech/documentation

Rani, U., Kumar Dhir, R., Furrer, M., Gőbel, N., Moraiti, A., & Cooney, S. (2021). *World employment and social outlook: the role of digital labour platforms in transforming the world of work.* Geneva: International Labour Organisation.

Reason, J. (1997) Managing the Risks of Organizational Accidents. Routledge.

Reimers, N., & Gurevych, I. (2019). *Sentence-BERT: Sentence embeddings using Siamese BERT-Networks.* In Proceedings of the 2019 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing and the 9th International Joint Conference on Natural Language Processing (EMNLP-IJCNLP) (pp. 3982-3992). Association for Computational Linguistics. https://doi.org/10.18653/v1/D19-1410

Ribeiro, M. T., Singh, S., & Guestrin, C. (2016). "Why should I trust you?": Explaining the predictions of any classifier. In

Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining(pp. 1135-1144). ACM. https://doi.org/10.1145/2939672.2939778

Robertson, I. T., Cooper, C. L., Sarkar, M., & Curran, T. (2015). Resilience training in the workplace from 2003 to 2014: A systematic review. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, 88(3), 533-562. https://doi.org/10.1111/joop.12120

Robertson, S. E., & Walker, S. (1994). *Some simple effective approximations to the 2-Poisson model for probabilistic weighted retrieval.* In Proceedings of the 17th Annual International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval (pp. 232-241). ACM/Springer.

Robertson, S., & Zaragoza, H. (2009). The probabilistic relevance framework: BM25 and beyond. *Foundations and Trends in Information Retrieval, 3*(4), 333-389. https://doi.org/10.1561/1500000019

Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). Free Press.

Rubel, A., & Jones, K. M. L. (2016). Student privacy in learning analytics: An information ethics perspective. *The Information Society, 32*(2), 143-159. https://doi.org/10.1080/01972243.2016.1130502

Runco, M. A. (2007). *Creativity: Theories and themes: Research, development, and practice*. Academic Press.

Runco, M. A., & Acar, S. (2012). Divergent thinking as an indicator of creative potential. *Creativity Research Journal*, 24(1), 66–75. https://doi.org/10.1080/10400419.2012.652929

Runco, M. A., & Jaeger, G. J. (2012). The standard definition of creativity. *Creativity Research Journal*, *24*(1), 92-96.

Sandhu, R. S., Coyne, E. J., Feinstein, H. L., & Youman, C. E. (1996). *Role-based access control models. Computer*, 29(2), 38–47. https://doi.org/10.1109/2.485845

Savickas, M. L. (2002). *Career construction: A developmental theory of vocational behavior.* In D. Brown & Associates (Eds.), Career choice and development (4th ed., pp. 149-205). Jossey-Bass.

Savickas, M. L. (2005). The theory and practice of career construction. *Career development and counseling: Putting theory and research to work, 1*(1), 42-70.

Savickas, M. L. (2012). Life design: A paradigm for career intervention in the 21st century. *Journal of Counseling & Development*, *90*(1), 13-19.

Savickas, M. L., & Porfeli, E. J. (2012). Career Adapt-Abilities Scale: Construction, reliability, and measurement equivalence across 13 countries. *Journal of Vocational Behavior, 80*(3), 661-673. https://doi.org/10.1016/j.jvb.2012.01.011

Sculley, D., Holt, G., Golovin, D., Davydov, E., Phillips, T., Ebner, D., Chaudhary, V., Young, M., Crespo, J.-F., & Dennison, D. (2015). Hidden technical debt in machine learning systems. *Advances in*

Neural Information Processing Systems, 28, 2503–2511.

Seeber, I., Bittner, E., Briggs, R. O., de Vreede, T., de Vreede, G. J., Elkins, A., ... & Söllner, M. (2020). *Machines as teammates: A research agenda on AI in team collaboration. Information & Management*, 57(2), 103174. https://doi.org/10.1016/j.im.2019.103174

Self, J. A. (1994). *Formal approaches to student modelling. In J. E. Greer & G. I. McCalla (Eds.), Student modelling: The key to individualized knowledge-based instruction* (pp. 295–352). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Selwyn, N. (2019). *Should robots replace teachers? AI and the future of education.* John Wiley & Sons.

Senger, E., Zhang, M., van der Goot, R., & Plank, B. (2024). Deep learning-based computational job market analysis: A survey on skill extraction and classification from job postings. *In Proceedings of the First Workshop on Natural Language Processing for Human Resources* (NLP4HR 2024) (pp. 1–15). Association for Computational Linguistics.

Shearer, C. B. (2007). *The MIDAS: Professional manual* (Rev. ed.). MI Research and Consulting.

Shearer, C. B., & Luzzo, D. A. (2009). Exploring the application of multiple intelligences theory to career counseling. *Career Development Quarterly*, 58(1), 3–13.

Shemshack, A., Kinshuk, & Spector, J. M. (2021). A comprehensive

analysis of personalized learning components. *Journal of Computers in Education*, 8(4), 485-503.

Shneiderman, B. (2022). *Human-centered AI*. Oxford University Press.

Siemens, G. (2013). Learning analytics: The emergence of a discipline. *American Behavioral Scientist, 57*(10), 1380-1400. https://doi.org/10.1177/0002764213498851

Silva, A., Lo, P.-C., & Lim, E.-P. (2020). JPLink: On linking jobs to vocational interest types. In H. W. Lauw, R.-W. Wong, A. Ntoulas, E.-P. Lim, S.-K. Ng, & S. J. Pan (Eds.), *Advances in knowledge discovery and data mining: PAKDD 2020* (Lecture Notes in Computer Science, Vol. 12085, pp. 220–232). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-47436-2_17

SkillsFuture Singapore. (2017, October 29). *Easier and better access to learning and career resources with MySkillsFuture and SkillsFuture Advice for Individuals* [Press release].

SkillsFuture Singapore. (n.d.). MySkillsFuture. from https://www.myskillsfuture.gov.sg/ (검색일: 2025. 07. 12.)

Slade, S., & Prinsloo, P. (2013). Learning analytics: Ethical issues and dilemmas. *American Behavioral Scientist, 57*(10), 1509-1528. https://doi.org/10.1177/0002764213479366

Society for Learning Analytics Research (SoLAR). (2025, April 1). *Reimagining learning analytics: Join us for a group concept mapping activity*. https://www.solaresearch.org/2025/04/reimagining-learning-an

alytics-join-us-for-a-group-concept-mapping-activity/

Society for Learning Analytics Research. (2025). What is learning analytics. https://www.solaresearch.org/about/what-is-learning-analytics/ (검색일: 2025. 10. 29.)

Solove, D. J. (2007). The future of reputation: Gossip, rumor, and privacy on the Internet. Yale University Press.

Sottilare, R. A., Graesser, A. C., Hu, X., Olney, A., Nye, B., & Sinatra, A. M. (Eds.). (2016). *Design recommendations for intelligent tutoring systems: Volume 4-domain modeling* (Vol. 4). US Army Research Laboratory.

Spiro, R. J., & Jehng, J. C. (1990). Cognitive flexibility and hypertext: Theory and technology for the nonlinear and multidimensional traversal of complex subject matter. In D. Nix & R. J. Spiro (Eds.), *Cognition, education, and multimedia: Exploring ideas in high technology* (pp. 163–205). Lawrence Erlbaum Associates.

Spiro, R. J., Feltovich, P. J., Jacobson, M. J., & Coulson, R. L. (2012). Cognitive flexibility, constructivism, and hypertext: Random access instruction for advanced knowledge acquisition in ill-structured domains. In *Constructivism in education* (pp. 85-107). Routledge.

Spokane, A. R., Luchetta, E. J., & Richwine, M. H. (2002). *Holland's theory of personalities in work environments.* In D. Brown (Ed.), Career choice and development (4th ed., pp. 373-426). San Francisco: Jossey-Bass.

Steckler, A., & Goodman, R. M. (1989). How to institutionalize health promotion programs. *American Journal of Health Promotion, 3*(4), 34–43. https://doi.org/10.4278/0890-1171-3.4.34

Steiner, C. M., Kickmeier-Rust, M. D., & Albert, D. (2016). LEA in private: A privacy and data protection framework for a learning analytics toolbox. *Journal of Learning Analytics, 3*(1), 66-90. https://doi.org/10.18608/jla.2016.31.5

Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1999). The concept of creativity: Prospects and paradigms. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity* (pp. 3–15). Cambridge University Press.

Strielkowski, W., Grebennikova, V., Lisovskiy, A., Rakhimova, G., & Vasileva, T. (2025). AI-driven adaptive learning for sustainable educational transformation. *Sustainable Development*, 33(2), 1921–1947. https://doi.org/10.1002/sd.3221

Super, D. E. (1953). A theory of vocational development. *American Psychologist, 8*(5), 185–190. https://doi.org/10.1037/h0056046

Super, D. E. (1980). A life-span, life-space approach to career development. *Journal of Vocational Behavior*, *16*(3), 282-298. https://doi.org/10.1016/0001-8791(80)90056-1

Super, D. E. (1990). A life-span, life-space approach to career development. In D. Brown & L. Brooks (Eds.), *Career choice and development*(2nd ed., pp. 197-261). Jossey-Bass.

TalentLMS. (2023). S*kills for success in the AI-driven future: 2023 research. Epignosis*.

https://www.talentlms.com/wp-content/uploads/documents/Skills-for-Success-in-the-AI-Driven-Future—-2023-Research.pdf

Tasoulas, T., Troussas, C., Mylonas, P., & Sgouropoulou, C. (2024, September). Affective Computing in Intelligent Tutoring Systems: Exploring Insights and Innovations. In 2024 9th South-East Europe Design Automation, Computer Engineering, Computer Networks and Social Media Conference (SEEDA-CECNSM) (pp. 91-97). IEEE.

TestGorilla. (2024). The state of skills-based hiring 2024. https://www.testgorilla.com/skills-based-hiring/state-of-skills-based-hiring-2024/

Theja, R. (2023). Evaluating the ideal chunk size for a rag system using llamaindex. *LLAMAi,[Online]. Available: https://www. llamaindex. ai/blog/evaluating-the-ideal-chunk-size-for-a-ragsystem-using-llamaindex-6207e5d3fec5,* 30, 31.

Thomson, S. R., Pickard-Jones, B. A., Baines, S., & Otermans, P. C. J. (2024). *The impact of AI on education and careers: What do students think? Frontiers in Artificial Intelligence*, 7, 1457299. https://doi.org/10.3389/frai.2024.1457299

Treffinger, D. J., Isaksen, S. G., & Stead-Dorval, K. B. (2006). *Creative problem solving: An introduction*. Prufrock Press.

U.S. Bureau of Labor Statistics. (2024, September 26). *Employee tenure in 2024* (USDL-24-1971). https://www.bls.gov/news.release/tenure.htm

U.S. Department of Education, Office of Educational Technology. (2023). *Artificial intelligence and the future of teaching and learning: Insights and recommendations*. https://www.ed.gov/sites/ed/files/documents/ai-report/ai-report.pdf

UN. (1989). 아동의 권리에 관한 협약 [Convention on the Rights of the Child]. https://www.ohchr.org/en/instruments-mechanisms/instruments/convention-rights-child

UNESCO. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO Publishing. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386693

UNESCO. (2022). *Transforming technical and vocational education and training for successful and just transitions: UNESCO strategy 2022–2029*. https://unevoc.unesco.org/pub/unesco_strategy_for_tvet_2022-2029.pdf

United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2022). *World population prospects 2022: Summary of results* (UN DESA/POP/2022/TR/NO.3). United Nations. https://www.un.org/development/desa/pd/content/World-Population-Prospects-2022

United Nations. (2019). *World population prospects 2019: Highlights*. Department of Economic and Social Affairs, Population Division.

VanLehn, K. (2011). The relative effectiveness of human tutoring, intelligent tutoring systems, and other tutoring systems.

Educational Psychologist, 46(4), 197–221.

Vesanen, J. (2007). What is personalization? A conceptual framework. *European Journal of Marketing*, *41*(5/6), 409-418.

Von der Gracht, H. A. (2012). Consensus measurement in Delphi studies: Review and implications for future quality assurance. *Technological Forecasting and Social Change*, 79(8), 1525–1536. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.04.013

Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society: The development of higher psychological processes (M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, & E. Souberman, Eds.). Harvard University Press.

Walkington, C., & Bernacki, M. L. (2020). Appraising research on personalized learning: Definitions, theoretical alignment, advancements, and future directions. *Journal of Research on Technology in Education*, 52(3), 235–252. https://doi.org/10.1080/15391523.2020.1747757

Wang, D., Churchill, E., Maes, P., Fan, X., Shneiderman, B., Shi, Y., & Wang, Q. (2020). From human-human collaboration to human-AI collaboration: Designing AI systems that can work together with people. *In Extended Abstracts of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1–6). ACM. https://doi.org/10.1145/3334480.3381069

Wang, L., Ma, C., Feng, X., Zhang, Z., Yang, H., Zhang, J., Chen, Z., Tang, J., Chen, X., Lin, Y., Zhao, W. X., Wei, Z., & Wen, J.-R. (2024). A survey on large language model based autonomous

agents. *Frontiers of Computer Science*, 19(6), Article 196350. https://doi.org/10.1007/s11704-024-40231-1

Weaviate. (2024). *Weaviate documentation.* https://weaviate.io/developers/weaviate

Westman, S., Kauttonen, J., Klemetti, A., Korhonen, N., Manninen, M., Mononen, A., Niittymäki, S., & Paananen, H. (2021). Artificial intelligence for career guidance – Current requirements and prospects for the future. *IAFOR Journal of Education: Technology in Education, 9*(4), 43-62. https://doi.org/10.22492/ije.9.4.03

Whatfix. (2025, July 24). *Personalized learning in the workplace: Best practices & examples*. https://whatfix.com/blog/personalized-learning/ (검색일: 2025. 07. 27.)

White, S. (2024, July 9). Generative AI and preparing for a shift to skills-based hiring. *CIO*. https://www.cio.com/article/2509754/generative-ai-and-preparing-for-a-shift-to-skills-based-hiring.html (검색일: 2025. 04. 17.)

Wilson College Online. (2023). *The role of teachers in customized learning environments*. https://online.wilson.edu/resources/customized-learning/(검색일: 2025. 04. 17.)

Wilson, H. J., & Daugherty, P. R. (2018). Collaborative intelligence: Humans and AI are joining forces. *Harvard Business Review, 96*(4), 114-123.

Wineburg, S., McGrew, S., Breakstone, J., & Ortega, T. (2016). *Evaluating information: The cornerstone of civic online*

reasoning. Stanford Digital Repository. https://purl.stanford.edu/fv751yt5934

Winner, L. (1980). Do artifacts have politics? *Daedalus, 109*(1), 121–136.

Wooldridge, M., & Jennings, N. R. (1995). Intelligent agents: Theory and practice. *The Knowledge Engineering Review*, 10(2), 115-152. https://doi.org/10.1017/S0269888900008122

Woolf, B. P. (2009). *Building intelligent interactive tutors: Student-centered strategies for revolutionizing e-learning*. Morgan Kaufmann.

World Bank. (2024). *Labor markets overview.World Bank Group*. https://www.worldbank.org/en/topic/labormarkets

World Economic Forum (WEF). (2023). *Future of Jobs Report 2023: Insight report*. World Economic Forum.

World Economic Forum (WEF). (2024). *What is the gig economy and w hat's the deal for gig workers?* https://www.weforum.org/stories /2024/11/what-gig-economy-workers/

World Economic Forum (WEF). (2025). *Future of Jobs Report 2025: Insight report*. World Economic Forum.

Wu, S., Cao, Y., Cui, J., Li, R., Qian, H., Jiang, B., & Zhang, W. (2024). A comprehensive exploration of personalized learning in smart education: From student modeling to personalized recommendations. *arXiv preprint arXiv:2402.01666.*

Wu, X., Xiao, L., Sun, Y., Zhang, J., Ma, T., & He, L. (2022). A survey

of human-in-the-loop for machine learning. *Future Generation Computer Systems, 135*, 364-381. https://doi.org/10.1016/j.future.2022.05.014

Xie, H., Zou, D., Lau, R. Y., Wang, F. L., & Wong, T. L. (2019). Generating incidental word-learning tasks via topic-based and load-based profiles. *IEEE MultiMedia*, *26*(1), 60-70.

Xu, W., & Gao, Z. (2024). Applying HCAI in developing effective human-AI teaming: A perspective from human-AI joint cognitive systems. *Interactions*, 31(1), 32-37. https://doi.org/10.1145/3635116

Yang, C., & Dong, L. (2024). Intelligent talent recommendation algorithm for college students based on ranking hidden chain deep learning. *Journal of Electrical Systems*, 20(3s), 1822–1832.

Yao, S., Zhao, J., Yu, D., Du, N., Shafran, I., Narasimhan, K., & Cao, Y. (2022). *ReAct: Synergizing reasoning and acting in language models* (arXiv:2210.03629). arXiv.

Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education–where are the educators?. *International journal of educational technology in higher education, 16*(1), 1-27.

Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory Into Practice*, *41*(2), 64–70. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102_2

부 록

부록 1. 진로교육 전문가 대상 델파이 조사지(1차)
부록 2. AI 기술 전문가 대상 델파이 조사지(1차)
부록 3. 진로교육 전문가 대상 델파이 조사지(2차
부록 4. AI 기술 전문가 대상 델파이 조사지(2차)
부록 5. 진로교육 전문가 대상 델파이 조사지(3차)
부록 6. AI 기술 전문가 대상 델파이 조사지(3차)
부록 7. 진로교육 전문가 대상 델파이 결과분석(2차)
부록 8. AI 기술 전문가 대상 델파이 결과분석(2차)
부록 9. 진로교육 전문가 대상 델파이 결과분석(3차)
부록 10. AI 기술 전문가 대상 델파이 결과분석(3차)

〈부록 1〉 진로교육 전문가 대상 델파이 조사지(1차)

[진로교육전문가 대상 델파이 조사 제1차] 필수 응답 문항

번호	주제 영역	문항 내용
<필수> Q1	진로교육의 방향	**AI 기술 도입으로 인해 진로교육의 목적, 철학, 핵심 가치가 달라져야 한다고 보십니까?** 구체적인 이유와 함께 다음 관점을 중심으로 설명해 주세요. ① 진로교육이 인간 발달과 삶의 의미 탐색을 지원하는 교육이라면, AI 기술이 이를 어떻게 확장 또는 제약할 수 있다고 보십니까? ② 기존 진로교육에 비해 AI시대의 진로교육은 어떤 가치가 강조되어야 한다고 보십니까? (예: 정보제공, 자기결정력, 실행력 등) ③ AI 기반 진로교육 시스템에 기반한 진로교육의 궁극적 목표는 무엇이어야 한다고 생각하십니까?
<필수> Q2	학습자 이해 및 진단	**진로교육의 (초)개인화를 위해 어떤 학습자 특성과 심리·정서적 요인을 파악하는 것이 중요하다고 생각하십니까? 또한, 그러한 정보를 어떤 방식으로 수집하는 것이 바람직하다고 보십니까?** 다음을 포함하여 자유롭게 서술해 주세요. ① 진로 결정 및 실행에 영향을 미치는 핵심 심리적 및 학습/교육적 요인에는 어떤 것이 있다고 보십니까? (예: 흥미, 성격, 진로동기, 자아효능감, 정서상태, 학습동기, 자기주도성, 학업성취 수준, 메타인지 등) ② 행동 기반 데이터(예: 진로탐색 기록, 과제 수행 로그 등)와 자기보고식 검사(예: 진로성숙도 검사 등)의 조합은 어떻게 활용될 수 있다고 보십니까? ③ 개인정보 수집에서 우려되는 부분이나, 윤리적 기준은 무엇이라고 생각하십니까?
		<질문취지> (초)개인화 진로교육은 학습자의 심리·정서·행동적 특성을 정밀하게 이해하고, 이에 기반하여 진로정보와 지원을 **쌍방향 피드백을 통해 조율해 나가는 상호작용 중심의 교육 방식**을 지향합니다. 이는 단순히 일방적인 진로정보 제공을 넘어, 학습자와 시스템, 교사와 학생 간의 지속적 소통과 맞춤형 지원 설계를 통해 진로 결정 과정에 능동적으로 개입하는 교육적 접근입니다. 따라서, 본 문항에서는 초개인화된 진로 설계를 위해 어떤 학습자 특성과 심리·정서적 요인을 우선적으로 파악해야 하는지, 그리고 그러한 정보를 어떤 방식(예: 자기보고식 설문, 행동 로그, 정서 분석, 교사 평가 등)으로 수집하는 것이 효과적인지를 전문가의 시각에서 고찰해 주시기를 요청드립니다.
<필수> Q3	상담과 AI의 통합	**AI 기반 진로교육 시스템이 제공하는 진로 진단 결과나 추천 정보를 진로교사 또는 상담자가 어떻게 해석·보완하고, 학생과의 상담·소통에 활용하는 것이 교육적으로 가장 바람직하다고 생각하십니까?** 다음을 질문을 참고하여 구체적인 의견을 기술해 주세요. ① AI가 제시한 진단, 분석, 추천 결과를 상담자가 그대로 전달하기보다 해석·조정·보완할 때, 어떤 방식이 효과적이라고 보십니까? ② AI 분석 결과를 바탕으로 학생과 상담하거나 피드백할 때, 상담자가 주의해야 할 점이나 의도적으로 개입해야 할 시점은 언제라고 생각하십니까? ③ AI와 인간 상담자가 협력할 수 있는 이상적인 상담 모델 구조(예: AI는 사전 프로파일링, 교사는 의미 부여 및 심화 대화 등)는 어떤 방식이 바람직하다고 보십니까?

번호	주제 영역	문항 내용
	<질문취지> ※ 본 문항은 AI 진로분석 시스템과 교사/상담자의 협업 구조 및 통합적 상담 모델 설계를 탐색하기 위한 것입니다. AI는 진단 · 분석 · 예측 · 추천 기능을 수행할 수 있지만, 그 결과를 학생의 실제 맥락과 정서 상태, 발달 수준에 맞게 해석하고 조율하는 역할은 여전히 인간 상담자에게 핵심적으로 요구됩니다. 본 연구에서는 진로교육의 효과성을 높이기 위해, 상담자가 단순 정보 전달자가 아닌 진로 의미를 함께 탐색하고 해석하는 '의미 촉진자' 또는 '해석적 조정자'로 기능해야 한다고 보며, 이에 대한 이상적 협업 모델을 전문가의 시각에서 구체적으로 제안받고자 합니다.	
<필수> Q4	실천 조건 및 지원 체계	**AI 기반 진로교육 시스템이 학교나 상담 현장에서 효과적으로 운영되기 위해, 어떤 조건과 지원 체계가 필요하다고 생각하십니까?** 다음의 세 가지 범주를 중심으로 구체적인 의견을 자유롭게 기술해 주세요.
		① **[물리적 · 기술적 인프라]** 학교나 진로상담실에서 AI 기반 진로교육 시스템을 원활히 운영하기 위해 필수적으로 갖추어야 할 기술적 · 환경적 요건은 무엇입니까? (예: 표준화된 데이터 플랫폼, 안정적인 네트워크 환경, 기기 접근성, 공간 구성, 시스템 연동성 등) ② **[교사 · 상담자에 대한 실질적 지원]** AI 기반 진로교육 시스템을 현장에서 지속 가능하고 안정적으로 활용하기 위해, 교사 및 상담자에게 어떤 연수, 운영 가이드, 시간 및 인력 배치, 권한 구조가 필요하다고 보십니까? (예: AI 리터러시 및 해석 연수, 피드백 사례 교육, 진로상담 전용 시간 확보, 교사-시스템 연계 권한 명시 등) ③ **[정책적/행정적 제도 기반]** AI 기반 진로교육이 일시적 시범사업이 아닌 공교육 내 지속 가능한 체계로 정착되기 위해 필요한 법제도, 예산 구조, 운영 주체, 교육과정 내 위치 부여는 어떤 방향이어야 한다고 생각하십니까? (예: 진로교육 정책 내 AI 모듈 공식화, 국가 수준의 예산 항목 신설, 중앙-지자체 공동 운영 모델, 고교학점제 연계 등)
	<질문취지> ※ 본 문항은 AI 기반 진로교육 시스템의 현장 적용 가능성과 지속 가능성 확보를 위한 조건을 다각도로 점검하기 위해 구성되었습니다. 본 연구에서는 AI 기반 진로교육 시스템이 단지 기술적 도입을 넘어서, 실제 교육환경 내에서 작동하기 위해서는 다층적인 인프라, 사용자 역량 강화, 행정 · 제도적 정착 구조가 함께 마련되어야 함을 강조하고 있습니다. 특히, 시스템의 공공성 · 접근성 확보, 교사의 활용 역량 제고, 개인정보 보호 체계 및 지속 예산 확보는 장기적 정책 설계의 핵심 요건으로 제시되고 있습니다. 이에 따라 전문가의 의견을 토대로, 학교 현장 중심의 실현 전략과 정책적 정착 기반을 구체화하고자 합니다.	
<필수> Q5	개인정보 활용과 윤리 기준	**AI 기반 진로교육 시스템은 (초)개인화를 실현하기 위해 다양한 학습자 데이터를 수집 · 분석하게 되며, 이는 개인정보 활용에 따른 윤리적 · 법적 고려를 반드시 수반해야 합니다.** 다음 항목을 참고하여, AI 진로교육 시스템 운영 시 개인정보의 활용 범위와 윤리적 기준에 대해 기술해 주세요.
		① (초)개인화 진로교육에서 활용 가능한 개인정보 항목에는 어떤 것들이 있다고 보십니까? (예: 성적, 흥미, 정서상태, 진로목표, 진로탐색 로그, 상담 기록 등)

번호	주제 영역	문항 내용
		② 청소년의 민감한 정보를 수집·해석하는 방식은 어떤 절차나 방법(예: 자기보고, 교사 관찰, 자동 기록 등)을 따라야 교육적으로 바람직하다고 보십니까? ③ 진로교육에서 AI 기반 진로교육 시스템이 개인정보를 활용할 때 가장 우려되는 윤리적·법적 쟁점은 무엇이며, 이를 예방하거나 대응하기 위한 기준, 원칙, 제도적 장치에는 어떤 것이 필요하다고 생각하십니까? (예: 사전 동의, 데이터 수정·삭제권, 편향 방지, 알고리즘 투명성, 보호자 동의 등)
	<질문취지> ※ 본 문항은 청소년을 대상으로 한 AI 기반 진로교육 시스템에서 발생할 수 있는 개인정보 활용에 따른 윤리적 쟁점과 대응 방안을 도출하기 위해 구성되었습니다. 본 연구에서는 특히 사전 동의 체계, 데이터 주권 보장, 해석 투명성, 편향 가능성 등의 이슈를 핵심적으로 검토하고 있으며, 이에 대한 실천적 기준 수립을 위해 전문가의 고견을 요청드립니다.	
<필수> Q6	수용성 및 제약 요인	**AI 기반 진로교육 시스템의 현장 도입 시, 교사, 학생, 학부모 등 핵심 이해관계자의 수용성은 정책 확산과 운영 지속가능성에 매우 중요한 요소입니다. 그러나 인식 부족, 신뢰 결여, 기술에 대한 오해 등으로 인해 저항 또는 거부감이 발생할 가능성도 있습니다.** 다음 질문을 참고하여, 집단별 수용성 저하의 원인과 이를 완화하기 위한 교육적·심리적·제도적 대응 방안에 대해 아래의 질문을 참고하여 자유롭게 기술해 주세요.
		① 교사, 학생, 학부모 집단이 AI 기반 진로교육 시스템에 대해 부정적 반응을 보일 수 있는 주요 원인은 무엇이라고 보십니까? (예: AI 결과에 대한 신뢰 부족, 기술 의존에 대한 우려, 진로결정 주체 상실감, 개인정보 노출 우려 등) ② 각 집단별(교사/학생/학부모)로 나타날 수 있는 저항 유형에 따라, 신뢰를 높이고 수용성을 확보하기 위한 설계적, 교육적, 소통 전략에는 어떤 것이 필요하다고 생각하십니까? (예: 교사에게는 해석 가이드 제공, 학생에게는 자율 선택권 보장, 학부모 대상 공개 설명회 등) ③ AI가 제공하는 진로 추천이나 분석 결과에 대해 사용자가 과도하게 의존하거나, 반대로 오해하거나 거부감을 가질 수 있는 위험을 줄이기 위해 어떤 심리적, 문화적, 제도적 장치가 필요하다고 보십니까?
	<질문취지> ※ 본 문항은 AI 기반 진로교육 시스템이 기술적으로 아무리 우수하더라도, 사용자 집단의 신뢰와 수용이 뒷받침되지 않으면 현장 적용이 어렵다는 전제하에 구성되었습니다. 특히 진로결정은 정서적, 사회문화적 요소와 밀접하게 연결된 민감한 주제이므로, 기술적 설계뿐 아니라 이용자의 심리, 인식, 기대 수준에 대한 섬세한 접근이 필요합니다. 전문가께서는 집단별 수용성 제고 전략, 제도적 기반 마련, 커뮤니케이션 방식 등에 대해 실제 경험과 이론을 바탕으로 폭넓은 의견을 제시해 주시기 바랍니다.	

[진로교육전문가 대상 델파이 조사 제1차] 선택 응답 문항

번호	주제 영역	문항 내용
<선택> Q1	시스템 설계의 이론적 기반	**AI 기반 진로교육 시스템이 학습자 중심적 진로 설계를 지원하기 위해 반드시 반영되어야 할 교육학적 원칙이나 이론은 무엇이라고 생각하십니까?** 아래 항목을 참고하여 구체적으로 서술해 주세요.
		① 진로결정 및 실행을 촉진하기 위한 핵심 교육학적 개념이나 학습 원칙에는 어떤 것들이 있다고 보십니까? ② 해당 원칙이 AI 기반 진로교육 시스템 기능(예: 추천, 피드백, 사용자 여정 설계 등)에 구체적으로 어떻게 반영될 수 있는지 제시해 주세요. ③ 기존의 진로교육 방식과 비교했을 때, AI 기반 진로교육 시스템이 학습자 중심성을 보장하기 위해 어떤 점이 특별히 보완되어야 한다고 생각하십니까?
	<질문취지> ※ 본 문항은 "AI 기반 (초)개인화 진로교육 시스템" 설계를 위한 이론적 토대를 탐색하기 위해 구성된 것으로, 기존 교수학습 설계 차원보다는 시스템의 철학과 작동 원리에 영향을 미치는 교육학적 원칙에 초점을 둡니다. 예를 들어, 본 연구에서는 다음과 같은 원칙들을 핵심 개념으로 설정하고 있습니다. • **자기결정성(Self-Determination Theory)**: 진로설계 과정에서 학습자의 자율성, 유능감, 관계성 욕구를 충족시키는 시스템 구조 설계 • **메타인지(Metacognition)**: 학습자가 자신의 진로탐색 과정과 진로의사결정을 자기 점검하고 조절할 수 있도록 돕는 기능 설계 • **경험학습(Experiential Learning)**: 실제 활동과 피드백을 통해 진로 목표를 내면화하고 수정해 나갈 수 있도록 지원하는 설계 • **정보처리 이론**: 입력-지각-기억-출력의 인지적 흐름에 따라, AI가 학습자의 상태를 판단하고 맞춤형 정보를 제공하는 방식으로 적용 본 연구는 선행연구 및 실증 데이터 분석 결과를 바탕으로 진로결정 요인의 중요성을 강조하고 있으며, AI 기반 진로교육 시스템은 단순하고 정태적인 정보 제공을 넘어, 학습자와의 상호작용을 통해 진로결정과 실행을 촉진하는 방향으로 설계되어야 함을 제안하고 있습니다. 본 문항은 이러한 교육적 설계 원리를 전문가의 관점에서 검토하고 구체화하기 위한 목적에서 제시되었습니다.	
<선택> Q2	진로교육 콘텐츠 구성	**AI 기반 진로교육 시스템에서 학습자의 진단 결과와 진로 탐색 경로에 따라 제공되는 콘텐츠는 어떤 구성 요소를 반드시 포함해야 한다고 생각하십니까? 또한, 이러한 콘텐츠의 신뢰성과 교육적 타당성을 확보하기 위해 어떤 기준과 절차가 필요하다고 보십니까?** 다음 항목을 참고하여 자유롭게 서술해 주세요.
		① AI 진로교육 콘텐츠에 반드시 포함되어야 할 핵심 기능 또는 요소는 무엇이라고 생각하십니까? (예: 자기점검 질문, 경로 시뮬레이션, 진로장벽 탐색, 실행 유도 도구, 감정 상태 반영 피드백 등) ② 콘텐츠가 학습자의 진로결정과 실행을 효과적으로 지원하기 위해, 어떤 형식(예: 인터랙티브, 요약형, 사례 기반 등)이나 전달 방식(예: 대화형 인터페이스, 피드백 루프, 추천 내역 시각화 등)이 바람직하다고 보십니까? ③ AI가 생성하거나 추천한 콘텐츠의 정확성, 편향성, 신뢰도를 검증하기 위해 적용할 수 있는 평가 기준, 검증 절차 또는 품질 지표는 무엇이라고 생각하십니까?

번호	주제 영역	문항 내용
		<질문취지> ※ 본 문항은 AI 기반 진로교육 시스템이 단순한 직업정보 전달이나 진단 해석을 넘어서, 학습자의 탐색 행동, 정서 상태, 의사결정 과정을 반영하여 실질적인 진로설계 실행을 유도하는 콘텐츠 구조를 갖춰야 한다는 관점에서 구안되었습니다. 현재까지 진행된 본 연구에서는 다음과 같은 콘텐츠 유형이 핵심적으로 논의되었습니다: • 진단 결과 기반 개인화 전략 제공 • 진로 시뮬레이션 및 경로 비교 기능 • 정서 상태 및 실행 패턴 기반 실시간 피드백 • 교사 · 멘토 연계 정보 또는 코칭 자료 제공 또한, 생성형 AI의 활용 가능성 확대에 따라 콘텐츠의 교육적 신뢰성, 편향 최소화, 투명한 추천 근거 제공 등이 중요한 품질 요건으로 강조되고 있습니다. 전문가께서는 이와 같은 기준에 비추어 실제 학교나 학습 현장에서 효과적이고 신뢰할 수 있는 콘텐츠란 무엇인지 구체적으로 제안해 주시기를 부탁드립니다.
<선택> Q3	교사의 변화된 역할	**AI 기반 진로교육 시스템이 도입됨에 따라 교사의 역할은 어떻게 변화해야 한다고 생각하십니까? 또한, 이러한 변화된 환경 속에서 교사가 갖추어야 할 지식, 기술, 태도는 무엇이라고 보십니까?** 아래 질문을 참고하여 자유롭게 서술해 주세요. ① AI가 진단, 정보 제공, 진로 추천, 피드백 기능 등을 수행하게 될 경우, 교사는 어떤 영역에서 의미 있는 역할을 수행할 수 있다고 보십니까? ② AI 기반 진로교육 시스템이 제시한 진로 관련 정보를 해석하고 학생과 소통하는 과정에서, 교사의 개입 방식이나 소통 역량은 어떻게 변화해야 한다고 생각하십니까? ③ 교사가 AI 기반 진로교육 시스템을 효과적으로 활용하면서도, 학생의 자율성과 진로 의미 탐색을 지원하기 위해 갖추어야 할 전문성, 교육적 태도, 기술적 이해 요소에는 어떤 것들이 있다고 보십니까?
		<질문취지> ※ 본 문항의 '교사'는 학교에서 진로교육을 담당하거나 진로지도 · 상담 활동을 수행하는 교사 전반을 의미합니다(진로전담교사, 상담교사 포함). 본 연구에서는 AI가 진로심리검사 결과 분석, 진로 · 전공 정보 추천, 경로 시뮬레이션 및 실행 피드백 등을 부분적으로 자동화하거나 지원하는 역할을 수행할 수 있다고 보며, 그에 따라 교사의 역할은 중심적 조정자, 해석자, 상담자, 촉진자 등 다양한 방식으로 재구성될 필요성이 제기되고 있습니다. 이 문항은 AI와 교사 간의 역할 분담과 상호보완의 가능성을 고려하여, 변화에 적합한 교사의 전문성 요건과 교육적 태도를 탐색하고자 합니다.
Q4	(초)개인화 진로교육을 위한 핵심 요소 요약	**AI 기반 진로교육의 (초)개인화 실현을 위해 반드시 갖추어야 할 핵심 요소 3가지를 꼽고, 각각의 이유를 간단히 설명해 주세요.** 아래 항목은 참고용이며, 반드시 이 중에서 고르실 필요는 없습니다. • 수집되어야 할 학습자 정보 또는 데이터 유형 • 교육학적 설계 원칙 또는 교수학습 전략 • 시스템 기능 또는 기술적 요소 (예: 피드백, 설명가능성, 추천 알고리즘 등) • 교사나 상담자의 역할 또는 지원체계 • 제도적·윤리적 조건
		<질문취지> ※ 본 문항은 지금까지 제시된 다양한 요소들 중에서, 전문가가 판단하는 (초)개인화 진로교육 실현을 위한 핵심 구성 요소를 요약하고자 마련되었습니다. 1차 조사 결과를 바탕으로, 2차 델파이에서는 각 요소별 중요도, 실현 가능성, 우선 도입 순위 등을 정량적으로 평가할 계획입니다. 따라서 이 문항은 전문가의 직관적 판단과 현장 경험에 기반한 통합적 의견을 도출하는 데 중요한 자료로 활용됩니다.

〈부록 2〉 AI 기술 전문가 대상 델파이 조사지(1차)

미래 직업사회 대비를 위한 AI 기반 진로교육의 (초)개인화 방안 연구를 위한 전문가 델파이 조사(1차)

<표 1 > AI Agent 기반 전문가 대상 델파이 조사 1차

	주제 영역	문항 내용
	〈데이터 입력 및 전처리〉	
Q1	데이터 구조 설계 및 실시간 처리 가능성	**AI 기반 진로교육 시스템에 입력될 심리·정서·행동 데이터를 어떤 구조로 수집·정제·표현하는 것이 적절하다고 보십니까?**
	<질문 취지 및 목적> AI 진로교육 시스템은 심리검사, 대화 기록, 감정 상태 등 다양한 입력 데이터를 사용합니다. 이 문항은 이러한 데이터를 LLM 및 머신러닝 모델에 최적화하여 입력하기 위한 구조적 설계(범주형, 임베딩, 벡터 등)와 실시간 대응이 가능한 데이터 파이프라인(EDA, 실시간 처리 구조) 구현 가능성에 대해 전문가 의견을 묻습니다. 특히 학생 개별화 피드백을 위한 실시간 진단-추천 구조의 실현 가능성을 확인하고자 합니다.	
		① 진로심리검사, 흥미검사, 감정 분석, 대화형 로그 등의 데이터를 범주형, 연속형, 벡터 임베딩, 토큰화 등 어떤 구조로 표현해야 AI 모델(특히 LLM 기반) 학습에 적합하다고 보십니까? ② 결측치, 이상값, 노이즈 데이터 처리, 정규화 등에 대한 정제 기준은 무엇이며, 학습 신뢰성과 실시간 피드백 정확도 간 균형을 어떻게 고려해야 할까요? ③ 실시간 수집과 정제, 피드백 제공이 가능한 스트리밍 기반 처리 구조(Event-Driven Architecture, Data Pipeline Orchestration 등)의 도입 가능성과 기술적 고려사항은 무엇입니까?
Q2	멀티모달/다중 출처 데이터 통합 전략	**자기보고식 검사, 행동 로그, 정서 반응 등 이기종 데이터를 통합하여 AI 모델의 입력값으로 구성할 때 어떤 기술적 전략이 적절하다고 보십니까?**
	<질문 취지 및 목적> 이기종 데이터를 통합하여 진로 AI 모델의 입력으로 활용하는 기술적 방법(Embedding, 시계열 정렬, Multimodal Learning 등)을 구체화하는 것이 목적입니다. 진로교육은 자기보고식 데이터와 비정형 데이터가 혼합되는 복합 환경이므로, AI 모델의 신뢰성과 일반화 가능성을 유지하면서도 정보손실을 최소화할 통합 전략을 탐색합니다.	
		① 구조적 데이터(설문 응답)와 비정형 데이터(로그, 감정 분석, LLM 대화이력 등)를 통합할 때 고려해야 할 기술적 과제와 해결 전략(예: Embedding, Time-Series Alignment, Multimodal Learning 등)은 무엇입니까? ② 피처 엔지니어링과 멀티모달 처리 방식 중 어떤 방식이 진로교육에 적합

		하며, LLM 기반 구조와 어떻게 연결될 수 있을까요? ③ 데이터 편향 또는 과적합을 방지하기 위한 전처리 기준 또는 LLM fine-tuning/PromptOps 과정에서의 데이터 정제 전략은 무엇입니까?
	〈알고리즘 및 시스템 설계〉	
Q3	**초개인화 진로경로 추천을 위한 알고리즘 설계**	**초개인화된 진로경로 추천을 위해 적합한 AI 기법(예: LLM, 협업필터링, 강화학습, 에이전트 기반 접근 등)은 무엇이며, 적용 조건과 한계는 무엇이라고 생각하십니까?**
	〈질문 취지 및 목적〉 LLM, 협업 필터링, 강화학습, AI 에이전트 등 다양한 AI 기법 중, 어떤 방식이 학생 개별 특성과 진로경로 다양성에 적합한지를 평가하고자 합니다. 이 문항은 진로 목표-탐색-실행 간 경로 추천이 가능한 알고리즘 프레임을 설계하는 데 필요한 기술적 조건 및 한계를 탐색합니다.	
		① 학습자 맞춤 진로 추천을 위해 어떤 알고리즘이 효과적이며, 해당 알고리즘이 요구하는 데이터 구조나 학습 조건은 무엇입니까? ② LLM 기반 시스템의 경우 Prompt Engineering과 사용자 상황 맥락(Contextualization)을 반영한 추천 생성 방식이 가능해졌습니다. 이러한 방식의 장점과 한계는 무엇이라고 보십니까? ③ 최근 AI Agent 기반 시스템이 강조되고 있습니다. 진로 탐색 과정에서 사용자와 상호작용하며 지속적으로 목표를 업데이트하는 에이전트 시스템이 진로 추천에 어떤 기여를 할 수 있다고 보십니까?
Q4	**실시간 피드백 기능 및 AI Agent 시스템**	**AI 시스템이 사용자의 진로 행동 변화에 실시간 반응하고 피드백을 제공하려면 어떤 구조가 적절하다고 보십니까?**
	〈질문 취지 및 목적〉 AI 시스템이 학생의 행동 변화를 감지하고 실시간 피드백을 제공할 수 있도록 설계하기 위해 필요한 데이터 흐름 처리 구조 및 피드백 알고리즘 방식(이벤트 기반, 강화학습, Prompt 기반 등)을 검토합니다. 본 연구에서는 특히 학습자 중심의 진로 탐색 흐름을 유지하면서도 지속적으로 조정 가능한 인터랙티브 시스템 설계를 지향합니다.	
		① 실시간 데이터 흐름을 수집하고 반응하는 구조로 이벤트 기반, 세션 로그 추적, 혹은 에이전트 상태 기반 모델 중 어떤 방식이 진로교육에 적합하다고 보십니까? ② 피드백 생성 방식으로 규칙 기반, 확률적 추천, 강화학습 기반, LLM Prompt 기반 생성 중 어떤 방식이 적절하며, 각각의 조건과 한계는 무엇입니까? ③ 반복 학습 및 사용자의 진로 행동 변화를 지속적으로 반영하는 에이전트 기반 시스템 구현을 위한 기술적 요건(PromptOps, Memory, Feedback Loop 등)은 무엇이며, 현실적인 제약은 어떤 것이 있을까요?
Q5	**설명가능한 AI(XAI)와 Prompt Engineering**	**진로 추천 결과의 신뢰성과 수용도를 높이기 위해 필요한 설명가능성 수준과 구현 방법은 무엇입니까?**

	<질문 취지 및 목적> 비전문가(청소년, 교사)도 이해 가능한 설명이 가능한 AI 시스템을 구축하기 위한 Prompt 설계 방식, 모델 해석 도구 활용 전략, 사용자 인터페이스에서의 설명 연동 전략을 검토합니다. 이는 진로 추천 결과의 신뢰도 확보 및 사용자 수용성 제고에 필수적인 요소입니다.	
		① LLM 기반 추천 결과에 대해 고등학생이나 교사 등 비전문가도 이해할 수 있도록 설명을 제공하려면 어떤 Prompt Engineering 방식 또는 인터페이스 설계가 필요하다고 보십니까? ② 설명가능성과 알고리즘 정확도 간의 균형을 맞추기 위한 기술적 접근(예: SHAP, LIME, RAG + LLM 방식 등)은 어떤 것이 있으며, 진로교육 분야에서의 적용 가능성은 어떠합니까? ③ PromptOps 관점에서 진단-추천-설명 간의 일관된 Narrative를 제공할 수 있는 운영 전략은 무엇입니까?
Q6	**공정성 및 편향 방지를 위한 알고리즘적 조치**	**AI 기반 진로교육 시스템에서 성별, 지역, 학교 등 다양한 편향 요소를 방지하기 위한 기술적 조치는 무엇이라고 보십니까?**
	<질문 취지 및 목적> 성별, 지역, 학교 유형 등 사회적 요인에 따라 발생할 수 있는 편향을 최소화하기 위해, 데이터/모델/운영단계에서 가능한 공정성 강화 기술 전략(AIF360, PromptOps 등)과 그 한계를 검토합니다. 이는 AI 기반 진로시스템의 사회적 수용성과 윤리성 확보를 위한 핵심 과제입니다.	
		① 대표성 부족 또는 편향 데이터를 탐지하거나 조정하는 알고리즘(AIF360, LLM fairness prompting, data augmentation 전략 등)의 적용 가능성과 유의점을 제시해 주세요. ② 학습 과정에서 편향된 결과가 재생산되지 않도록 하기 위한 재가중치, 제약조건 부여 방식은 무엇이며, 어떤 알고리즘이 진로교육에 적합하다고 보십니까? ③ LLM 기반 시스템에서 Prompt Engineering 과정에서의 편향 유입을 방지하거나 보정하기 위한 PromptOps 또는 Human-in-the-loop 전략이 있다면 설명해 주세요.
	〈출력 및 사용자 인터페이스〉	
Q7	**청소년 친화적 UI/UX 및 AI 인터페이스 설계**	**청소년이 쉽게 이해하고 몰입할 수 있는 진로AI 시스템의 UI/UX는 어떤 기능과 디자인 요소를 갖추어야 한다고 보십니까?**
	<질문 취지 및 목적> 청소년이 쉽게 접근하고 몰입할 수 있는 진로AI 시스템의 인터페이스 설계 원칙(예: 시각화, 감정 인식, 시나리오 시뮬레이션 등)을 정립합니다. 이는 사용자 몰입도 및 자기주도 진로 탐색 역량 강화와 직접적으로 연결됩니다.	
		① 추천 결과를 경로 나무도, 타임라인, 시나리오 기반 시뮬레이션 등 어떤 시각화 형태로 제공하는 것이 직관적이고 몰입감을 높일 수 있다고 보십니까?

		② 진단 결과 해석, 피드백 수용, 진로 시뮬레이션 체험 등에서 사용자 경험을 강화하기 위한 핵심 기능(예: 감정 인식, 자기주도 시나리오 작성, 인터랙티브 코칭 등)은 무엇입니까? ③ 사용자의 흥미/감정에 반응하는 AI 대화형 에이전트 또는 LLM 기반 코칭 에이전트가 실제 진로 탐색에서 가지는 기능적 장점과 설계 시 유의점은 무엇이라고 보십니까?
Q8	**교사 · 상담자 연동 및 협업 인터페이스**	**AI 시스템 결과를 교사 또는 상담자와 공유하거나 협업적으로 수정·보완할 수 있는 기술적 설계는 어떻게 해야 한다고 보십니까?**
	<질문 취지 및 목적> AI 추천 결과를 교사 및 상담자가 해석하고 보완할 수 있도록 협업 가능한 구조(Human-AI Co-supervision 등)를 설계하기 위한 전문가 의견을 수렴합니다. 이는 AI 기반 시스템이 학교 현장의 의사결정과 연계되어 실제 활용될 수 있도록 하기 위한 실천 전략 수립 목적입니다.	
		① 추천 결과에 대해 교사가 코멘트를 남기거나 수정 제안을 입력할 수 있는 인터페이스 또는 편집 권한 관리 구조는 어떻게 구성되어야 할까요? ② AI 추천과 교사 피드백이 충돌할 경우 이를 조정하거나 협업 가능한 운영 구조(예: Human-AI Co-supervision, Intervention Layer 등)는 어떤 방식이 적절하다고 보십니까? ③ 상담자용 대시보드 또는 교사용 AI 코디네이터 인터페이스에 포함되어야 할 주요 기능(Prompt 기록 공유, 추천 경로 이력 비교, 수정 이력 트래킹 등)은 무엇이라고 생각하십니까?
	〈개인정보 보호 및 시스템 연동〉	
Q9	**개인정보 보호 기술 및 운영 아키텍처**	**학생의 심리정보 및 행동 데이터를 안전하게 수집·처리하기 위한 기술적 조치는 무엇이며, 운영 아키텍처 측면에서 어떤 구조가 적절하다고 보십니까?**
	<질문 취지 및 목적> AI 시스템에서 심리적·정서적 민감 데이터를 안전하게 다루기 위한 기술적 조치(연합학습, 차등 보호 등)와 시스템 아키텍처 설계 방향(중앙집중 vs 분산형)의 장단점을 평가합니다. 이는 윤리적이고 신뢰 가능한 AI 기반 진로교육 시스템 구축을 위한 핵심 기반입니다.	
		① 민감한 정보(예: 감정 상태, 진로 목표, 성향 프로파일 등)를 보호하기 위한 기술로 연합학습(Federated Learning), 차등 개인정보 보호(DP), 익명화 등 중 어느 방식이 적절하며 장단점은 무엇입니까? ② 중앙집중형 vs. 분산형 아키텍처 중 AI 진로시스템 운영에 더 적합한 구조는 무엇이며, 보안·성능·유지보수 관점에서 고려할 요소는 무엇입니까? ③ 개인정보 보호와 시스템 성능 간 균형을 유지하기 위한 운영 레벨의 PromptOps/ModelOps 전략 또는 Role-based Access Control 방식이 있다면 설명해 주세요.
Q10	**학교 시스템 연동 및 공공 플랫폼 통합**	**AI 진로교육 시스템이 학교 내부 시스템(NEIS, 포털 등)과 연동될 때 발생 가능한 기술적 문제와 해결 방안은 무엇입니까?**

	<질문 취지 및 목적> NEIS, 커리어넷, 드림패스 등 기존 공공/학교 시스템과의 연동을 고려할 때 발생할 수 있는 데이터 구조, 권한 충돌, API 연동 등 기술적 문제와 정책적 조율 필요사항을 검토합니다. 이는 AI 진로시스템의 실질적 현장 확산 및 지속가능성 확보를 위한 핵심 연계 전략입니다.	
		① 진로활동 기록 시스템 또는 학사관리시스템과 연동 시 발생할 수 있는 데이터 구조 불일치, 권한 충돌, API 오류 등의 문제와 대응 방안을 제시해 주세요. ② 교사 권한 설정, 기록 수정 권한, 저장 주체 명확화, 운영 주기 조율 등에서의 기술적 쟁점은 무엇이며, 이를 해결하기 위한 정책적/기술적 방안은 무엇입니까? ③ 공공 진로플랫폼(예: 커리어넷, 드림패스 등)과 AI 진로 시스템 간 API 연동 또는 중간 허브 시스템 구축을 통한 통합 전략을 제안해 주세요.
Q11	**지속가능한 운영 프레임워크와 유지관리 전략**	**AI 진로교육 시스템이 일회성 개발로 끝나지 않고 장기적으로 운영되기 위해 필요한 기술적·운영적 기반은 무엇입니까?**
	<질문 취지 및 목적> AI 진로시스템이 일회성 개발이 아니라 지속적으로 업데이트되고 개선되기 위한 MLOps/LLMOps 기반의 운영 전략, 피드백 기반 시스템 개선, 운영 모니터링 체계 설계 방안을 탐색합니다. 이는 지속가능한 교육 플랫폼으로의 전환과 정부/학교의 안정적 수용을 위한 기술적·운영적 조건 검토입니다.	
		① 정기적인 데이터 업데이트, LLM 기반 알고리즘 개선, 사용자 행동 변화에 따른 Prompt 개선 및 성능 테스트 등을 어떻게 운영해야 할까요? ② 클라우드 기반 플랫폼 운영(AWS, GCP, Naver Cloud 등), 오픈소스 연동, MLOps/LLMOps 관점에서의 운영 전략 중 진로교육 시스템에 적합한 운영 방식은 무엇입니까? ③ 사용자 피드백 수렴과 시스템 개선을 위한 모니터링 체계, Prompt 수정 로그 관리, A/B 테스트 기반 추천 개선 절차 등 유지관리 전략은 어떤 구조로 운영되어야 한다고 보십니까?

〈부록 3〉 진로교육 전문가 대상 델파이 조사지(2차)

AI 기반 진로교육 시스템 2 차 델파이 조사

진로교육 전문가 대상

조사 개요

<조사 목적>

본 조사는 AI 기반 진로교육 시스템 도입을 위한 핵심 요소들에 대한 전문가 합의를 도출하기 위해 실시됩니다. 1 차 조사에서 도출된 주요 주제들을 바탕으로, 각 항목의 **중요도**, **적절성**, **실현가능성**에 대한 정량적 평가를 통해 실행 가능한 정책 및 시스템 설계 방향을 제시하고자 합니다.

<응답 방법>

각 항목에 대해 다음 3 가지 차원으로 평가해 주시기 바랍니다.

평가 차원	평가 기준
중요도	해당 항목이 AI 기반 진로교육에서 얼마나 중요한가?
적절성	해당 항목이 진로교육 맥락에서 얼마나 적절한가?
실현가능성	해당 항목이 현실적으로 구현 가능한 정도는?

평가 척도: 1 점(매우 낮음) ← 2 점(낮음) ← 3 점(보통) → 4 점(높음) → 5 점(매우 높음)

PART I. AI 기반 진로교육의 목적과 가치

1.1 진로교육의 본질적 가치 유지

*1 차 조사에서 AI 도입에도 불구하고 **진로교육의 근본 가치는 유지되어야 한다**는 강한 합의가 있었습니다.*

<진로교육의 본질적 가치 유지 – 1 차 조사 시사점 요약>

- 합의된 핵심 가치 (AI 도입에도 불변)
  - 자기 이해와 자아실현
  - 인간 발달 지원
  - 주체적 진로결정 역량
  - 일과 삶의 의미 탐색
  - 사회적 기여와 책임
  - 변화 적응 능력
- 제도·이론적 근거
  - 「진로교육법」 제 2 조: 학생의 자아정체성 확립과 진로 탐색·설계 지원
  - Super 의 진로발달이론: 전 생애에 걸친 자아개념 발달과 실행 과정
- 현재 진로교육의 특징
  - 개별화 중시: 맞춤형 접근
  - 과정 중심: 탐색과 성장 강조
  - 통합적 접근: 학교·가정·사회 연계
  - 예방적 관점: 문제 해결보다 역량 개발
- AI 시대의 시사점
  - 근본 가치는 유지되나, 기술 활용 방식과 강조점 변화 예상
  - 핵심 쟁점: 인간 고유 가치와 AI 보조적 역할의 균형

항목	중요도	적절성	실현가능성
① 인간 발달과 삶의 의미 탐색이라는 진로교육의 근본 목적 유지	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
② AI 는 도구적 역할에 한정하고 학생의 주체적 성장을 교육의 중심에 두기	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
③ 전인적 관점에서의 진로교육 철학 지속	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5

1.2 AI 시대 강화되어야 할 새로운 가치

자기 정체성 강화와 비판적 사고력이 핵심 가치로 도출되었습니다.

<AI 시대 강화되어야 할 새로운 가치 – 1차 조사 시사점 요약>

- 핵심 가치
  - 자기 정체성과 주체성 인식: 방대한 정보 속에서 자신의 고유한 정체성을 확립하고 주도적 선택 능력 강화
  - AI 정보에 대한 비판적 사고: 정보 과부하 시대, 무분별한 의존을 막고 합리적 판단 유지
- 확장 가치
  - 메타인지와 자기성찰 능력: 자신의 인지 과정을 인식·조절할 수 있는 학습 역량
  - 미래 불확실성 대응 역량: 변화하는 사회·기술 환경에서 유연하게 적응
- 시사점
  - AI는 도구일 뿐, 인간 고유의 판단력·창의성을 지키는 힘이 필요
  - 비판적 사고와 정체성 강화는 디지털 리터러시와 직결되는 핵심 가치

항목	중요도	적절성	실현가능성
① 자기 정체성과 주체성 인식 강화	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
② AI 정보에 대한 비판적 사고와 자기결정력 제고	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
③ 메타인지와 자기성찰 능력 개발	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
④ 미래 불확실성에 대응하는 적응 역량 강화	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5

PART II. 시스템 설계의 교육학적 기반

2.1 이론적 토대

*1 차 조사에서 **자기결정성 이론, 메타인지 이론, 경험학습 이론** 등이 핵심 기반으로 도출되었습니다.*

<시스템 설계을 위한 이론적 토대 – 1 차 조사 시사점 요약>

- 자기결정성이론
  - 학습자의 자율성·유능감·관계성을 보장하는 설계 원칙 필요
  - AI 는 선택권과 주도성을 강화하는 방향으로 활용
- 메타인지 이론
  - 학습자가 자신의 사고 과정을 인식·조절
  - 비판적 검토·자기성찰을 가능케 하는 기능 내재화 필요
- 경험학습론
  - 실제적 경험과 성찰을 통한 학습 강조
  - 정보 제공을 넘어 체험·피드백이 통합된 학습 환경 설계 필요
- 생애진로발달이론 & 구성주의 접근
  - 진로 발달은 단계적이며, 개인의 고유한 내러티브 구성 과정
  - AI 는 단계별 진로 지원과 개인 맞춤형 스토리 구축 지원 필요

항목	중요도	적절성	실현가능성
① 자기결정성 이론 기반 설계 (자율성, 유능감, 관계성 욕구 충족)	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
② 메타인지 강화를 위한 자기성찰 기능 내재화	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
③ 듀이의 경험학습론에 기반한 실제 활동 연계 시스템	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
④ 수퍼의 생애진로발달이론을 반영한 단계별 진로 지원	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
⑤ 구성주의 진로발달이론 기반 개인 진로 스토리 구축	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5

2.2 학습자 중심성 보장 원칙

***과정 중심 설계와 학습자 주체성 강화**가 핵심 가치로 확인되었습니다.*

<학습자 중심성 보장 원칙 – 1 차 조사 시사점 요약>

- 핵심 가치
  - 과정 중심 설계: 단순한 결과 전달이 아니라 탐색과 성찰의 과정을 중시
  - 학습자 주체성 강화: 진로탐색 과정 전반에서 학생의 선택권과 주도권 보장
  - AI 의 역할 한정: 조력자로서 비계(scaffolding)를 제공하되, 최종 결정은 학습자가 내림
  - 개인차 존중: 다중지능 기반 맞춤형 접근으로 획일적 처방 지양
- 시사점
  - AI 기반 진로교육은 학습자가 능동적으로 지식을 구성하고 자기 여정을 설계하도록 지원해야 함
  - 표준화된 일률적 추천이 아닌, 개별 학습자의 독특한 진로 여정을 지원하는 방향이 필요

항목	중요도	적절성	실현가능성
① 결과 중심에서 과정 중심 패러다임으로 전환	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
② 학습자의 진로탐색 과정 전반에 걸친 주도권 보장	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
③ AI 는 조력자 역할에 한정, 최종 결정권은 학습자에게 부여	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
④ 개인차를 고려한 다중지능 기반 맞춤형 접근	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5

PART III. 학습자 이해 및 진단

3.1 개인정보 수집 항목

전문가들이 언급한 정보 유형을 중요도 순으로 재배열했습니다.

<개인정보 수집 항목 – 1차 조사 시사점 요약>
- 핵심 정보 유형 (중요도 순)
  ① 전통적 진로 요소: 흥미, 적성, 성격, 가치관 → 진로 선택의 기본 정보
  ② 심리·정서적 요소: 자기효능감, 진로동기, 정서 상태 → 실행력·지속성에 결정적 영향
  ③ 학습·행동 데이터: 학습 로그, 탐색 기록 → 실제 행동 패턴 기반 객관적 진단
  ④ 학업성취 및 역량 데이터 → 개인의 강점 영역 식별
  ⑤ 사회경제적 배경 정보 → 진로 선택의 현실적 제약 요인, 신중한 활용 필요

항목	중요도	적절성	실현가능성
① 전통적 진로 요소: 흥미, 적성, 성격, 가치관	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
② 심리·정서적 요소: 자기효능감, 진로동기, 정서상태	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
③ 학습·행동 데이터: 학습 로그, 진로탐색 기록	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
④ 학업성취 및 역량 데이터	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
⑤ 사회경제적 배경 정보	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5

3.2 정보 수집 방식

<정보 수집 방식 – 1차 조사 시사점 요약>
- 핵심 원칙
  ① 자기보고식 검사와 행동 기반 데이터의 통합 활용
  ② 다면적·통합적 진단 체계 구축 → 다양한 요인을 종합적으로 고려
  ③ 실시간 데이터 수집 및 분석 → 즉각적 피드백과 맞춤형 지원 가능

항목	중요도	적절성	실현가능성
① 자기보고식 검사와 행동 기반 데이터의 통합 활용	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
② 다면적·통합적 진단 체계 구축	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
③ 실시간 데이터 수집 및 분석 시스템	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5

3.3 개인정보보호 및 윤리

개인정보보호가 모든 전문가가 강조한 핵심 쟁점입니다.

<개인정보보호 및 윤리 – 1 차 조사 시사점 요약>

- 핵심 필요성
  - **개인정보보호는 단순 기술 문제가 아닌 교육윤리·인권의 핵심**
  - **미성년자 정보는 더욱 강화된 보호 필요**
  - **AI 활용 시 투명성, 공정성, 인간 중심성 확보 필수**
- 국내외 기준
  - GDPR: **개인정보 자기결정권 보장, 아동·청소년 특별 보호**
  - UNESCO 권고안: **투명성·공정성·인간 중심성 강조**
  - 국내법: **민감정보 규제 강화, 법정대리인 동의 의무**
- 윤리 원칙 (AI 적용 시)
  - **자율성 존중**
  - **무해성 보장 (편향·차별 방지)**
  - **공정성 (모든 학생에게 기회 제공)**
  - **설명가능성 (AI 의사결정 근거 공개)**

항목	중요도	적절성	실현가능성
① 엄격한 사전 동의 체계 구축	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
② 데이터 수정·삭제권 보장	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
③ 알고리즘 투명성 및 설명가능성 확보	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
④ 정기적 전문가 검토 및 감사 시스템	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5

PART IV. 상담과 AI의 통합

4.1 AI와 상담자의 역할 분담

AI의 분석 기능과 교사의 해석 기능을 분리하는 것이 전문가 합의사항입니다.

AI와 상담자의 역할 분담 – 1차 조사 시사점 요약

- 핵심 합의
  - AI와 상담자의 역할은 분리·보완적으로 설계해야 함.
  - AI: 대규모 데이터 분석, 패턴 인식, 진로 진단 등 객관적 정보 제공
  - 상담자: 공감, 의미 해석, 정서적 지지 등 인간 중심 상담
- 상담자 역할 강화
  - 상담자는 단순히 AI 결과를 전달하는 전달자가 아님.
  - AI가 제시한 정보를 맥락화·해석·보완하여 학생이 자기 의미를 발견할 수 있도록 돕는 의미촉진자로 포지셔닝.
- 통합적 지원 체계
  - AI는 정보적 비계(scaffolding) 제공
  - 상담자는 정서·관계적 비계 제공 → 함께 학생의 성장 지원

항목	중요도	적절성	실현가능성
① AI: 데이터 분석, 정보 제공, 사전 진단 역할	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
② 상담자: 의미 해석, 정서적 지지, 통합적 상담 역할	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
③ 상담자를 '의미촉진자'로 포지셔닝	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5

4.2 상담자 역량 강화

교사 역량 변화에 대한 체계적 지원이 필요하다는 합의가 있었습니다.

<상담자 역량 강화 – 1 차 조사 시사점 요약>

- 필요성: **AI 시대 교사는 단순한 기술 사용자가 아니라** 데이터를 비판적으로 해석하고, 윤리적으로 활용하며, 학생 맞춤형 의미를 재구성하는 **전문가로서의 역할이 요구됨.**
- 핵심 역량
  - **AI 결과 해석 능력 및 비판적 검토 역량**
  - **데이터 리터러시 및 AI 이해도**
  - **윤리적 가이드라인 준수 및 상담 윤리 강화**
- 시사점: **기술 연수에 그치지 않고,** 교사 정체성과 전문성 재구성을 **지원하는 체계적 지원 필요**

항목	중요도	적절성	실현가능성
① AI 결과 해석 능력 및 비판적 검토 역량 개발	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
② 데이터 리터러시 및 AI 이해도 제고	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
③ 윤리적 가이드라인 및 상담 윤리 강화	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5

4.3 AI 의존 방지 장치

<AI 의존 방지 장치 – 1 차 조사 시사점 요약>

- 필요성: **AI 결과에 대한 맹목적 수용은 학생의 자기주도성과 비판적 사고를 약화시킬 수 있음.**
- 핵심 장치
  - **AI 결과는 참고자료임을 명확히 안내**
  - **학생의 자기주도적 판단을 보장하는 기능 설계**
  - **인간 중심 설계(HCD) 원칙 적용 → 학생이 주체적 의미를 발견하도록 지원**
- 시사점: **AI 는 도구,** 최종 의사결정은 학습자라는 **원칙을 제도적으로 보장해야 함.**

항목	중요도	적절성	실현가능성
① AI 결과는 참고자료임을 명확히 인식시키기	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
② 학생의 자기주도적 판단력 유지 장치	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
③ 인간 중심 설계(Human-centered design) 원칙 적용	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5

PART V. 진로교육 콘텐츠 구성

5.1 핵심 콘텐츠 요소

1차 조사에서 자기점검, 진로장벽 탐색, 실행 지원이 필수 기능으로 도출되었습니다.

<핵심 콘텐츠 요소 – 1차 조사 시사점 요약>

- 자기점검: 현재 상태 진단 및 발달 과정 추적
- 진로장벽 탐색: 개인·환경적 제약 요인 분석 및 대안 모색
- 실행 계획 지원: 목표를 구체적 행동으로 전환, 실행 관리
- 정서 상태 반영: 감정 변화에 따른 맞춤형 피드백
- 진로 시뮬레이션: 다양한 경로별 예상 결과 제시

항목	중요도	적절성	실현가능성
① 자기점검 도구: 현재 상태 진단 및 변화 추적 기능	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
② 진로장벽 분석: 개인별 장애 요인 식별 및 해결 방안 제시	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
③ 실행 계획 지원: 구체적 행동 계획 수립 및 진행 상황 관리	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
④ 정서 상태 반영: 감정 변화에 따른 맞춤형 피드백	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
⑤ 진로 시뮬레이션: 다양한 진로 경로별 예상 결과 제시	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5

5.2 콘텐츠 전달 방식

<콘텐츠 전달 방식 – 1차 조사 시사점 요약>

- 대화형 인터페이스: 자연스러운 상담 경험 제공
- 사례 기반 학습: 실제 사례로 간접 경험 제공
- 시각화 도구: 진로 경로·성과를 직관적으로 표현
- 상호작용 시뮬레이션: 체험형 학습 콘텐츠 제공

항목	중요도	적절성	실현가능성
① 대화형 인터페이스: 자연어 기반 상호작용 시스템	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
② 사례 기반 학습: 실제 진로 사례를 통한 간접 경험 제공	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
③ 시각화 도구: 진로 경로와 성과를 직관적으로 표현	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
④ 상호작용 기반 시뮬레이션: 사용자 참여형 체험 콘텐츠	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5

5.3 콘텐츠 신뢰성 확보

<콘텐츠 신뢰성 확보 – 1차 조사 시사점 요약>

- 전문가 검증: 사전 검토 절차
- 출처 명시: 정보 근거 투명 공개
- 실시간 품질 모니터링: 사용자 피드백 기반 개선
- 윤리·법적 필터링: 부적절한 콘텐츠 차단

항목	중요도	적절성	실현가능성
① 전문가 검증 시스템: 콘텐츠별 진로전문가 사전 검토	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
② 출처 명시: 모든 정보의 근거와 출처 투명 공개	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
③ 실시간 품질 모니터링: 사용자 피드백 기반 지속적 개선	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
④ 윤리적·법적 문제 필터링: 부적절한 콘텐츠 사전 차단	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5

PART VI. 교사의 변화된 역할

6.1 교사 역할의 근본적 전환

1 차 조사에서 정보 전달자에서 의미 촉진자로의 역할 변화가 확인되었습니다.

<교사 역할의 근본적 전환 – 1 차 조사 시사점 요약>
- 합의된 전환 방향
  - 정보 전달자 → 의미 해석자·촉진자
  - 진단자 → 해석자·설계자·동반자
  - 지식 제공자 → 상담자·조력자
- 시사점
  - 교사는 AI 가 제공하는 데이터를 단순히 전달하지 않고, 학생이 의미를 구성할 수 있도록 해석과 조력을 제공하는 학습 촉진자로 변화해야 함.

항목	중요도	적절성	실현가능성
① 정보 전달자에서 의미 해석자, 촉진자로 전환	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
② 진단자에서 해석자, 설계자, 동반자로 전환	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
③ 지식 제공자에서 상담자, 조력자로 전환	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
④ 구성주의 교수학습이론의 실천가 역할 강화	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5

6.2 교사가 갖추어야 할 핵심 역량

<교사가 갖추어야 할 핵심 역량 – 1 차 조사 시사점 요약>
- 학생에 대한 통합적 이해와 공감 능력
- 정서적 지지 역량
- AI 결과 해석 및 비판적 검토 능력
- AI 리터러시와 데이터 해석 능력
- 학생의 진로스토리 구성 조력 능력

항목	중요도	적절성	실현가능성
① 학생에 대한 통합적 이해 능력	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
② 공감과 정서적 지지 역량	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
③ AI 결과 해석 및 비판적 검토 능력	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
④ AI 리터러시와 데이터 해석 능력	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
⑤ 학생의 진로스토리 구성 조력 능력	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5

6.3 소통 방식의 변화

<소통 방식의 변화 – 1 차 조사 시사점 요약>
- 일방향 정보 전달 → 양방향 대화 중심

- 질문과 경청을 통한 상담 방식
- 학생이 주체적으로 진로를 설계할 수 있도록 지원

항목	중요도	적절성	실현가능성
① 일방향적 정보 제공에서 양방향적 대화로 전환	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
② 질문과 경청 중심의 상담 방식 도입	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
③ 학생의 주체적 진로설계 지원 기법 활용	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5

PART VII. 실천 조건 및 지원 체계

7.1 기술적 인프라

표준화된 플랫폼과 보안 시스템이 필수 조건으로 확인되었습니다.

<기술적 인프라 – 1차 조사 시사점 요약>
AI 기반 진로교육의 성공적 구현을 위해서는 표준화·보안·연동성을 갖춘 인프라가 필수입니다.

- 표준화된 데이터 플랫폼: 시스템 간 연계 및 상호운용성 확보
- 안정적 네트워크·하드웨어 지원
- 기존 시스템(NEIS 등)과 연동성 확보
- 강화된 개인정보보호 보안 체계

항목	중요도	적절성	실현가능성
① 표준화된 데이터 플랫폼 구축	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
② 안정적 네트워크 환경 및 하드웨어 지원	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
③ 기존 시스템(NEIS 등)과의 연동성 확보	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
④ 강화된 개인정보보호 보안 시스템	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5

7.2 교사 역량 강화 지원

<교사 역량 강화 지원 – 1차 조사 시사점 요약>
AI 활용은 교사 역량 강화 없이는 불가능합니다. 단순 연수 이상의 체계적 지원 체계가 요구됩니다.

- AI 리터러시 연수 프로그램 개발
- 실질적 활용 가이드·매뉴얼 제공
- 충분한 진로상담 전문 인력 배치
- 교사 행정업무 경감 지원

항목	중요도	적절성	실현가능성
① 체계적인 AI 리터러시 연수 프로그램 개발	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
② 실질적 시스템 활용 가이드 및 매뉴얼 제공	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
③ 진로상담 전문인력의 충분한 배치	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
④ 교사 업무부담 경감을 위한 행정 지원	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5

7.3 정책적·제도적 기반

<정책적·제도적 기반 – 1차 조사 시사점 요약>
지속가능한 운영을 위해서는 법·예산·거버넌스·교육과정 연계가 필요합니다.

- 진로교육법 내 AI 진로교육 명문화
- 국가 차원의 안정적 예산 확보
- 중앙-지자체 협력 거버넌스 구축
- 기존 교육과정(예: 고교학점제)과 연계 체계 확립

항목	중요도	적절성	실현가능성
① 진로교육법 내 AI 진로교육 명문화	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
② 국가 차원의 안정적 예산 확보 체계	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
③ 중앙-지자체 협력 거버넌스 구축	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
④ 기존 교육과정(고교학점제 등)과의 연계 체계	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5

PART VIII. 수용성 및 제약 요인

8.1 교사 집단 수용성 제고 방안

전문성 침해 우려와 기술 활용 불안이 주요 저항 요인으로 파악되었습니다.

교사 집단 수용성 제고 방안 – 1차 조사 요약
- 주요 저항 요인: 전문성 침해 우려, 기술 활용 불안, 업무 가중 우려
- 극복 전략: 체계적 이해 교육, 보완적 도구임을 강조, 점진적 도입, 효율성 입증

항목	중요도	적절성	실현가능성
① AI 기술에 대한 체계적 이해 교육	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
② 교사 전문성 침해가 아닌 보완적 도구임을 강조	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
③ 충분한 시연 기회 및 점진적 도입	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
④ 업무 가중이 아닌 효율화 도구임을 입증	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5

8.2 학생 집단 수용성 제고 방안

<학생 집단 수용성 제고 방안 – 1차 조사 요약>
- 주요 쟁점: 주체성 보장, AI의 한계 인식, 개인정보 자기결정권, 낙인효과 방지
- 극복 전략: 교육적 안내, 선택권 보장, 보호 장치 마련

항목	중요도	적절성	실현가능성
① 진로결정 주체성은 학생에게 있음을 명확히 교육	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
② AI 시스템의 작동원리와 한계에 대한 교육	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
③ 개인정보 활용에 대한 자율적 선택권 보장	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
④ AI 결과에 대한 낙인효과 방지 장치	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5

8.3 학부모 집단 수용성 제고 방안

개인정보 보안과 자녀 진로에 대한 통제감 상실이 주요 우려사항입니다.

<학부모 집단 수용성 제고 방안 – 1차 조사 요약>

- 주요 우려: 개인정보 보안 불안, 자녀 진로 통제감 상실
- 극복 전략: 보안 체계의 투명한 공개, 정기적 설명회, 실증적 근거 제시, 학부모 참여 기회 확대

항목	중요도	적절성	실현가능성
① 개인정보 보안 체계에 대한 투명한 설명	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
② 정기적 학부모 설명회 및 소통 채널 운영	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
③ AI 기술의 교육적 효과에 대한 실증적 근거 제시	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
④ 학부모의 참여 및 피드백 기회 제공	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5

PART IX. (초)개인화 진로교육을 위한 핵심 요소

9.1 최우선 핵심 요소 (3가지 선택)

1차 조사에서 데이터, 교육학적 설계, 교사 지원체계가 핵심으로 도출되었습니다.

□ 핵심 요소 우선순위
1. 데이터 수집·정보 체계 (8명 언급)
2. 교육학적 설계 원칙 (7명 언급)
3. 교사 역할·지원체계 (6명 언급)

□ 전문가 주요 의견
- **데이터 기반 개인화**는 증거 기반 의사결정의 핵심 → "충분한 데이터 없이는 AI 기술 개발이 어렵다."
- **교육학적 설계**는 철학적·이론적 토대 필요 → 기술 중심이 아닌 학습자 중심 설계 강조
- **교사 지원체계**는 전문성 강화와 협력 구조 확보가 필수.
- **구체적 비전·목표 정의 후 데이터와 기술 설계가 이루어져야 한다는 체계적 접근 필요**

9.1 다음 중 (초)개인화 진로교육 실현을 위해 가장 중요한 3가지를 선택해 주세요.

□ **데이터 수집과 정보 체계**: 다면적 학습데이터의 윤리적 수집 및 관리
□ **교육학적 설계 원칙**: 학생 자기결정권과 학습자 중심 철학 반영
□ **교사 역할과 지원체계**: AI-교사 협력 모델 및 전문성 강화 지원
□ **시스템 기능과 기술적 요소**: 추천 알고리즘, 실시간 피드백, 설명가능성 등 핵심 기능
□ **제도적·윤리적 조건**: 법·제도 기반, 개인정보 보호 및 윤리적 가이드라인
□ **이해관계자 합의**: 학생·교사·학부모 간 AI 활용 원칙과 신뢰 형성

9.2 각 핵심 요소별 중요도 평가

선택하신 3가지 요소 외에도 모든 요소의 중요도를 평가해 주세요.

항목	중요도	적절성	실현가능성
① 데이터 수집과 정보 체계	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
② 교육학적 설계 원칙	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
③ 교사 역할과 지원체계	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
④ 시스템 기능과 기술적 요소	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
⑤ 제도적·윤리적 조건	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
⑥ 이해관계자 합의	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5

PART X. 종합 평가 및 우선순위

10.1 [구현 우선순위] 다음 영역들의 구현 우선순위를 1 순위부터 8 순위까지 번호로 기입해 주세요.

- ( ) 기술적 인프라 구축
- ( ) 교사 역량 강화 프로그램
- ( ) 개인정보보호 체계 완비
- ( ) 정책·법제도 정비
- ( ) 콘텐츠 개발 및 검증
- ( ) 이해관계자 수용성 확보
- ( ) AI-교사 협력 모델 구축
- ( ) 시범 운영 및 효과 검증

10.2 [성공을 위한 핵심 조건 (3 가지 선택)] AI 기반 진로교육의 성공적 정착을 위해 가장 중요한 조건 3 가지를 선택해 주세요.

☐ 충분한 예산과 안정적 재정 지원
☐ 교사의 AI 리터러시와 상담 전문성
☐ 학생·학부모의 높은 수용도와 참여도
☐ 개인정보보호 및 윤리적 안전장치
☐ 정확하고 신뢰할 수 있는 AI 기술력
☐ 법제도 기반과 정책적 뒷받침
☐ 학교 현장의 인프라와 환경 조성
☐ 지속적인 모니터링과 개선 시스템

10.3 추가 의견 및 제언

10.3.1 1 차 조사 결과에서 추가로 고려되어야 할 중요한 요소가 있다면 기술해 주세요.

[자유 서술]

10.3.2 실제 현장 적용 시 예상되는 주요 걸림돌과 해결 방안을 제시해 주세요.

[자유 서술]

10.3.3 AI 기반 진로교육의 미래 발전 방향에 대한 전망을 말씀해 주세요.

[자유 서술]

전문가 정보 수집

I. 개인정보 수집 및 이용에 대한 동의

본 연구는 AI Agent 기반 진로교육 시스템 개발을 위한 델파이 조사로, 수집된 개인정보는 연구 목적으로만 사용되며 연구 종료 후 3 년 이내에 폐기됩니다. 모든 응답은 익명화 처리되어 분석됩니다.

- **수집하는 개인정보**: 성명, 이메일, 소속기관, 전문분야, 경력사항
- **이용 목적**: 전문가 자격 검증, 조사 결과 분석, 후속 연구 연락
- **보관 기간**: 연구 종료 후 3 년
- **동의 철회**: 언제든 참여 중단 및 정보 삭제 요청 가능

☐ 개인정보 수집 및 이용에 동의합니다.

II. 기본 정보

1. 전문가 식별 코드 (연구진이 부여): E_____

2. 이메일 (3 차 조사 연락용): _____

※ 분석 시 즉시 익명화 처리되며, 연구 완료 후 삭제됩니다.

3. 소속 기관 유형:

☐ **초·중등학교** ☐ **대학교** ☐ **정부출연연구소** ☐ **공공기관** ☐ **민간기업** ☐ **기타**

III. 전문성 정보

1. 진로교육/상담 관련 총 경력 기간:

☐ 3 년 미만 ☐ 3-5 년 ☐ 6-10 년 ☐ 11-15 년 ☐ 16 년 이상

2. 주요 전문 분야 (복수 선택 가능)

☐ 진로상담 및 상담심리
☐ 발달심리·교육심리
☐ 교육과정 및 교수학습 설계
☐ 진로교육 정책·제도 연구
☐ 직업·노동시장 분석
☐ AI·EdTech 기반 진로교육 연구
☐ 기타: _____

3. 최고 학위 ☐ 학사 ☐ 석사 ☐ 박사 ☐ 기타

전공 분야: _____

IV. 실무 경험

1. 진로심리검사 활용 경험

☐ 검사 개발 참여 ☐ 검사 해석·상담 활용 ☐ 기본적 활용 ☐ 경험 없음

2. 학교 현장 진로지도 경험

☐ 10 년 이상 ☐ 5–9 년 ☐ 1–4 년 ☐ 경험 없음

3. 정책/프로젝트 참여 경험

☐ 국가 정책연구 참여 ☐ 교육청/학교 프로젝트 ☐ 학회·전문단체 활동 ☐ 경험 없음

4. AI·디지털 진로교육 경험 (복수 선택 가능)

☐ 교육용 AI 프로젝트 참여
☐ 온라인/플랫폼 기반 진로교육 설계
☐ 디지털 진로데이터 분석 경험
☐ 기타: _____
☐ 경험 없음

V. 도메인 지식

1. 진로교육 분야에 대한 이해도

☐ 매우 높음 (관련 연구/프로젝트 다수)
☐ 높음 (관련 경험 보유)
☐ 보통 (기본 지식 보유)
☐ 낮음 (관심은 있으나 경험 부족)
☐ 매우 낮음

VI. 연구 결과 활용 동의

☐ 연구 결과를 학술논문, 정책보고서 등에 활용하는 것에 동의합니다.
☐ 연구 결과 발표 시 전문가로 언급되는 것에 동의합니다. (익명 처리)

〈부록 4〉 AI 기술 전문가 대상 델파이 조사지(2차)

AI Agent 기반 진로교육 시스템 2차 델파이 조사

AI Agent 전문가 대상

조사 개요

<조사 목적>

본 조사는 AI 기반 진로교육 시스템 도입 및 구현을 위한 핵심 요소들에 대한 전문가 합의를 도출하기 위해 실시됩니다. 1차 조사에서 도출된 주요 주제를 바탕으로, 이번 2차 조사에서는 각 기술·시스템 항목의 중요도, 기술적 실현가능성, 도메인 적용가능성 등 정량적 평가와 정성적 의견을 함께 수집하고자 합니다. 이를 통해 정책 수립, 시스템 설계, 단계별 구현 로드맵 수립에 기여할 실행 가능한 방향을 도출하는 것이 목적입니다.

<응답 방법>

각 항목은 해당 영역의 특성에 따라 다음과 같은 평가 차원을 제시합니다. 문항별 표를 참고하시어, 각 평가 차원을 1~5점 척도로 평가해 주십시오.

평가 차원	평가 기준
중요도	해당 항목이 AI 기반 진로교육에서 얼마나 중요한가?
기술적 실현가능성	현재 기술 수준에서 구현 가능한 정도는 어느 정도인가?
도메인 적용가능성	교육 현장(학교·상담)에서 실제 적용 가능한 정도는 어느 수준인가?
계산 자원 요구도	고성능 GPU·클라우드 등 추가 자원이 얼마나 필요한가?
데이터 요구 수준	대규모 데이터가 필요한가, 적은 데이터로도 가능한가?
운영 비용 효율성	장기 운영 시 비용 부담이 어느 정도인가?
유지보수 가능성	시스템을 지속적으로 관리·업데이트하기 쉬운가?
사용자 수용성	청소년·교사·상담자가 실제 수용할 가능성은 어느 정도인가?
윤리·심리적 안전성	개인정보 보호, 낙인효과 방지 등 심리적 안전을 보장하는 수준은 어느 정도인가?

평가 척도: 1점(매우 낮음) ← 2점(낮음) ← 3점(보통) → 4점(높음) → 5점(매우 높음)

PART 1. 데이터 입력 및 전처리

1.1 데이터 구조 설계 및 실시간 처리

1 차 조사에서 <u>개인정보 수집과 정보 체계가 최우선 핵심 요소로 도출</u>되었습니다.

1 차 델파이 조사 주요 시사점 (데이터 구조 설계 및 실시간 처리)

- 데이터 확보와 윤리적 수집이 필수
  - "충분한 데이터 없이는 AI 개발이 어렵다"(전문가 의견)
  - 다면적 학습 데이터의 윤리적 수집을 최우선 과제로 제시
- 데이터 구조 설계의 핵심 방향
  - 구조화된 심리검사(RIASEC 등) + 비정형 행동 로그 통합
  - 멀티모달 학습 기반 LLM 활용 가능 (텍스트, 수치, 범주형 데이터 동시 처리)
- 실시간 처리의 필요성
  - 개인화 교육에서 즉각적 피드백 제공이 중요
  - 스트리밍 데이터 파이프라인으로 학습자의 상태를 실시간 파악
- 개인정보 보호 내재화
  - Privacy by Design 원칙 적용 필수
  - 민감한 진로 정보를 안전하게 처리할 수 있는 아키텍처 필요

항목	중요도	기술적 실현가능성	도메인 적용가능성	계산 자원 요구도
① 진로심리검사 데이터를 representation learning (예: dense embedding, hybrid sparse-dense 구조) 방식으로 구조화	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
② 대화형 로그의 토큰화 및 LLM 최적화 입력 구조로 변환	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
③ 학습자 반응을 기반으로 한 continuous affect recognition (감정·정서 상태의 실시간 수치화) 적용	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
④ Robust anomaly detection pipeline (결측치·이상값 자동 검출 및 정제) 설계	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
⑤ Streaming data pipeline 기반의 실시간 처리 및 모니터링 체계 구축	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5

1.2 멀티모달 데이터 통합 전략

진로교육에서는 검사·설문 등 정형 데이터와 대화·행동 로그 등 비정형 데이터를 멀티모달 임베딩과 시계열 정렬로 통합해 분석할 필요가 있습니다. 최신 LLM/멀티모달 모델을 도메인 어댑테이션으로 특화하되, 편향 점검과 현장 검증을 통해 공정성과 도메인 적합성을 반드시 확보합니다.

항목	중요도	기술적 실현가능성	도메인 적용가능성	계산 자원 요구도
① 구조적 데이터와 비정형 데이터를 통합할 수 있는 multimodal embedding framework	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
② 학습자의 시간 흐름을 반영하는 temporal alignment 기반 멀티모달 학습 구조	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
③ LLM fine-tuning 및 domain adaptation 전략을 활용한 진로교육 특화 모델 개발	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
④ 데이터 편향 최소화를 위한 PromptOps 및 지속적 검증 전략	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5

PART 2. 알고리즘 및 시스템 설계

2.1 초개인화 진로경로 추천 알고리즘

1 차 조사에서 개인화 시스템 설계가 핵심 기반으로 강조되었습니다.

1 차 델파이 조사 주요 시사점 (초개인화 진로경로 추천 알고리즘)

- 핵심 원칙
  - 데이터 수집·정보 체계, 교육학적 설계 원칙이 필수 기반
  - AI 는 조력자, 최종 결정권은 학습자에게 부여
- 필요성
  - 개인차 반영(다중지능·개인 강점·관심사 기반)
  - 학습자의 맥락과 의도를 이해하는 대화형 추천 필요
- 기술적 접근
  - 협업 필터링: 유사 학습자 패턴 활용
  - 강화학습: 피드백 기반 적응적 최적화
  - LLM 기반 추천: 맥락 반영 대화형 시스템 구현
  - AI Agent 접근: 학습자와 지속 상호작용, 동적 진로경로 반영

항목	중요도	기술적 실현가능성	도메인 적용가능성	계산 자원 요구도
① 협업 필터링 기반 유사 학습자 진로경로 추천	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
② 강화학습 기반 적응형 진로경로 최적화	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
③ LLM 기반 도메인 어댑테이션 + 맥락 반영 진로 추천	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
④ AI Agent 기반 대화형 진로 탐색 시스템	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
⑤ Ensemble/Meta-learning 기반 하이브리드 모델 통합	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5

2.2 실시간 피드백 및 AI Agent 시스템

항목	중요도	기술적 실현가능성	도메인 적용가능성	계산 자원 요구도
① 이벤트 기반 실시간 행동 변화 감지	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
② 세션 로그 추적 기반 학습 패턴 분석	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
③ LLM Prompt 기반 개인화 피드백 생성	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
④ Episodic + Long-term Memory 기반 지속적 학습 에이전트	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
⑤ Continual learning 기반 Feedback Loop 자동 업데이트	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5

2.3 설명가능한 AI(XAI)와 투명성

1 차 조사에서 알고리즘 투명성과 설명가능성이 핵심 윤리 이슈로 확인되었습니다.

1 차 조사 시사점 요약 (설명가능한 AI(XAI)와 투명성)

- 핵심 원칙
  - AI 의 투명성과 설명가능성은 개인정보 보호와 윤리적 활용의 필수 요소
  - AI 결과는 참고자료일 뿐, 최종 결정은 학생이 내릴 수 있도록 설계
- 필요성
  - 진로 선택은 개인의 미래에 중대한 영향 → 신뢰할 수 있는 설명 필요
  - AI 의존 과도/거부감 위험 → 비전문가도 이해할 수 있는 설명이 요구됨
- 기술적 접근
  - 모델 해석 도구: LIME, SHAP
  - 근거 기반 설명: RAG(지식 베이스 기반 LLM 응답)
  - 사용자 친화적 설명: 학생·교사가 이해할 수 있는 서술 방식 제공

항목	중요도	기술적 실현가능성	도메인 적용가능성	계산 자원 요구도
① 사용자 중심 Explainable Prompt Engineering 설계	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
② SHAP/LIME 기반 모델 해석 도구 통합	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
③ RAG + LLM 방식 근거 기반 설명 생성	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
④ 일관된 Narrative 제공을 위한 PromptOps 운영	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
⑤ Counterfactual Explanation (대안적 설명) 적용 가능성	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5

2.4 공정성 및 편향 방지 알고리즘

항목	중요도	기술적 실현가능성	도메인 적용가능성	계산 자원 요구도
① AIF360 기반 편향 데이터 자동 탐지	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
② Fairness-aware prompting 및 출력 검증 전략	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
③ 데이터 증강 기반 대표성 보완	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
④ Human-in-the-loop 편향 검증 시스템	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5

3.2 교사·상담자 협업 인터페이스

1 차 조사에서 AI 와 교사의 역할 분담이 핵심 협력 모델로 확인되었습니다.

1 차 조사 시사점 요약 (교사-상담자 협업 인터페이스)
- 핵심 원칙
  - AI = 데이터 분석·정보 제공, 교사/상담자 = 의미 해석·정서적 지지
  - AI 는 조력자, 상담자는 최종 의사결정 및 학생 지원 주체
- 필요성
  - 교사가 AI 결과를 그대로 전달하기보다 해석·조정·보완할 때 효과 극대화
  - Human-in-the-loop(HITL) 구조를 통해 협업적 지능 발휘
  - 교사 권한 관리 필수: 결과를 비판적으로 검토·수정할 수 있어야 함
- 기술적 고려사항
  - 교사 코멘트 입력·권한 관리 기능 필요
  - 상담자 대시보드: AI 진단·추천 이력을 통합 모니터링
  - Prompt 기록 공유 등 투명성 확보 기능
  - 점진적 도입 전략: 초기에는 AI 를 보조 도구로 활용, 이후 확대

항목	중요도	기술적 실현가능성	도메인 적용가능성	사용자 수용성	유지보수 가능성
① 교사 코멘트 입력 및 권한 관리 시스템	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
② 교사 주도·AI 보조형 Human-AI Co-supervision 구조	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
③ 상담자용 대시보드 종합 모니터링	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
④ Prompt/출력 기록 로그 공유 및 사후 검증 시스템	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
⑤ 추천 경로/결과 변화 추적 및 비교 분석 도구	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
⑥ AI 의존도 단계별 조정 기능 (AI 활용 수준 선택 가능)	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5

PART 4. 개인정보 보호 및 시스템 연동

4.1 개인정보 보호 기술 및 아키텍처

1 차 조사에서 개인정보보호가 모든 전문가가 강조한 핵심 쟁점으로 확인되었습니다.

(1 차 조사 시사점 요약) 개인정보 보호 기술 및 아키텍처
- 핵심 우려
  - 방대한 데이터 저장 시 개인 식별 가능성 높음 → 법적·윤리적 위험
  - 미성년자 데이터는 특히 강화된 보호 필요
- 보장해야 할 원칙
  - 사전 동의 체계
  - 데이터 수정·삭제권 보장
  - 정기적 검토·감사 시스템

- 기술적 접근
  - 연합학습(Federated Learning): 데이터 이동 없이 모델 학습
  - 차등 개인정보보호(Differential Privacy): 개인 정보는 보호하면서 통계 활용 가능
  - 분산형 아키텍처 + 암호화 기술: 식별 불가능한 수준의 데이터 관리
  - 엣지 컴퓨팅/온디바이스 AI: 데이터 지역성 확보, 중앙 집중 위험 최소화

항목	중요도	기술적 실현가능성	도메인 적용가능성	법적·윤리적 준수성	보안·침해 대응 강도
① 연합학습(Federated Learning) 기반 분산 모델 훈련	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
② 차등 개인정보보호(Differential Privacy) 적용	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
③ 동형암호 / Secure MPC 기반 고급 암호화 처리	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
④ 분산형 아키텍처 채택 시 장단점 평가 (vs 중앙집중형)	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
⑤ RBAC(Role-based) + ABAC(Attribute-based) 세분화된 권한 관리	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
⑥ On-device AI (엣지 컴퓨팅) 기반 국지적 데이터 처리	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5

4.2 학교 시스템 연동 및 플랫폼 통합

1 차 조사에서 기존 시스템과의 연동성이 기술적 인프라의 핵심으로 도출되었습니다.

(1 차 조사 시사점 요약) 학교 시스템 연동 및 플랫폼 통합
- 핵심 필요성
  - 기존 시스템(NEIS, 진로상담시스템, 생활기록부)과의 연동은 필수 인프라 요건
  - 한 학생의 진로 관련 정보를 통합적으로 확인하고 AI 가 맞춤형 지원 가능
- 기술적 과제
  - 데이터 구조 불일치, 권한 충돌 등 연동 시 발생하는 복잡성
  - 개인정보 보호와 접근 권한 관리 필요

- 해결 방안
  - API 게이트웨이 + OAuth 2.0: 접근 권한 세분화, 감사 추적 가능
  - ETL 파이프라인 + 데이터 표준화: 구조 불일치 문제 해결
  - 중간 허브 시스템(ESB 아키텍처): 레거시 시스템과의 점진적 통합 지원
  - RESTful API·GraphQL 기반 연동: 커리어넷·워크넷 등 외부 데이터 실시간 동기화

항목	중요도	기술적 실현가능성	도메인 적용가능성	호환성·확장성	유지보수 가능성
① NEIS 표준 API/ETL 기반 학사·생활기록부 통합	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
② 커리어넷 연동 진로정보 실시간 동기화	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
③ ESB(API Gateway) 기반 중간 허브 시스템 구축	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
④ 마이크로서비스 + 컨테이너 오케스트레이션 기반 모듈식 연동 구조	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
⑤ 데이터 표준화·Interoperability 프레임워크 도입	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5

PART 5. 지속가능한 운영 및 유지관리

5.1 MLOps/LLMOps 기반 운영 전략

1 차 조사에서 지속적인 모니터링과 개선 시스템이 성공 조건으로 확인되었습니다.

MLOps/LLMOps 기반 운영 전략 – 1 차 조사 시사점 요약

- 핵심 필요성
  - AI 진로교육 성공을 위해서는 지속적인 모니터링·개선 체계가 필수
  - 초기 예산·설계 단계에서부터 장기 운영을 고려해야 함 (일회성 사업으로 끝날 위험 방지)
- 전문가 의견
  - "정기적인 전문가 자문·평가 필요"
  - "제대로 된 초기 설계와 예산 확보 없이는 지속 불가능"

- 기술적 접근 방안
  - MLOps/LLMOps 체계: 기술 부채 방지, 성능 유지·개선
  - CI/CD 파이프라인: 자동 모델 검증, A/B 테스트 기반 성능 평가
  - 모델 드리프트 모니터링 & 실시간 대시보드: 안정적 성능 유지
  - 사용자 피드백 기반 개선(RLHF): 학생·교사 의견 반영, 교육 효과 강화

항목	중요도	기술적 실현가능성	도메인 적용가능성	운영 비용 효율성	유지보수 가능성
① CI/CD + 모델 드리프트 탐지 기반 자동 재훈련 파이프라인	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
② PromptOps 기반 프롬프트 버전 관리 및 A/B 테스트	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
③ 실시간 성능 모니터링 대시보드 운영	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
④ RLHF/HITL 기반 사용자 피드백 자동 개선 루프	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
⑤ 모델 감사·설명가능성(XAI) 통합 모듈	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5

5.2 클라우드 기반 플랫폼 운영

항목	중요도	기술적 실현가능성	도메인 적용가능성	운영 비용 효율성	유지보수 가능성
① AWS/GCP 기반 스케일러블·멀티리전 인프라	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
② 네이버/공공 클라우드 활용 데이터 주권·컴플라이언스 확보	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
③ 컨테이너 오케스트레이션(K8s) 기반 운영	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
④ 오픈소스 LLM + 모델 경량화(Quantization/Distillation) 기반 비용 최적화	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
⑤ Hybrid Cloud 전략 (공공+민간 혼합 운영)	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5

PART 6. 구현 우선순위 및 로드맵

6.1 [기술 구현 우선순위 (1-8 순위로 기입)] 다음 기술 영역들의 개발 우선순위를 설정해 주세요.

- ( ) 데이터 전처리 및 통합 시스템
- ( ) LLM 기반 추천 알고리즘 개발
- ( ) AI Agent 대화형 인터페이스
- ( ) 실시간 피드백 시스템
- ( ) 개인정보보호 기술 적용
- ( ) 기존 시스템 연동 구조
- ( ) 교사 협업 인터페이스
- ( ) 운영 및 모니터링 체계

6.2 [기술적 난이도 평가] 각 영역의 기술적 구현 난이도를 평가해 주세요.

※ 척도 정의 예시:

- 난이도: 1=매우 쉬움(기존 기술 적용), 5=매우 어려움(최신 연구 필요)
- 개발 기간: 1=3 개월 이내, 3=6~12 개월, 5=24 개월 이상
- 전문 인력: 1=2 명 이하, 3=5 명 내외, 5=10 명 이상
- 비용 부담: 1=낮음, 5=매우 큼
- 데이터 요구: 1=소규모 데이터 충분, 5=대규모 데이터 필수

영역	기술적 난이도	예상 개발 기간	필요 전문 인력	운영 비용 부담도	데이터 요구 수준
① LLM 기반 진로 추천 모델	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
② 실시간 AI Agent 시스템	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
③ 멀티모달 데이터 통합	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
④ 개인정보보호 기술 통합	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
⑤ 기존 시스템 연동	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5

6.3 [MVP(Minimum Viable Product) 구성 요소 (5 가지 선택)] 초기 프로토타입에 반드시 포함되어야 할 핵심 기능을 선택해 주세요.

☐ 기본 데이터 처리 + 실시간 학습 데이터 수집
☐ LLM 기반 대화형 진로상담
☐ 진로경로 시각화 및 시뮬레이션
☐ 교사 피드백 입력 인터페이스
☐ 기본적인 개인정보보호 조치
☐ AI Agent 기반 개인화 추천
☐ 기존 시스템 기본 연동
☐ 사용자 행동 분석 대시보드
☐ 기본 수준의 편향 점검 기능

PART 7. 전문가 의견 및 제언

7.1 [기술적 실현가능성에 대한 종합 의견] 현재 기술 수준에서 AI Agent 기반 진로교육 시스템 구축이 얼마나 가능한지, 그 근거는 무엇인지 평가해 주십시오.

① 전반 평가:

- 현재 실현가능성(1–5): 1=매우 낮음, 3=보통, 5=매우 높음

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

② 기술성숙도(TRL, Technology Readiness Level):

- 현재 TRL 단계(1-9) :
- 12 개월 내 목표 TRL 단계(1-9):

③ 평가근거(2~3 줄 자유 서술)

- 예:유사 교육 서비스 성공 사례, 사용 가능한 데이터 범위, 국내외 연구 동향 등

7.2 [주요 기술적 도전 과제] 실제 구현 과정에서 예상되는 기술적 장벽은 무엇이며, 어떤 해결 방안을 적용할 수 있는지를 구체적으로 제시해 주십시오.

기술 영역	예상되는 도전 과제	난이도 (1=낮음, 5=높음)	해결 방안 제안
데이터 수집/품질	예: 멀티모달 학습 데이터 부족	☐1 ☐2 ☐3 ☐4 ☐5	합성 데이터, 교사 라벨링 도구
모델/알고리즘	예: LLM 환각 현상	☐1 ☐2 ☐3 ☐4 ☐5	RAG + 검증 체인
인프라/운영	예: 응답 지연시간 SLA 충족	☐1 ☐2 ☐3 ☐4 ☐5	엣지 컴퓨팅, 모델 경량화
보안/프라이버시	예: 민감 정보 유출 위험	☐1 ☐2 ☐3 ☐4 ☐5	Differential Privacy, RBAC
현장 채택/UX	예: 교사 워크플로우 불일치	☐1 ☐2 ☐3 ☐4 ☐5	교사 Co-supervision UI

7.3 [혁신적 기술 적용 제안] 1 차 조사에서 다루지 않았지만 추가로 고려할 수 있는 혁신적 기술·접근법을 제안해 주십시오. (최대 3 개까지 작성 가능)

제안 기술	적용 가능 영역 (1-5)	예상 효과 (1-5)	혁신성 (1–5)	실현가능성 (1–5)
①				
②				
③				

7.4 [현장 적용 시 고려사항] 기술적으로 구현이 가능하더라도 실제 학교 현장 적용 시 고려해야 할 현실적 제약이나 요구사항은 무엇입니까?

① **주요 고려 항목 (체크 후 서술 가능)**
- ☐ 디바이스 보급률 / 성능 제약
- ☐ 네트워크 환경 불안정
- ☐ 기존 시스템(NEIS/커리어넷 등)과의 연계 권한 문제
- ☐ 교사 연수 및 업무 부담
- ☐ 학생·학부모의 개인정보 동의
- ☐ 학사 일정, 수업 시간 제약
- ☐ 기타: _____

② 우선 고려해야 할 2~3 가지 제약과 대응 방안 **(자유서술)**

〈부록 5〉 진로교육 전문가 대상 델파이 조사지(3차)

전문가 정보 수집

I. 개인정보 수집 및 이용에 대한 동의

본 연구는 AI Agent 기반 진로교육 시스템 개발을 위한 델파이 조사로, 수집된 개인정보는 연구 목적으로만 사용되며 연구 종료 후 3 년 이내에 폐기됩니다. 모든 응답은 익명화 처리되어 분석됩니다.

- **수집하는 개인정보**: 성명, 이메일, 소속기관, 전문분야, 경력사항
- **이용 목적**: 전문가 자격 검증, 조사 결과 분석, 후속 연구 연락
- **보관 기간**: 연구 종료 후 3 년
- **동의 철회**: 언제든 참여 중단 및 정보 삭제 요청 가능

☐ 개인정보 수집 및 이용에 동의합니다.

II. 기본 정보

1. 전문가 식별 코드 (연구진이 부여): E_____

2. 이메일 (3 차 조사 연락용): _____

※ 분석 시 즉시 익명화 처리되며, 연구 완료 후 삭제됩니다.

3. 소속 기관 유형:

☐ **국내 대학** ☐ **국외 대학** ☐ **정부출연연구소** ☐ **민간기업 연구소** ☐ **스타트업** ☐ **기타**

III. 전문성 정보

1. AI/ML 분야 총 경력 기간 ☐ 3 년 미만 ☐ 3-5 년 ☐ 6-10 년 ☐ 11-15 년 ☐ 16 년 이상

2. 주요 전문 분야 (복수 선택 가능) ☐ 머신러닝/딥러닝 모델 개발

☐ 자연어처리(NLP) 및 LLM 개발
☐ AI Agent 및 멀티에이전트 시스템
☐ 추천시스템 및 개인화 알고리즘
☐ 컴퓨터 비전 및 멀티모달 AI
☐ MLOps/LLMOps 및 시스템 운영
☐ AI 윤리 및 설명가능한 AI
☐ 교육공학 및 EdTech
☐ 기타: _____

3. 최고 학위 ☐ 학사 ☐ 석사 ☐ 박사 ☐ 기타
전공 분야: _____

IV. 기술 경험

1. LLM 개발 경험 (필수) ☐ 직접 개발 경험 있음 (3 년 이상)
☐ 직접 개발 경험 있음 (1-2 년)
☐ 활용 경험 있음
☐ 이론적 지식만 보유

2. AI Agent 시스템 구현 경험 (필수) ☐ 상용 시스템 개발 경험
☐ 프로토타입 개발 경험
☐ 연구 프로젝트 경험
☐ 이론적 지식만 보유

3. 교육 분야 AI 개발 경험 ☐ 교육용 AI 시스템 개발
☐ EdTech 프로젝트 참여
☐ 교육 데이터 분석 경험
☐ 경험 없음

4. 주요 사용 기술 스택 (복수 선택 가능)
☐ Python ☐ TensorFlow ☐ PyTorch ☐ Hugging Face
☐ LangChain ☐ OpenAI API ☐ AWS ☐ GCP
☐ Docker/Kubernetes ☐ 기타: _____

V. 도메인 지식

1. 진로교육 분야에 대한 이해도
☐ 매우 높음 (관련 연구/프로젝트 다수)
☐ 높음 (관련 경험 보유)
☐ 보통 (기본 지식 보유)
☐ 낮음 (관심은 있으나 경험 부족)
☐ 매우 낮음

VI. 연구 결과 활용 동의

☐ 연구 결과를 학술논문, 정책보고서 등에 활용하는 것에 동의합니다.
☐ 연구 결과 발표 시 전문가로 언급되는 것에 동의합니다. (익명 처리)

AI 기반 진로교육 시스템 구축을 위한 3차 델파이 조사

진로교육전문가

조사 개요

안녕하십니까? 바쁘신 중에도 1, 2차 델파이 조사에 참여해 주셔서 진심으로 감사드립니다.

2차 조사 결과, 대부분의 항목에서 전문가 간 강한 합의가 도출되었습니다. 따라서 본 3차 조사는 **실질적인 구현 전략과 정책 우선순위**에 집중하여 실무적 관점에서의 전문가 의견을 수렴하고자 합니다.

소요 시간: 약 10-15분
응답 기한: 2025년 9월 26일(금))까지

PART I. 구현 우선순위 및 단계별 전략

1. 시스템 구현 우선순위 확정

AI 기반 진로교육 시스템 구현을 위한 8개 영역의 추진 우선순위를 설정해 주세요.
(1순위~8순위로 번호 기입)

구현 영역	우선순위	주요 내용
기술적 인프라 구축	___	데이터 플랫폼, 네트워크, 보안 시스템
개인정보보호 체계 완비	___	동의 시스템, 투명성 확보, 윤리적 안전장치
교사 역량 강화 프로그램	___	AI 리터러시, 상담 기법, 연수 체계
AI-교사 협력 모델 구축	___	역할 분담, 의존 방지, 협력 체계
정책·법제도 정비	___	진로교육법, 예산 확보, 거버넌스
콘텐츠 개발 및 검증	___	진로 콘텐츠, 신뢰성 확보, 전문가 검토
이해관계자 수용성 확보	___	교사, 학생, 학부모 수용성 제고
시범 운영 및 효과 검증	___	파일럿 테스트, 성과 평가, 점진적 확산

2. 구현 단계별 전략 수립

2-1. 1단계 (즉시 추진, 6개월 이내):

가장 우선적으로 추진해야 할 2개 영역을 선택해 주세요

- □ 기술적 인프라 구축
- □ 개인정보보호 체계 완비
- □ 교사 역량 강화 프로그램
- □ AI-교사 협력 모델 구축
- □ 정책·법제도 정비
- □ 콘텐츠 개발 및 검증
- □ 이해관계자 수용성 확보
- □ 시범 운영 및 효과 검증

2-2. 2단계 (단계적 추진, 6-18개월):

1단계 완료 후 집중 추진할 2개 영역을 선택해 주세요.

- □ 기술적 인프라 구축
- □ 개인정보보호 체계 완비
- □ 교사 역량 강화 프로그램
- □ AI-교사 협력 모델 구축
- □ 정책·법제도 정비
- □ 콘텐츠 개발 및 검증
- □ 이해관계자 수용성 확보
- □ 시범 운영 및 효과 검증

2-3. 3단계 (후속 추진, 18개월 이후)

마지막 단계에서 안정화할 영역들을 선택해 주세요.

- □ 기술적 인프라 구축
- □ 개인정보보호 체계 완비
- □ 교사 역량 강화 프로그램
- □ AI-교사 협력 모델 구축
- □ 정책·법제도 정비
- □ 콘텐츠 개발 및 검증
- □ 이해관계자 수용성 확보
- □ 시범 운영 및 효과 검증

PART II. 주요 쟁점 재검토

3. 실시간 데이터 수집 시스템에 대한 재평가

문항 설명: 학생의 학습 활동, 진로탐색 과정, 정서 상태 등을 실시간으로 수집·분석하여 맞춤형 피드백을 제공하는 시스템에 대한 타당성과 필요성을 재검토함.

- 2차 조사 결과 요약:
  - 중요도 평균 4.06, 적절성 4.00, 실현가능성 3.69로 나타나 중요성은 인정되었으나, 적절성과 실현가능성에서 표준편차 1.2 이상으로 의견 분산이 큼.
  - 우려 요인으로는 개인정보 침해, 과도한 모니터링으로 인한 학생 부담, 기술적 비용, 교사 활용 역량 부족 등이 지적됨.
- 시스템 내용: 학생의 학습 활동, 진로탐색 과정, 정서 상태 등을 실시간으로 수집·분석하여 즉시 맞춤형 피드백을 제공하는 시스템

실시간 데이터 수집 시스템에 대한

진로교육 효과성 측면 평가: □ 5점 □ 4점 □ 3점 □ 2점 □ 1점

교육적 타당성 측면: □ 5점 □ 4점 □ 3점 □ 2점 □ 1점

현장적용가능성 측면: □ 5점 □ 4점 □ 3점 □ 2점 □ 1점

주요 우려사항 (중복 선택 가능):

□ 개인정보보호 및 프라이버시 침해
□ 과도한 모니터링으로 인한 학생 부담
□ 기술적 구현의 복잡성과 비용
□ 교사의 기술 활용 역량 부족
□ 데이터 오남용 가능성
□ 학부모의 거부감 및 우려

4. 사회경제적 배경 정보 활용 방안

"2차 조사에서는 개인정보보호 장치의 필요성에는 전반적으로 높은 합의가 있었으나, 데이터 수정·삭제권, 알고리즘 설명가능성, 정기적 감사 시스템 등의 실현가능성에는 이견이 많았습니다. 어떤 장치가 반드시 필요하다고 보시는지 선택해 주십시오."

- **2차 조사 결과**
  - **'사전 동의 체계 구축'은 중요도 평균 4.94로 강한 합의 도출.**
  - **그러나 '데이터 수정·삭제권 보장', '알고리즘 설명가능성', '정기적 전문가 검토·감사' 등은 중요성은 높으나 실현가능성에서 의견 분산(표준편차 1.0 이상, 낮은 합의 수준)**
  - **특히 실무 적용의 난제(기술적 한계, 행정 절차 복잡성)가 지적됨.**

진로교육에서 사회경제적 배경 정보 활용에 대한 최종 의견을 제시해 주세요.

기본 입장 (하나만 선택):

☐ 적극 활용: 맞춤형 진로지도를 위해 필요한 정보로 적극 수집·활용
☐ 제한적 활용: 최소한의 정보만 익명화하여 통계적 목적으로만 활용
☐ 활용 안함: 개인정보보호와 편견 방지를 위해 수집하지 않는 것이 바람직

선택한 입장의 이유: _____

5. 개인정보보호·윤리 장치

다음 중 반드시 필요하다고 생각하는 장치를 2개 선택해 주세요.

☐ 데이터 수정·삭제권 보장
☐ 알고리즘 투명성/설명가능성 확보
☐ 정기적 외부 전문가 검토 및 감사
☐ 기타: _____

PART III. 성공 조건 및 핵심 전략

6. 성공을 위한 필수 조건

AI 기반 진로교육 시스템의 성공적 구축을 위해 가장 중요한 조건 3가지를 선택해 주세요.

- □ 충분한 예산과 안정적 재정 지원
- □ 정확하고 신뢰할 수 있는 AI 기술력
- □ 교사의 AI 리터러시와 상담 전문성
- □ 법제도 기반과 정책적 뒷받침
- □ 학교 현장의 인프라와 환경 조성
- □ 학생·학부모의 높은 수용도와 참여도
- □ 개인정보보호 및 윤리적 안전장치
- □ 지속적인 모니터링과 개선 시스템

7. 현실적 제약 요인 및 해결 방안

현재 AI 기반 진로교육 시스템 구축의 가장 큰 장벽 3가지를 선택하고 해결 방안을 제시해 주세요.

장벽 1: □ 예산 부족 □ 기술적 한계 □ 교사 저항 □ 법제도 미비 □ 사회적 우려
해결 방안: _____

장벽 2: □ 예산 부족 □ 기술적 한계 □ 교사 저항 □ 법제도 미비 □ 사회적 우려
해결 방안: _____

장벽 3: □ 예산 부족 □ 기술적 한계 □ 교사 저항 □ 법제도 미비 □ 사회적 우려
해결 방안: _____

PART IV. 정책 제언 및 미래 전망

8. 정부 정책 우선순위

정부가 가장 우선적으로 추진해야 할 정책 3가지를 순서대로 선택해 주세요.

1 순위:

- □ AI 진로교육 관련 법제도 정비
- □ 교사 AI 리터러시 의무 연수 도입
- □ 국가 차원의 표준 플랫폼 구축
- □ 개인정보보호 가이드라인 마련
- □ 진로교육 전문 인력 확충
- □ 민간 협력 생태계 조성

2 순위:

- □ AI 진로교육 관련 법제도 정비
- □ 교사 AI 리터러시 의무 연수 도입
- □ 국가 차원의 표준 플랫폼 구축
- □ 개인정보보호 가이드라인 마련
- □ 진로교육 전문 인력 확충
- □ 민간 협력 생태계 조성

3 순위:

- □ AI 진로교육 관련 법제도 정비
- □ 교사 AI 리터러시 의무 연수 도입
- □ 국가 차원의 표준 플랫폼 구축
- □ 개인정보보호 가이드라인 마련
- □ 진로교육 전문 인력 확충
- □ 민간 협력 생태계 조성

8. 현장 도입의 저항 요인

도입 시 예상되는 가장 큰 저항 2가지를 선택해 주세요.

□ 교사 저항 □ 학부모 거부감 □ 학생 부담 □ 기술·인프라 부족 □ 예산 제약
□ 법제도 미비

PART V. 미래 전망과 성공 요인

9. 5년 후 전망(2030년)

5년 후(2030년) AI 기반 진로교육 시스템의 모습을 어떻게 전망하십니까?

- □ 전면 도입: 전국 모든 중·고등학교에서 본격 활용 중
- □ 단계적 확산: 일부 선진 지역/학교에서 성공적 운영, 점진적 확산 중
- □ 시범 운영: 시범 운영 단계에서 효과성 검증 중
- □ 도입 준비: 여전히 기술 개발 및 제도 정비 단계
- □ 실현 어려움: 기술적·제도적 한계로 실현이 어려운 상황

전망 근거: _____

10. 핵심 성공 요인

AI 기반 진로교육이 성공하기 위한 가장 중요한 요소 3가지를 선택해 주세요.

- □ 데이터 수집과 정보 체계: 학습자 이해 및 정확한 진단
- □ 교육학적 설계 원칙: 자기결정성 이론, 구성주의 등 교육철학 기반
- □ 교사 역할과 지원체계: 교사의 변화된 역할과 역량 강화
- □ 시스템 기능과 기술적 요소: AI 상담 기능, 콘텐츠 구성
- □ 제도적·윤리적 조건: 정책 지원, 개인정보보호, 윤리적 안전장치
- □ 이해관계자 합의: 교사, 학생, 학부모의 수용성과 참여

PART Ⅵ. 전문가 의견 및 제언

11. 추가 고려사항

이번 연구에서 다루지 못했지만 AI 기반 진로교육 시스템 구축에서 중요하다고 생각하는 요소나 우려사항이 있다면 자유롭게 기술해 주세요.

[자유 응답란]

1. 추가로 고려해야 할 중요 요소:

2. 예상되는 부작용이나 우려사항:

3. 성공적 구축을 위한 제언:

12. 연구 활용 방안

본 연구 결과가 어떻게 활용되기를 기대하십니까?

- □ 교육부 정책 수립의 기초 자료
- □ 시·도교육청의 실행 계획 수립 지침
- □ 학교 현장의 AI 진로교육 도입 가이드
- □ 관련 기업의 시스템 개발 방향성 제시
- □ 후속 연구의 이론적 토대
- □ 기타: _____

전문가 정보 수집

I. 개인정보 수집 및 이용에 대한 동의

본 연구는 AI Agent 기반 진로교육 시스템 개발을 위한 델파이 조사로, 수집된 개인정보는 연구 목적으로만 사용되며 연구 종료 후 3 년 이내에 폐기됩니다. 모든 응답은 익명화 처리되어 분석됩니다.

- **수집하는 개인정보**: 성명, 이메일, 소속기관, 전문분야, 경력사항
- **이용 목적**: 전문가 자격 검증, 조사 결과 분석, 후속 연구 연락
- **보관 기간**: 연구 종료 후 3 년
- **동의 철회**: 언제든 참여 중단 및 정보 삭제 요청 가능

☐ 개인정보 수집 및 이용에 동의합니다.

II. 기본 정보

1. 전문가 식별 코드 (연구진이 부여): E_____

2. 이메일 (3 차 조사 연락용): _____

※ 분석 시 즉시 익명화 처리되며, 연구 완료 후 삭제됩니다.

〈부록 6〉 AI 기술 전문가 대상 델파이 조사지(3차)

AI 기반 진로교육 시스템 구축을 위한 3 차 델파이 조사

AI Agent 전문가

조사 개요

본 3 차 조사는 2 차 조사 결과를 바탕으로 **AI Agent 시스템**에 대한 전문가들의 심화된 의견 수렴과 구체적인 구현 방향성 도출을 목적으로 합니다.

2 차 조사 주요 결과 요약

- **최우선 구현 영역**: LLM 기반 진로교육 특화 모델 개발 (4.27 점)
- **AI Agent 시스템 중요도**: 대화형 진로 탐색 시스템 (4.60 점)
- **핵심 기술적 과제**: RAG+LLM 기반 설명 생성 (4.67 점)
- **예상 TRL 수준**: 현재 5-6 단계 → 12 개월 후 7-8 단계 목표

소요 시간: 약 10-15 분
응답 기한: 2025 년 9 월 26 일(금))까지

PART I. AI Agent 시스템 아키텍처 세부 설계

2차 조사 요약:
대화형 진로 탐색 시스템이 가장 중요(4.60점)하게 평가되었으며, RAG+LLM 통합, Memory 관리, 멀티턴 대화 컨텍스트 관리가 핵심 과제로 꼽혔습니다. 감정 인식 및 공감 응답은 필요성은 인정되었으나 실현가능성에서 의견 분산이 있었습니다.

1.1 대화형 AI Agent 핵심 구성요소

다음 구성요소별 **구현 우선순위**와 **기술적 실현가능성**을 평가해 주십시오.

구성요소	우선순위 (1-5)	실현가능성 (1-5)	AI Agent 통합 필요성 (1-5)
LLM 기반 자연어 대화 엔진	[ ]	[ ]	[ ]
RAG 기반 진로정보 검색 시스템	[ ]	[ ]	[ ]
Memory Management (단기/장기 기억)	[ ]	[ ]	[ ]
Tool Use & Function Calling	[ ]	[ ]	[ ]
Multi-turn 대화 컨텍스트 관리	[ ]	[ ]	[ ]
감정 인식 및 공감적 응답 생성	[ ]	[ ]	[ ]

1.2 AI Agent 의사결정 프로세스

AI Agent가 학습자에게 진로 추천을 제공할 때의 의사결정 프로세스를 평가해 주십시오.

프로세스 단계	단계 내용	**프로세스 단계별 중요도 (1-5점)**
정보 수집 단계	학습자 기본 정보, 관심사, 성격 특성 파악	
상황 분석 단계	현재 학습 상태, 진로 탐색 단계 진단	
추론 및 매칭 단계	개인 특성과 진로 옵션 간 적합도 분석	
추천 생성 단계	개인화된 진로 경로 및 액션 플랜 제시	
피드백 수집 단계	추천 결과에 대한 학습자 반응 분석	
지속적 학습 단계	상호작용 기록을 통한 Agent 성능 개선	

PART II. 교사-AI Agent 협업 모델 구체화

2 차 조사 요약:
교사 주도·AI 보조형 구조가 가장 높은 점수(4.60 점)를 기록했습니다. AI 1 차 상담-교사 검토, 교사 주도-AI 지원 시나리오가 긍정적으로 평가되었으나, AI 단독 상담은 수용성이 낮았습니다.

2.1 Human-AI Co-supervision 세부 설계

각 시나리오별 **적절성(1-5), 구현 난이도(1-5), 교사 수용성(1-5)**을 평가해 주십시오.

협업 시나리오	적절성 (1-5)	구현 난이도 (1-5)	교사 수용성 (1-5)
AI 가 1 차 상담, 교사가 검토·승인	[ ]	[ ]	[ ]
교사가 대화 주도, AI 가 실시간 정보 지원	[ ]	[ ]	[ ]
AI 가 대화 분석, 교사가 개입 시점 판단	[ ]	[ ]	[ ]
교사와 AI 가 공동으로 대화 진행	[ ]	[ ]	[ ]
AI 가 상담 기록 분석, 교사가 후속 계획 수립	[ ]	[ ]	[ ]

2.2 AI Agent 자율성 수준 조절

교사가 AI Agent 의 자율성 수준을 조절할 수 있는 기능에 대해 평가해 주십시오.

자율성 수준별 적절한 적용 상황 (해당하는 모든 것 선택)

- **Level 1 (최소 자율성)**: AI 가 정보 검색만 담당
  - [ ] 진로 초기 탐색 단계
  - [ ] 민감한 개인 문제가 있는 학생
  - [ ] 교사가 AI 시스템에 익숙하지 않은 경우
- **Level 3 (중간 자율성)**: AI 가 대화 주도하되 주요 결정은 교사 승인
  - [ ] 일반적인 진로 상담 상황
  - [ ] 다수의 학생을 동시에 관리해야 하는 경우
  - [ ] AI 시스템에 어느 정도 익숙한 교사
- **Level 5 (높은 자율성)**: AI 가 독립적으로 상담 진행, 교사는 모니터링
  - [ ] 단순 정보 제공이나 반복적 질문 처리
  - [ ] 교사가 부재중인 상황
  - [ ] AI 시스템을 완전히 신뢰하는 교사

PART III. 기술적 구현 방향성 정교화

2차 조사 요약:
기존 LLM 파인튜닝, RAG+지식베이스 구축이 주요 전략으로 꼽혔습니다. 오픈소스 LLM 경량화는 비용 효율성이 높게 평가되었으나, 멀티모델 앙상블은 성능 잠재력은 인정되나 구현 난이도에 의견 분산이 있었습니다.

3.1 LLM 모델 선택 및 최적화 전략

진로상담 특화 LLM 구축 전략 우선순위를 평가해 주십시오.

전략	우선순위 (1-5)	예상성능 (1-5)	구현비용 (1-5)
기존 LLM + 진로 도메인 Fine-tuning	[ ]	[ ]	[ ]
RAG + 진로정보 지식베이스 구축	[ ]	[ ]	[ ]
오픈소스 LLM + 경량화 (Quantization)	[ ]	[ ]	[ ]
멀티모델 앙상블 (GPT + Claude + 국산 LLM)	[ ]	[ ]	[ ]
공공기관 공동 개발	[ ]	[ ]	[ ]

3.2 실시간 성능 최적화

AI Agent 시스템의 실시간 성능 보장을 위한 기술적 접근법을 평가해 주십시오.

응답 시간 목표: 일반 질문 3초 이내, 복잡한 분석 10초 이내

최적화 기법	효과성 (1-5)	구현 난이도 (1-5)	비용 효율성 (1-5)
모델 캐싱 및 프리컴퓨팅	[ ]	[ ]	[ ]
분산 처리 및 로드 밸런싱	[ ]	[ ]	[ ]
Edge Computing 활용	[ ]	[ ]	[ ]
스트리밍 응답 (실시간 출력)	[ ]	[ ]	[ ]
컨텍스트 압축 기술	[ ]	[ ]	[ ]

PART IV. 개인정보보호 및 AI 윤리 강화 방안

4.1 AI Agent 환각(Hallucination) 방지 전략

2차 조사 요약:
LLM 환각 방지가 중요한 과제로 지적됨(4.33점). RAG 검증, 확신도 표시, 교사 검토 프로세스가 효과적인 전략으로 꼽혔습니다. 윤리 원칙 중에서는 **편향 없는 추천, 학습자 자율성 존중, 개인정보 최소 수집, 설명 가능한 AI**가 특히 강조되었습니다.

환각 방지 전략별 효과성 평가:

방지 전략	효과성 (1-5)	구현 복잡성 (1-5)	사용자 경험 영향 (1-5)
RAG 기반 사실 검증 시스템	[ ]	[ ]	[ ]
확신도 점수 표시 및 불확실성 명시	[ ]	[ ]	[ ]
교사 검토 필수 프로세스	[ ]	[ ]	[ ]
다중 소스 크로스 체킹	[ ]	[ ]	[ ]
사용자 피드백 기반 실시간 수정	[ ]	[ ]	[ ]

4.2 청소년 대상 AI 윤리 가이드라인

청소년 진로상담에 특화된 AI 윤리 원칙 중요도 평가:

윤리 원칙	중요도 (1-5)	구현 방법 명확성 (1-5)	실제 적용 가능성 (1-5)
편향 없는 진로 추천 (성별, 사회경제적 배경)	[ ]	[ ]	[ ]
학습자 자율성 존중 및 강요 금지	[ ]	[ ]	[ ]
개인정보 최소 수집 및 투명한 사용	[ ]	[ ]	[ ]
낙인 효과 방지 및 긍정적 관점 유지	[ ]	[ ]	[ ]
설명 가능한 AI 의사결정 과정	[ ]	[ ]	[ ]
학습자 정신건강 보호 우선	[ ]	[ ]	[ ]

PART V. 구현 단계별 세부 로드맵

2차 조사 요약:
MVP 단계에서는 LLM 기반 대화형 상담이 1순위(93.3%)로 선정되었으며, 2단계 확장에서는 멀티모달 상호작용, 감정 분석, 장기 추적이 주요 과제로 꼽혔습니다.

5.1 1단계 MVP (6개월) 핵심 기능 확정

MVP 단계에서 반드시 포함되어야 할 AI Agent 기능 (3개까지 선택):

- [ ] **기본 진로 탐색 대화 (관심사, 적성 파악)**
- [ ] **진로정보 검색 및 제공 (직업, 학과 정보)**
- [ ] **간단한 개인화 추천 (성향 기반 진로 제안)**
- [ ] **교사 알림 및 기본 협업 기능**
- [ ] **대화 히스토리 저장 및 연속성 관리**
- [ ] **기본적인 감정 인식 및 공감 응답**

5.2 2단계 확장 (12개월) 고도화 우선순위

2단계에서 추가할 고급 AI Agent 기능 우선순위 (1-5):

고급 기능	우선순위	기술적 도전 수준	사용자 가치
멀티모달 상호작용 (음성, 이미지 분석)	[ ]	[ ]	[ ]
고급 감정 분석 및 심리 상태 파악	[ ]	[ ]	[ ]
장기 학습자 추적 및 성장 분석	[ ]	[ ]	[ ]
부모/교사와의 삼자 협력 시스템	[ ]	[ ]	[ ]
실시간 진로 트렌드 반영 및 분석	[ ]	[ ]	[ ]
VR/AR 기반 직업 체험 연동	[ ]	[ ]	[ ]

PART VI. 전문가 의견 수렴

2차 조사 요약:
성공 요인으로는 대화 품질, 교사 협업 체계, 개인정보보호가 꼽혔습니다. 주요 우려는 기술적 한계, 교사 역할 축소, 윤리 문제였습니다.

6.1 AI Agent 시스템 성공 요인

AI Agent 기반 진로상담 시스템이 현장에서 성공하기 위한 핵심 요인 (중요도 순으로 3개 선택):

- [ ] **높은 대화 품질 및 자연스러운 상호작용**
- [ ] **교사와의 원활한 협업 체계**
- [ ] **개인정보보호 및 보안 신뢰성**
- [ ] **정확하고 신뢰할 수 있는 정보 제공**
- [ ] **사용하기 쉬운 인터페이스**
- [ ] **지속적인 학습 및 개선 시스템**
- [ ] **충분한 교사 교육 및 지원**
- [ ] **학생들의 자발적 참여 유도**

6.2 우려사항 및 해결방안

가장 우려되는 점과 **해결방안**을 제시해 주십시오:

1. **기술적 우려사항[자유 서술]:**

2. **교육적 우려사항[자유 서술]:**

3. **윤리적 우려사항[자유 서술]:**

6.3 추가 제안사항

AI Agent 기반 진로상담 시스템 구축과 관련하여 **추가로 고려해야 할 사항**이나 **개선 방향**을 자유롭게 제시해 주십시오[자유 서술]

전문가 정보 수집

I. 개인정보 수집 및 이용에 대한 동의

본 연구는 AI Agent 기반 진로교육 시스템 개발을 위한 델파이 조사로, 수집된 개인정보는 연구 목적으로만 사용되며 연구 종료 후 3 년 이내에 폐기됩니다. 모든 응답은 익명화 처리되어 분석됩니다.

- **수집하는 개인정보**: 성명, 이메일, 소속기관, 전문분야, 경력사항
- **이용 목적**: 전문가 자격 검증, 조사 결과 분석, 후속 연구 연락
- **보관 기간**: 연구 종료 후 3 년
- **동의 철회**: 언제든 참여 중단 및 정보 삭제 요청 가능

□ 개인정보 수집 및 이용에 동의합니다.

II. 기본 정보

1. 전문가 식별 코드 (연구진이 부여): E_____

2. 이메일 (3 차 조사 연락용): _____

※ 분석 시 즉시 익명화 처리되며, 연구 완료 후 삭제됩니다.

〈부록 7〉 진로교육 전문가 대상 델파이 결과분석(2차)

PART I. AI 기반 진로교육의 목적과 가치

1. 기술통계 분석표

1.1 진로교육의 본질적 가치 유지 영역 분석

〈표 1〉 진로교육의 본질적 가치 유지 영역에 관한 기술통계분석 결과

항목	평가 차원	N	평균	표준편차	최솟값	최댓값	Q1	중앙값	Q3	왜도	첨도
1-1-1. 인간 발달과 삶의 의미 탐색이라는 진로교육의 근본 목적 유지	중요도	16	4.88	0.34	4	5	5.00	5.00	5.00	-2.51	4.90
	적절성	16	4.69	0.60	3	5	4.25	5.00	5.00	-1.89	3.03
	실현가능성	16	4.56	0.63	3	5	4.00	5.00	5.00	-1.18	0.63
1-1-2. AI는 도구적 역할에 한정하고 학생의 주체적 성장을 교육의 중심에 두기	중요도	16	4.75	0.58	3	5	5.00	5.00	5.00	-2.38	5.31
	적절성	16	4.56	0.81	3	5	4.25	5.00	5.00	-1.50	0.47
	실현가능성	16	4.19	1.05	2	5	3.00	5.00	5.00	-0.82	-0.82
1-1-3. 전인적 관점에서의 진로교육 철학 지속	중요도	16	4.88	0.34	4	5	5.00	5.00	5.00	-2.51	4.90
	적절성	16	4.75	0.45	4	5	4.25	5.00	5.00	-1.28	-0.44
	실현가능성	16	4.25	0.77	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.49	-1.06

1.2 AI 시대 강화되어야 할 새로운 가치 영역 분석

〈표 2〉 AI 시대 강화되어야 할 새로운 가치 영역에 관한 기술통계분석 결과

항목	평가 차원	N	평균	표준편차	최솟값	최댓값	Q1	중앙값	Q3	왜도	첨도
1-2-1. 자기 정체성과 주체성 인식 강화	중요도	16	4.94	0.25	4	5	5.00	5.00	5.00	-4.00	16.00
	적절성	16	4.88	0.34	4	5	5.00	5.00	5.00	-2.51	4.90
	실현가능성	16	4.25	0.68	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.36	-0.59
1-2-2. AI 정보에 대한 비판적 사고와 자기결정력 제고	중요도	16	4.88	0.50	3	5	5.00	5.00	5.00	-4.00	16.00
	적절성	16	4.63	0.62	3	5	4.00	5.00	5.00	-1.50	1.58
	실현가능성	16	4.25	0.86	3	5	3.25	4.50	5.00	-0.55	-1.43
1-2-3. 메타인지와 자기성찰 능력 개발	중요도	16	5.00	0.00	5	5	5.00	5.00	5.00	-	-
	적절성	16	4.94	0.25	4	5	5.00	5.00	5.00	-4.00	16.00
	실현가능성	16	4.19	0.83	3	5	3.25	4.00	5.00	-0.39	-1.44
1-2-4. 미래 불확실성에 대응하는 적응 역량 강화	중요도	16	4.69	0.60	3	5	4.25	5.00	5.00	-1.89	3.03
	적절성	16	4.75	0.58	3	5	5.00	5.00	5.00	-2.38	5.31
	실현가능성	16	4.19	0.98	2	5	3.25	4.50	5.00	-0.91	-0.23

2. 합의도 분석표

2.1 항목별 합의도 수준

〈표 3〉 AI 기반 진로교육의 목적과 가치에 관한 항목별 합의도 수준

항목	차원	표준편차	IQR	CV(%)	합의도 수준	해석
1-1-1. 인간 발달과 삶의 의미 탐색	중요도	0.34	0.00	7.01	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.60	0.75	12.84	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.63	1.00	13.79	높음	전문가 간 강한 합의
1-1-2. AI 도구적 역할 한정	중요도	0.58	0.00	12.15	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.81	0.75	17.84	보통	일반적 합의
	실현가능성	1.05	2.00	25.00	낮음	의견 분산
1-1-3. 천인적 진로교육 철학	중요도	0.34	0.00	7.01	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.45	0.75	9.42	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.77	1.00	18.23	보통	일반적 합의
1-2-1. 자기 정체성 강화	중요도	0.25	0.00	5.06	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.34	0.00	7.01	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.68	1.00	16.07	높음	전문가 간 강한 합의
1-2-2. 비판적 사고력 제고	중요도	0.50	0.00	10.26	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.62	1.00	13.39	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.86	1.75	20.15	보통	일반적 합의
1-2-3. 메타인지 능력 개발	중요도	0.00	0.00	0.00	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.25	0.00	5.06	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.83	1.75	19.92	보통	일반적 합의
1-2-4. 적응 역량 강화	중요도	0.60	0.75	12.84	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.58	0.00	12.15	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.98	1.75	23.43	보통	일반적 합의

〈합의도 해석 기준〉
높음 (SD ≤ 0.75, IQR ≤ 1.0, CV 〈 15%): 전문가 간 강한 합의
보통 (0.75 〈 SD ≤ 1.0, 1.0 〈 IQR ≤ 1.5, 15% ≤ CV 〈 25%): 일반적 합의
낮음 (SD 〉 1.0, IQR 〉 1.5, CV ≥ 25%): 의견 분산

3. 중요도-실현가능성 매트릭스

3.1 가중평균 점수 산출표

〈표 4〉 AI 기반 진로교육의 목적과 가치에 관한 가중평균 점수 산출

항목	중요도(M)	적절성(A)	실현가능성(F)	가중평균1	가중평균2	가중평균3	순위
1-1-1. 인간 발달과 삶의 의미 탐색	4.88	4.69	4.56	4.71	4.73	4.69	1
1-1-2. AI 도구적 역할 한정	4.75	4.56	4.19	4.50	4.53	4.47	7
1-1-3. 천인적 진로교육 철학	4.88	4.75	4.25	4.62	4.65	4.59	4
1-2-1. 자기 정체성 강화	4.94	4.88	4.25	4.68	4.71	4.64	3
1-2-2. 비판적 사고력 제고	4.88	4.63	4.25	4.58	4.61	4.55	5
1-2-3. 메타인지 능력 개발	5.00	4.94	4.19	4.70	4.74	4.66	2
1-2-4. 적응 역량 강화	4.69	4.75	4.19	4.53	4.56	4.51	6

가중평균 산출 방식
가중평균1: M(35%) + A(30%) + F(35%)
가중평균2: M(40%) + A(30%) + F(30%)
가중평균3: M(30%) + A(30%) + F(40%)

3.2 4사분면 매트릭스 (가중평균-실현가능성 기준) 시각화

4. 전문가 배경별 차이 분석

4.1 전문가의 경력별 인식 차이 (ANOVA)

〈표 5〉 AI 기반 진로교육의 목적과 가치에 관한 전문가의 경력별 인식 차이

항목	차원	3년 미만 (n=1)	3-5년 (n=3)	6-10년 (n=2)	11-15년 (n=2)	16년 이상 (n=8)	F값	p값	해석
1-1-1. 인간 발달과 삶의 의미 탐색	중요도	5.00	4.67	4.50	5.00	5.00	1.375	0.305	
	적절성	5.00	4.67	5.00	4.50	4.63	0.216	0.924	
	실현가능성	5.00	4.67	4.50	4.50	4.50	0.131	0.968	
1-1-2. AI 도구적 역할 한정	중요도	3.00	4.67	5.00	4.50	5.00	9.036	0.002	**
	적절성	3.00	4.67	5.00	4.00	4.75	1.682	0.224	
	실현가능성	5.00	4.00	3.50	5.00	4.13	0.630	0.651	
1-1-3. 전인적 진로교육 철학	중요도	5.00	4.67	5.00	4.50	5.00	1.375	0.305	
	적절성	5.00	4.67	4.50	4.50	4.88	0.496	0.739	
	실현가능성	5.00	4.33	4.00	4.00	4.25	0.281	0.884	
1-2-1. 자기 정체성 강화	중요도	5.00	4.67	5.00	5.00	5.00	1.117	0.397	
	적절성	5.00	4.67	4.50	5.00	5.00	1.375	0.305	
	실현가능성	4.00	4.33	4.00	5.00	4.13	0.724	0.594	
1-2-2. 비판적 사고력 제고	중요도	5.00	4.33	5.00	5.00	5.00	1.117	0.397	
	적절성	4.00	4.67	4.00	4.50	4.88	1.162	0.379	
	실현가능성	5.00	3.67	4.50	4.50	4.25	0.550	0.703	
1-2-3. 메타인지 능력 개발	중요도	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	-	-	
	적절성	5.00	5.00	5.00	5.00	4.88	0.196	0.935	
	실현가능성	5.00	3.33	4.50	5.00	4.13	2.001	0.164	
1-2-4. 적응 역량 강화	중요도	5.00	4.33	5.00	4.00	4.88	1.472	0.276	
	적절성	5.00	4.67	5.00	4.00	4.88	1.132	0.391	
	실현가능성	5.00	3.33	3.50	4.00	4.63	1.641	0.233	

4.2 전문가의 AI 경험별 차이 (t-검정)

〈표 6〉 AI 기반 진로교육의 목적과 가치에 관한 전문가의 AI 경험 유무에 따른 차이

항목	차원	AI 경험 있음 (n=13)	AI 경험 없음 (n=3)	t값	p값	Cohen's d	해석
1-1-1. 인간 발달과 삶의 의미 탐색	중요도	4.92	4.67	1.188	0.255	0.337	
	적절성	4.69	4.67	0.064	0.950	0.623	
	실현가능성	4.62	4.33	0.688	0.503	0.641	
1-1-2. AI 도구적 역할 한정	중요도	4.77	4.67	0.269	0.792	0.596	
	적절성	4.62	4.33	0.528	0.606	0.834	
	실현가능성	4.23	4.00	0.334	0.743	1.079	
1-1-3. 전인적 진로교육 철학	중요도	4.85	5.00	-0.691	0.501	0.348	
	적절성	4.77	4.67	0.347	0.733	0.461	
	실현가능성	4.31	4.00	0.607	0.554	0.791	
1-2-1. 자기 정체성 강화	중요도	4.92	5.00	-0.468	0.647	0.257	
	적절성	4.92	4.67	1.188	0.255	0.337	
	실현가능성	4.23	4.33	-0.227	0.824	0.706	
1-2-2. 비판적 사고력 제고	중요도	4.85	5.00	-0.468	0.647	0.514	
	적절성	4.77	4.00	2.165	0.048	0.555	*(중간)
	실현가능성	4.23	4.33	-0.181	0.859	0.885	
1-2-3. 메타인지 능력 개발	중요도	5.00	5.00	-	-	-	
	적절성	4.92	5.00	-0.468	0.647	0.257	
	실현가능성	4.08	4.67	-1.112	0.285	0.828	
1-2-4. 적응 역량 강화	중요도	4.62	5.00	-2.132	0.054	0.602	
	적절성	4.69	5.00	-0.823	0.424	0.584	
	실현가능성	4.23	4.00	0.225	0.841	1.011	

PART II. 시스템 설계의 교육학적 기반

1. 기술통계 분석표

1.1 이론적 토대 영역 분석

〈표 7〉 이론적 토대 영역에 관한 기술통계분석 결과

항목	평가 차원	N	평균	표준편차	최솟값	최댓값	Q1	중앙값	Q3	왜도	첨도
2-1-1. 자기결정성 이론 기반 설계 (자율성, 유능감, 관계성 욕구 충족)	중요도	16	4.81	0.40	4	5	5.00	5.00	5.00	-1.77	1.28
	적절성	16	4.81	0.40	4	5	5.00	5.00	5.00	-1.77	1.28
	실현가능성	16	4.19	0.66	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.20	-0.37
2-1-2. 메타인지 강화를 위한 자기성찰 기능 내재화	중요도	16	4.81	0.40	4	5	5.00	5.00	5.00	-1.77	1.28
	적절성	16	4.56	0.51	4	5	4.00	5.00	5.00	-0.28	-2.22
	실현가능성	16	4.13	0.50	3	5	4.00	4.00	4.00	0.34	1.65
2-1-3. 듀이의 경험학습론에 기반한 실제 활동 연계 시스템	중요도	16	4.69	0.48	4	5	4.00	5.00	5.00	-0.90	-1.39
	적절성	16	4.63	0.50	4	5	4.00	5.00	5.00	-0.57	-1.93
	실현가능성	16	4.13	0.81	3	5	3.25	4.00	5.00	-0.25	-1.37
2-1-4. 수퍼의 생애진로발달 이론을 반영한 단계별 진로 지원	중요도	16	4.25	0.77	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.49	-1.06
	적절성	16	4.50	0.63	3	5	4.00	5.00	5.00	-0.90	0.03
	실현가능성	16	4.13	0.81	3	5	3.25	4.00	5.00	-0.25	-1.37
2-1-5. 구성주의 진로발달이론 기반 개인 진로 스토리 구축	중요도	16	4.63	0.50	4	5	4.00	5.00	5.00	-0.57	-1.93
	적절성	16	4.63	0.62	3	5	4.00	5.00	5.00	-1.50	1.58
	실현가능성	16	4.31	0.79	3	5	4.00	4.50	5.00	-0.66	-1.01

1.2 학습자 중심성 보장 원칙 영역 분석

〈표 8〉 학습자 중심성 보장 원칙 영역에 관한 기술통계분석 결과

항목	평가 차원	N	평균	표준편차	최솟값	최댓값	Q1	중앙값	Q3	왜도	첨도
2-2-1. 결과 중심에서 과정 중심 패러다임으로 전환	중요도	16	4.88	0.34	4	5	5.00	5.00	5.00	-2.51	4.90
	적절성	16	4.75	0.58	3	5	5.00	5.00	5.00	-2.38	5.31
	실현가능성	16	4.06	0.85	3	5	3.00	4.00	5.00	-0.13	-1.65
2-2-2. 학습자의 진로탐색 과정 전반에 걸친 주도권 보장	중요도	16	4.81	0.54	3	5	5.00	5.00	5.00	-3.03	9.09
	적절성	16	4.63	0.72	3	5	4.25	5.00	5.00	-1.73	1.70
	실현가능성	16	4.00	0.89	2	5	3.25	4.00	5.00	-0.64	0.03
2-2-3. AI는 조력자 역할에 한정, 최종 결정권은 학습자에게 부여	중요도	16	4.88	0.34	4	5	5.00	5.00	5.00	-2.51	4.90
	적절성	16	4.63	0.62	3	5	4.00	5.00	5.00	-1.50	1.58
	실현가능성	16	4.13	0.96	3	5	3.00	4.50	5.00	-0.28	-2.01
2-2-4. 개인차를 고려한 다중 지능 기반 맞춤형 접근	중요도	16	4.81	0.40	4	5	5.00	5.00	5.00	-1.77	1.28
	적절성	16	4.63	0.50	4	5	4.00	5.00	5.00	-0.57	-1.93
	실현가능성	16	4.06	0.93	3	5	3.00	4.00	5.00	-0.14	-1.96

2. 합의도 분석표

2.1 항목별 합의도 수준

〈표 9〉 시스템 설계의 교육학적 기반에 관한 항목별 합의도 수준

항목	차원	표준편차	IQR	CV(%)	합의도 수준	해석
2-1-1. 자기결정성 이론 기반 설계	중요도	0.40	0.00	8.38	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.40	0.00	8.38	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.66	1.00	15.64	높음	전문가 간 강한 합의
2-1-2. 자기성찰 기능 내재화	중요도	0.40	0.00	8.38	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.51	1.00	11.23	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.50	0.00	12.12	높음	전문가 간 강한 합의
2-1-3. 실제 활동 연계 시스템	중요도	0.48	1.00	10.21	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.50	1.00	10.81	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.81	1.75	19.54	보통	일반적 합의
2-1-4. 단계별 진로 지원	중요도	0.77	1.00	18.23	보통	일반적 합의
	적절성	0.63	1.00	14.05	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.81	1.75	19.54	보통	일반적 합의
2-1-5. 개인 진로 스토리 구축	중요도	0.50	1.00	10.81	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.62	1.00	13.39	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.79	1.00	18.39	보통	일반적 합의
2-2-1. 패러다임 전환	중요도	0.34	0.00	7.01	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.58	0.00	12.15	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.85	2.00	21.02	보통	일반적 합의
2-2-2. 주도권 보장	중요도	0.54	0.00	11.30	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.72	0.75	15.54	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.89	1.75	22.36	보통	일반적 합의
2-2-3. 최종결정권 학습자 부여	중요도	0.34	0.00	7.01	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.62	1.00	13.39	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.96	2.00	23.21	보통	일반적 합의
2-2-4. 맞춤형 접근	중요도	0.40	0.00	8.38	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.50	1.00	10.81	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.93	2.00	22.86	보통	일반적 합의

〈합의도 해석 기준〉
높음 (SD ≤ 0.75, IQR ≤ 1.0, CV 〈 15%): 전문가 간 강한 합의
보통 (0.75 〈 SD ≤ 1.0, 1.0 〈 IQR ≤ 1.5, 15% ≤ CV 〈 25%): 일반적 합의
낮음 (SD 〉 1.0, IQR 〉 1.5, CV ≥ 25%): 의견 분산

3. 중요도-실현가능성 매트릭스

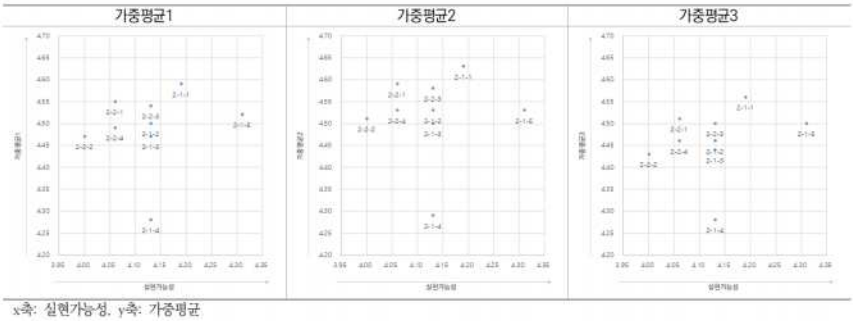
3.1 가중평균 점수 산출표

〈표 10〉 시스템 설계의 교육학적 기반에 관한 가중평균 점수 산출

항목	중요도(M)	적절성(A)	실현가능성(F)	가중평균1	가중평균2	가중평균3	순위
2-1-1. 자기결정성 이론 기반 설계	4.81	4.81	4.19	4.59	4.63	4.56	1
2-1-2. 자기성찰 기능 내재화	4.81	4.56	4.13	4.50	4.53	4.46	5
2-1-3. 실제 활동 연계 시스템	4.69	4.63	4.13	4.47	4.50	4.44	7
2-1-4. 단계별 진로 지원	4.25	4.50	4.13	4.28	4.29	4.28	9
2-1-5. 개인 진로 스토리 구축	4.63	4.63	4.31	4.52	4.53	4.50	4
2-2-1. 패러다임 전환	4.88	4.75	4.06	4.55	4.59	4.51	2
2-2-2. 주도권 보장	4.81	4.63	4.00	4.47	4.51	4.43	8
2-2-3. 최종결정권 학습자 부여	4.88	4.63	4.13	4.54	4.58	4.50	3
2-2-4. 맞춤형 접근	4.81	4.63	4.06	4.49	4.53	4.46	6

가중평균 산출 방식
가중평균1: M(35%) + A(30%) + F(35%)
가중평균2: M(40%) + A(30%) + F(30%)
가중평균3: M(30%) + A(30%) + F(40%)

3.2 4사분면 매트릭스 (가중평균-실현가능성 기준) 시각화



x축: 실현가능성, y축: 가중평균

4. 전문가 배경별 차이 분석

4.1 전문가의 경력별 인식 차이 (ANOVA)

〈표 11〉 시스템 설계의 교육학적 기반에 관한 전문가의 경력별 인식 차이

항목	차원	3년 미만 (n=1)	3-5년 (n=3)	6-10년 (n=2)	11-15년 (n=2)	16년 이상 (n=8)	F값	p값	해석
2-1-1. 자기결정성 이론 기반 설계	중요도	5.00	5.00	4.50	4.50	4.88	0.825	0.536	
	적절성	5.00	5.00	5.00	4.50	4.75	0.602	0.669	
	실현가능성	4.00	4.33	4.50	4.50	4.00	0.374	0.822	
2-1-2. 자기성찰 기능 내재화	중요도	5.00	4.33	5.00	4.50	5.00	2.996	0.067	
	적절성	5.00	4.33	4.50	4.00	4.75	1.311	0.325	
	실현가능성	5.00	4.00	4.50	4.00	4.00	1.375	0.305	
2-1-3. 실제 활동 연계 시스템	중요도	5.00	5.00	5.00	4.50	4.50	1.031	0.434	
	적절성	5.00	4.67	5.00	4.50	4.50	0.507	0.732	
	실현가능성	5.00	3.67	4.00	4.50	4.13	0.584	0.681	
2-1-4. 단계별 진로 지원	중요도	5.00	4.33	4.00	4.00	4.25	0.281	0.884	
	적절성	5.00	4.67	5.00	4.50	4.25	0.786	0.558	
	실현가능성	5.00	3.67	4.00	5.00	4.00	1.272	0.339	
2-1-5. 개인 진로 스토리 구축	중요도	5.00	4.67	4.50	4.50	4.63	0.162	0.953	
	적절성	5.00	4.67	4.50	4.50	4.63	0.103	0.979	
	실현가능성	5.00	4.33	4.50	4.50	4.13	0.288	0.879	
2-2-1. 패러다임 전환	중요도	5.00	4.67	5.00	5.00	4.88	0.372	0.824	
	적절성	5.00	4.67	4.00	5.00	4.88	1.132	0.391	
	실현가능성	5.00	4.33	3.50	4.00	4.00	0.531	0.716	
2-2-2. 주도권 보장	중요도	5.00	4.33	5.00	4.50	5.00	1.104	0.403	
	적절성	5.00	4.33	4.00	4.50	4.88	0.778	0.562	
	실현가능성	4.00	4.67	3.00	4.50	3.88	1.354	0.311	
2-2-3. 최종결정권 학습자 부여	중요도	4.00	5.00	5.00	4.50	5.00	6.875	0.005	**
	적절성	4.00	4.67	4.50	4.00	4.88	1.162	0.379	
	실현가능성	5.00	4.33	4.00	3.50	4.13	0.390	0.811	
2-2-4. 맞춤형 접근	중요도	5.00	4.67	5.00	5.00	4.75	0.344	0.843	
	적절성	5.00	4.33	5.00	4.00	4.75	2.010	0.163	
	실현가능성	5.00	4.00	4.00	4.50	3.88	0.378	0.820	

4.2 전문가의 AI 경험별 차이 (t-검정)

〈표 12〉 시스템 설계의 교육학적 기반에 관한 전문가의 AI 경험 유무에 따른 차이

항목	차원	AI 경험 있음 (n=13)	AI 경험 없음 (n=3)	t값	p값	Cohen's d	해석
2-1-1. 자기결정성 이론 기반 설계	중요도	4.85	4.67	0.683	0.506	0.410	
	적절성	4.77	5.00	-1.897	0.082	0.406	
	실현가능성	4.08	4.67	-1.457	0.167	0.632	
2-1-2. 자기성찰 기능 내재화	중요도	4.77	5.00	-1.897	0.082	0.406	
	적절성	4.62	4.33	0.852	0.409	0.517	
	실현가능성	4.08	4.33	-0.791	0.442	0.506	
2-1-3. 실제 활동 연계 시스템	중요도	4.69	4.67	0.081	0.937	0.495	
	적절성	4.62	4.67	-0.155	0.879	0.517	
	실현가능성	4.15	4.00	0.617	0.549	0.832	
2-1-4. 단계별 진로 지원	중요도	4.38	3.67	1.507	0.154	0.744	
	적절성	4.46	4.67	-0.493	0.629	0.649	
	실현가능성	4.08	4.33	-0.484	0.636	0.828	
2-1-5. 개인 진로 스토리 구축	중요도	4.62	4.67	-0.155	0.879	0.517	
	적절성	4.62	4.67	-0.125	0.902	0.641	
	실현가능성	4.23	4.67	-0.850	0.410	0.801	
2-2-1. 패러다임 전환	중요도	4.85	5.00	-0.691	0.501	0.348	
	적절성	4.85	4.33	0.760	0.523	0.558	
	실현가능성	4.08	4.00	0.136	0.894	0.883	
2-2-2. 주도권 보장	중요도	4.85	4.67	0.502	0.623	0.558	
	적절성	4.69	4.33	0.769	0.455	0.729	
	실현가능성	4.08	3.67	0.704	0.493	0.910	
2-2-3. 최종결정권 학습자 부여	중요도	4.92	4.67	1.188	0.255	0.337	
	적절성	4.77	4.00	2.165	0.048	0.555	*(중간)
	실현가능성	4.23	3.67	0.915	0.376	0.963	
2-2-4. 맞춤형 접근	중요도	4.77	5.00	-1.897	0.082	0.406	
	적절성	4.62	4.67	-0.155	0.879	0.517	
	실현가능성	4.00	4.33	-0.547	0.593	0.951	

PART Ⅲ. 학습자 이해 및 진단

1. 기술통계 분석표

1.1 개인정보 수집 항목 영역 분석

〈표 13〉 개인정보 수집 항목 영역에 관한 기술통계분석 결과

항목	평가 차원	N	평균	표준 편차	최솟 값	최댓 값	Q1	중앙 값	Q3	왜도	첨도
3-1-1. 전통적 진로 요소: 흥미, 적성, 성격, 가치관	중요도	16	4.75	0.58	3	5	5.00	5.00	5.00	-2.38	5.31
	적절성	16	4.75	0.58	3	5	5.00	5.00	5.00	-2.38	5.31
	실현가능성	16	4.63	0.62	3	5	4.00	5.00	5.00	-1.50	1.58
3-1-2. 심리·정서적 요소: 자기효능감, 진로동기, 정서상태	중요도	16	4.75	0.45	4	5	4.25	5.00	5.00	-1.28	-0.44
	적절성	16	4.69	0.48	4	5	4.00	5.00	5.00	-0.90	-1.39
	실현가능성	16	4.13	0.81	3	5	3.25	4.00	5.00	-0.25	-1.37
3-1-3. 학습·행동 데이터: 학습 로그, 진로탐색 기록	중요도	16	4.31	0.79	3	5	4.00	4.50	5.00	-0.66	-1.01
	적절성	16	4.50	0.63	3	5	4.00	5.00	5.00	-0.90	0.03
	실현가능성	16	4.25	0.68	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.36	-0.59
3-1-4. 학업성취 및 역량 데이터	중요도	16	4.31	0.70	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.54	-0.64
	적절성	16	4.31	0.60	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.20	-0.38
	실현가능성	16	4.44	0.89	2	5	4.00	5.00	5.00	-1.72	2.70
3-1-5. 사회경제적 배경 정보	중요도	16	3.69	0.79	2	5	3.00	4.00	4.00	-0.25	0.13
	적절성	16	3.44	0.81	2	5	3.00	3.50	4.00	-0.20	-0.21
	실현가능성	16	4.00	1.15	1	5	3.00	4.00	5.00	-1.19	1.45

1.2 정보 수집 방식 영역 분석

〈표 14〉 정보 수집 방식 영역에 관한 기술통계분석 결과

항목	평가 차원	N	평균	표준 편차	최솟 값	최댓 값	Q1	중앙 값	Q3	왜도	첨도
3-2-1. 자기보고식 검사와 행동 기반 데이터의 통합 활용	중요도	16	4.50	0.63	3	5	4.00	5.00	5.00	-0.90	0.03
	적절성	16	4.31	0.70	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.54	-0.64
	실현가능성	16	4.56	0.63	3	5	4.00	5.00	5.00	-1.18	0.63
3-2-2. 다면적·통합적 진단 체계 구축	중요도	16	4.56	0.73	3	5	4.00	5.00	5.00	-1.43	0.78
	적절성	16	4.44	0.73	3	5	4.00	5.00	5.00	-0.94	-0.28
	실현가능성	16	3.88	0.81	3	5	3.00	4.00	4.75	0.25	-1.37
3-2-3. 실시간 데이터 수집 및 분석 시스템	중요도	16	4.06	1.24	1	5	3.25	4.50	5.00	-1.34	1.18
	적절성	16	4.00	1.21	1	5	3.25	4.00	5.00	-1.29	1.20
	실현가능성	16	3.69	1.14	1	5	3.00	4.00	4.75	-0.84	0.63

1.3 개인정보보호 및 윤리 영역 분석

〈표 15〉 개인정보보호 및 윤리 영역에 관한 기술통계분석 결과

항목	평가 차원	N	평균	표준편차	최솟값	최댓값	Q1	중앙값	Q3	왜도	첨도
3-3-1. 엄격한 사전 동의 체계 구축	중요도	16	4.94	0.25	4	5	5.00	5.00	5.00	-4.00	16.00
	적절성	16	4.81	0.54	3	5	5.00	5.00	5.00	-3.03	9.09
	실현가능성	16	4.56	0.73	3	5	4.00	5.00	5.00	-1.43	0.78
3-3-2. 데이터 수정·삭제권 보장	중요도	16	4.88	0.34	4	5	5.00	5.00	5.00	-2.51	4.90
	적절성	16	4.50	0.63	3	5	4.00	5.00	5.00	-0.90	0.03
	실현가능성	16	3.94	1.06	2	5	3.00	4.00	5.00	-0.62	-0.73
3-3-3. 알고리즘 투명성 및 설명가능성 확보	중요도	16	4.69	0.48	4	5	4.00	5.00	5.00	-0.90	-1.39
	적절성	16	4.56	0.63	3	5	4.00	5.00	5.00	-1.18	0.63
	실현가능성	16	3.81	0.98	2	5	3.00	4.00	5.00	-0.06	-1.20
3-3-4. 정기적 전문가 검토 및 감사 시스템	중요도	16	4.50	0.63	3	5	4.00	5.00	5.00	-0.90	0.03
	적절성	16	4.44	0.73	3	5	4.00	5.00	5.00	-0.94	-0.28
	실현가능성	16	3.94	1.06	2	5	3.00	4.00	5.00	-0.62	-0.73

2. 합의도 분석표

2.1 항목별 합의도 수준

〈표 16〉 학습자 이해 및 진단에 관한 항목별 합의도 수준

항목	차원	표준편차	IQR	CV(%)	합의도 수준	해석
3-1-1. 전통적 진로 요소	중요도	0.58	0.00	12.15	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.58	0.00	12.15	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.62	1.00	13.39	높음	전문가 간 강한 합의
3-1-2. 심리·정서적 요소	중요도	0.45	0.75	9.42	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.48	1.00	10.21	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.81	1.75	19.54	보통	일반적 합의
3-1-3. 학습·행동 데이터	중요도	0.79	1.00	18.39	보통	일반적 합의
	적절성	0.63	1.00	14.05	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.68	1.00	16.07	높음	전문가 간 강한 합의
3-1-4. 학업성취 및 역량 데이터	중요도	0.70	1.00	16.33	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.60	1.00	13.96	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.89	1.00	20.10	보통	일반적 합의
3-1-5. 사회경제적 배경 정보	중요도	0.79	1.00	21.51	보통	일반적 합의
	적절성	0.81	1.00	23.68	보통	일반적 합의
	실현가능성	1.15	2.00	28.87	낮음	의견 분산
3-2-1. 데이터의 통합 활용	중요도	0.63	1.00	14.05	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.70	1.00	16.33	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.63	1.00	13.79	높음	전문가 간 강한 합의
3-2-2. 진단 체계 구축	중요도	0.73	1.00	15.94	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.73	1.00	16.39	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.81	1.75	20.81	보통	일반적 합의
3-2-3. 데이터 수집 및 분석 시스템	중요도	1.24	1.75	30.44	낮음	의견 분산
	적절성	1.21	1.75	30.28	낮음	의견 분산
	실현가능성	1.14	1.75	30.87	낮음	의견 분산
3-3-1. 사전 동의 체계 구축	중요도	0.25	0.00	5.06	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.54	0.00	11.30	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.73	1.00	15.94	높음	전문가 간 강한 합의
3-3-2. 데이터 수정·삭제권 보장	중요도	0.34	0.00	7.01	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.63	1.00	14.05	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	1.06	2.00	26.99	낮음	의견 분산
3-3-3. 투명성 및 설명가능성 확보	중요도	0.48	1.00	10.21	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.63	1.00	13.79	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.98	2.00	25.73	낮음	의견 분산
3-3-4. 전문가 검토 및 감사 시스템	중요도	0.63	1.00	14.05	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.73	1.00	16.39	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	1.06	2.00	26.99	낮음	의견 분산

(합의도 해석 기준)
높음 (SD ≤ 0.75, IQR ≤ 1.0, CV < 15%): 전문가 간 강한 합의
보통 (0.75 < SD ≤ 1.0, 1.0 < IQR ≤ 1.5, 15% ≤ CV < 25%): 일반적 합의
낮음 (SD > 1.0, IQR > 1.5, CV ≥ 25%): 의견 분산

3. 중요도-실현가능성 매트릭스

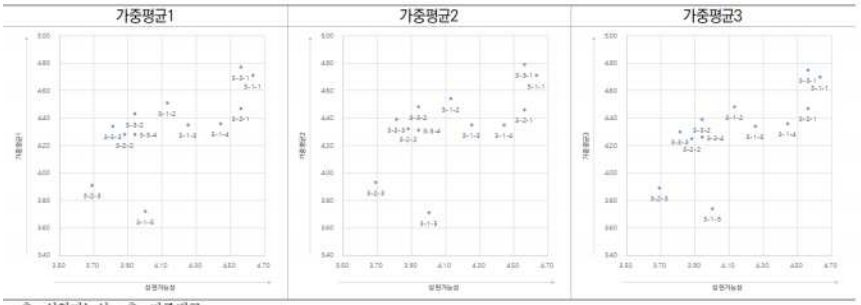
3.1 가중평균 점수 산출표

〈표 17〉 학습자 이해 및 진단에 관한 가중평균 점수 산출

항목	중요도(M)	적절성(A)	실현가능성(F)	가중평균1	가중평균2	가중평균3	순위
3-1-1. 전통적 진로 요소	4.75	4.75	4.63	4.71	4.71	4.70	2
3-1-2. 심리·정서적 요소	4.75	4.69	4.13	4.51	4.54	4.48	3
3-1-3. 학습·행동 데이터	4.31	4.50	4.25	4.35	4.35	4.34	7
3-1-4. 학업성취 및 역량 데이터	4.31	4.31	4.44	4.36	4.35	4.36	6
3-1-5. 사회경제적 배경 정보	3.69	3.44	4.00	3.72	3.71	3.74	12
3-2-1. 데이터의 통합 활용	4.50	4.31	4.56	4.47	4.46	4.47	4
3-2-2. 진단 체계 구축	4.56	4.44	3.88	4.28	4.32	4.25	9.5
3-2-3. 데이터 수집 및 분석 시스템	4.06	4.00	3.69	3.91	3.93	3.89	11
3-3-1. 사전 동의 체계 구축	4.94	4.81	4.56	4.77	4.79	4.75	1
3-3-2. 데이터 수정·삭제권 보장	4.88	4.50	3.94	4.43	4.48	4.39	5
3-3-3. 투명성 및 설명가능성 확보	4.69	4.56	3.81	4.34	4.39	4.30	8
3-3-4. 전문가 검토 및 감사 시스템	4.50	4.44	3.94	4.28	4.31	4.26	9.5

가중평균 산출 방식
가중평균1: M(35%) + A(30%) + F(35%)
가중평균2: M(40%) + A(30%) + F(30%)
가중평균3: M(30%) + A(30%) + F(40%)

3.2 4사분면 매트릭스 (가중평균-실현가능성 기준) 시각화



x축: 실현가능성, y축: 가중평균

4. 전문가 배경별 차이 분석

4.1 전문가의 경력별 인식 차이 (ANOVA)

〈표 18〉 학습자 이해 및 진단에 관한 전문가의 경력별 인식 차이

항목	차원	3년 미만 (n=1)	3-5년 (n=3)	6-10년 (n=2)	11-15년 (n=2)	16년 이상 (n=8)	F값	p값	해석
3-1-1. 전통적 진로 요소	중요도	5.00	5.00	5.00	4.00	4.75	1.179	0.373	
	적절성	5.00	5.00	5.00	4.00	4.75	1.179	0.373	
	실현가능성	5.00	4.67	5.00	4.50	4.50	0.310	0.865	
3-1-2. 심리·정서적 요소	중요도	5.00	4.67	4.50	4.50	4.88	0.496	0.739	
	적절성	5.00	4.67	5.00	4.00	4.75	1.613	0.240	
	실현가능성	3.00	4.33	4.00	4.50	4.13	0.584	0.681	
3-1-3. 학습·행동 데이터	중요도	5.00	4.33	4.00	5.00	4.13	0.691	0.613	
	적절성	5.00	4.67	4.50	5.00	4.25	0.786	0.558	
	실현가능성	4.00	4.67	4.00	4.00	4.25	0.372	0.824	
3-1-4. 학업성취 및 역량 데이터	중요도	4.00	4.67	4.00	5.00	4.13	0.941	0.476	
	적절성	4.00	4.67	4.00	4.00	4.38	0.542	0.708	
	실현가능성	5.00	4.67	4.00	3.50	4.63	0.881	0.506	
3-1-5. 사회정제적 배경 정보	중요도	3.00	4.00	3.00	4.00	3.75	0.710	0.602	
	적절성	3.00	4.00	3.00	2.50	3.63	1.537	0.259	
	실현가능성	5.00	4.67	4.00	2.00	4.13	3.014	0.066	
3-2-1. 데이터의 통합 활용	중요도	5.00	4.67	5.00	4.00	4.38	0.883	0.505	
	적절성	5.00	4.00	5.00	4.00	4.25	0.969	0.463	
	실현가능성	5.00	4.67	5.00	5.00	4.25	1.169	0.376	
3-2-2. 진단 체계 구축	중요도	5.00	5.00	3.50	4.00	4.75	2.707	0.086	
	적절성	5.00	5.00	4.00	4.00	4.38	0.965	0.464	
	실현가능성	3.00	4.00	3.50	4.50	3.88	0.655	0.636	
3-2-3. 데이터 수집 및 분석 시스템	중요도	5.00	4.67	2.50	4.50	4.00	1.276	0.337	
	적절성	4.00	4.67	2.00	3.50	4.38	2.729	0.084	
	실현가능성	4.00	3.33	3.00	4.00	3.88	0.297	0.874	
3-3-1. 사전 동의 체계 구축	중요도	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	-	-	
	적절성	3.00	5.00	5.00	5.00	4.88	11.196	0.001	***
	실현가능성	4.00	5.00	5.00	5.00	4.25	1.219	0.358	
3-3-2. 데이터 수정·삭제권 보장	중요도	5.00	4.67	5.00	5.00	4.88	0.372	0.824	
	적절성	3.00	4.67	5.00	4.50	4.50	2.461	0.107	
	실현가능성	4.00	4.33	3.00	5.00	3.75	1.078	0.413	
3-3-3. 투명성 및 설명가능성 확보	중요도	5.00	4.33	5.00	4.50	4.75	0.795	0.553	
	적절성	5.00	4.00	5.00	4.50	4.63	0.982	0.456	
	실현가능성	3.00	4.00	2.50	5.00	3.88	2.633	0.092	
3-3-4. 전문가 검토 및 감사 시스템	중요도	4.00	4.33	4.50	5.00	4.50	0.444	0.775	
	적절성	4.00	4.33	4.00	5.00	4.50	0.524	0.720	
	실현가능성	4.00	4.00	4.00	5.00	3.63	0.607	0.666	

4.2 전문가의 AI 경험별 차이 (t-검정)

〈표 19〉 학습자 이해 및 진단에 관한 전문가의 AI 경험 유무에 따른 차이

항목	차원	AI 경험 있음 (n=13)	AI 경험 없음 (n=3)	t값	p값	Cohen's d	해석
3-1-1. 전통적 진로 요소	중요도	4.85	4.33	0.760	0.523	0.558	
	적절성	4.85	4.33	0.760	0.523	0.558	
	실현가능성	4.54	5.00	-2.521	0.027	0.611	*(중간)
3-1-2. 심리·정서적 요소	중요도	4.77	4.67	0.347	0.733	0.461	
	적절성	4.69	4.67	0.081	0.937	0.495	
	실현가능성	4.08	4.33	-0.484	0.636	0.828	
3-1-3. 학습·행동 데이터	중요도	4.31	4.33	-0.049	0.962	0.821	
	적절성	4.46	4.67	-0.493	0.629	0.649	
	실현가능성	4.38	3.67	1.750	0.102	0.641	
3-1-4. 학업성취 및 역량 데이터	중요도	4.31	4.33	-0.055	0.957	0.729	
	적절성	4.38	4.00	2.132	0.054	0.602	
	실현가능성	4.69	3.33	1.524	0.262	0.729	
3-1-5. 사회경제적 배경 정보	중요도	3.85	3.00	1.782	0.096	0.741	
	적절성	3.62	2.67	1.992	0.066	0.744	
	실현가능성	4.08	3.67	0.541	0.597	1.183	
3-2-1. 데이터의 통합 활용	중요도	4.38	5.00	-3.411	0.005	0.602	**(중간)
	적절성	4.15	5.00	-2.072	0.057	0.638	
	실현가능성	4.46	5.00	-2.941	0.012	0.611	*(중간)
3-2-2. 진단 체계 구축	중요도	4.85	3.33	5.754	0.000	0.410	***(작음)
	적절성	4.62	3.67	2.313	0.036	0.641	*(중간)
	실현가능성	3.92	3.67	0.484	0.636	0.828	
3-2-3. 데이터 수집 및 분석 시스템	중요도	4.31	3.00	1.763	0.100	1.158	
	적절성	4.46	2.00	5.347	0.000	0.719	***(중간)
	실현가능성	3.85	3.00	1.175	0.260	1.124	
3-3-1. 사전 동의 체계 구축	중요도	4.92	5.00	-0.468	0.647	0.257	
	적절성	4.77	5.00	-0.650	0.527	0.555	
	실현가능성	4.46	5.00	-2.501	0.028	0.719	*(중간)
3-3-2. 데이터 수정·삭제권 보장	중요도	4.85	5.00	-0.691	0.501	0.348	
	적절성	4.46	4.67	-0.493	0.629	0.649	
	실현가능성	4.00	3.67	0.477	0.641	1.091	
3-3-3. 투명성 및 설명가능성 확보	중요도	4.69	4.67	0.081	0.937	0.495	
	적절성	4.54	4.67	-0.308	0.762	0.649	
	실현가능성	3.92	3.33	0.935	0.366	0.985	
3-3-4. 전문가 검토 및 감사 시스템	중요도	4.46	4.67	-0.493	0.629	0.649	
	적절성	4.46	4.33	0.267	0.794	0.751	
	실현가능성	3.85	4.33	-0.704	0.493	1.081	

PART Ⅳ. 상담과 AI의 통합

1. 기술통계 분석표

1.1 AI와 상담자의 역할 분담 영역 분석

〈표 20〉 AI와 상담자의 역할 분담 영역에 관한 기술통계분석 결과

항목	평가 차원	N	평균	표준 편차	최솟 값	최댓 값	Q1	중앙 값	Q3	왜도	첨도
4-1-1. AI: 데이터 분석, 정보 제공, 사전 진단 역할	중요도	16	4.69	0.60	3	5	4.25	5.00	5.00	-1.89	3.03
	적절성	16	4.63	0.62	3	5	4.00	5.00	5.00	-1.50	1.58
	실현가능성	16	4.88	0.34	4	5	5.00	5.00	5.00	-2.51	4.90
4-1-2. 상담자: 의미 해석, 정서적 지지, 통합적 상담 역할	중요도	16	4.94	0.25	4	5	5.00	5.00	5.00	-4.00	16.00
	적절성	16	4.94	0.25	4	5	5.00	5.00	5.00	-4.00	16.00
	실현가능성	16	4.75	0.45	4	5	4.25	5.00	5.00	-1.28	-0.44
4-1-3. 상담자를 '의미촉진자'로 포지셔닝	중요도	16	4.75	0.45	4	5	4.25	5.00	5.00	-1.28	-0.44
	적절성	16	4.75	0.45	4	5	4.25	5.00	5.00	-1.28	-0.44
	실현가능성	16	4.56	0.63	3	5	4.00	5.00	5.00	-1.18	0.63

1.2 상담자 역량 강화 영역 분석

〈표 21〉 상담자 역량 강화 영역에 관한 기술통계분석 결과

항목	평가 차원	N	평균	표준 편차	최솟 값	최댓 값	Q1	중앙 값	Q3	왜도	첨도
4-2-1. AI 결과 해석 능력 및 비판적 검토 역량 개발	중요도	16	5.00	0.00	5	5	5.00	5.00	5.00	-	-
	적절성	16	4.81	0.40	4	5	5.00	5.00	5.00	-1.77	1.28
	실현가능성	16	4.25	0.68	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.36	-0.59
4-2-2. 데이터 리터러시 및 AI 이해도 제고	중요도	16	4.88	0.34	4	5	5.00	5.00	5.00	-2.51	4.90
	적절성	16	4.69	0.60	3	5	4.25	5.00	5.00	-1.89	3.03
	실현가능성	16	4.19	0.75	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.33	-1.00
4-2-3. 윤리적 가이드라인 및 상담 윤리 강화	중요도	16	4.94	0.25	4	5	5.00	5.00	5.00	-4.00	16.00
	적절성	16	4.94	0.25	4	5	5.00	5.00	5.00	-4.00	16.00
	실현가능성	16	4.50	0.73	3	5	4.00	5.00	5.00	-1.17	0.14

1.3 AI 의존 방지 장치 영역 분석

〈표 22〉 AI 의존 방지 장치 영역에 관한 기술통계분석 결과

항목	평가 차원	N	평균	표준편차	최솟값	최댓값	Q1	중앙값	Q3	왜도	첨도
4-3-1. AI 결과는 참고자료임을 명확히 인식시키기	중요도	16	4.81	0.40	4	5	5.00	5.00	5.00	-1.77	1.28
	적절성	16	4.56	0.73	3	5	4.00	5.00	5.00	-1.43	0.78
	실현가능성	16	4.38	0.72	3	5	4.00	4.50	5.00	-0.73	-0.54
4-3-2. 학생의 자기주도적 판단력 유지 장치	중요도	16	4.88	0.34	4	5	5.00	5.00	5.00	-2.51	4.90
	적절성	16	4.81	0.40	4	5	5.00	5.00	5.00	-1.77	1.28
	실현가능성	16	3.88	0.62	3	5	3.25	4.00	4.00	0.06	0.05
4-3-3. 인간 중심 설계 (Human-centered design) 원칙 적용	중요도	16	4.88	0.34	4	5	5.00	5.00	5.00	-2.51	4.90
	적절성	16	4.69	0.48	4	5	4.00	5.00	5.00	-0.90	-1.39
	실현가능성	16	3.94	0.68	3	5	3.25	4.00	4.00	0.07	-0.49

2. 합의도 분석표

2.1 항목별 합의도 수준

〈표 23〉 상담과 AI의 통합에 관한 항목별 합의도 수준

항목	차원	표준편차	IQR	CV(%)	합의도 수준	해석
4-1-1. AI	중요도	0.60	0.75	12.84	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.62	1.00	13.39	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.34	0.00	7.01	높음	전문가 간 강한 합의
4-1-2. 상담자	중요도	0.25	0.00	5.06	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.25	0.00	5.06	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.45	0.75	9.42	높음	전문가 간 강한 합의
4-1-3 의미촉진자 포지셔닝	중요도	0.45	0.75	9.42	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.45	0.75	9.42	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.63	1.00	13.79	높음	전문가 간 강한 합의
4-2-1. 역량 개발	중요도	0.00	0.00	0.00	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.40	0.00	8.36	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.68	1.00	16.07	높음	전문가 간 강한 합의
4-2-2. 이해도 제고	중요도	0.34	0.00	7.01	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.60	0.75	12.84	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.75	1.00	17.91	높음	전문가 간 강한 합의
4-2-3. 윤리 강화	중요도	0.25	0.00	5.06	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.25	0.00	5.06	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.73	1.00	16.23	높음	전문가 간 강한 합의
4-3-1. AI 결과 참고자료 인식	중요도	0.40	0.00	8.38	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.73	1.00	15.94	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.72	1.00	16.43	높음	전문가 간 강한 합의
4-3-2 자기주도적 판단력 유지 장치	중요도	0.34	0.00	7.01	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.40	0.00	8.38	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.62	0.75	15.98	높음	전문가 간 강한 합의
4-3-3. 인간 중심 설계 원칙 적용	중요도	0.34	0.00	7.01	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.48	1.00	10.21	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.68	0.75	17.27	높음	전문가 간 강한 합의

〈합의도 해석 기준〉
높음 (SD ≤ 0.75, IQR ≤ 1.0, CV 〈 15%): 전문가 간 강한 합의
보통 (0.75 〈 SD ≤ 1.0, 1.0 〈 IQR ≤ 1.5, 15% ≤ CV 〈 25%): 일반적 합의
낮음 (SD 〉 1.0, IQR 〉 1.5, CV ≥ 25%): 의견 분산

3. 중요도-실현가능성 매트릭스

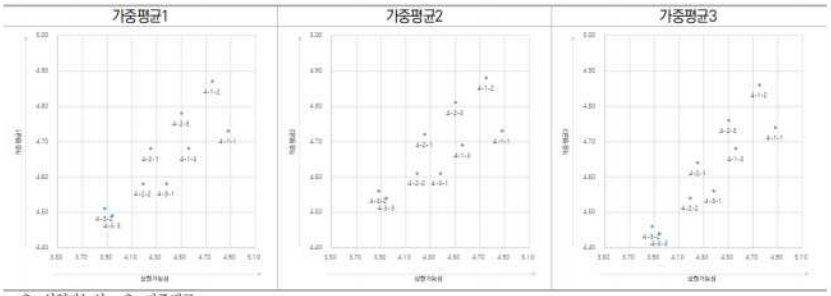
3.1 가중평균 점수 산출표

〈표 24〉 상담과 AI의 통합에 관한 가중평균 점수 산출

항목	중요도(M)	적절성(A)	실현가능성(F)	가중평균1	가중평균2	가중평균3	순위
4-1-1. AI	4.69	4.63	4.88	4.73	4.73	4.74	3
4-1-2. 상담자	4.94	4.94	4.75	4.87	4.88	4.86	1
4-1-3. '의미촉진자' 포지셔닝	4.75	4.75	4.56	4.68	4.69	4.68	4
4-2-1. 역량 개발	5.00	4.81	4.25	4.68	4.72	4.64	5
4-2-2. 이해도 제고	4.88	4.69	4.19	4.58	4.61	4.54	7
4-2-3. 윤리 강화	4.94	4.94	4.50	4.78	4.81	4.76	2
4-3-1. AI 결과 참고자료 인식	4.81	4.56	4.38	4.58	4.61	4.56	6
4-3-2. 자기주도적 판단력 유지 장치	4.88	4.81	3.88	4.51	4.56	4.46	8
4-3-3. 인간 중심 설계 원칙 적용	4.88	4.69	3.94	4.49	4.54	4.44	9

가중평균 산출 방식
가중평균1: M(35%) + A(30%) + F(35%)
가중평균2: M(40%) + A(30%) + F(30%)
가중평균3: M(30%) + A(30%) + F(40%)

3.2 4사분면 매트릭스 (가중평균-실현가능성 기준) 시각화



x축: 실현가능성, y축: 가중평균

4. 전문가 배경별 차이 분석

4.1 전문가의 경력별 인식 차이 (ANOVA)

〈표 25〉 상담과 AI의 통합에 관한 전문가의 경력별 인식 차이

항목	차원	3년 미만 (n=1)	3-5년 (n=3)	6-10년 (n=2)	11-15년 (n=2)	16년 이상 (n=8)	F값	p값	해석
4-1-1. AI	중요도	4.00	5.00	5.00	5.00	4.50	0.988	0.453	
	적절성	4.00	5.00	5.00	4.50	4.50	0.764	0.570	
	실현가능성	4.00	4.67	5.00	5.00	5.00	4.469	0.022	*
4-1-2. 상담자	중요도	5.00	5.00	5.00	4.50	5.00	2.406	0.112	
	적절성	5.00	5.00	5.00	4.50	5.00	2.406	0.112	
	실현가능성	5.00	4.67	4.50	4.50	4.88	0.496	0.739	
4-1-3. '의미혹진자' 포지셔닝	중요도	4.00	4.67	5.00	4.50	4.88	1.291	0.332	
	적절성	4.00	4.67	5.00	4.50	4.88	1.291	0.332	
	실현가능성	5.00	4.67	4.50	4.50	4.50	0.131	0.968	
4-2-1. 역량 개발	중요도	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	-	-	
	적절성	4.00	5.00	5.00	4.50	4.88	2.125	0.146	
	실현가능성	4.00	4.33	4.50	4.50	4.13	0.193	0.937	
4-2-2. 이해도 제고	중요도	5.00	5.00	4.50	4.50	5.00	2.063	0.155	
	적절성	3.00	5.00	4.50	4.50	4.88	5.225	0.013	*
	실현가능성	5.00	4.00	4.00	4.50	4.13	0.396	0.807	
4-2-3. 윤리 강화	중요도	5.00	4.67	5.00	5.00	5.00	1.117	0.397	
	적절성	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	-	-	
	실현가능성	5.00	4.33	5.00	5.00	4.25	0.818	0.540	
4-3-1. AI 결과 참고자료 인식	중요도	4.00	5.00	5.00	5.00	4.75	1.719	0.216	
	적절성	3.00	5.00	5.00	4.50	4.50	2.101	0.149	
	실현가능성	5.00	4.33	4.50	4.50	4.25	0.224	0.919	
4-3-2. 자기주도적 판단력 유지 장치	중요도	5.00	5.00	5.00	4.50	4.88	0.750	0.578	
	적절성	5.00	5.00	5.00	4.00	4.88	4.911	0.016	*
	실현가능성	4.00	3.67	3.50	4.00	4.00	0.310	0.865	
4-3-3. 인간 중심 설계 원칙 적용	중요도	5.00	5.00	5.00	5.00	4.75	0.458	0.765	
	적절성	5.00	4.67	5.00	4.50	4.63	0.358	0.833	
	실현가능성	4.00	4.00	3.50	4.50	3.88	0.497	0.738	

4.2 전문가의 AI 경험별 차이 (t-검정)

〈표 26〉 상담과 AI의 통합에 관한 전문가의 AI 경험 유무에 따른 차이

항목	차원	AI 경험 있음 (n=13)	AI 경험 없음 (n=3)	t값	p값	Cohen's d	해석
4-1-1. AI	중요도	4.62	5.00	-2.132	0.054	0.602	
	적절성	4.62	4.67	-0.125	0.902	0.641	
	실현가능성	4.85	5.00	-0.691	0.501	0.348	
4-1-2. 상담자	중요도	4.92	5.00	-0.468	0.647	0.257	
	적절성	4.92	5.00	-0.468	0.647	0.257	
	실현가능성	4.77	4.67	0.347	0.733	0.461	
4-1-3. '의미촉진자' 포지셔닝	중요도	4.69	5.00	-2.309	0.040	0.445	*(작음)
	적절성	4.69	5.00	-2.309	0.040	0.445	*(작음)
	실현가능성	4.54	4.67	-0.308	0.762	0.649	
4-2-1. 역량 개발	중요도	5.00	5.00	-	-	-	
	적절성	4.85	4.67	0.683	0.506	0.410	
	실현가능성	4.23	4.33	-0.227	0.824	0.706	
4-2-2. 이해도 제고	중요도	5.00	4.33	2.000	0.184	0.218	
	적절성	4.77	4.33	1.142	0.273	0.596	
	실현가능성	4.23	4.00	1.000	0.337	0.770	
4-2-3. 윤리 강화	중요도	4.92	5.00	-0.468	0.647	0.257	
	적절성	4.92	5.00	-0.468	0.647	0.257	
	실현가능성	4.38	5.00	-2.889	0.014	0.711	*(중간)
4-3-1. AI 결과 참고자료 인식	중요도	4.77	5.00	-1.897	0.082	0.406	
	적절성	4.46	5.00	-2.501	0.028	0.719	*(중간)
	실현가능성	4.31	4.67	-0.769	0.455	0.729	
4-3-2. 자기주도적 판단력 유지 장치	중요도	4.92	4.67	1.188	0.255	0.337	
	적절성	4.85	4.67	0.683	0.506	0.410	
	실현가능성	3.92	3.67	0.634	0.537	0.632	
4-3-3. 인간 중심 설계 원칙 적용	중요도	4.85	5.00	-0.691	0.501	0.348	
	적절성	4.62	5.00	-2.739	0.018	0.469	*(작음)
	실현가능성	3.92	4.00	-0.171	0.867	0.703	

PART V. 진로교육 콘텐츠 구성

1. 기술통계 분석표

1.1 핵심 콘텐츠 요소 영역 분석

〈표 27〉 핵심 콘텐츠 요소 영역에 관한 기술통계분석 결과

항목	평가 차원	N	평균	표준 편차	최솟 값	최댓 값	Q1	중앙 값	Q3	왜도	첨도
5-1-1. 자기점검 도구: 현재 상태 진단 및 변화 추적 기능	중요도	16	4.88	0.34	4	5	5.00	5.00	5.00	-2.51	4.90
	적절성	16	4.75	0.45	4	5	4.25	5.00	5.00	-1.28	-0.44
	실현가능성	16	4.69	0.60	3	5	4.25	5.00	5.00	-1.89	3.03
5-1-2. 진로장벽 분석: 개인별 장애 요인 식별 및 해결 방안 제시	중요도	16	4.75	0.45	4	5	4.25	5.00	5.00	-1.28	-0.44
	적절성	16	4.63	0.50	4	5	4.00	5.00	5.00	-0.57	-1.93
	실현가능성	16	4.06	0.68	3	5	4.00	4.00	4.75	-0.07	-0.49
5-1-3. 실행 계획 지원: 구체적 행동 계획 수립 및 진행 상황 관리	중요도	16	4.81	0.40	4	5	5.00	5.00	5.00	-1.77	1.28
	적절성	16	4.81	0.40	4	5	5.00	5.00	5.00	-1.77	1.28
	실현가능성	16	4.38	0.72	3	5	4.00	4.50	5.00	-0.73	-0.54
5-1-4. 정서 상태 반영: 감정 변화에 따른 맞춤형 피드백	중요도	16	4.38	0.72	3	5	4.00	4.50	5.00	-0.73	-0.54
	적절성	16	4.38	0.62	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.42	-0.45
	실현가능성	16	3.69	0.79	3	5	3.00	3.50	4.00	0.66	-1.01
5-1-5. 진로 시뮬레이션: 다양한 진로 경로별 예상 결과 제시	중요도	16	4.38	0.81	3	5	4.00	5.00	5.00	-0.85	-0.84
	적절성	16	4.38	0.81	3	5	4.00	5.00	5.00	-0.85	-0.84
	실현가능성	16	4.13	0.81	3	5	3.25	4.00	5.00	-0.25	-1.37

1.2 콘텐츠 전달 방식 영역 분석

〈표 28〉 콘텐츠 전달 방식 영역에 관한 기술통계분석 결과

항목	평가 차원	N	평균	표준 편차	최솟 값	최댓 값	Q1	중앙 값	Q3	왜도	첨도
5-2-1. 대화형 인터페이스: 자연어 기반 상호작용 시스템	중요도	16	4.56	0.73	3	5	4.00	5.00	5.00	-1.43	0.78
	적절성	16	4.44	0.63	3	5	4.00	4.50	5.00	-0.65	-0.32
	실현가능성	16	4.75	0.45	4	5	4.25	5.00	5.00	-1.28	-0.44
5-2-2. 사례 기반 학습: 실제 진로 사례를 통한 간접 경험 제공	중요도	16	4.69	0.48	4	5	4.00	5.00	5.00	-0.90	-1.39
	적절성	16	4.56	0.51	4	5	4.00	5.00	5.00	-0.28	-2.22
	실현가능성	16	4.31	0.79	3	5	4.00	4.50	5.00	-0.66	-1.01
5-2-3. 시각화 도구: 진로 경로와 성과를 직관적으로 표현	중요도	16	4.63	0.50	4	5	4.00	5.00	5.00	-0.57	-1.93
	적절성	16	4.50	0.63	3	5	4.00	5.00	5.00	-0.90	0.03
	실현가능성	16	4.63	0.62	3	5	4.00	5.00	5.00	-1.50	1.58
5-2-4. 상호작용 기반 시뮬레이션: 사용자 참여형 체험 콘텐츠	중요도	16	4.56	0.63	3	5	4.00	5.00	5.00	-1.18	0.63
	적절성	16	4.50	0.63	3	5	4.00	5.00	5.00	-0.90	0.03
	실현가능성	16	4.00	1.03	2	5	3.25	4.00	5.00	-0.83	-0.21

1.3 콘텐츠 신뢰성 확보 영역 분석

〈표 29〉 콘텐츠 신뢰성 확보 영역에 관한 기술통계분석 결과

항목	평가 차원	N	평균	표준편차	최솟값	최댓값	Q1	중앙값	Q3	왜도	첨도
5-3-1. 전문가 검증 시스템: 콘텐츠별 진로전문가 사전 검토	중요도	16	4.88	0.34	4	5	5.00	5.00	5.00	-2.51	4.90
	적절성	16	4.81	0.40	4	5	5.00	5.00	5.00	-1.77	1.28
	실현가능성	16	4.69	0.60	3	5	4.25	5.00	5.00	-1.89	3.03
5-3-2. 출처 명시: 모든 정보의 근거와 출처 투명 공개	중요도	16	4.88	0.50	3	5	5.00	5.00	5.00	-4.00	16.00
	적절성	16	4.75	0.45	4	5	4.25	5.00	5.00	-1.28	-0.44
	실현가능성	16	4.69	0.48	4	5	4.00	5.00	5.00	-0.90	-1.39
5-3-3. 실시간 품질 모니터링: 사용자 피드백 기반 지속적 개선	중요도	16	4.69	0.60	3	5	4.25	5.00	5.00	-1.89	3.03
	적절성	16	4.63	0.62	3	5	4.00	5.00	5.00	-1.50	1.58
	실현가능성	16	4.19	1.11	1	5	4.00	4.50	5.00	-1.76	3.59
5-3-4. 윤리적·법적 문제 필터링: 부적절한 콘텐츠 사전 차단	중요도	16	4.94	0.25	4	5	5.00	5.00	5.00	-4.00	16.00
	적절성	16	4.81	0.40	4	5	5.00	5.00	5.00	-1.77	1.28
	실현가능성	16	4.25	0.68	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.36	-0.59

2. 합의도 분석표

2.1 항목별 합의도 수준

〈표 30〉 진로교육 콘텐츠 구성에 관한 항목별 합의도 수준

항목	차원	표준편차	IQR	CV(%)	합의도 수준	해석
5-1-1. 자기점검 도구	중요도	0.34	0.00	7.01	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.45	0.75	9.42	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.60	0.75	12.84	높음	전문가 간 강한 합의
5-1-2. 진로장벽 분석	중요도	0.45	0.75	9.42	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.50	1.00	10.81	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.68	0.75	16.74	높음	전문가 간 강한 합의
5-1-3. 실행 계획 지원	중요도	0.40	0.00	8.38	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.40	0.00	8.38	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.72	1.00	16.43	높음	전문가 간 강한 합의
5-1-4. 정서 상태 반영	중요도	0.72	1.00	16.43	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.62	1.00	14.15	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.79	1.00	21.51	보통	일반적 합의
5-1-5. 진로 시뮬레이션	중요도	0.81	1.00	18.43	보통	일반적 합의
	적절성	0.81	1.00	18.43	보통	일반적 합의
	실현가능성	0.81	1.75	19.54	보통	일반적 합의
5-2-1. 대화형 인터페이스	중요도	0.73	1.00	15.94	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.63	1.00	14.18	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.45	0.75	9.42	높음	전문가 간 강한 합의
5-2-2. 사례 기반 학습	중요도	0.48	1.00	10.21	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.51	1.00	11.23	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.79	1.00	18.39	보통	일반적 합의
5-2-3. 시각화 도구	중요도	0.50	1.00	10.81	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.63	1.00	14.05	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.62	1.00	13.39	높음	전문가 간 강한 합의
5-2-4. 상호작용 기반 시뮬레이션	중요도	0.63	1.00	13.79	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.63	1.00	14.05	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	1.03	1.75	25.82	낮음	의견 분산
5-3-1. 전문가 검증 시스템	중요도	0.34	0.00	7.01	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.40	0.00	8.38	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.60	0.75	12.84	높음	전문가 간 강한 합의
5-3-2. 출처 명시	중요도	0.50	0.00	10.26	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.45	0.75	9.42	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.48	1.00	10.21	높음	전문가 간 강한 합의
5-3-3. 실시간 품질 모니터링	중요도	0.60	0.75	12.84	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.62	1.00	13.39	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	1.11	1.00	26.48	낮음	의견 분산
5-3-4. 윤리적·법적 문제 필터링	중요도	0.25	0.00	5.06	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.40	0.00	8.38	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.68	1.00	16.07	높음	전문가 간 강한 합의

〈합의도 해석 기준〉
높음 (SD ≤ 0.75, IQR ≤ 1.0, CV 〈 15%): 전문가 간 강한 합의
보통 (0.75 〈 SD ≤ 1.0, 1.0 〈 IQR ≤ 1.5, 15% ≤ CV 〈 25%): 일반적 합의
낮음 (SD 〉 1.0, IQR 〉 1.5, CV ≥ 25%): 의견 분산

3. 중요도-실현가능성 매트릭스

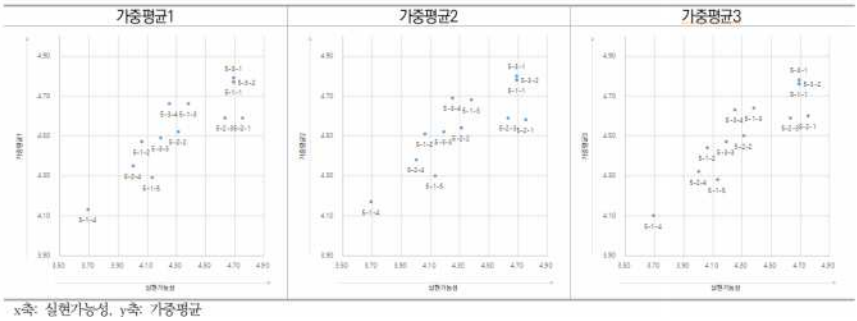
3.1 가중평균 점수 산출표

〈표 31〉 진로교육 콘텐츠 구성에 관한 가중평균 점수 산출

항목	중요도(M)	적절성(A)	실현가능성(F)	가중평균1	가중평균2	가중평균3	순위
5-1-1. 자기점검 도구	4.88	4.75	4.69	4.77	4.78	4.76	2.5
5-1-2. 진로장벽 분석	4.75	4.63	4.06	4.47	4.51	4.44	10
5-1-3. 실행 계획 지원	4.81	4.81	4.38	4.66	4.68	4.64	4.5
5-1-4. 정서 상태 반영	4.38	4.38	3.69	4.13	4.17	4.10	13
5-1-5. 진로 시뮬레이션	4.38	4.38	4.13	4.29	4.30	4.28	12
5-2-1. 대화형 인터페이스	4.56	4.44	4.75	4.59	4.58	4.60	6
5-2-2. 사례 기반 학습	4.69	4.56	4.31	4.52	4.54	4.50	8
5-2-3. 시각화 도구	4.63	4.50	4.63	4.59	4.59	4.59	7
5-2-4. 상호작용 기반 시뮬레이션	4.56	4.50	4.00	4.35	4.38	4.32	11
5-3-1. 전문가 검증 시스템	4.88	4.81	4.69	4.79	4.80	4.78	1
5-3-2. 출처 명시	4.88	4.75	4.69	4.77	4.78	4.76	2.5
5-3-3. 실시간 품질 모니터링	4.69	4.63	4.19	4.49	4.52	4.47	9
5-3-4. 윤리적·법적 문제 필터링	4.94	4.81	4.25	4.66	4.69	4.63	4.5

가중평균 산출 방식
가중평균1: M(35%) + A(30%) + F(35%)
가중평균2: M(40%) + A(30%) + F(30%)
가중평균3: M(30%) + A(30%) + F(40%)

3.2 4사분면 매트릭스 (가중평균-실현가능성 기준) 시각화



x축: 실현가능성, y축: 가중평균

4. 전문가 배경별 차이 분석

4.1 전문가의 경력별 인식 차이 (ANOVA)

〈표 32〉 진로교육 콘텐츠 구성에 관한 전문가의 경력별 인식 차이

항목	차원	3년 미만 (n=1)	3-5년 (n=3)	6-10년 (n=2)	11-15년 (n=2)	16년 이상 (n=8)	F값	p값	해석
5-1-1. 자기점검 도구	중요도	5.00	4.67	5.00	4.50	5.00	1.375	0.305	
	적절성	5.00	4.67	5.00	4.50	4.75	0.344	0.843	
	실현가능성	5.00	4.67	5.00	5.00	4.50	0.454	0.768	
5-1-2. 진로장벽 분석	중요도	5.00	4.67	5.00	5.00	4.63	0.496	0.739	
	적절성	5.00	4.67	4.50	4.50	4.63	0.162	0.953	
	실현가능성	5.00	3.67	5.00	3.50	4.00	3.275	0.053	
5-1-3. 실행 계획 지원	중요도	5.00	5.00	5.00	4.50	4.75	0.602	0.669	
	적절성	5.00	5.00	5.00	4.50	4.75	0.602	0.669	
	실현가능성	5.00	4.33	5.00	4.50	4.13	0.778	0.562	
5-1-4. 정서 상태 반영	중요도	5.00	4.33	4.00	4.50	4.38	0.277	0.887	
	적절성	5.00	4.33	3.50	4.50	4.50	1.563	0.252	
	실현가능성	3.00	3.67	4.50	4.00	3.50	0.871	0.511	
5-1-5. 진로 시뮬레이션	중요도	5.00	4.33	4.50	4.50	4.25	0.175	0.947	
	적절성	5.00	4.33	5.00	3.50	4.38	1.058	0.422	
	실현가능성	5.00	4.33	4.00	4.00	4.00	0.344	0.843	
5-2-1. 대화형 인터페이스	중요도	5.00	4.67	4.00	5.00	4.50	0.524	0.720	
	적절성	3.00	4.67	4.50	4.50	4.50	1.703	0.219	
	실현가능성	5.00	4.67	5.00	5.00	4.63	0.496	0.739	
5-2-2. 사례 기반 학습	중요도	5.00	4.67	4.50	5.00	4.63	0.358	0.833	
	적절성	5.00	4.33	5.00	4.50	4.50	0.669	0.627	
	실현가능성	5.00	4.33	5.00	3.50	4.25	1.143	0.387	
5-2-3. 시각화 도구	중요도	5.00	5.00	4.50	4.50	4.50	0.688	0.615	
	적절성	5.00	4.67	5.00	3.50	4.50	2.461	0.107	
	실현가능성	5.00	4.33	5.00	4.00	4.75	1.045	0.428	
5-2-4. 상호작용 기반 시뮬레이션	중요도	5.00	4.33	5.00	4.00	4.63	0.845	0.525	
	적절성	5.00	4.33	5.00	3.50	4.63	2.675	0.088	
	실현가능성	5.00	3.33	4.00	3.50	4.25	0.724	0.594	
5-3-1. 전문가 검증 시스템	중요도	4.00	4.67	5.00	5.00	5.00	4.469	0.022	*
	적절성	4.00	5.00	5.00	4.50	4.88	2.125	0.146	
	실현가능성	5.00	4.33	5.00	5.00	4.63	0.542	0.708	
5-3-2. 출처 명시	중요도	5.00	4.33	5.00	5.00	5.00	1.117	0.397	
	적절성	5.00	4.33	5.00	4.50	4.88	1.291	0.332	
	실현가능성	5.00	4.67	4.50	4.50	4.75	0.235	0.913	
5-3-3. 실시간 품질 모니터링	중요도	5.00	4.67	4.00	4.50	4.88	0.950	0.472	
	적절성	5.00	4.67	4.00	4.50	4.75	0.638	0.646	
	실현가능성	4.00	4.33	2.50	4.50	4.50	1.596	0.244	
5-3-4. 윤리적·법적 문제 필터링	중요도	5.00	5.00	5.00	5.00	4.88	0.196	0.935	
	적절성	5.00	5.00	5.00	4.50	4.75	0.602	0.669	
	실현가능성	5.00	4.00	3.50	4.50	4.38	1.199	0.365	

4.2 전문가의 AI 경험별 차이 (t-검정)

〈표 33〉 진로교육 콘텐츠 구성에 관한 전문가의 AI 경험 유무에 따른 차이

항목	차원	AI 경험 있음 (n=13)	AI 경험 없음 (n=3)	t값	p값	Cohen's d	해석
5-1-1. 자기점검 도구	중요도	4.92	4.67	1.188	0.255	0.337	
	적절성	4.69	5.00	-2.309	0.040	0.445	*(작음)
	실현가능성	4.62	5.00	-2.132	0.054	0.602	
5-1-2. 진로장벽 분석	중요도	4.69	5.00	-2.309	0.040	0.445	*(작음)
	적절성	4.62	4.67	-0.155	0.879	0.517	
	실현가능성	3.92	4.67	-1.837	0.087	0.632	
5-1-3. 실행 계획 지원	중요도	4.77	5.00	-1.897	0.082	0.406	
	적절성	4.77	5.00	-1.897	0.082	0.406	
	실현가능성	4.23	5.00	-3.825	0.002	0.671	**(중간)
5-1-4. 정서 상태 반영	중요도	4.38	4.33	0.108	0.916	0.744	
	적절성	4.46	4.00	1.179	0.258	0.611	
	실현가능성	3.46	4.67	-2.899	0.012	0.649	*(중간)
5-1-5. 진로 시뮬레이션	중요도	4.38	4.33	0.096	0.925	0.834	
	적절성	4.38	4.33	0.096	0.925	0.834	
	실현가능성	4.23	3.67	1.100	0.290	0.801	
5-2-1. 대화형 인터페이스	중요도	4.62	4.33	0.592	0.563	0.744	
	적절성	4.38	4.67	-0.688	0.503	0.641	
	실현가능성	4.69	5.00	-2.309	0.040	0.445	*(작음)
5-2-2. 사례 기반 학습	중요도	4.69	4.67	0.081	0.937	0.495	
	적절성	4.46	5.00	-3.742	0.003	0.480	**(작음)
	실현가능성	4.23	4.67	-0.850	0.410	0.801	
5-2-3. 시각화 도구	중요도	4.69	4.33	1.131	0.277	0.495	
	적절성	4.54	4.33	0.301	0.790	0.649	
	실현가능성	4.62	4.67	-0.125	0.902	0.641	
5-2-4. 상호작용 기반 시뮬레이션	중요도	4.62	4.33	0.414	0.716	0.641	
	적절성	4.54	4.33	0.301	0.790	0.649	
	실현가능성	4.15	3.33	1.265	0.227	1.013	
5-3-1. 전문가 검증 시스템	중요도	4.85	5.00	-0.691	0.501	0.348	
	적절성	4.77	5.00	-1.897	0.082	0.406	
	실현가능성	4.62	5.00	-2.132	0.054	0.602	
5-3-2. 출처 명시	중요도	4.85	5.00	-0.468	0.647	0.514	
	적절성	4.69	5.00	-2.309	0.040	0.445	*(작음)
	실현가능성	4.77	4.33	1.476	0.162	0.461	
5-3-3. 실시간 품질 모니터링	중요도	4.85	4.00	2.572	0.022	0.514	*(중간)
	적절성	4.69	4.33	0.528	0.647	0.623	
	실현가능성	4.38	3.33	0.861	0.475	1.060	
5-3-4. 윤리적·법적 문제 필터링	중요도	4.92	5.00	-0.468	0.647	0.257	
	적절성	4.77	5.00	-1.897	0.082	0.406	
	실현가능성	4.31	4.00	0.691	0.501	0.695	

PART VI. 교사의 변화된 역할

1. 기술통계 분석표

1.1 교사 역할의 근본적 전환 영역 분석

〈표 34〉 교사 역할의 근본적 전환 영역에 관한 기술통계분석 결과

항목	평가 차원	N	평균	표준편차	최솟값	최댓값	Q1	중앙값	Q3	왜도	첨도
6-1-1. 정보 전달자에서 의미 해석자, 촉진자로 전환	중요도	16	4.81	0.54	3	5	5.00	5.00	5.00	-3.03	9.09
	적절성	16	4.75	0.58	3	5	5.00	5.00	5.00	-2.38	5.31
	실현가능성	16	4.31	0.79	3	5	4.00	4.50	5.00	-0.66	-1.01
6-1-2. 진단자에서 해석자, 설계자, 동반자로 전환	중요도	16	4.81	0.54	3	5	5.00	5.00	5.00	-3.03	9.09
	적절성	16	4.81	0.54	3	5	5.00	5.00	5.00	-3.03	9.09
	실현가능성	16	4.31	0.70	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.54	-0.64
6-1-3. 지식 제공자에서 상담자, 코칭자로 전환	중요도	16	4.75	0.58	3	5	5.00	5.00	5.00	-2.38	5.31
	적절성	16	4.75	0.58	3	5	5.00	5.00	5.00	-2.38	5.31
	실현가능성	16	4.50	0.63	3	5	4.00	5.00	5.00	-0.90	0.03
6-1-4. 구성주의 교수학습이론의 실천가 역할 강화	중요도	16	4.81	0.40	4	5	5.00	5.00	5.00	-1.77	1.28
	적절성	16	4.75	0.45	4	5	4.25	5.00	5.00	-1.28	-0.44
	실현가능성	16	4.19	0.83	2	5	4.00	4.00	5.00	-1.18	1.95

1.2 교사가 갖추어야 할 핵심 역량 영역 분석

〈표 35〉 교사가 갖추어야 할 핵심 역량 영역에 관한 기술통계분석 결과

항목	평가 차원	N	평균	표준편차	최솟값	최댓값	Q1	중앙값	Q3	왜도	첨도
6-2-1. 학생에 대한 통합적 이해 능력	중요도	16	4.94	0.25	4	5	5.00	5.00	5.00	-4.00	16.00
	적절성	16	4.94	0.25	4	5	5.00	5.00	5.00	-4.00	16.00
	실현가능성	16	4.38	0.62	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.42	-0.45
6-2-2. 공감과 정서적 지지 역량	중요도	16	4.94	0.25	4	5	5.00	5.00	5.00	-4.00	16.00
	적절성	16	4.94	0.25	4	5	5.00	5.00	5.00	-4.00	16.00
	실현가능성	16	4.50	0.63	3	5	4.00	5.00	5.00	-0.90	0.03
6-2-3. AI 결과 해석 및 비판적 검토 능력	중요도	16	4.81	0.40	4	5	5.00	5.00	5.00	-1.77	1.28
	적절성	16	4.63	0.62	3	5	4.00	5.00	5.00	-1.50	1.58
	실현가능성	16	4.25	0.77	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.49	-1.06
6-2-4. AI 리터러시와 데이터 해석 능력	중요도	16	4.88	0.34	4	5	5.00	5.00	5.00	-2.51	4.90
	적절성	16	4.75	0.58	3	5	5.00	5.00	5.00	-2.38	5.31
	실현가능성	16	4.38	0.72	3	5	4.00	4.50	5.00	-0.73	-0.54
6-2-5. 학생의 진로스토리 구성 조력 능력	중요도	16	4.50	0.63	3	5	4.00	5.00	5.00	-0.90	0.03
	적절성	16	4.69	0.48	4	5	4.00	5.00	5.00	-0.90	-1.39
	실현가능성	16	3.94	0.77	2	5	4.00	4.00	4.00	-0.88	1.75

1.3 소통 방식의 변화 영역 분석

〈표 36〉 소통 방식의 변화 영역에 관한 기술통계분석 결과

항목	평가 차원	N	평균	표준편차	최솟값	최댓값	Q1	중앙값	Q3	왜도	첨도
6-3-1. 일방향적 정보 제공에서 양방향적 대화로 전환	중요도	16	4.81	0.40	4	5	5.00	5.00	5.00	-1.77	1.28
	적절성	16	4.94	0.25	4	5	5.00	5.00	5.00	-4.00	16.00
	실현가능성	16	4.44	0.63	3	5	4.00	4.50	5.00	-0.65	-0.32
6-3-2. 질문과 경청 중심의 상담 방식 도입	중요도	16	4.63	0.62	3	5	4.00	5.00	5.00	-1.50	1.58
	적절성	16	4.81	0.40	4	5	5.00	5.00	5.00	-1.77	1.28
	실현가능성	16	4.44	0.73	3	5	4.00	5.00	5.00	-0.94	-0.28
6-3-3. 학생의 주체적 진로설계 지원 기법 활용	중요도	16	4.88	0.34	4	5	5.00	5.00	5.00	-2.51	4.90
	적절성	16	4.94	0.25	4	5	5.00	5.00	5.00	-4.00	16.00
	실현가능성	16	4.19	0.83	3	5	3.25	4.00	5.00	-0.39	-1.44

2. 합의도 분석표

2.1 항목별 합의도 수준

〈표 37〉 교사의 변화된 역할에 관한 항목별 합의도 수준

항목	차원	표준편차	IQR	CV(%)	합의도 수준	해석
6-1-1. 의미 해석자-촉진자 전환	중요도	0.54	0.00	11.30	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.58	0.00	12.15	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.79	1.00	18.39	보통	일반적 합의
6-1-2 해석자-설계자-동반자 전환	중요도	0.54	0.00	11.30	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.54	0.00	11.30	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.70	1.00	16.33	높음	전문가 간 강한 합의
6-1-3. 상담자-조력자 전환	중요도	0.58	0.00	12.15	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.58	0.00	12.15	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.63	1.00	14.05	높음	전문가 간 강한 합의
6-1-4. 실천가 역할 강화	중요도	0.40	0.00	8.38	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.45	0.75	9.42	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.83	1.00	19.92	보통	일반적 합의
6-2-1. 통합적 이해 능력	중요도	0.25	0.00	5.06	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.25	0.00	5.06	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.62	1.00	14.15	높음	전문가 간 강한 합의
6-2-2. 정서적 지지 역량	중요도	0.25	0.00	5.06	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.25	0.00	5.06	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.63	1.00	14.05	높음	전문가 간 강한 합의
6-2-3. AI 결과 해석 및 검토 능력	중요도	0.40	0.00	8.38	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.62	1.00	13.39	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.77	1.00	18.23	보통	일반적 합의
6-2-4. 데이터 해석 능력	중요도	0.34	0.00	7.01	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.58	0.00	12.15	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.72	1.00	16.43	높음	전문가 간 강한 합의
6-2-5. 진로스토리 구성 조력 능력	중요도	0.63	1.00	14.05	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.48	1.00	10.21	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.77	0.00	19.60	보통	일반적 합의
6-3-1. 양방향적 대화 전환	중요도	0.40	0.00	8.38	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.25	0.00	5.06	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.63	1.00	14.18	높음	전문가 간 강한 합의
6-3-2. 질문-경청 중심 상담 방식	중요도	0.62	1.00	13.39	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.40	0.00	8.38	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.73	1.00	16.39	높음	전문가 간 강한 합의
6-3-3. 진로설계 지원 기법 활용	중요도	0.34	0.00	7.01	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.25	0.00	5.06	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.83	1.75	19.92	보통	일반적 합의

(합의도 해석 기준)
높음 (SD ≤ 0.75, IQR ≤ 1.0, CV < 15%): 전문가 간 강한 합의
보통 (0.75 < SD ≤ 1.0, 1.0 < IQR ≤ 1.5, 15% ≤ CV < 25%): 일반적 합의
낮음 (SD > 1.0, IQR > 1.5, CV ≥ 25%): 의견 분산

3. 중요도-실현가능성 매트릭스

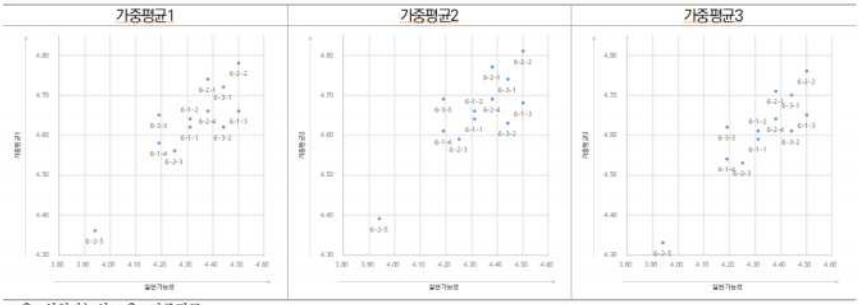
3.1 가중평균 점수 산출표

〈표 38〉 교사의 변화된 역할에 관한 가중평균 점수 산출

항목	중요도(M)	적절성(A)	실현가능성(F)	가중평균1	가중평균2	가중평균3	순위
6-1-1. 의미 해석자-촉진자 전환	4.81	4.75	4.31	4.62	4.64	4.59	8
6-1-2. 해석자-설계자-동반자 전환	4.81	4.81	4.31	4.64	4.66	4.61	7
6-1-3. 상담자-조력자 전환	4.75	4.75	4.50	4.66	4.68	4.65	5
6-1-4. 실천가 역할 강화	4.81	4.75	4.19	4.58	4.61	4.54	10
6-2-1. 통합적 이해 능력	4.94	4.94	4.38	4.74	4.77	4.71	2
6-2-2. 정서적 지지 역량	4.94	4.94	4.50	4.78	4.81	4.76	1
6-2-3. AI 결과 해석 및 검토 능력	4.81	4.63	4.25	4.56	4.59	4.53	11
6-2-4. 데이터 해석 능력	4.88	4.75	4.38	4.66	4.69	4.64	4
6-2-5. 진로스토리 구성 조력 능력	4.50	4.69	3.94	4.36	4.39	4.33	12
6-3-1. 양방향적 대화 전환	4.81	4.94	4.44	4.72	4.74	4.70	3
6-3-2. 질문-경청 중심 상담 방식	4.63	4.81	4.44	4.62	4.63	4.61	9
6-3-3. 진로설계 지원 기법 활용	4.88	4.94	4.19	4.65	4.69	4.62	6

가중평균 산출 방식
가중평균1: M(35%) + A(30%) + F(35%)
가중평균2: M(40%) + A(30%) + F(30%)
가중평균3: M(30%) + A(30%) + F(40%)

3.2 4사분면 매트릭스 (가중평균-실현가능성 기준) 시각화



x축: 실현가능성, y축: 가중평균

4. 전문가 배경별 차이 분석

4.1 전문가의 경력별 인식 차이 (ANOVA)

〈표 39〉 교사의 변화된 역할에 관한 전문가의 경력별 인식 차이

항목	차원	3년 미만 (n=1)	3-5년 (n=3)	6-10년 (n=2)	11-15년 (n=2)	16년 이상 (n=8)	F값	p값	해석
6-1-1. 의미 해석자-촉진자 전환	중요도	3.00	4.67	5.00	5.00	5.00	15.555	0.000	***
	적절성	3.00	4.33	5.00	5.00	5.00	17.875	0.000	***
	실현가능성	5.00	4.33	5.00	4.50	4.00	0.871	0.511	
6-1-2. 해석자-설계자-동반자 전환	중요도	3.00	4.67	5.00	5.00	5.00	15.555	0.000	***
	적절성	3.00	5.00	5.00	5.00	4.88	11.196	0.001	***
	실현가능성	5.00	4.67	4.50	4.50	4.00	0.859	0.518	
6-1-3. 상담자-조력자 전환	중요도	3.00	4.33	5.00	5.00	5.00	17.875	0.000	***
	적절성	3.00	4.33	5.00	5.00	5.00	17.875	0.000	***
	실현가능성	5.00	4.67	4.50	4.50	4.38	0.227	0.917	
6-1-4. 실천가 역할 강화	중요도	4.00	5.00	5.00	5.00	4.75	1.719	0.216	
	적절성	4.00	5.00	5.00	5.00	4.63	1.650	0.231	
	실현가능성	5.00	4.33	4.00	4.50	4.00	0.381	0.818	
6-2-1. 통합적 이해 능력	중요도	5.00	4.67	5.00	5.00	5.00	1.117	0.397	
	적절성	5.00	5.00	5.00	5.00	4.88	0.196	0.935	
	실현가능성	4.00	4.33	5.00	4.50	4.25	0.638	0.646	
6-2-2. 정서적 지지 역량	중요도	5.00	5.00	5.00	5.00	4.88	0.196	0.935	
	적절성	5.00	5.00	5.00	5.00	4.88	0.196	0.935	
	실현가능성	4.00	4.67	5.00	5.00	4.25	1.210	0.361	
6-2-3. AI 결과 해석 및 검토 능력	중요도	5.00	5.00	5.00	4.50	4.75	0.602	0.669	
	적절성	3.00	5.00	5.00	4.50	4.63	3.908	0.033	*
	실현가능성	5.00	4.00	4.50	4.00	4.25	0.344	0.843	
6-2-4. 데이터 해석 능력	중요도	5.00	5.00	5.00	4.50	4.88	0.750	0.578	
	적절성	3.00	5.00	5.00	5.00	4.75	6.417	0.006	**
	실현가능성	5.00	4.00	4.50	5.00	4.25	0.802	0.549	
6-2-5. 진로스토리 구성 조력 능력	중요도	5.00	4.33	3.50	5.00	4.63	2.675	0.088	
	적절성	5.00	5.00	4.00	5.00	4.63	2.292	0.125	
	실현가능성	5.00	4.00	3.00	4.00	4.00	1.346	0.314	
6-3-1. 양방향적 대화 전환	중요도	5.00	4.67	5.00	5.00	4.75	0.344	0.843	
	적절성	5.00	5.00	5.00	5.00	4.88	0.196	0.935	
	실현가능성	5.00	4.67	5.00	4.50	4.13	1.290	0.332	
6-3-2. 질문-경청 중심 상담 방식	중요도	3.00	5.00	5.00	4.50	4.63	3.908	0.033	*
	적절성	5.00	5.00	5.00	5.00	4.63	0.825	0.536	
	실현가능성	5.00	4.67	5.00	5.00	4.00	1.927	0.176	
6-3-3. 진로설계 지원 기법 활용	중요도	5.00	4.67	5.00	5.00	4.88	0.372	0.824	
	적절성	5.00	5.00	5.00	5.00	4.88	0.196	0.935	
	실현가능성	4.00	4.33	4.50	5.00	3.88	0.819	0.539	

4.2 전문가의 AI 경험별 차이 (t-검정)

〈표 40〉 교사의 변화된 역할에 관한 전문가의 AI 경험 유무에 따른 차이

항목	차원	AI 경험 있음 (n=13)	AI 경험 없음 (n=3)	t값	p값	Cohen's d	해석
6-1-1. 의미 해석자·촉진자 전환	중요도	4.77	5.00	-0.650	0.527	0.555	
	적절성	4.69	5.00	-0.823	0.424	0.584	
	실현가능성	4.15	5.00	-3.811	0.002	0.741	**(중간)
6-1-2. 해석자·설계자·동반자 전환	중요도	4.77	5.00	-0.650	0.527	0.555	
	적절성	4.77	5.00	-0.650	0.527	0.555	
	실현가능성	4.23	4.67	-0.964	0.351	0.706	
6-1-3. 상담자·조력자 전환	중요도	4.69	5.00	-0.823	0.424	0.584	
	적절성	4.69	5.00	-0.823	0.424	0.584	
	실현가능성	4.46	4.67	-0.493	0.629	0.649	
6-1-4. 실천가 역할 강화	중요도	4.77	5.00	-1.897	0.082	0.406	
	적절성	4.69	5.00	-2.309	0.040	0.445	*(작음)
	실현가능성	4.15	4.33	-0.326	0.749	0.860	
6-2-1. 통합적 이해 능력	중요도	4.92	5.00	-0.468	0.647	0.257	
	적절성	4.92	5.00	-0.468	0.647	0.257	
	실현가능성	4.23	5.00	-4.629	0.001	0.555	***(중간)
6-2-2. 정서적 지지 역량	중요도	4.92	5.00	-0.468	0.647	0.257	
	적절성	4.92	5.00	-0.468	0.647	0.257	
	실현가능성	4.38	5.00	-3.411	0.005	0.602	**(중간)
6-2-3. AI 결과 해석 및 검토 능력	중요도	4.85	4.67	0.683	0.506	0.410	
	적절성	4.62	4.67	-0.125	0.902	0.641	
	실현가능성	4.31	4.00	0.607	0.554	0.791	
6-2-4. 데이터 해석 능력	중요도	4.92	4.67	1.188	0.255	0.337	
	적절성	4.69	5.00	-0.823	0.424	0.584	
	실현가능성	4.31	4.67	-0.769	0.455	0.729	
6-2-5. 진로스토리 구성 조력 능력	중요도	4.62	4.00	1.595	0.133	0.602	
	적절성	4.77	4.33	1.476	0.162	0.461	
	실현가능성	4.08	3.33	1.577	0.137	0.736	
6-3-1. 양방향적 대화 전환	중요도	4.77	5.00	-1.897	0.082	0.406	
	적절성	4.92	5.00	-0.468	0.647	0.257	
	실현가능성	4.38	4.67	-0.688	0.503	0.641	
6-3-2. 질문·경청 중심 상담 방식	중요도	4.62	4.67	-0.125	0.902	0.641	
	적절성	4.77	5.00	-1.897	0.082	0.406	
	실현가능성	4.31	5.00	-3.323	0.006	0.695	**(중간)
6-3-3. 진로설계 지원 기법 활용	중요도	4.85	5.00	-0.691	0.501	0.348	
	적절성	4.92	5.00	-0.468	0.647	0.257	
	실현가능성	4.08	4.67	-1.112	0.285	0.828	

PART VII. 실천 조건 및 지원 체계

1. 기술통계 분석표

1.1 기술적 인프라 영역 분석

〈표 41〉 기술적 인프라 영역에 관한 기술통계분석 결과

항목	평가 차원	N	평균	표준편차	최솟값	최댓값	Q1	중앙값	Q3	왜도	첨도
7-1-1. 표준화된 데이터 플랫폼 구축	중요도	16	4.88	0.34	4	5	5.00	5.00	5.00	-2.51	4.90
	적절성	16	4.75	0.58	3	5	5.00	5.00	5.00	-2.38	5.31
	실현가능성	16	4.38	0.96	2	5	4.00	5.00	5.00	-1.42	1.10
7-1-2. 안정적 네트워크 환경 및 하드웨어 지원	중요도	16	4.88	0.34	4	5	5.00	5.00	5.00	-2.51	4.90
	적절성	16	4.69	0.60	3	5	4.25	5.00	5.00	-1.89	3.03
	실현가능성	16	4.63	0.62	3	5	4.00	5.00	5.00	-1.50	1.58
7-1-3. 기존 시스템(NEIS 등)과의 연동성 확보	중요도	16	5.00	0.00	5	5	5.00	5.00	5.00	-	-
	적절성	16	4.81	0.40	4	5	5.00	5.00	5.00	-1.77	1.28
	실현가능성	16	4.00	1.21	1	5	3.25	4.00	5.00	-1.29	1.20
7-1-4. 강화된 개인정보보호 보안 시스템	중요도	16	5.00	0.00	5	5	5.00	5.00	5.00	-	-
	적절성	16	4.88	0.34	4	5	5.00	5.00	5.00	-2.51	4.90
	실현가능성	16	4.44	0.89	2	5	4.00	5.00	5.00	-1.72	2.70

1.2 교사 역량 강화 지원 영역 분석

〈표 42〉 교사 역량 강화 지원 영역에 관한 기술통계분석 결과

항목	평가 차원	N	평균	표준편차	최솟값	최댓값	Q1	중앙값	Q3	왜도	첨도
7-2-1. 체계적인 AI 리터러시 연수 프로그램 개발	중요도	16	4.94	0.25	4	5	5.00	5.00	5.00	-4.00	16.00
	적절성	16	4.75	0.58	3	5	5.00	5.00	5.00	-2.38	5.31
	실현가능성	16	4.81	0.40	4	5	5.00	5.00	5.00	-1.77	1.28
7-2-2. 실질적 시스템 활용 가이드 및 매뉴얼 제공	중요도	16	4.94	0.25	4	5	5.00	5.00	5.00	-4.00	16.00
	적절성	16	4.81	0.40	4	5	5.00	5.00	5.00	-1.77	1.28
	실현가능성	16	4.88	0.34	4	5	5.00	5.00	5.00	-2.51	4.90
7-2-3. 진로상담 전문인력의 충분한 배치	중요도	16	4.63	0.72	3	5	4.25	5.00	5.00	-1.73	1.70
	적절성	16	4.69	0.60	3	5	4.25	5.00	5.00	-1.89	3.03
	실현가능성	16	3.44	1.21	1	5	2.25	4.00	4.00	-0.48	-0.60
7-2-4. 교사 업무부담 경감을 위한 행정 지원	중요도	16	4.69	0.60	3	5	4.25	5.00	5.00	-1.89	3.03
	적절성	16	4.69	0.60	3	5	4.25	5.00	5.00	-1.89	3.03
	실현가능성	16	3.31	1.14	2	5	2.00	3.00	4.00	0.22	-1.33

1.3 정책적·제도적 기반 영역 분석

〈표 43〉 정책적·제도적 기반 영역에 관한 기술통계분석 결과

항목	평가 차원	N	평균	표준편차	최솟값	최댓값	Q1	중앙값	Q3	왜도	첨도
7-3-1. 진로교육법 내 AI 진로교육 명문화	중요도	16	4.25	1.06	2	5	4.00	5.00	5.00	-1.33	0.68
	적절성	16	4.19	1.05	2	5	4.00	4.50	5.00	-1.22	0.55
	실현가능성	16	4.00	0.97	2	5	3.00	4.00	5.00	-0.51	-0.74
7-3-2. 국가 차원의 안정적 예산 확보 체계	중요도	16	5.00	0.00	5	5	5.00	5.00	5.00	-	-
	적절성	16	4.94	0.25	4	5	5.00	5.00	5.00	-4.00	16.00
	실현가능성	16	3.75	1.13	1	5	3.00	4.00	4.75	-1.04	1.09
7-3-3. 중앙-지자체 협력 거버넌스 구축	중요도	16	4.94	0.25	4	5	5.00	5.00	5.00	-4.00	16.00
	적절성	16	4.88	0.34	4	5	5.00	5.00	5.00	-2.51	4.90
	실현가능성	16	3.75	1.13	1	5	3.00	4.00	4.75	-1.04	1.09
7-3-4. 기존 교육과정(고교학점제 등)과의 연계 체제	중요도	16	4.88	0.50	3	5	5.00	5.00	5.00	-4.00	16.00
	적절성	16	4.75	0.58	3	5	5.00	5.00	5.00	-2.38	5.31
	실현가능성	16	3.75	0.77	2	5	3.00	4.00	4.00	-0.49	0.60

2. 합의도 분석표

2.1 항목별 합의도 수준

〈표 44〉 실천 조건 및 지원 체계에 관한 항목별 합의도 수준

항목	차원	표준편차	IQR	CV(%)	합의도 수준	해석
7-1-1. 데이터 플랫폼 구축	중요도	0.34	0.00	7.01	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.58	0.00	12.15	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.96	1.00	21.88	보통	일반적 합의
7-1-2. 네트워크 및 하드웨어 지원	중요도	0.34	0.00	7.01	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.60	0.75	12.84	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.62	1.00	13.39	높음	전문가 간 강한 합의
7-1-3. 연동성 확보	중요도	0.00	0.00	0.00	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.40	0.00	8.38	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	1.21	1.75	30.28	낮음	의견 분산
7-1-4. 보안 시스템 강화	중요도	0.00	0.00	0.00	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.34	0.00	7.01	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.89	1.00	20.10	보통	일반적 합의
7-2-1. 연수 프로그램 개발	중요도	0.25	0.00	5.06	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.58	0.00	12.15	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.40	0.00	8.38	높음	전문가 간 강한 합의
7-2-2. 가이드 및 매뉴얼 제공	중요도	0.25	0.00	5.06	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.40	0.00	8.38	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.34	0.00	7.01	높음	전문가 간 강한 합의
7-2-3. 전문인력 배치	중요도	0.72	0.75	15.54	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.60	0.75	12.84	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	1.21	1.75	35.18	낮음	의견 분산
7-2-4. 행정 지원	중요도	0.60	0.75	12.84	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.60	0.75	12.84	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	1.14	2.00	34.37	낮음	의견 분산
7-3-1. AI 진로교육 명문화	중요도	1.06	1.00	25.05	낮음	의견 분산
	적절성	1.05	1.00	25.00	보통	일반적 합의
	실현가능성	0.97	2.00	24.15	보통	일반적 합의
7-3-2. 예산 확보 체계	중요도	0.00	0.00	0.00	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.25	0.00	5.06	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	1.13	1.75	30.01	낮음	의견 분산
7-3-3. 협력 거버넌스 구축	중요도	0.25	0.00	5.06	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.34	0.00	7.01	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	1.13	1.75	30.01	낮음	의견 분산
7-3-4. 기존 교육과정과의 연계 체계	중요도	0.50	0.00	10.26	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.58	0.00	12.15	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.77	1.00	20.66	보통	일반적 합의

(합의도 해석 기준)
높음 (SD ≤ 0.75, IQR ≤ 1.0, CV 〈 15%): 전문가 간 강한 합의
보통 (0.75 〈 SD ≤ 1.0, 1.0 〈 IQR ≤ 1.5, 15% ≤ CV 〈 25%): 일반적 합의
낮음 (SD 〉 1.0, IQR 〉 1.5, CV ≥ 25%): 의견 분산

3. 중요도-실현가능성 매트릭스

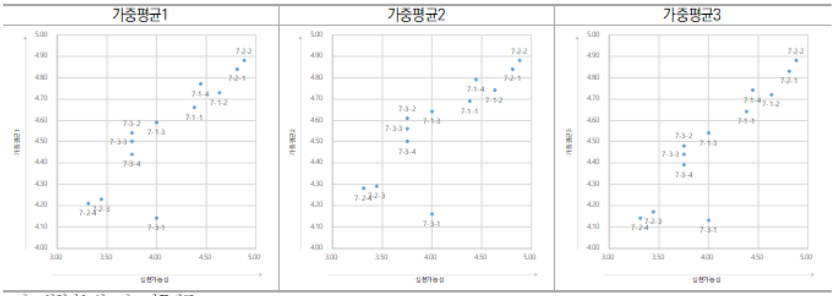
3.1 가중평균 점수 산출표

〈표 45〉 실천 조건 및 지원 체계에 관한 가중평균 점수 산출

항목	중요도(M)	적절성(A)	실현가능성(F)	가중평균1	가중평균2	가중평균3	순위
7-1-1. 데이터 플랫폼 구축	4.88	4.75	4.38	4.66	4.69	4.64	5
7-1-2. 네트워크 및 하드웨어 지원	4.88	4.69	4.63	4.73	4.74	4.72	4
7-1-3. 연동성 확보	5.00	4.81	4.00	4.59	4.64	4.54	6
7-1-4. 보안 시스템 강화	5.00	4.88	4.44	4.77	4.79	4.74	3
7-2-1. 연수 프로그램 개발	4.94	4.75	4.81	4.84	4.84	4.83	2
7-2-2. 가이드 및 매뉴얼 제공	4.94	4.81	4.88	4.88	4.88	4.88	1
7-2-3. 전문인력 배치	4.63	4.69	3.44	4.23	4.29	4.17	10
7-2-4. 행정 지원	4.69	4.69	3.31	4.21	4.28	4.14	11
7-3-1. AI 진로교육 명문화	4.25	4.19	4.00	4.14	4.16	4.13	12
7-3-2. 예산 확보 체계	5.00	4.94	3.75	4.54	4.61	4.48	7
7-3-3. 협력 거버넌스 구축	4.94	4.88	3.75	4.50	4.56	4.44	8
7-3-4. 기존 교육과정과의 연계 체계	4.88	4.75	3.75	4.44	4.50	4.39	9

가중평균 산출 방식
가중평균1: M(35%) + A(30%) + F(35%)
가중평균2: M(40%) + A(30%) + F(30%)
가중평균3: M(30%) + A(30%) + F(40%)

3.2 4사분면 매트릭스 (가중평균-실현가능성 기준) 시각화



x축: 실현가능성, y축: 가중평균

4. 전문가 배경별 차이 분석

4.1 전문가의 경력별 인식 차이 (ANOVA)

〈표 46〉 실천 조건 및 지원 체계에 관한 전문가의 경력별 인식 차이

항목	차원	3년 미만 (n=1)	3-5년 (n=3)	6-10년 (n=2)	11-15년 (n=2)	16년 이상 (n=8)	F값	p값	해석
7-1-1. 데이터 플랫폼 구축	중요도	5.00	5.00	4.50	5.00	4.88	0.750	0.578	
	적절성	5.00	5.00	4.00	4.50	4.88	1.324	0.321	
	실현가능성	4.00	4.00	4.00	5.00	4.50	0.401	0.804	
7-1-2. 네트워크 및 하드웨어 지원	중요도	5.00	4.67	5.00	5.00	4.88	0.372	0.824	
	적절성	3.00	4.67	5.00	4.50	4.88	4.574	0.020	*
	실현가능성	5.00	4.67	4.00	4.00	4.88	1.715	0.217	
7-1-3. 연동성 확보	중요도	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	-	-	
	적절성	5.00	5.00	4.50	4.00	5.00	10.656	0.001	***
	실현가능성	5.00	3.00	4.50	4.00	4.13	0.732	0.589	
7-1-4. 보안 시스템 강화	중요도	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	-	-	
	적절성	5.00	5.00	5.00	4.50	4.88	0.750	0.578	
	실현가능성	5.00	4.33	4.00	5.00	4.38	0.364	0.829	
7-2-1. 연수 프로그램 개발	중요도	5.00	5.00	5.00	5.00	4.88	0.196	0.935	
	적절성	3.00	4.67	5.00	5.00	4.88	6.169	0.007	**
	실현가능성	5.00	4.67	5.00	4.50	4.88	0.533	0.714	
7-2-2. 가이드 및 매뉴얼 제공	중요도	5.00	5.00	5.00	5.00	4.88	0.196	0.935	
	적절성	4.00	5.00	4.50	5.00	4.88	2.125	0.146	
	실현가능성	5.00	4.67	5.00	5.00	4.88	0.372	0.824	
7-2-3. 전문인력 배치	중요도	3.00	5.00	4.00	5.00	4.75	3.339	0.051	
	적절성	5.00	4.67	4.00	5.00	4.75	0.839	0.529	
	실현가능성	4.00	3.67	3.50	2.50	3.50	0.318	0.860	
7-2-4. 행정 지원	중요도	5.00	4.33	5.00	5.00	4.63	0.542	0.708	
	적절성	5.00	4.33	5.00	5.00	4.63	0.542	0.708	
	실현가능성	3.00	4.00	3.00	2.50	3.38	0.514	0.727	
7-3-1. AI 진로 교육 명문화	중요도	5.00	4.00	3.50	5.00	4.25	0.589	0.677	
	적절성	3.00	4.67	3.50	4.50	4.25	0.683	0.618	
	실현가능성	4.00	3.33	5.00	3.50	4.13	1.084	0.411	
7-3-2. 예산 확보 체제	중요도	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	-	-	
	적절성	5.00	5.00	5.00	5.00	4.88	0.196	0.935	
	실현가능성	4.00	4.33	4.00	2.00	3.88	1.777	0.204	
7-3-3. 협력 거버넌스 구축	중요도	5.00	5.00	5.00	5.00	4.88	0.196	0.935	
	적절성	5.00	4.67	5.00	5.00	4.88	0.372	0.824	
	실현가능성	4.00	4.00	4.00	2.00	4.00	1.604	0.242	
7-3-4. 기존 교육과정과의 연계 체제	중요도	5.00	4.33	5.00	5.00	5.00	1.117	0.397	
	적절성	5.00	4.33	5.00	5.00	4.75	0.550	0.703	
	실현가능성	4.00	4.33	3.50	3.00	3.75	0.963	0.466	

4.2 전문가의 AI 경험별 차이 (t-검정)

〈표 47〉 실천 조건 및 지원 체계에 관한 전문가의 AI 경험 유무에 따른 차이

항목	차원	AI 경험 있음 (n=13)	AI 경험 없음 (n=3)	t값	p값	Cohen's d	해석
7-1-1. 데이터 플랫폼 구축	중요도	4.92	4.67	1.188	0.255	0.337	
	적절성	4.85	4.33	0.760	0.523	0.558	
	실현가능성	4.38	4.33	0.081	0.937	0.991	
7-1-2. 네트워크 및 하드웨어 지원	중요도	4.85	5.00	-0.691	0.501	0.348	
	적절성	4.62	5.00	-2.132	0.054	0.602	
	실현가능성	4.77	4.00	2.165	0.048	0.555	*(중간)
7-1-3. 연동성 확보	중요도	5.00	5.00	-	-	-	
	적절성	4.92	4.33	2.732	0.016	0.337	*(작음)
	실현가능성	3.92	4.33	-0.516	0.614	1.242	
7-1-4. 보안 시스템 강화	중요도	5.00	5.00	-	-	-	
	적절성	4.85	5.00	-0.691	0.501	0.348	
	실현가능성	4.46	4.33	0.217	0.831	0.922	
7-2-1. 연수 프로그램 개발	중요도	4.92	5.00	-0.468	0.647	0.257	
	적절성	4.69	5.00	-0.823	0.424	0.584	
	실현가능성	4.77	5.00	-1.897	0.082	0.406	
7-2-2. 가이드 및 매뉴얼 제공	중요도	4.92	5.00	-0.468	0.647	0.257	
	적절성	4.85	4.67	0.683	0.506	0.410	
	실현가능성	4.85	5.00	-0.691	0.501	0.348	
7-2-3. 전문인력 배치	중요도	4.69	4.33	0.769	0.455	0.729	
	적절성	4.77	4.33	0.643	0.582	0.596	
	실현가능성	3.62	2.67	1.247	0.233	1.188	
7-2-4. 행정 지원	중요도	4.62	5.00	-2.132	0.054	0.602	
	적절성	4.62	5.00	-2.132	0.054	0.602	
	실현가능성	3.46	2.67	1.098	0.291	1.131	
7-3-1. AI 진로교육 명문화	중요도	4.31	4.00	0.439	0.667	1.094	
	적절성	4.23	4.00	0.334	0.743	1.079	
	실현가능성	4.00	4.00	0.000	1.000	1.000	
7-3-2. 예산 확보 체계	중요도	5.00	5.00	-	-	-	
	적절성	4.92	5.00	-0.468	0.647	0.257	
	실현가능성	3.92	3.00	1.311	0.211	1.099	
7-3-3. 협력 거버넌스 구축	중요도	4.92	5.00	-0.468	0.647	0.257	
	적절성	4.85	5.00	-0.691	0.501	0.348	
	실현가능성	3.92	3.00	1.311	0.211	1.099	
7-3-4. 기존 교육과정과의 연계 체계	중요도	4.85	5.00	-0.468	0.647	0.514	
	적절성	4.69	5.00	-0.823	0.424	0.584	
	실현가능성	3.85	3.33	1.036	0.318	0.773	

PART Ⅶ. 수용성 및 제약 요인

1. 기술통계 분석표

1.1 교사 집단 수용성 제고 방안 영역 분석

〈표 48〉 교사 집단 수용성 제고 방안 영역에 관한 기술통계분석 결과

항목	평가 차원	N	평균	표준 편차	최솟 값	최댓 값	Q1	중앙 값	Q3	왜도	첨도
8-1-1. AI 기술에 대한 체계적 이해 교육	중요도	16	4.75	0.58	3	5	5.00	5.00	5.00	-2.38	5.31
	적절성	16	4.63	0.72	3	5	4.25	5.00	5.00	-1.73	1.70
	실현가능성	16	4.56	0.63	3	5	4.00	5.00	5.00	-1.18	0.63
8-1-2. 교사 전문성 침해가 아닌 보완적 도구임을 강조	중요도	16	4.75	0.58	3	5	5.00	5.00	5.00	-2.38	5.31
	적절성	16	4.63	0.62	3	5	4.00	5.00	5.00	-1.50	1.58
	실현가능성	16	4.31	0.79	3	5	4.00	4.50	5.00	-0.66	-1.01
8-1-3. 충분한 시연 기회 및 점진적 도입	중요도	16	4.63	0.50	4	5	4.00	5.00	5.00	-0.57	-1.93
	적절성	16	4.56	0.63	3	5	4.00	5.00	5.00	-1.18	0.63
	실현가능성	16	4.19	0.83	3	5	3.25	4.00	5.00	-0.39	-1.44
8-1-4. 업무 가중이 아닌 효율화 도구임을 입증	중요도	16	4.88	0.34	4	5	5.00	5.00	5.00	-2.51	4.90
	적절성	16	4.75	0.45	4	5	4.25	5.00	5.00	-1.28	-0.44
	실현가능성	16	4.19	1.22	1	5	3.00	5.00	5.00	-1.40	1.44

1.2 학생 집단 수용성 제고 방안 영역 분석

〈표 49〉 학생 집단 수용성 제고 방안 영역에 관한 기술통계분석 결과

항목	평가 차원	N	평균	표준 편차	최솟 값	최댓 값	Q1	중앙 값	Q3	왜도	첨도
8-2-1. 진로결정 주체성은 학생에게 있음을 명확히 교육	중요도	16	4.94	0.25	4	5	5.00	5.00	5.00	-4.00	16.00
	적절성	16	4.94	0.25	4	5	5.00	5.00	5.00	-4.00	16.00
	실현가능성	16	4.25	0.68	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.36	-0.59
8-2-2. AI 시스템의 작동원리와 한계에 대한 교육	중요도	16	4.63	0.62	3	5	4.00	5.00	5.00	-1.50	1.58
	적절성	16	4.31	0.95	2	5	4.00	5.00	5.00	-1.27	0.83
	실현가능성	16	4.31	0.87	3	5	3.25	5.00	5.00	-0.71	-1.33
8-2-3. 개인정보 활용에 대한 자율적 선택권 보장	중요도	16	4.94	0.25	4	5	5.00	5.00	5.00	-4.00	16.00
	적절성	16	4.88	0.34	4	5	5.00	5.00	5.00	-2.51	4.90
	실현가능성	16	4.13	0.72	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.19	-0.82
8-2-4. AI 결과에 대한 낙인 효과 방지 장치	중요도	16	4.81	0.40	4	5	5.00	5.00	5.00	-1.77	1.28
	적절성	16	4.69	0.60	3	5	4.25	5.00	5.00	-1.89	3.03
	실현가능성	16	3.88	0.81	3	5	3.00	4.00	4.75	0.25	-1.37

1.3 학부모 집단 수용성 제고 방안 영역 분석

〈표 50〉 학부모 집단 수용성 제고 방안 영역에 관한 기술통계분석 결과

항목	평가 차원	N	평균	표준 편차	최솟 값	최댓 값	Q1	중앙 값	Q3	왜도	첨도
8-3-1. 개인정보 보안 체계에 대한 투명한 설명	중요도	16	4.88	0.34	4	5	5.00	5.00	5.00	-2.51	4.90
	적절성	16	4.75	0.45	4	5	4.25	5.00	5.00	-1.28	-0.44
	실현가능성	16	4.38	0.96	2	5	4.00	5.00	5.00	-1.42	1.10
8-3-2. 정기적 학부모 설명회 및 소통 채널 운영	중요도	16	4.56	0.73	3	5	4.00	5.00	5.00	-1.43	0.78
	적절성	16	4.63	0.62	3	5	4.00	5.00	5.00	-1.50	1.58
	실현가능성	16	3.88	1.26	1	5	3.25	4.00	5.00	-1.11	0.39
8-3-3. AI 기술의 교육적 효과에 대한 실증적 근거 제시	중요도	16	4.81	0.54	3	5	5.00	5.00	5.00	-3.03	9.09
	적절성	16	4.56	0.63	3	5	4.00	5.00	5.00	-1.18	0.63
	실현가능성	16	4.19	0.83	2	5	4.00	4.00	5.00	-1.18	1.95
8-3-4. 학부모의 참여 및 피드백 기회 제공	중요도	16	4.63	0.62	3	5	4.00	5.00	5.00	-1.50	1.58
	적절성	16	4.56	0.63	3	5	4.00	5.00	5.00	-1.18	0.63
	실현가능성	16	4.00	1.10	1	5	3.25	4.00	5.00	-1.39	2.52

2. 합의도 분석표

2.1 항목별 합의도 수준

〈표 51〉 수용성 및 제약 요인에 관한 항목별 합의도 수준

항목	차원	표준편차	IQR	CV(%)	합의도 수준	해석
8-1-1. AI 기술 이해 교육	중요도	0.58	0.00	12.15	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.72	0.75	15.54	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.63	1.00	13.79	높음	전문가 간 강한 합의
8-1-2. 보완 도구 강조	중요도	0.58	0.00	12.15	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.62	1.00	13.39	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.79	1.00	18.39	보통	일반적 합의
8-1-3. 충분한 시연 및 점진적 도입	중요도	0.50	1.00	10.81	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.63	1.00	13.79	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.83	1.75	19.92	보통	일반적 합의
8-1-4. 업무 효율화 도구 입증	중요도	0.34	0.00	7.01	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.45	0.75	9.42	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	1.22	2.00	29.21	낮음	의견 분산
8-2-1. 진로결정 주체성 교육	중요도	0.25	0.00	5.06	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.25	0.00	5.06	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.68	1.00	16.07	높음	전문가 간 강한 합의
8-2-2. AI 작동원리와 한계 교육	중요도	0.62	1.00	13.39	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.95	1.00	21.95	보통	일반적 합의
	실현가능성	0.87	1.75	20.25	보통	일반적 합의
8-2-3. 자율적 선택권 보장	중요도	0.25	0.00	5.06	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.34	0.00	7.01	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.72	1.00	17.43	높음	전문가 간 강한 합의
8-2-4. 낙인효과 방지 장치	중요도	0.40	0.00	8.38	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.60	0.75	12.84	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.81	1.75	20.81	보통	일반적 합의
8-3-1. 투명한 설명	중요도	0.34	0.00	7.01	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.45	0.75	9.42	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.96	1.00	21.88	보통	일반적 합의
8-3-2. 설명회 및 소통 채널 운영	중요도	0.73	1.00	15.94	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.62	1.00	13.39	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	1.26	1.75	32.47	낮음	의견 분산
8-3-3. AI 교육효과 근거 제시	중요도	0.54	0.00	11.30	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.63	1.00	13.79	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.83	1.00	19.92	보통	일반적 합의
8-3-4. 참여 및 피드백 기회 제공	중요도	0.62	1.00	13.39	높음	전문가 간 강한 합의
	적절성	0.63	1.00	13.79	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	1.10	1.75	27.39	낮음	의견 분산

(합의도 해석 기준)
높음 (SD ≤ 0.75, IQR ≤ 1.0, CV < 15%): 전문가 간 강한 합의
보통 (0.75 < SD ≤ 1.0, 1.0 < IQR ≤ 1.5, 15% ≤ CV < 25%): 일반적 합의
낮음 (SD > 1.0, IQR > 1.5, CV ≥ 25%): 의견 분산

3. 중요도-실현가능성 매트릭스

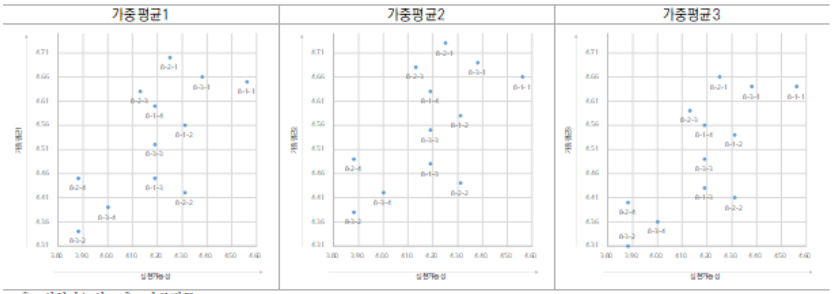
3.1 가중평균 점수 산출표

〈표 52〉 수용성 및 제약 요인에 관한 가중평균 점수 산출

항목	중요도(M)	적절성(A)	실현가능성(F)	가중평균1	가중평균2	가중평균3	순위
8-1-1. AI 기술 이해 교육	4.75	4.63	4.56	4.65	4.66	4.64	3
8-1-2. 보완 도구 강조	4.75	4.63	4.31	4.56	4.58	4.54	6
8-1-3. 충분한 시연 및 점진적 도입	4.63	4.56	4.19	4.45	4.48	4.43	8
8-1-4. 업무 효율화 도구 입증	4.88	4.75	4.19	4.60	4.63	4.56	5
8-2-1. 진로결정 주체성 교육	4.94	4.94	4.25	4.70	4.73	4.66	1
8-2-2. AI 작동원리와 한계 교육	4.63	4.31	4.31	4.42	4.44	4.41	10
8-2-3. 자율적 선택권 보장	4.94	4.88	4.13	4.63	4.68	4.59	4
8-2-4. 낙인효과 방지 장치	4.81	4.69	3.88	4.45	4.49	4.40	9
8-3-1. 투명한 설명	4.88	4.75	4.38	4.66	4.69	4.64	2
8-3-2. 설명회 및 소통 채널 운영	4.56	4.63	3.88	4.34	4.38	4.31	12
8-3-3. AI 교육효과 근거 제시	4.81	4.56	4.19	4.52	4.55	4.49	7
8-3-4. 참여 및 피드백 기회 제공	4.63	4.56	4.00	4.39	4.42	4.36	11

가중평균 산출 방식
가중평균1: M(35%) + A(30%) + F(35%)
가중평균2: M(40%) + A(30%) + F(30%)
가중평균3: M(30%) + A(30%) + F(40%)

3.2 4사분면 매트릭스 (가중평균-실현가능성 기준) 시각화



x축: 실현가능성, y축: 가중평균

4. 전문가 배경별 차이 분석

4.1 전문가의 경력별 인식 차이 (ANOVA)

〈표 53〉 수용성 및 제약 요인에 관한 전문가의 경력별 인식 차이

항목	차원	3년 미만 (n=1)	3-5년 (n=3)	6-10년 (n=2)	11-15년 (n=2)	16년 이상 (n=8)	F값	p값	해석
8-1-1. AI 기술 이해 교육	중요도	5.00	5.00	5.00	4.00	4.75	1.179	0.373	
	적절성	3.00	5.00	5.00	4.00	4.75	3.339	0.051	
	실현가능성	4.00	4.33	5.00	4.50	4.63	0.489	0.744	
8-1-2. 보완 도구 강조	중요도	5.00	4.33	5.00	5.00	4.75	0.550	0.703	
	적절성	3.00	4.67	5.00	5.00	4.63	3.471	0.046	*
	실현가능성	4.00	4.00	4.00	5.00	4.38	0.546	0.706	
8-1-3. 충분한 시연 및 점진적 도입	중요도	5.00	4.67	4.50	4.50	4.63	0.162	0.953	
	적절성	3.00	4.67	5.00	4.50	4.63	2.618	0.093	
	실현가능성	5.00	4.67	4.00	4.50	3.88	0.819	0.539	
8-1-4. 업무 효율화 도구 입증	중요도	5.00	5.00	5.00	5.00	4.75	0.458	0.765	
	적절성	5.00	5.00	5.00	4.00	4.75	2.750	0.083	
	실현가능성	5.00	4.33	3.00	4.50	4.25	0.556	0.699	
8-2-1. 진로결정 주체성 교육	중요도	5.00	4.67	5.00	5.00	5.00	1.117	0.397	
	적절성	5.00	4.67	5.00	5.00	5.00	1.117	0.397	
	실현가능성	4.00	4.33	4.00	4.50	4.25	0.138	0.965	
8-2-2. AI 작동 원리와 한계 교육	중요도	5.00	4.67	4.50	5.00	4.50	0.310	0.865	
	적절성	3.00	4.67	5.00	4.50	4.13	0.930	0.481	
	실현가능성	4.00	4.33	4.50	5.00	4.13	0.382	0.817	
8-2-3. 지율적 선택권 보장	중요도	5.00	4.67	5.00	5.00	5.00	1.117	0.397	
	적절성	5.00	4.67	5.00	5.00	4.88	0.372	0.824	
	실현가능성	4.00	4.67	4.50	4.50	3.75	1.375	0.305	
8-2-4. 낙인효과 방지 장치	중요도	5.00	5.00	4.50	5.00	4.75	0.602	0.669	
	적절성	5.00	5.00	5.00	4.00	4.63	1.109	0.400	
	실현가능성	4.00	4.33	3.50	4.00	3.75	0.344	0.843	
8-3-1. 투명한 설명	중요도	5.00	4.67	5.00	5.00	4.88	0.372	0.824	
	적절성	5.00	4.67	5.00	4.00	4.88	2.601	0.094	
	실현가능성	4.00	4.67	5.00	5.00	4.00	0.795	0.553	
8-3-2. 설명회 및 소통 채널 운영	중요도	3.00	4.67	5.00	4.00	4.75	2.489	0.104	
	적절성	5.00	4.67	5.00	3.50	4.75	3.180	0.058	
	실현가능성	4.00	4.33	4.50	3.50	3.63	0.282	0.884	
8-3-3. AI 교육 효과 근거 제시	중요도	5.00	5.00	5.00	4.00	4.88	1.495	0.270	
	적절성	4.00	5.00	5.00	3.50	4.63	4.125	0.028	*
	실현가능성	5.00	4.33	4.50	4.00	4.00	0.381	0.818	
8-3-4. 참여 및 피드백 기회 제공	중요도	3.00	4.33	5.00	4.50	4.88	4.995	0.015	*
	적절성	5.00	4.67	4.50	3.50	4.75	2.406	0.112	
	실현가능성	5.00	4.00	4.00	4.00	3.88	0.183	0.942	

4.2 전문가의 AI 경험별 차이 (t-검정)

〈표 54〉 수용성 및 제약 요인에 관한 전문가의 AI 경험 유무에 따른 차이

항목	차원	AI 경험 있음 (n=13)	AI 경험 없음 (n=3)	t값	p값	Cohen's d	해석
8-1-1. AI 기술 이해 교육	중요도	4.85	4.33	0.760	0.523	0.558	
	적절성	4.69	4.33	0.769	0.455	0.729	
	실현가능성	4.54	4.67	-0.308	0.762	0.649	
8-1-2. 보완 도구 강조	중요도	4.69	5.00	-0.823	0.424	0.584	
	적절성	4.54	5.00	-2.521	0.027	0.611	*(중간)
	실현가능성	4.31	4.33	-0.049	0.962	0.821	
8-1-3. 충분한 시연 및 점진적 도입	중요도	4.69	4.33	1.131	0.277	0.495	
	적절성	4.46	5.00	-2.941	0.012	0.611	*(중간)
	실현가능성	4.15	4.33	-0.326	0.749	0.860	
8-1-4. 업무 효율화 도구 입증	중요도	4.85	5.00	-0.691	0.501	0.348	
	적절성	4.77	4.67	0.347	0.733	0.461	
	실현가능성	4.31	3.67	0.472	0.681	1.237	
8-2-1. 진로결정 주체성 교육	중요도	4.92	5.00	-0.468	0.647	0.257	
	적절성	4.92	5.00	-0.468	0.647	0.257	
	실현가능성	4.31	4.00	1.477	0.165	0.695	
8-2-2. AI 작동원리와 한계 교육	중요도	4.62	4.67	-0.125	0.902	0.641	
	적절성	4.15	5.00	-3.091	0.009	0.914	**(큼)
	실현가능성	4.23	4.67	-0.769	0.455	0.885	
8-2-3. 자율적 선택권 보장	중요도	4.92	5.00	-0.468	0.647	0.257	
	적절성	4.85	5.00	-0.691	0.501	0.348	
	실현가능성	4.08	4.33	-0.544	0.595	0.736	
8-2-4. 낙인효과 방지 장치	중요도	4.85	4.67	0.683	0.506	0.410	
	적절성	4.69	4.67	0.064	0.950	0.623	
	실현가능성	4.00	3.33	1.323	0.207	0.787	
8-3-1. 투명한 설명	중요도	4.85	5.00	-0.691	0.501	0.348	
	적절성	4.77	4.67	0.347	0.733	0.461	
	실현가능성	4.23	5.00	-2.739	0.018	0.938	*(큼)
8-3-2. 설명회 및 소통 채널 운영	중요도	4.62	4.33	0.592	0.563	0.744	
	적절성	4.69	4.33	0.528	0.647	0.623	
	실현가능성	3.92	3.67	0.308	0.762	1.298	
8-3-3. AI 교육효과 근거 제시	중요도	4.92	4.33	0.879	0.470	0.506	
	적절성	4.62	4.33	0.414	0.716	0.641	
	실현가능성	4.15	4.33	-0.326	0.749	0.860	
8-3-4. 참여 및 피드백 기회 제공	중요도	4.62	4.67	-0.125	0.902	0.641	
	적절성	4.69	4.00	1.852	0.085	0.584	
	실현가능성	4.00	4.00	0.000	1.000	1.134	

PART IX. (초)개인화 진로교육을 위한 핵심 요소

1. 핵심 요소 선택 분석

1.1 핵심 요소 선택 빈도 및 순위 분석표

순위	핵심 요소	선택수	선택률(%)	해석
1	데이터 수집과 정보 체계	10	62.5	상대적으로 중요한 요소
2	교육학적 설계 원칙	10	62.5	상대적으로 중요한 요소
3	교사 역할과 지원체계	12	75.0	상대적으로 중요한 요소
4	제도적·윤리적 조건	8	50.0	상대적으로 덜 중요한 요소
5	시스템 기능과 기술적 요소	7	43.8	상대적으로 덜 중요한 요소
6	이해관계자 합의	1	6.3	상대적으로 덜 중요한 요소

1.2 선택 조합 패턴 분석표

순위	선택 조합	빈도	비율(%)	특성
1위	(1)데이터 수집과 정보 체계 (2)교육학적 설계 원칙 (3)교사 역할과 지원체계	3	18.8	기술(데이터)과 인간(교사, 교육 철학)의 균형 잡힌 접근
1위	(2)교육학적 설계 원칙 (3)교사 역할과 지원체계 (5)제도적·윤리적 조건	3	18.8	기술보다 교육의 본질과 안전성을 우선하는 인간 중심의 접근
3위	(1)데이터 수집과 정보 체계 (2)교육학적 설계 원칙 (4)시스템 기능과 기술적 요소	2	12.5	데이터와 기술을 핵심으로 하는 기능적 접근
3위	(1)데이터 수집과 정보 체계 (3)교사 역할과 지원체계 (4)시스템 기능과 기술적 요소	2	12.5	기술과 교사의 협력을 통한 실질적 성과 창출 모델
기타	나머지 조합들	6	37.5	-

2. 핵심 요소별 정량 평가 분석

2.1 기술통계 분석표

핵심 요소	차원	N	평균	표준편차	중앙값	Q1	Q3	최솟값	최댓값	순위
① 데이터 수집·정보 체계	중요도	16	4.81	0.40	5.00	5.00	5.00	4	5	4
	적절성	16	4.81	0.40	5.00	5.00	5.00	4	5	4
	실현가능성	16	4.38	0.50	4.00	4.00	5.00	4	5	14
② 교육학적 설계 원칙	중요도	16	4.69	0.48	5.00	4.00	5.00	4	5	7
	적절성	16	4.56	0.73	5.00	4.00	5.00	3	5	9
	실현가능성	16	4.31	0.70	4.00	4.00	5.00	3	5	16
③ 교사 역할·지원체계	중요도	16	4.94	0.25	5.00	5.00	5.00	4	5	2
	적절성	16	4.94	0.25	5.00	5.00	5.00	4	5	2
	실현가능성	16	4.44	0.81	5.00	4.00	5.00	3	5	13
④ 시스템 기능·기술적 요소	중요도	16	4.44	0.63	4.50	4.00	5.00	3	5	13
	적절성	16	4.56	0.81	5.00	4.00	5.00	2	5	9
	실현가능성	16	4.56	0.73	5.00	4.00	5.00	3	5	9
⑤ 제도적·윤리적 조건	중요도	16	4.75	0.45	5.00	4.25	5.00	4	5	6
	적절성	16	4.75	0.45	5.00	4.25	5.00	4	5	6
	실현가능성	16	4.00	0.82	4.00	3.00	5.00	3	5	17

⑥ 이해관계자 합의	중요도	16	4.50	0.63	5.00	4.00	5.00	3	5	11
	적절성	16	4.31	0.79	4.50	4.00	5.00	3	5	16
	실현가능성	16	3.31	0.60	3.00	3.00	4.00	2	4	18

2.2 합의도 분석표

핵심 요소	중요도 합의도	적절성 합의도	실현가능성 합의도	전체 합의도	3차 조사 필요성
데이터 수집·정보 체계	높음	높음	높음	높음	없음(최종 확정)
교육학적 설계 원칙	높음	높음	높음	높음	없음(최종 확정)
교사 역할 지원체계	높음	높음	보통	높음	없음(최종 확정)
시스템 기능·기술적 요소	높음	보통	높음	높음	없음(최종 확정)
제도적·윤리적 조건	높음	높음	보통	높음	없음(최종 확정)
이해관계자 합의	높음	보통	높음	높음	없음(최종 확정)

PART X. 종합 평가 및 우선순위

1. 구현 우선순위 분석

1.1 Borda Count 순위 분석표

순위	구현 영역	Borda 점수	평균 순위	표준편차	합의도	1순위 선택 수
1	기술적 인프라 구축	70.00	4.38	2.16	낮음	1
2	개인정보보호 체계 완비	36.00	2.25	2.24	낮음	2
3	교사 역량 강화 프로그램	61.00	3.81	2.17	낮음	1
4	AI-교사 협력 모델 구축	76.00	4.75	2.49	낮음	5
5	정책·법제도 정비	70.00	4.38	1.93	낮음	3
6	콘텐츠 개발 및 검증	40.00	2.50	2.22	낮음	1
7	이해관계자 수용성 확보	60.00	3.75	2.21	낮음	4
8	시범 운영 및 효과 검증	35.00	2.19	1.64	낮음	2

1.2 구현 단계별 클러스터 분석

클러스터	구현 영역	특성	추진 전략
즉시 추진(1-2순위)	개인정보보호 체계 완비, 콘텐츠 개발 및 검증	안전성과 콘텐츠 확보의 시급성	6개월 내 완료
단계적 추진(3-5순위)	콘텐츠 개발 및 검증, 이해관계자 수용성 확보, 교사 역량 강화 프로그램	콘텐츠 완성도와 사용자 기반 확장의 중요성	6-18개월
후속 추진(6-8순위)	기술적 인프라 구축, 정책·법제도 정비, AI-교사 협력 모델 구축	지속 가능성을 위한 기반 마련	18개월 이후

2. 성공 조건 선택 분석

2.1 성공 조건 선택 빈도 분석표

순위	성공 조건	선택 빈도	선택률(%)	95% 신뢰구간
1.5	충분한 예산과 안정적 재정 지원	10	62.5	38.3%-82.6%
1.5	정확하고 신뢰할 수 있는 AI 기술력	10	62.5	38.3%-82.6%
3	교사의 AI 리터러시와 상담 전문성	8	50.0	27.2%-72.8%
4	법제도 기반과 정책적 뒷받침	7	43.8	22.2%-67.4%
5	학교 현장의 인프라와 환경 조성	5	31.3	13.1%-55.6%
6	학생·학부모의 높은 수용도와 참여도	4	25.0	9.1%-49.1%
7	개인정보보호 및 윤리적 안전장치	3	18.8	5.6%-42.1%
8	지속적인 모니터링과 개선 시스템	1	6.3	0.7%-25.7%

2.2 성공 조건 조합 패턴 분석표

순위	3가지 조합	빈도	비율(%)	특성
1위	(1) 충분한 예산과 안정적 재정 지원 (5) 정확하고 신뢰할 수 있는 AI 기술력 (6) 법제도 기반과 정책적 뒷받침	3	18.8	기술·재정·법제도가 결합된 거시적 인프라 구축의 중요성
2위	(1) 충분한 예산과 안정적 재정 지원 (2) 교사의 AI 리터러시와 상담 전문성 (5) 정확하고 신뢰할 수 있는 AI 기술력	2	12.5	기술과 재정 지원을 바탕으로 한 교사의 역량 강화 모델
기타	나머지 조합들	11	68.8	-

5. 통합 분석 결과

5.1 핵심 요소-구현 우선순위 연관성 분석 분석표

핵심 요소	연관 구현 영역	상관계수	일치도 평가
데이터 수집·정보 체계	기술적 인프라 구축	-0.044	0.871
교사 역할·지원체계	교사 역량 강화 프로그램	-0.047	0.861
제도적·윤리적 조건	개인정보보호 체계 완비	0.098	0.718
교육학적 설계 원칙	AI-교사 협력 모델 구축	-0.043	0.875
시스템 기능·기술적 요소	콘텐츠 개발 및 검증	0.014	0.959
이해관계자 합의	이해관계자 수용성 확보	0.343	0.194

**p < 0.05, **p < 0.01

5.2 전문가 배경별 차이 분석 분석표

구분	10년 이하 (n=6)	11년 이상 (n=10)	주요 차이점
핵심 요소 1순위	교육학적 설계 원칙	교사 역할과 지원체계	짧은 경력은 교육의 본질을, 긴 경력은 교사의 역할을 중시함
구현 우선순위 1순위	정책·법제도 정비 & 콘텐츠 개발 및 검증	정책·법제도 정비	짧은 경력은 콘텐츠 개발을 더 중요하게 생각함
성공 조건	정확하고 신뢰할 수 있는 AI 기술력	충분한 예산과 안정적 재정 지원	짧은 경력은 기술을, 긴 경력은 재정적 기반을 중요하게 생각함

〈부록 8〉 AI 기술 전문가 대상 델파이 결과분석(2차)

PART I. 데이터 입력 및 전처리

1. 기술통계 분석표

1.1 데이터 구조 설계 및 실시간 처리 영역 분석

〈표 1〉 데이터 구조 설계 및 실시간 처리 영역에 관한 기술통계분석 결과

항목	평가 차원	N	평균	표준편차	최솟값	최댓값	Q1	중앙값	Q3	왜도	첨도
1-1-1. 진로심리검사 데이터를 representation learning (예: dense embedding, hybrid sparse-dense 구조) 방식으로 구조화	중요도	15	4.47	0.64	3	5	4.00	5.00	5.00	-0.80	-0.13
	기술적 실현가능성	15	4.13	0.52	3	5	4.00	4.00	4.00	0.28	1.40
	도메인 적용가능성	15	4.07	0.80	3	5	3.00	4.00	5.00	-0.13	-1.35
	계산 자원 요구도	15	3.53	0.92	2	5	3.00	3.00	4.00	0.53	-0.61
1-1-2. 대화형 로그의 토큰화 및 LLM 최적화 입력 구조로 변환	중요도	15	4.27	0.70	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.43	-0.67
	기술적 실현가능성	15	4.20	0.77	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.38	-1.12
	도메인 적용가능성	15	4.13	0.64	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.10	-0.13
	계산 자원 요구도	15	3.40	0.63	2	4	3.00	3.00	4.00	-0.55	-0.38
1-1-3. 학습자 반응을 기반으로 한 continuous affect recognition (감정·정서 상태의 실시간 수치화) 적용	중요도	15	3.67	0.90	2	5	3.00	4.00	4.00	0.10	-0.68
	기술적 실현가능성	15	2.60	0.63	1	3	2.00	3.00	3.00	-1.41	1.26
	도메인 적용가능성	15	2.87	1.19	1	5	2.00	3.00	4.00	0.59	-0.44
	계산 자원 요구도	15	4.20	0.68	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.26	-0.50
1-1-4. Robust anomaly detection pipeline (결측치·이상값 자동 검출 및 정제) 설계	중요도	15	4.00	1.00	1	5	4.00	4.00	5.00	-1.98	5.68
	기술적 실현가능성	15	4.40	0.51	4	5	4.00	4.00	5.00	0.46	-2.09
	도메인 적용가능성	15	4.00	1.13	2	5	3.00	4.00	5.00	-0.68	-0.98
	계산 자원 요구도	15	2.93	0.80	2	4	2.00	3.00	4.00	0.13	-1.35
1-1-5. Streaming data pipeline 기반의 실시간 처리 및 모니터링 체계 구축	중요도	15	3.80	0.94	2	5	3.00	4.00	4.00	-0.74	0.16
	기술적 실현가능성	15	3.80	0.77	3	5	3.00	4.00	4.00	0.38	-1.12
	도메인 적용가능성	15	3.33	0.90	2	5	3.00	3.00	4.00	-0.10	-0.68
	계산 자원 요구도	15	4.13	0.74	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.23	-0.97

1.2 멀티모달 데이터 통합 전략 영역 분석

〈표 2〉 멀티모달 데이터 통합 전략 영역에 관한 기술통계분석 결과

항목	평가 차원	N	평균	표준편차	최솟값	최댓값	Q1	중앙값	Q3	왜도	첨도
1-2-1. 구조적 데이터와 비정형 데이터를 통합할 수 있는 multimodal embedding framework	중요도	15	4.73	0.46	4	5	4.00	5.00	5.00	-1.18	-0.73
	기술적 실현가능성	15	3.73	0.80	2	5	4.00	4.00	4.00	-1.39	1.89
	도메인 적용가능성	15	3.67	0.90	2	5	3.00	4.00	4.00	0.10	-0.68
	계산 자원 요구도	15	4.33	0.62	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.31	-0.40
1-2-2. 학습자의 시간 흐름을 반영하는 temporal alignment 기반 멀티모달 학습 구조	중요도	15	4.00	1.20	1	5	4.00	4.00	5.00	-1.45	1.83
	기술적 실현가능성	15	3.40	0.83	2	5	3.00	3.00	4.00	0.80	0.34
	도메인 적용가능성	15	3.33	0.98	2	5	3.00	3.00	4.00	0.28	-0.65
	계산 자원 요구도	15	4.13	0.74	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.23	-0.97
1-2-3. LLM fine-tuning 및 domain adaptation 전략을 활용한 진로교육 특화 모델 개발	중요도	15	4.47	0.92	2	5	4.00	5.00	5.00	-1.82	2.90
	기술적 실현가능성	15	4.20	0.56	3	5	4.00	4.00	5.00	0.11	0.38
	도메인 적용가능성	15	4.20	0.68	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.26	-0.50
	계산 자원 요구도	15	4.20	0.77	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.38	-1.12
1-2-4. 데이터 편향 최소화를 위한 PromptOps 및 지속적 검증 전략	중요도	15	4.33	0.90	2	5	4.00	5.00	5.00	-1.46	2.01
	기술적 실현가능성	15	4.13	0.35	4	5	4.00	4.00	4.00	2.40	4.35
	도메인 적용가능성	15	4.13	0.83	3	5	3.00	4.00	5.00	-0.27	-1.50
	계산 자원 요구도	15	3.13	0.99	2	5	2.00	3.00	4.00	0.21	-1.12

2. 합의도 분석표

2.1 항목별 합의도 수준

〈표 3〉 데이터 입력 및 전처리에 관한 항목별 합의도 수준

항목	차원	표준편차	IQR	CV(%)	합의도 수준	해석
1-1-1. representation learning	중요도	0.64	1.00	14.33	높음	전문가 간 강한 합의
	기술적 실현가능성	0.52	0.00	12.49	높음	전문가 간 강한 합의
	도메인 적용가능성	0.80	2.00	19.64	보통	일반적 합의
	계산 자원 요구도	0.92	1.00	25.91	낮음	의견 분산
1-1-2 토큰화 및 구조 변환	중요도	0.70	1.00	16.49	높음	전문가 간 강한 합의
	기술적 실현가능성	0.77	1.00	18.44	보통	일반적 합의
	도메인 적용가능성	0.64	1.00	15.48	높음	전문가 간 강한 합의
	계산 자원 요구도	0.63	1.00	18.60	높음	전문가 간 강한 합의
1-1-3. 학습자 반응 기반 적용	중요도	0.90	1.00	24.54	보통	일반적 합의
	기술적 실현가능성	0.63	1.00	24.33	높음	전문가 간 강한 합의
	도메인 적용가능성	1.19	2.00	41.42	낮음	의견 분산
	계산 자원 요구도	0.68	1.00	16.10	높음	전문가 간 강한 합의
1-1-4 Pipeline 설계	중요도	1.00	1.00	25.00	낮음	의견 분산
	기술적 실현가능성	0.51	1.00	11.52	높음	전문가 간 강한 합의
	도메인 적용가능성	1.13	2.00	28.35	낮음	의견 분산
	계산 자원 요구도	0.80	2.00	27.23	낮음	의견 분산
1-1-5 모니터링 체계 구축	중요도	0.94	1.00	24.77	보통	일반적 합의
	기술적 실현가능성	0.77	1.00	20.38	보통	일반적 합의
	도메인 적용가능성	0.90	1.00	26.99	낮음	의견 분산
	계산 자원 요구도	0.74	1.00	17.98	높음	전문가 간 강한 합의
1-2-1. 데이터 통합 framework	중요도	0.46	1.00	9.67	높음	전문가 간 강한 합의
	기술적 실현가능성	0.80	0.00	21.40	보통	일반적 합의
	도메인 적용가능성	0.90	1.00	24.54	보통	일반적 합의
	계산 자원 요구도	0.62	1.00	14.24	높음	전문가 간 강한 합의
1-2-2 멀티모달 학습 구조	중요도	1.20	1.00	29.88	낮음	의견 분산
	기술적 실현가능성	0.83	1.00	24.36	보통	일반적 합의
	도메인 적용가능성	0.98	1.00	29.28	낮음	의견 분산
	계산 자원 요구도	0.74	1.00	17.98	높음	전문가 간 강한 합의
1-2-3. 진로교육 특화 모델 개발	중요도	0.92	1.00	20.50	보통	일반적 합의
	기술적 실현가능성	0.56	1.00	13.35	높음	전문가 간 강한 합의
	도메인 적용가능성	0.68	1.00	16.10	높음	전문가 간 강한 합의
	계산 자원 요구도	0.77	1.00	18.44	보통	일반적 합의
1-2-4. PromptOps	중요도	0.90	1.00	20.76	보통	일반적 합의
	기술적 실현가능성	0.35	0.00	8.51	높음	전문가 간 강한 합의
	도메인 적용가능성	0.83	2.00	20.17	보통	일반적 합의
	계산 자원 요구도	0.99	2.00	31.61	낮음	의견 분산

〈합의도 해석 기준〉
높음 (SD ≤ 0.75, IQR ≤ 1.0, CV 〈 15%): 전문가 간 강한 합의
보통 (0.75 〈 SD ≤ 1.0, 1.0 〈 IQR ≤ 1.5, 15% ≤ CV 〈 25%): 일반적 합의
낮음 (SD 〉 1.0, IQR 〉 1.5, CV ≥ 25%): 의견 분산

3.1 가중평균 점수 산출표

〈표 4〉 데이터 입력 및 전처리에 관한 가중평균 점수 산출

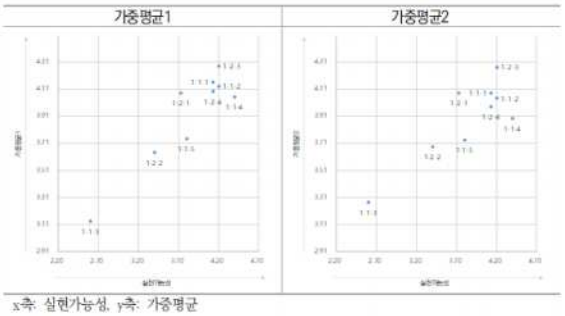
항목	중요도(M)	실현가능성(T)	적용가능성(A)	지원요구도(R)	가중평균1	가중평균2	순위
1-1-1. representation learning	4.47	4.13	4.07	3.53	4.16	4.08	2
1-1-2. 토큰화 및 구조 변환	4.27	4.20	4.13	3.40	4.13	4.04	3.5
1-1-3. 학습자 반응 기반 적용	3.67	2.60	2.87	4.20	3.13	3.27	9
1-1-4. Pipelne 설계	4.00	4.40	4.00	2.93	4.05	3.89	6
1-1-5. 모니터링 체계 구축	3.80	3.80	3.33	4.13	3.74	3.73	7
1-2-1. 데이터 통합 framework	4.73	3.73	3.67	4.33	4.08	4.08	3.5
1-2-2. 멀티모달 학습 구조	4.00	3.40	3.33	4.13	3.64	3.68	8
1-2-3. 진로교육 특화 모델 개발	4.47	4.20	4.20	4.20	4.28	4.27	1
1-2-4. PromptOps	4.33	4.13	4.13	3.13	4.09	3.98	5

가중평균 산출 방식

가중평균1: M(변환30%) + Ⓣ(변환40%) + Ⓐ(변환20%) + Ⓡ(변환10%)

가중평균2: M(변환25%) + Ⓣ(변환25%) + Ⓐ(변환30%) + Ⓡ(변환20%)

3.2 4사분면 매트릭스 (가중평균-실현가능성 기준) 시각화



x축: 실현가능성, y축: 가중평균

4. 전문가 배경별 차이 분석

4.1 전문가의 경력별 인식 차이 (ANOVA)

〈표 5〉 데이터 입력 및 전처리에 관한 전문가의 경력별 인식 차이

항목	차원	3년 미만 (n=1)	3-5년 (n=8)	6-10년 (n=5)	11-15년 (n=1)	F값	p값	해석
1-1-1. representation learning	중요도	5.00	4.25	4.80	4.00	1.222	0.348	
	기술적 실현가능성	4.00	4.13	4.20	4.00	0.058	0.981	
	도메인 적용가능성	3.00	3.88	4.60	4.00	1.725	0.219	
	계산 자원 요구도	3.00	4.13	2.80	3.00	3.914	0.040	*
1-1-2. 토큰화 및 구조 변환	중요도	5.00	4.63	3.60	4.00	4.601	0.025	*
	기술적 실현가능성	3.00	4.50	4.00	4.00	1.467	0.277	
	도메인 적용가능성	4.00	4.13	4.20	4.00	0.038	0.990	
	계산 자원 요구도	4.00	3.38	3.40	3.00	0.379	0.770	
1-1-3. 학습자 반응 기반 적용	중요도	3.00	3.63	3.80	4.00	0.226	0.876	
	기술적 실현가능성	2.00	3.00	2.20	2.00	3.667	0.047	*
	도메인 적용가능성	2.00	2.63	3.40	3.00	0.571	0.646	
	계산 자원 요구도	4.00	4.25	4.40	3.00	1.326	0.315	
1-1-4 Pipeline 설계	중요도	4.00	4.25	3.60	4.00	0.375	0.773	
	기술적 실현가능성	4.00	4.25	4.60	5.00	1.222	0.348	
	도메인 적용가능성	4.00	3.63	4.60	4.00	0.711	0.565	
	계산 자원 요구도	3.00	3.13	2.60	3.00	0.390	0.763	
1-1-5 모니터링 체계 구축	중요도	2.00	4.13	3.80	3.00	2.257	0.139	
	기술적 실현가능성	3.00	4.00	3.40	5.00	2.256	0.139	
	도메인 적용가능성	2.00	3.38	3.60	3.00	0.912	0.466	
	계산 자원 요구도	4.00	4.25	4.20	3.00	0.834	0.503	
1-2-1. 데이터 통합 framework	중요도	5.00	4.63	4.80	5.00	0.354	0.787	
	기술적 실현가능성	2.00	4.00	3.40	5.00	6.569	0.008	**
	도메인 적용가능성	3.00	3.63	3.80	4.00	0.226	0.876	
	계산 자원 요구도	5.00	4.50	4.00	4.00	1.222	0.348	
1-2-2. 멀티모달 학습 구조	중요도	3.00	4.50	3.20	5.00	2.063	0.163	
	기술적 실현가능성	3.00	3.63	2.80	5.00	3.863	0.041	*
	도메인 적용가능성	3.00	3.50	3.20	3.00	0.153	0.926	
	계산 자원 요구도	4.00	4.38	3.80	4.00	0.581	0.639	
1-2-3. 진로교육 특화 모델 개발	중요도	5.00	4.75	4.20	3.00	1.517	0.265	
	기술적 실현가능성	4.00	4.38	3.80	5.00	2.364	0.127	
	도메인 적용가능성	3.00	4.50	4.00	4.00	2.200	0.146	
	계산 자원 요구도	5.00	4.13	4.00	5.00	0.813	0.513	
1-2-4. PromptOps	중요도	4.00	4.75	3.80	4.00	1.340	0.311	
	기술적 실현가능성	4.00	4.13	4.00	5.00	3.597	0.050	*
	도메인 적용가능성	4.00	4.38	4.00	3.00	0.865	0.488	
	계산 자원 요구도	4.00	3.25	2.80	3.00	0.427	0.737	

4.2 전문가의 AI 경험별 차이 (t-검정)

〈표 6〉 데이터 입력 및 전처리에 관한 전문가의 AI 경험 유무에 따른 차이

항목	차원	AI 경험 있음 (n=13)	AI 경험 없음 (n=2)	t값	p값	Cohen's d	해석
1-1-1. representation learning	중요도	4.38	5.00	-3.411	0.005	0.625	**(중간)
	기술적 실현가능성	4.23	3.50	2.070	0.059	0.465	
	도메인 적용가능성	4.23	3.00	2.326	0.037	0.697	*(중간)
	계산 자원 요구도	3.46	4.00	-0.763	0.459	0.929	
1-1-2. 토큰화 및 구조 변환	중요도	4.15	5.00	-1.684	0.116	0.662	
	기술적 실현가능성	4.23	4.00	0.380	0.710	0.799	
	도메인 적용가능성	4.08	4.50	-0.862	0.404	0.646	
	계산 자원 요구도	3.31	4.00	-3.959	0.002	0.606	**(중간)
1-1-3. 학습자 반응 기반 적용	중요도	3.77	3.00	1.137	0.276	0.890	
	기술적 실현가능성	2.62	2.50	0.232	0.820	0.655	
	도메인 적용가능성	2.92	2.50	0.456	0.656	1.222	
	계산 자원 요구도	4.15	4.50	-0.660	0.521	0.690	
1-1-4 Pipeline 설계	중요도	4.00	4.00	0.000	1.000	1.038	
	기술적 실현가능성	4.46	4.00	3.207	0.008	0.499	**(작음)
	도메인 적용가능성	4.08	3.50	0.656	0.523	1.158	
	계산 자원 요구도	2.85	3.50	-1.084	0.298	0.794	
1-1-5 모니터링 체계 구축	중요도	4.00	2.50	2.442	0.030	0.809	*(큼)
	기술적 실현가능성	3.92	3.00	1.665	0.120	0.730	
	도메인 적용가능성	3.54	2.00	7.146	0.000	0.746	***(중간)
	계산 자원 요구도	4.08	4.50	-0.737	0.474	0.756	
1-2-1. 데이터 통합 framework	중요도	4.69	5.00	-2.309	0.040	0.462	*(작음)
	기술적 실현가능성	3.85	3.00	1.448	0.171	0.769	
	도메인 적용가능성	3.62	4.00	-0.549	0.593	0.923	
	계산 자원 요구도	4.23	5.00	-1.759	0.102	0.576	
1-2-2. 멀티모달 학습 구조	중요도	4.00	4.00	0.000	1.000	1.240	
	기술적 실현가능성	3.38	3.50	-0.177	0.862	0.858	
	도메인 적용가능성	3.23	4.00	-1.041	0.317	0.973	
	계산 자원 요구도	4.08	4.50	-0.737	0.474	0.756	
1-2-3. 진로교육 특화 모델 개발	중요도	4.38	5.00	-0.878	0.396	0.923	
	기술적 실현가능성	4.23	4.00	0.528	0.607	0.576	
	도메인 적용가능성	4.23	4.00	0.436	0.670	0.697	
	계산 자원 요구도	4.08	5.00	-1.665	0.120	0.730	
1-2-4. PromptOps	중요도	4.31	4.50	-0.272	0.790	0.931	
	기술적 실현가능성	4.15	4.00	0.561	0.584	0.361	
	도메인 적용가능성	4.08	4.50	-0.654	0.524	0.851	
	계산 자원 요구도	3.08	3.50	-0.548	0.593	1.016	

PART II. 알고리즘 및 시스템 설계

1. 기술통계 분석표

1.1 초개인화 진로경로 추천 알고리즘 영역 분석

〈표 7〉 초개인화 진로경로 추천 알고리즘 영역에 관한 기술통계분석 결과

항목	평가 차원	N	평균	표준편차	최솟값	최댓값	Q1	중앙값	Q3	왜도	첨도
2-1-1. 협업 필터링 기반 유사 학습자 진로경로 추천	중요도	15	3.73	0.88	2	5	3.00	4.00	4.00	-0.83	0.52
	기술적 실현가능성	15	4.27	0.70	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.43	-0.67
	도메인 적용가능성	15	3.93	0.70	3	5	3.00	4.00	4.00	0.09	-0.67
	계산 자원 요구도	15	2.67	0.90	1	5	2.00	3.00	3.00	0.78	2.68
2-1-2. 강화학습 기반 적응형 진로경로 최적화	중요도	15	3.60	1.24	1	5	3.00	4.00	5.00	-0.65	-0.32
	기술적 실현가능성	15	3.13	0.83	2	5	3.00	3.00	4.00	0.58	0.50
	도메인 적용가능성	15	3.20	0.77	2	5	3.00	3.00	4.00	0.68	1.08
	계산 자원 요구도	15	4.13	0.74	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.23	-0.97
2-1-3. LLM 기반 도메인 어댑테이션 + 맥락 반영 진로 추천	중요도	15	4.47	0.74	3	5	4.00	5.00	5.00	-1.07	-0.11
	기술적 실현가능성	15	3.87	0.74	2	5	4.00	4.00	4.00	-0.98	2.20
	도메인 적용가능성	15	4.20	0.68	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.26	-0.50
	계산 자원 요구도	15	4.13	0.64	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.10	-0.13
2-1-4. AI Agent 기반 대화형 진로 탐색 시스템	중요도	15	4.60	0.51	4	5	4.00	5.00	5.00	-0.46	-2.09
	기술적 실현가능성	15	3.93	0.88	2	5	3.00	4.00	5.00	-0.57	0.09
	도메인 적용가능성	15	4.20	0.86	2	5	4.00	4.00	5.00	-1.20	1.80
	계산 자원 요구도	15	4.33	0.49	4	5	4.00	4.00	5.00	0.79	-1.62
2-1-5. Ensemble/ Meta-learning 기반 하이브리드 모델 통합	중요도	15	3.87	0.83	2	5	3.00	4.00	4.00	-0.58	0.50
	기술적 실현가능성	15	3.27	0.70	2	4	3.00	3.00	4.00	-0.43	-0.67
	도메인 적용가능성	15	3.13	0.83	2	5	3.00	3.00	4.00	0.58	0.50
	계산 자원 요구도	15	3.67	0.98	1	5	3.00	4.00	4.00	-1.34	3.23

1.2 실시간 피드백 및 AI Agent 시스템 영역 분석

〈표 8〉 실시간 피드백 및 AI Agent 시스템 영역에 관한 기술통계분석 결과

항목	평가 차원	N	평균	표준편차	최솟값	최댓값	Q1	중앙값	Q3	왜도	첨도
2-2-1. 이벤트 기반 실시간 행동 변화 감지	중요도	15	3.67	1.11	1	5	3.00	4.00	4.00	-1.02	1.14
	기술적 실현가능성	15	3.87	0.92	2	5	3.00	4.00	5.00	-0.35	-0.48
	도메인 적용가능성	15	3.87	1.06	2	5	3.00	4.00	5.00	-0.53	-0.79
	계산 자원 요구도	15	3.33	0.90	2	5	3.00	3.00	4.00	-0.10	-0.68
2-2-2. 세션 로그 추적 기반 학습 패턴 분석	중요도	15	3.80	1.15	1	5	3.00	4.00	5.00	-1.19	1.39
	기술적 실현가능성	15	4.33	0.82	2	5	4.00	4.00	5.00	-1.65	3.92
	도메인 적용가능성	15	4.27	0.80	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.55	-1.13
	계산 자원 요구도	15	2.87	0.83	2	5	2.00	3.00	3.00	1.13	1.96
2-2-3. LLM Prompt 기반 개인화 피드백 생성	중요도	15	4.40	0.74	3	5	4.00	5.00	5.00	-0.84	-0.47
	기술적 실현가능성	15	4.13	0.64	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.10	-0.13
	도메인 적용가능성	15	4.40	0.63	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.55	-0.38
	계산 자원 요구도	15	3.33	0.90	2	5	3.00	3.00	4.00	-0.10	-0.68
2-2-4. Episodic+Long-term Memory 기반 지속적 학습 에이전트	중요도	15	4.20	0.86	3	5	3.00	4.00	5.00	-0.43	-1.55
	기술적 실현가능성	15	3.20	0.77	1	4	3.00	3.00	4.00	-1.45	4.01
	도메인 적용가능성	15	3.33	0.72	2	4	3.00	3.00	4.00	-0.63	-0.65
	계산 자원 요구도	15	4.33	0.49	4	5	4.00	4.00	5.00	0.79	-1.62
2-2-5. Continual learning 기반 Feedback Loop 자동 업데이트	중요도	15	4.00	0.76	3	5	3.00	4.00	5.00	0.00	-1.08
	기술적 실현가능성	15	3.20	0.77	2	5	3.00	3.00	4.00	0.68	1.08
	도메인 적용가능성	15	3.40	0.74	2	5	3.00	3.00	4.00	0.40	0.43
	계산 자원 요구도	15	4.00	0.65	3	5	4.00	4.00	4.00	0.00	-0.18

1.3 설명가능한 AI(XAI)와 투명성 영역 분석

〈표 9〉 설명가능한 AI(XAI)와 투명성 영역에 관한 기술통계분석 결과

항목	평가 차원	N	평균	표준편차	최솟값	최댓값	Q1	중앙값	Q3	왜도	첨도
2-3-1. 사용자 중심 Explainable Prompt Engineering 설계	중요도	15	4.40	0.74	3	5	4.00	5.00	5.00	-0.84	-0.47
	기술적 실현가능성	15	4.07	0.80	3	5	3.00	4.00	5.00	-0.13	-1.35
	도메인 적용가능성	15	4.13	0.83	3	5	3.00	4.00	5.00	-0.27	-1.50
	계산 자원 요구도	15	2.87	0.92	1	4	2.00	3.00	4.00	-0.35	-0.48
2-3-2. SHAP/LIME 기반 모델 해석 도구 통합	중요도	15	3.67	1.05	1	5	3.00	4.00	4.00	-0.94	1.83
	기술적 실현가능성	15	3.60	0.99	2	5	3.00	4.00	4.00	-0.06	-0.81
	도메인 적용가능성	15	3.27	0.88	1	5	3.00	3.00	4.00	-0.60	2.83
	계산 자원 요구도	15	3.40	0.74	2	5	3.00	3.00	4.00	0.40	0.43
2-3-3. RAG + LLM 방식 근거 기반 설명 생성	중요도	15	4.67	0.49	4	5	4.00	5.00	5.00	-0.79	-1.62
	기술적 실현가능성	15	4.27	0.59	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.09	-0.17
	도메인 적용가능성	15	4.33	0.82	3	5	4.00	5.00	5.00	-0.74	-1.02
	계산 자원 요구도	15	3.93	0.70	3	5	3.00	4.00	4.00	0.09	-0.67
2-3-4. 일관된 Narrative 제공을 위한 PromptOps 운영	중요도	15	3.93	0.80	3	5	3.00	4.00	5.00	0.13	-1.35
	기술적 실현가능성	15	4.00	0.65	3	5	4.00	4.00	4.00	0.00	-0.18
	도메인 적용가능성	15	3.93	0.80	3	5	3.00	4.00	5.00	0.13	-1.35
	계산 자원 요구도	15	2.80	0.77	2	4	2.00	3.00	3.00	0.38	-1.12
2-3-5. Counterfactual Explanation (대안적 설명) 적용 가능성	중요도	15	3.40	0.74	2	5	3.00	3.00	4.00	0.40	0.43
	기술적 실현가능성	15	3.33	0.62	3	5	3.00	3.00	4.00	1.79	2.63
	도메인 적용가능성	15	3.47	0.74	3	5	3.00	3.00	4.00	1.33	0.47
	계산 자원 요구도	15	3.27	0.46	3	4	3.00	3.00	4.00	1.18	-0.73

1.4 공정성 및 편향 방지 알고리즘 영역 분석

〈표 10〉 공정성 및 편향 방지 알고리즘 영역에 관한 기술통계분석 결과

항목	평가 차원	N	평균	표준편차	최솟값	최댓값	Q1	중앙값	Q3	왜도	첨도
2-4-1. AIF360 기반 편향 데이터 자동 탐지	중요도	15	4.07	0.88	3	5	3.00	4.00	5.00	-0.14	-1.78
	기술적 실현가능성	15	3.73	0.88	2	5	3.00	4.00	4.00	-0.12	-0.49
	도메인 적용가능성	15	3.67	0.82	2	5	3.00	4.00	4.00	-0.17	-0.03
	계산 자원 요구도	15	2.93	0.70	2	4	2.00	3.00	3.00	0.09	-0.67
2-4-2. Fairness-aware prompting 및 출력 검증 전략	중요도	15	4.07	0.70	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.09	-0.67
	기술적 실현가능성	15	3.80	0.56	3	5	3.00	4.00	4.00	-0.11	0.38
	도메인 적용가능성	15	4.13	0.83	3	5	3.00	4.00	5.00	-0.27	-1.50
	계산 자원 요구도	15	2.93	0.70	2	4	2.00	3.00	3.00	0.09	-0.67
2-4-3. 데이터 증강 기반 대표성 보완	중요도	15	3.67	0.90	2	5	3.00	4.00	4.00	-0.58	-0.01
	기술적 실현가능성	15	3.67	0.49	3	4	3.00	4.00	4.00	-0.79	-1.62
	도메인 적용가능성	15	3.67	0.62	3	5	3.00	4.00	4.00	0.31	-0.40
	계산 자원 요구도	15	3.60	0.83	3	5	3.00	3.00	4.00	0.94	-0.79
2-4-4. Human-in-the-loop 편향 검증 시스템	중요도	15	4.47	0.64	3	5	4.00	5.00	5.00	-0.80	-0.13
	기술적 실현가능성	15	3.93	0.80	3	5	3.00	4.00	5.00	0.13	-1.35
	도메인 적용가능성	15	4.13	0.64	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.10	-0.13
	계산 자원 요구도	15	2.47	0.83	1	4	2.00	2.00	3.00	0.55	-0.04

2. 합의도 분석표

2.1 항목별 합의도 수준

〈표 11〉 알고리즘 및 시스템 설계에 관한 항목별 합의도 수준

항목	차원	표준편차	IQR	CV(%)	합의도 수준	해석
2-1-1. 유사 학습자 진로경로 추천	중요도	0.88	1.00	23.67	보통	일반적 합의
	기술적 실현가능성	0.70	1.00	16.49	높음	전문가 간 강한 합의
	도메인 적용가능성	0.70	1.00	17.89	높음	전문가 간 강한 합의
	계산 자원 요구도	0.90	1.00	33.74	낮음	의견 분산
2-1-2. 적응형 진로경로 최적화	중요도	1.24	2.00	34.50	낮음	의견 분산
	기술적 실현가능성	0.83	1.00	26.61	낮음	의견 분산
	도메인 적용가능성	0.77	1.00	24.21	보통	일반적 합의
	계산 자원 요구도	0.74	1.00	17.98	높음	전문가 간 강한 합의
2-1-3. LLM 기반 진로 추천	중요도	0.74	1.00	16.64	높음	전문가 간 강한 합의
	기술적 실현가능성	0.74	0.00	19.22	높음	전문가 간 강한 합의
	도메인 적용가능성	0.68	1.00	16.10	높음	전문가 간 강한 합의
	계산 자원 요구도	0.64	1.00	15.48	높음	전문가 간 강한 합의
2-1-4 대화형 진로 탐색 시스템	중요도	0.51	1.00	11.02	높음	전문가 간 강한 합의
	기술적 실현가능성	0.88	2.00	22.47	보통	일반적 합의
	도메인 적용가능성	0.86	1.00	20.52	보통	일반적 합의
	계산 자원 요구도	0.49	1.00	11.26	높음	전문가 간 강한 합의
2-1-5 하이브리드 모델 통합	중요도	0.83	1.00	21.56	보통	일반적 합의
	기술적 실현가능성	0.70	1.00	21.54	높음	전문가 간 강한 합의
	도메인 적용가능성	0.83	1.00	26.61	낮음	의견 분산
	계산 자원 요구도	0.98	1.00	26.62	낮음	의견 분산
2-2-1. 행동 변화 감지	중요도	1.11	1.00	30.35	낮음	의견 분산
	기술적 실현가능성	0.92	2.00	23.68	보통	일반적 합의
	도메인 적용가능성	1.06	2.00	27.42	낮음	의견 분산
	계산 자원 요구도	0.90	1.00	26.99	낮음	의견 분산
2-2-2. 학습 패턴 분석	중요도	1.15	2.00	30.17	낮음	의견 분산
	기술적 실현가능성	0.82	1.00	18.84	보통	일반적 합의
	도메인 적용가능성	0.80	1.00	18.72	보통	일반적 합의
	계산 자원 요구도	0.83	1.00	29.09	낮음	의견 분산
2-2-3. 개인화 피드백 생성	중요도	0.74	1.00	16.75	높음	전문가 간 강한 합의
	기술적 실현가능성	0.64	1.00	15.48	높음	전문가 간 강한 합의
	도메인 적용가능성	0.63	1.00	14.37	높음	전문가 간 강한 합의
	계산 자원 요구도	0.90	1.00	26.99	낮음	의견 분산
2-2-4. 지속적 학습 에이전트	중요도	0.86	2.00	20.52	보통	일반적 합의
	기술적 실현가능성	0.77	1.00	24.21	보통	일반적 합의
	도메인 적용가능성	0.72	1.00	21.71	높음	전문가 간 강한 합의
	계산 자원 요구도	0.49	1.00	11.26	높음	전문가 간 강한 합의
2-2-5. Feedback Loop	중요도	0.76	2.00	18.90	보통	일반적 합의
	기술적 실현가능성	0.77	1.00	24.21	보통	일반적 합의
	도메인 적용가능성	0.74	1.00	21.67	높음	전문가 간 강한 합의
	계산 자원 요구도	0.65	0.00	16.37	높음	전문가 간 강한 합의
2-3-1. 사용자 중심 설계	중요도	0.74	1.00	16.75	높음	전문가 간 강한 합의
	기술적 실현가능성	0.80	2.00	19.64	보통	일반적 합의
	도메인 적용가능성	0.83	2.00	20.17	보통	일반적 합의
	계산 자원 요구도	0.92	2.00	31.94	낮음	의견 분산
2-3-2. 모델 해석 도구 통합	중요도	1.05	1.00	28.54	낮음	의견 분산
	기술적 실현가능성	0.99	1.00	27.38	낮음	의견 분산
	도메인 적용가능성	0.88	1.00	27.05	낮음	의견 분산
	계산 자원 요구도	0.74	1.00	21.67	높음	전문가 간 강한 합의

2-3-3. RAG+LLM 기반 설명 생성	중요도	0.49	1.00	10.46	높음	전문가 간 강한 합의
	기술적 실현가능성	0.59	1.00	13.91	높음	전문가 간 강한 합의
	도메인 적용가능성	0.82	1.00	18.84	보통	일반적 합의
	계산 자원 요구도	0.70	1.00	17.89	높음	전문가 간 강한 합의
2-3-4. PromptOps 운영	중요도	0.80	2.00	20.31	보통	일반적 합의
	기술적 실현가능성	0.65	0.00	16.37	높음	전문가 간 강한 합의
	도메인 적용가능성	0.80	2.00	20.31	보통	일반적 합의
	계산 자원 요구도	0.77	1.00	27.66	낮음	의견 분산
2-3-5. 대안적 설명 적용 가능성	중요도	0.74	1.00	21.67	높음	전문가 간 강한 합의
	기술적 실현가능성	0.62	1.00	18.52	높음	전문가 간 강한 합의
	도메인 적용가능성	0.74	1.00	21.44	높음	전문가 간 강한 합의
	계산 자원 요구도	0.46	1.00	14.01	높음	전문가 간 강한 합의
2-4-1. 편향 데이터 자동 탐지	중요도	0.88	2.00	21.73	보통	일반적 합의
	기술적 실현가능성	0.88	1.00	23.67	보통	일반적 합의
	도메인 적용가능성	0.82	1.00	22.27	보통	일반적 합의
	계산 자원 요구도	0.70	1.00	23.99	높음	전문가 간 강한 합의
2-4-2. 출력 검증 전략	중요도	0.70	1.00	17.30	높음	전문가 간 강한 합의
	기술적 실현가능성	0.56	1.00	14.75	높음	전문가 간 강한 합의
	도메인 적용가능성	0.83	2.00	20.17	보통	일반적 합의
	계산 자원 요구도	0.70	1.00	23.99	높음	전문가 간 강한 합의
2-4-3. 대표성 보완	중요도	0.90	1.00	24.54	보통	일반적 합의
	기술적 실현가능성	0.49	1.00	13.31	높음	전문가 간 강한 합의
	도메인 적용가능성	0.62	1.00	16.83	높음	전문가 간 강한 합의
	계산 자원 요구도	0.83	1.00	23.00	보통	일반적 합의
2-4-4. 편향 검증 시스템	중요도	0.64	1.00	14.33	높음	전문가 간 강한 합의
	기술적 실현가능성	0.80	2.00	20.31	보통	일반적 합의
	도메인 적용가능성	0.64	1.00	15.48	높음	전문가 간 강한 합의
	계산 자원 요구도	0.83	1.00	33.80	낮음	의견 분산

〈합의도 해석 기준〉
높음 (SD ≤ 0.75, IQR ≤ 1.0, CV 〈 15%): 전문가 간 강한 합의
보통 (0.75 〈 SD ≤ 1.0, 1.0 〈 IQR ≤ 1.5, 15% ≤ CV 〈 25%): 일반적 합의
낮음 (SD 〉 1.0, IQR 〉 1.5, CV ≥ 25%): 의견 분산

3. 중요도-실현가능성 매트릭스

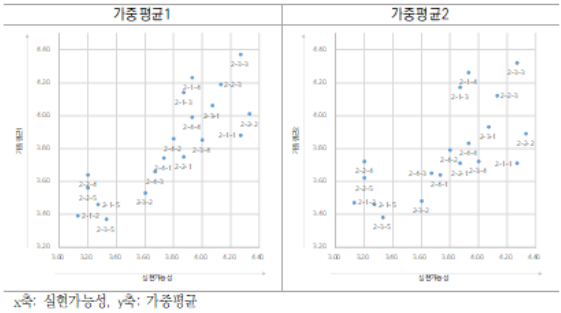
3.1 가중평균 점수 산출표

〈표 12〉 알고리즘 및 시스템 설계에 관한 가중평균 점수 산출

항목	중요도(M)	실현가능성(Ⓣ)	적용가능성(Ⓐ)	자원요구도(Ⓡ)	가중평균1	가중평균2	순위
2-1-1. 유사 학습자 진로경로 추천	3.73	4.27	3.93	2.67	3.88	3.71	9
2-1-2. 적응형 진로경로 최적화	3.60	3.13	3.20	4.13	3.39	3.47	18
2-1-3. LLM 기반 진로 추천	4.47	3.87	4.20	4.13	4.14	4.17	3
2-1-4. 대화형 진로 탐색 시스템	4.60	3.93	4.20	4.33	4.23	4.26	2
2-1-5. 하이브리드 모델 통합	3.87	3.27	3.13	3.67	3.46	3.46	17
2-2-1. 행동 변화 감지	3.67	3.87	3.87	3.33	3.75	3.71	11
2-2-2. 학습 패턴 분석	3.80	4.33	4.27	2.87	4.01	3.89	6
2-2-3. 개인화 피드백 생성	4.40	4.13	4.40	3.33	4.19	4.12	4
2-2-4. 지속적 학습 에이전트	4.20	3.20	3.33	4.33	3.64	3.72	13
2-2-5. Feedback Loop	4.00	3.20	3.40	4.00	3.56	3.62	15
2-3-1. 사용자 중심 설계	4.40	4.07	4.13	2.87	4.06	3.93	5
2-3-2. 모델 해석 도구 통합	3.67	3.60	3.27	3.40	3.53	3.48	16
2-3-3. RAG+LLM 기반 설명 생성	4.67	4.27	4.33	3.93	4.37	4.32	1
2-3-4. PromptOps 운영	3.93	4.00	3.93	2.80	3.85	3.72	10
2-3-5. 대안적 설명 적용 가능성	3.40	3.33	3.47	3.27	3.37	3.38	19
2-4-1. 편향 데이터 자동 탐지	4.07	3.73	3.67	2.93	3.74	3.64	12
2-4-2. 출력 검증 전략	4.07	3.80	4.13	2.93	3.86	3.79	8
2-4-3. 대표성 보완	3.67	3.67	3.67	3.60	3.66	3.65	14
2-4-4. 편향 검증 시스템	4.47	3.93	4.13	2.47	3.99	3.83	7

가중평균 산출 방식
가중평균1: M(변환30%) + Ⓣ(변환40%) + Ⓐ(변환20%) + Ⓡ(변환10%)
가중평균2: M(변환25%) + Ⓣ(변환25%) + Ⓐ(변환30%) + Ⓡ(변환20%)

3.2 4사분면 매트릭스 (가중평균-실현가능성 기준) 시각화



x축: 실현가능성, y축: 가중평균

4. 전문가 배경별 차이 분석

4.1 전문가의 경력별 인식 차이 (ANOVA)

〈표 13〉 알고리즘 및 시스템 설계에 관한 전문가의 경력별 인식 차이

항목	차원	3년 미만 (n=1)	3-5년 (n=8)	6-10년 (n=5)	11-15년 (n=1)	F값	p값	해석
2-1-1. 유사 학습자 진로경로 추천	중요도	4.00	4.13	3.20	3.00	1.557	0.255	
	기술적 실현가능성	4.00	4.13	4.40	5.00	0.518	0.678	
	도메인 적용가능성	4.00	4.00	3.80	4.00	0.072	0.974	
	계산 자원 요구도	3.00	3.13	2.00	2.00	2.378	0.126	

2-1-2. 적응형 진로 경로 최적화	중요도	2.00	4.13	3.00	4.00	1.658	0.233	
	기술적 실현가능성	3.00	3.38	3.00	2.00	0.865	0.488	
	도메인 적용가능성	3.00	3.38	3.00	3.00	0.244	0.864	
	계산 자원 요구도	3.00	4.00	4.60	4.00	1.786	0.208	
2-1-3. LLM 기반 진로 추천	중요도	5.00	4.50	4.40	4.00	0.272	0.845	
	기술적 실현가능성	3.00	4.13	3.60	4.00	1.001	0.429	
	도메인 적용가능성	4.00	4.38	4.00	4.00	0.328	0.805	
	계산 자원 요구도	5.00	4.00	4.20	4.00	0.713	0.564	
2-1-4. 대화형 진로 탐색 시스템	중요도	4.00	4.75	4.40	5.00	1.222	0.348	
	기술적 실현가능성	4.00	3.88	4.00	4.00	0.020	0.996	
	도메인 적용가능성	4.00	4.00	4.60	4.00	0.478	0.704	
	계산 자원 요구도	4.00	4.38	4.40	4.00	0.308	0.819	
2-1-5. 하이브리드 모델 통합	중요도	4.00	4.38	3.20	3.00	3.967	0.038	*
	기술적 실현가능성	3.00	3.75	2.60	3.00	5.749	0.013	*
	도메인 적용가능성	3.00	3.63	2.40	3.00	3.366	0.059	
	계산 자원 요구도	5.00	3.75	3.40	3.00	0.902	0.471	
2-2-1. 행동 변화 감지	중요도	2.00	4.13	3.20	4.00	1.777	0.210	
	기술적 실현가능성	2.00	4.00	4.00	4.00	1.711	0.222	
	도메인 적용가능성	2.00	4.38	3.60	3.00	2.690	0.098	
	계산 자원 요구도	4.00	3.63	3.00	2.00	1.610	0.243	
2-2-2. 학습 패턴 분석	중요도	3.00	4.00	3.60	4.00	0.256	0.856	
	기술적 실현가능성	2.00	4.50	4.40	5.00	7.028	0.007	**
	도메인 적용가능성	3.00	4.38	4.60	3.00	2.788	0.090	
	계산 자원 요구도	3.00	3.00	2.60	3.00	0.213	0.886	
2-2-3. 개인화 피드백 생성	중요도	4.00	4.50	4.40	4.00	0.204	0.892	
	기술적 실현가능성	3.00	4.25	4.20	4.00	1.222	0.348	
	도메인 적용가능성	4.00	4.50	4.60	3.00	2.750	0.093	
	계산 자원 요구도	4.00	3.50	3.20	2.00	1.056	0.407	
2-2-4. 지속적 학습 에이전트	중요도	5.00	4.00	4.20	5.00	0.667	0.590	
	기술적 실현가능성	4.00	3.25	2.80	4.00	1.222	0.348	
	도메인 적용가능성	4.00	3.38	3.20	3.00	0.362	0.782	
	계산 자원 요구도	4.00	4.50	4.20	4.00	0.698	0.572	
2-2-5. Feedback Loop	중요도	4.00	4.13	3.80	4.00	0.155	0.924	
	기술적 실현가능성	3.00	3.38	2.80	4.00	0.948	0.451	
	도메인 적용가능성	4.00	3.50	3.20	3.00	0.431	0.735	
	계산 자원 요구도	4.00	4.00	4.20	3.00	0.917	0.465	
2-3-1. 사용자 중심 설계	중요도	4.00	4.63	4.20	4.00	0.508	0.685	
	기술적 실현가능성	3.00	4.25	4.20	3.00	1.533	0.261	
	도메인 적용가능성	3.00	4.13	4.40	4.00	0.753	0.543	
	계산 자원 요구도	3.00	3.13	2.60	2.00	0.604	0.626	
2-3-2. 모델 해석 도구 통합	중요도	4.00	4.13	2.80	4.00	2.144	0.153	
	기술적 실현가능성	2.00	3.88	3.20	5.00	2.831	0.088	
	도메인 적용가능성	3.00	3.50	2.60	5.00	4.043	0.037	*
	계산 자원 요구도	4.00	3.75	2.80	3.00	2.814	0.089	
2-3-3. RAG+LLM 기반 설명 생성	중요도	5.00	4.75	4.60	4.00	0.860	0.490	
	기술적 실현가능성	3.00	4.38	4.40	4.00	2.216	0.144	
	도메인 적용가능성	4.00	4.25	4.40	5.00	0.267	0.848	
	계산 자원 요구도	5.00	4.13	3.40	4.00	2.572	0.107	
2-3-4. PromptOps 운영	중요도	3.00	4.38	3.40	4.00	2.788	0.090	
	기술적 실현가능성	3.00	4.25	3.80	4.00	1.450	0.282	
	도메인 적용가능성	3.00	4.25	3.80	3.00	1.533	0.261	
	계산 자원 요구도	3.00	3.00	2.40	3.00	0.611	0.622	

2-3-5. 대안적 설명 적용 가능성	중요도	2.00	3.75	3.20	3.00	2.814	0.089	
	기술적 실현가능성	4.00	3.50	3.00	3.00	1.222	0.348	
	도메인 적용가능성	4.00	3.63	3.20	3.00	0.581	0.639	
	계산 자원 요구도	4.00	3.25	3.20	3.00	1.010	0.425	
2-4-1. 편향 데이터 자동 탐지	중요도	3.00	4.50	3.80	3.00	2.229	0.142	
	기술적 실현가능성	2.00	4.13	3.60	3.00	2.932	0.081	
	도메인 적용가능성	2.00	3.88	3.80	3.00	2.364	0.127	
	계산 자원 요구도	4.00	2.88	2.80	3.00	0.813	0.513	
2-4-2. 출력 검증 전략	중요도	3.00	4.13	4.20	4.00	0.813	0.513	
	기술적 실현가능성	3.00	3.88	3.80	4.00	0.723	0.559	
	도메인 적용가능성	3.00	4.25	4.20	4.00	0.633	0.609	
	계산 자원 요구도	4.00	3.13	2.40	3.00	2.572	0.107	
2-4-3. 대표성 보완	중요도	2.00	4.00	3.40	4.00	2.105	0.158	
	기술적 실현가능성	4.00	3.50	3.80	4.00	0.698	0.572	
	도메인 적용가능성	3.00	3.75	3.60	4.00	0.494	0.694	
	계산 자원 요구도	3.00	3.75	3.60	3.00	0.379	0.770	
2-4-4. 편향 검증 시스템	중요도	5.00	4.38	4.60	4.00	0.476	0.706	
	기술적 실현가능성	4.00	3.88	3.80	5.00	0.601	0.628	
	도메인 적용가능성	4.00	4.00	4.60	3.00	2.903	0.083	
	계산 자원 요구도	2.00	2.63	2.20	3.00	0.447	0.724	

4.2 전문가의 AI 경험별 차이 (t-검정)

〈표 14〉 알고리즘 및 시스템 설계에 관한 전문가의 AI 경험 유무에 따른 차이

항목	차원	AI 경험 있음 (n=13)	AI 경험 없음 (n=2)	t값	p값	Cohen's d	해석
2-1-1. 유사 학습자 진로경로 추천	중요도	3.62	4.50	-1.357	0.198	0.858	
	기술적 실현가능성	4.31	4.00	1.477	0.165	0.722	
	도메인 적용가능성	3.85	4.50	-1.247	0.234	0.690	
	계산 자원 요구도	2.62	3.00	-0.549	0.593	0.923	
2-1-2. 적응형 진로경로 최적화	중요도	3.62	3.50	0.118	0.908	1.288	
	기술적 실현가능성	3.15	3.00	0.235	0.818	0.863	
	도메인 적용가능성	3.15	3.50	-0.574	0.576	0.794	
	계산 자원 요구도	4.15	4.00	0.263	0.796	0.769	
2-1-3. LLM 기반 진로 추천	중요도	4.38	5.00	-2.889	0.014	0.738	*(중간)
	기술적 실현가능성	3.92	3.50	0.737	0.474	0.756	
	도메인 적용가능성	4.15	4.50	-0.660	0.521	0.690	
	계산 자원 요구도	4.08	4.50	-0.862	0.404	0.646	
2-1-4. 대화형 진로 탐색 시스템	중요도	4.62	4.50	0.290	0.777	0.525	
	기술적 실현가능성	3.92	4.00	-0.110	0.914	0.917	
	도메인 적용가능성	4.15	4.50	-0.515	0.615	0.885	
	계산 자원 요구도	4.38	4.00	2.739	0.018	0.487	*(작음)
2-1-5. 하이브리드 모델 통합	중요도	3.77	4.50	-1.169	0.263	0.823	
	기술적 실현가능성	3.23	3.50	-0.490	0.632	0.724	
	도메인 적용가능성	3.08	3.50	-0.654	0.524	0.851	
	계산 자원 요구도	3.54	4.50	-1.333	0.206	0.950	
2-2-1. 행동 변화 감지	중요도	3.69	3.50	0.220	0.830	1.153	
	기술적 실현가능성	4.00	3.00	1.501	0.157	0.877	
	도메인 적용가능성	3.92	3.50	0.511	0.618	1.089	
	계산 자원 요구도	3.23	4.00	-1.137	0.276	0.890	
2-2-2. 학습 패턴 분석	중요도	3.77	4.00	-0.256	0.802	1.187	
	기술적 실현가능성	4.46	3.50	0.638	0.637	0.771	
	도메인 적용가능성	4.31	4.00	0.493	0.630	0.821	
	계산 자원 요구도	2.92	2.50	0.654	0.524	0.851	

2-2-3. 개인화 피드백 생성	중요도	4.38	4.50	-0.199	0.845	0.763	
	기술적 실현가능성	4.15	4.00	0.152	0.903	0.662	
	모델의 적합가능성	4.38	4.50	-0.232	0.820	0.655	
	제산 자원 요구도	3.38	3.00	0.549	0.593	0.923	
2-2-4. 지속적 학습 에이전트	중요도	4.08	5.00	-3.860	0.002	0.828	**(급)
	기술적 실현가능성	3.15	3.50	-0.574	0.576	0.794	
	모델의 적합가능성	3.31	3.50	-0.339	0.740	0.748	
	제산 자원 요구도	4.31	4.50	-0.505	0.622	0.501	
2-2-5. Feedback Loop	중요도	3.92	4.50	-1.005	0.333	0.756	
	기술적 실현가능성	3.23	3.00	0.380	0.710	0.799	
	모델의 적합가능성	3.38	3.50	-0.199	0.845	0.763	
	제산 자원 요구도	3.92	4.50	-1.176	0.261	0.646	
2-3-1. 사용자 중심 설계	중요도	4.38	4.50	-0.199	0.845	0.763	
	기술적 실현가능성	4.15	3.50	1.084	0.298	0.794	
	모델의 적합가능성	4.23	3.50	1.169	0.263	0.823	
	제산 자원 요구도	2.85	3.00	-0.214	0.834	0.948	
2-3-2. 모델 해석 도구 통합	중요도	3.54	4.50	-1.232	0.240	1.028	
	기술적 실현가능성	3.69	3.00	0.920	0.374	0.991	
	모델의 적합가능성	3.23	3.50	-0.389	0.704	0.912	
	제산 자원 요구도	3.31	4.00	-1.263	0.229	0.722	
2-3-3. RAG+LLM 기반 설명 생성	중요도	4.62	5.00	-2.739	0.018	0.487	*(작음)
	기술적 실현가능성	4.38	3.50	2.220	0.045	0.525	*(중간)
	모델의 적합가능성	4.38	4.00	1.594	0.137	0.836	
	제산 자원 요구도	3.85	4.50	-1.247	0.234	0.690	
2-3-4. PromptOps 운영	중요도	3.92	4.00	-0.122	0.905	0.828	
	기술적 실현가능성	4.00	4.00	0.000	1.000	0.679	
	모델의 적합가능성	3.92	4.00	-0.122	0.905	0.828	
	제산 자원 요구도	2.85	2.50	0.574	0.576	0.794	
2-3-5. 대안적 설명 적용 가능성	중요도	3.38	3.50	-0.077	0.951	0.763	
	기술적 실현가능성	3.23	4.00	-1.759	0.102	0.576	
	모델의 적합가능성	3.38	4.00	-1.098	0.292	0.738	
	제산 자원 요구도	3.15	4.00	-3.088	0.009	0.361	**(작음)
2-4-1. 편향 데이터 자동 탐지	중요도	4.08	4.00	0.110	0.914	0.917	
	기술적 실현가능성	3.85	3.00	1.290	0.219	0.863	
	모델의 적합가능성	3.77	3.00	1.267	0.227	0.799	
	제산 자원 요구도	2.85	3.50	-1.247	0.234	0.690	
2-4-2. 출력 검증 전략	중요도	4.08	4.00	0.139	0.892	0.730	
	기술적 실현가능성	3.85	3.50	0.803	0.437	0.568	
	모델의 적합가능성	4.23	3.50	1.169	0.263	0.823	
	제산 자원 요구도	2.85	3.50	-1.247	0.234	0.690	
2-4-3. 대표성 보완	중요도	3.69	3.50	0.127	0.919	0.931	
	기술적 실현가능성	3.62	4.00	-2.739	0.018	0.487	*(작음)
	모델의 적합가능성	3.69	3.50	0.398	0.697	0.637	
	제산 자원 요구도	3.69	3.00	2.920	0.013	0.821	*(급)
2-4-4. 편향 검증 시스템	중요도	4.38	5.00	-3.411	0.005	0.625	**(중간
	기술적 실현가능성	3.92	4.00	-0.322	0.753	0.828	
	모델의 적합가능성	4.15	4.00	0.306	0.764	0.662	
	제산 자원 요구도	2.54	2.00	2.214	0.047	0.843	*(급)

PART Ⅲ. 출력 및 사용자 인터페이스

1. 기술통계 분석표

1.1 청소년 친화적 UI/UX 설계 영역 분석

〈표 15〉 청소년 친화적 UI/UX 설계 영역에 관한 기술통계분석 결과

항목	평가 차원	N	평균	표준편차	최솟값	최댓값	Q1	중앙값	Q3	왜도	첨도
3-1-1. Tree/Graph 기반 진로경로 시각화 + 인터랙티브 탐색 기능	중요도	15	4.33	0.72	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.63	-0.65
	기술적 실현가능성	15	4.27	0.59	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.09	-0.17
	도메인 적용가능성	15	4.33	0.62	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.31	-0.40
	사용자 수용성	15	4.47	0.74	3	5	4.00	5.00	5.00	-1.07	-0.11
	윤리·심리적 안전성	15	4.00	0.76	2	5	4.00	4.00	4.00	-1.14	2.96
3-1-2. 타임라인 시뮬레이션 기반 미래 진로 체험	중요도	15	4.00	0.76	2	5	4.00	4.00	4.00	-1.14	2.96
	기술적 실현가능성	15	3.80	0.94	2	5	3.00	4.00	5.00	-0.14	-0.85
	도메인 적용가능성	15	4.07	0.70	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.09	-0.67
	사용자 수용성	15	4.27	0.70	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.43	-0.67
	윤리·심리적 안전성	15	3.60	0.99	2	5	3.00	4.00	4.00	-0.06	-0.81
3-1-3. 시나리오 기반 인터랙티브 진로 탐색 (스토리텔링 적용)	중요도	15	4.53	0.52	4	5	4.00	5.00	5.00	-0.15	-2.31
	기술적 실현가능성	15	4.00	0.53	3	5	4.00	4.00	4.00	0.00	1.62
	도메인 적용가능성	15	4.27	0.70	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.43	-0.67
	사용자 수용성	15	4.73	0.59	3	5	5.00	5.00	5.00	-2.27	4.78
	윤리·심리적 안전성	15	3.67	0.90	2	5	3.00	4.00	4.00	0.10	-0.68
3-1-4. Multimodal 감정 인식(텍스트+표정+행동) 기반 적응형 인터페이스	중요도	15	3.60	1.18	1	5	3.00	4.00	5.00	-0.57	0.06
	기술적 실현가능성	15	3.27	0.88	2	5	3.00	3.00	4.00	0.12	-0.49
	도메인 적용가능성	15	3.33	0.98	2	5	2.00	4.00	4.00	-0.26	-1.13
	사용자 수용성	15	3.20	0.94	2	5	2.00	3.00	4.00	0.14	-0.85
	윤리·심리적 안전성	15	2.73	1.16	1	5	2.00	3.00	4.00	0.28	-0.55
3-1-5. Safeguard 포함 LLM 기반 대화형 AI 코칭 에이전트	중요도	15	4.33	1.11	1	5	4.00	5.00	5.00	-2.21	5.44
	기술적 실현가능성	15	4.07	0.59	3	5	4.00	4.00	4.00	0.00	0.54
	도메인 적용가능성	15	4.27	0.59	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.09	-0.17
	사용자 수용성	15	3.93	0.80	2	5	4.00	4.00	4.00	-0.84	1.46
	윤리·심리적 안전성	15	4.33	0.72	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.63	-0.65
3-1-6. 개인화 결과의 긍정적 피드백 중심 제시 (낙인효과 방지 설계)	중요도	15	4.47	0.64	3	5	4.00	5.00	5.00	-0.80	-0.13
	기술적 실현가능성	15	4.40	0.63	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.55	-0.38
	도메인 적용가능성	15	4.73	0.46	4	5	4.00	5.00	5.00	-1.18	-0.73
	사용자 수용성	15	4.73	0.46	4	5	4.00	5.00	5.00	-1.18	-0.73
	윤리·심리적 안전성	15	4.53	0.64	3	5	4.00	5.00	5.00	-1.08	0.40

1.2 교사·상담자 협업 인터페이스 영역 분석

〈표 16〉 교사·상담자 협업 인터페이스 영역에 관한 기술통계분석 결과

항목	평가 차원	N	평균	표준편차	최솟값	최댓값	Q1	중앙값	Q3	왜도	첨도
3-2-1. 교사 코멘트 입력 및 권한 관리 시스템	중요도	15	4.53	0.52	4	5	4.00	5.00	5.00	-0.15	-2.31
	기술적 실현가능성	15	4.67	0.49	4	5	4.00	5.00	5.00	-0.79	-1.62
	도메인 적용가능성	15	4.60	0.63	3	5	4.00	5.00	5.00	-1.41	1.26
	사용자 수용성	15	4.67	0.49	4	5	4.00	5.00	5.00	-0.79	-1.62
	유지보수 가능성	15	4.40	0.51	4	5	4.00	4.00	5.00	0.46	-2.09
3-2-2. 교사 주도·AI 보조형 Human-AI Co-supervision 구조	중요도	15	4.60	0.63	3	5	4.00	5.00	5.00	-1.41	1.26
	기술적 실현가능성	15	3.80	0.77	2	5	3.00	4.00	4.00	-0.68	1.08
	도메인 적용가능성	15	4.33	0.72	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.63	-0.65
	사용자 수용성	15	4.47	0.64	3	5	4.00	5.00	5.00	-0.80	-0.13
	유지보수 가능성	15	3.73	0.96	2	5	3.00	4.00	4.00	-0.50	-0.33
3-2-3. 상담자용 대시보드 종합 모니터링	중요도	15	4.20	1.08	1	5	4.00	4.00	5.00	-2.01	5.02
	기술적 실현가능성	15	4.47	0.64	3	5	4.00	5.00	5.00	-0.80	-0.13
	도메인 적용가능성	15	4.27	0.80	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.55	-1.13
	사용자 수용성	15	4.07	1.16	1	5	3.00	4.00	5.00	-1.40	2.10
	유지보수 가능성	15	3.87	0.74	3	5	3.00	4.00	4.00	0.23	-0.97
3-2-4. Prompt/출력 기록 로그 공유 및 사후 검증 시스템	중요도	15	4.20	0.77	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.38	-1.12
	기술적 실현가능성	15	4.13	0.83	2	5	4.00	4.00	5.00	-1.13	1.96
	도메인 적용가능성	15	3.93	0.70	3	5	3.00	4.00	4.00	0.09	-0.67
	사용자 수용성	15	3.73	0.59	3	5	3.00	4.00	4.00	0.09	-0.17
	유지보수 가능성	15	3.47	0.99	2	5	3.00	3.00	4.00	0.36	-0.75
3-2-5. 추천 경로/결과 변화 추적 및 비교 분석 도구	중요도	15	4.33	0.62	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.31	-0.40
	기술적 실현가능성	15	3.93	0.80	2	5	4.00	4.00	4.00	-0.84	1.46
	도메인 적용가능성	15	4.07	0.70	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.09	-0.67
	사용자 수용성	15	3.93	1.03	1	5	4.00	4.00	5.00	-1.65	4.03
	유지보수 가능성	15	3.20	0.77	2	4	3.00	3.00	4.00	-0.38	-1.12
3-2-6. AI 의존도 단계별 조정 기능 (AI 활용 수준 선택 가능)	중요도	15	4.33	0.72	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.63	-0.65
	기술적 실현가능성	15	3.67	1.05	1	5	3.00	4.00	4.00	-1.37	2.20
	도메인 적용가능성	15	4.13	1.06	2	5	4.00	4.00	5.00	-1.13	0.32
	사용자 수용성	15	4.33	0.90	3	5	3.00	5.00	5.00	-0.78	-1.35
	유지보수 가능성	15	3.40	1.12	1	5	3.00	4.00	4.00	-0.59	0.04

2. 합의도 분석표

2.1 항목별 합의도 수준

〈표 17〉 출력 및 사용자 인터페이스에 관한 항목별 합의도 수준

항목	차원	표준편차	IQR	CV(%)	합의도 수준	해석
3-1-1. 진로경로 시각화	중요도	0.72	1.00	16.70	높음	전문가 간 강한 합의
	기술적 실현가능성	0.59	1.00	13.91	높음	전문가 간 강한 합의
	도메인 적용가능성	0.62	1.00	14.24	높음	전문가 간 강한 합의
	사용자 수용성	0.74	1.00	16.64	높음	전문가 간 강한 합의
	윤리·심리적 안정성	0.76	0.00	18.90	보통	일반적 합의
3-1-2. 미래 진로 체험	중요도	0.76	0.00	18.90	보통	일반적 합의
	기술적 실현가능성	0.94	2.00	24.77	보통	일반적 합의
	도메인 적용가능성	0.70	1.00	17.30	높음	전문가 간 강한 합의
	사용자 수용성	0.70	1.00	16.49	높음	전문가 간 강한 합의
	윤리·심리적 안정성	0.99	1.00	27.38	낮음	의견 분산

3-1-3. 인터랙티브 진로 탐색	중요도	0.52	1.00	11.39	높음	전문가 간 강한 합의
	기술적 실현가능성	0.53	0.00	13.36	높음	전문가 간 강한 합의
	도메인 적용가능성	0.70	1.00	16.49	높음	전문가 간 강한 합의
	사용자 수용성	0.59	0.00	12.54	높음	전문가 간 강한 합의
	윤리·심리적 안정성	0.90	1.00	24.54	보통	일반적 합의
3-1-4. 적응형 인터페이스	중요도	1.18	2.00	32.87	낮음	의견 분산
	기술적 실현가능성	0.88	1.00	27.05	낮음	의견 분산
	도메인 적용가능성	0.98	2.00	29.28	낮음	의견 분산
	사용자 수용성	0.94	2.00	29.41	낮음	의견 분산
	윤리·심리적 안정성	1.16	2.00	42.55	낮음	의견 분산
3-1-5. 대화형 AI 코칭 에이전트	중요도	1.11	1.00	25.68	낮음	의견 분산
	기술적 실현가능성	0.59	0.00	14.60	높음	전문가 간 강한 합의
	도메인 적용가능성	0.59	1.00	13.91	높음	전문가 간 강한 합의
	사용자 수용성	0.80	0.00	20.31	보통	일반적 합의
	윤리·심리적 안정성	0.72	1.00	16.70	높음	전문가 간 강한 합의
3-1-6. 낙인효과 방지 설계	중요도	0.64	1.00	14.33	높음	전문가 간 강한 합의
	기술적 실현가능성	0.63	1.00	14.37	높음	전문가 간 강한 합의
	도메인 적용가능성	0.46	1.00	9.67	높음	전문가 간 강한 합의
	사용자 수용성	0.46	1.00	9.67	높음	전문가 간 강한 합의
	윤리·심리적 안정성	0.64	1.00	14.12	높음	전문가 간 강한 합의
3-2-1. 교사 관리 시스템	중요도	0.52	1.00	11.39	높음	전문가 간 강한 합의
	기술적 실현가능성	0.49	1.00	10.46	높음	전문가 간 강한 합의
	도메인 적용가능성	0.63	1.00	13.75	높음	전문가 간 강한 합의
	사용자 수용성	0.49	1.00	10.46	높음	전문가 간 강한 합의
	유지보수 가능성	0.51	1.00	11.52	높음	전문가 간 강한 합의
3-2-2. 교사 주도 AI 보조형 구조	중요도	0.63	1.00	13.75	높음	전문가 간 강한 합의
	기술적 실현가능성	0.77	1.00	20.38	보통	일반적 합의
	도메인 적용가능성	0.72	1.00	16.70	높음	전문가 간 강한 합의
	사용자 수용성	0.64	1.00	14.33	높음	전문가 간 강한 합의
	유지보수 가능성	0.96	1.00	25.75	낮음	의견 분산
3-2-3. 대시보드 종합 모니터링	중요도	1.08	1.00	25.77	낮음	의견 분산
	기술적 실현가능성	0.64	1.00	14.33	높음	전문가 간 강한 합의
	도메인 적용가능성	0.80	1.00	18.72	보통	일반적 합의
	사용자 수용성	1.16	2.00	28.60	낮음	의견 분산
	유지보수 가능성	0.74	1.00	19.22	높음	전문가 간 강한 합의
3-2-4. 로그 공유 및 사후 검증 시스템	중요도	0.77	1.00	18.44	보통	일반적 합의
	기술적 실현가능성	0.83	1.00	20.17	보통	일반적 합의
	도메인 적용가능성	0.70	1.00	17.89	높음	전문가 간 강한 합의
	사용자 수용성	0.59	1.00	15.90	높음	전문가 간 강한 합의
	유지보수 가능성	0.99	1.00	28.57	낮음	의견 분산
3-2-5. 변화 추적 및 비교 분석 도구	중요도	0.62	1.00	14.24	높음	전문가 간 강한 합의
	기술적 실현가능성	0.80	0.00	20.31	보통	일반적 합의
	도메인 적용가능성	0.70	1.00	17.30	높음	전문가 간 강한 합의
	사용자 수용성	1.03	1.00	26.26	낮음	의견 분산
	유지보수 가능성	0.77	1.00	24.21	보통	일반적 합의
3-2-6. AI 의존도 단계별 조정 기능	중요도	0.72	1.00	16.70	높음	전문가 간 강한 합의
	기술적 실현가능성	1.05	1.00	28.54	낮음	의견 분산
	도메인 적용가능성	1.06	1.00	25.65	낮음	의견 분산
	사용자 수용성	0.90	2.00	20.76	보통	일반적 합의
	유지보수 가능성	1.12	1.00	32.98	낮음	의견 분산

(합의도 해석 기준)
높음 (SD ≤ 0.75, IQR ≤ 1.0, CV < 15%): 전문가 간 강한 합의
보통 (0.75 < SD ≤ 1.0, 1.0 < IQR ≤ 1.5, 15% ≤ CV < 25%): 일반적 합의
낮음 (SD > 1.0, IQR > 1.5, CV ≥ 25%): 의견 분산

3. 중요도-실현가능성 매트릭스

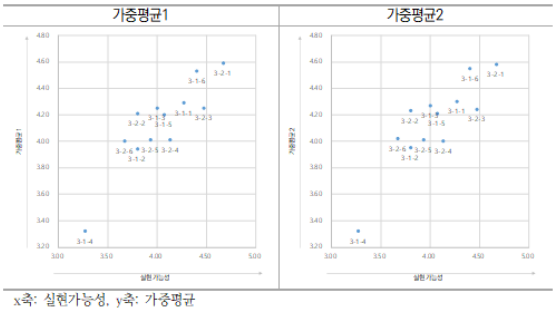
3.1 가중평균 점수 산출표

〈표 18〉 출력 및 사용자 인터페이스에 관한 가중평균 점수 산출 |

항목	중요도(M)	실현가능성(Ⓣ)	적용가능성(Ⓐ)	수용성(Ⓤ)	안전성(Ⓒ)	가중평균1	가중평균2	순위
3-1-1. 진로경로 시각화	4.33	4.27	4.33	4.47	4.00	4.29	4.30	3
3-1-2. 미래 진로 체험	4.00	3.80	4.07	4.27	3.60	3.94	3.95	11
3-1-3. 인터랙티브 진로 탐색	4.53	4.00	4.27	4.73	3.67	4.25	4.27	4
3-1-4. 적응형 인터페이스	3.60	3.27	3.33	3.20	2.73	3.32	3.32	12
3-1-5. 대화형 AI 코칭 에이전트	4.33	4.07	4.27	3.93	4.33	4.20	4.21	7
3-1-6. 낙인효과 방지 설계	4.47	4.40	4.73	4.73	4.53	4.53	4.55	2
3-2-1. 교사 관리 시스템	4.53	4.67	4.60	4.67	4.40	4.59	4.58	1
3-2-2. 교사 주도·AI 보조형 구조	4.60	3.80	4.33	4.47	3.73	4.21	4.23	6
3-2-3. 대시보드 종합 모니터링	4.20	4.47	4.27	4.07	3.87	4.25	4.24	5
3-2-4. 로그 공유 및 사후 검증 시스템	4.20	4.13	3.93	3.73	3.47	4.01	4.00	10
3-2-5. 변화 추적 및 비교 분석 도구	4.33	3.93	4.07	3.93	3.20	4.01	4.01	9
3-2-6. AI 의존도 단계별 조정 기능	4.33	3.67	4.13	4.33	3.40	4.00	4.02	8

가중평균 산출 방식
가중평균1: M(변환30%) + Ⓣ(변환30%) + Ⓐ(변환20%) + Ⓤ(변환10%) + Ⓒ(변환10%)
가중평균2: M(변환30%) + Ⓣ(변환25%) + Ⓐ(변환25%) + Ⓤ(변환10%) + Ⓒ(변환10%)

3.2 4사분면 매트릭스 (가중평균-실현가능성 기준) 시각화



x축: 실현가능성, y축: 가중평균

4. 전문가 배경별 차이 분석

4.1 전문가의 경력별 인식 차이 (ANOVA)

〈표 19〉 출력 및 사용자 인터페이스에 관한 전문가의 경력별 인식 차이

항목	차원	3년 미만 (n=1)	3-5년 (n=8)	6-10년 (n=5)	11-15년 (n=1)	F값	p값	해석
3-1-1. 진로경로 시각화	중요도	5.00	4.50	4.20	3.00	1.935	0.182	
	기술적 실현가능성	4.00	4.38	4.40	3.00	2.216	0.144	
	도메인 적용가능성	4.00	4.50	4.40	3.00	2.444	0.119	
	사용자 수용성	5.00	4.75	4.20	3.00	2.928	0.081	
	윤리심리적 안정성	4.00	4.00	4.00	4.00	0.000	1.000	
3-1-2. 미래 진로 체험	중요도	4.00	3.88	4.20	4.00	0.155	0.924	
	기술적 실현가능성	4.00	3.88	3.60	4.00	0.099	0.959	
	도메인 적용가능성	4.00	4.13	4.00	4.00	0.031	0.992	
	사용자 수용성	4.00	4.25	4.40	4.00	0.128	0.942	
	윤리심리적 안정성	4.00	3.88	3.40	2.00	1.283	0.328	

3-1-3. 인터랙티브 진로 탐색	중요도	5.00	4.63	4.40	4.00	0.785	0.527	
	기술적 실현가능성	3.00	4.13	4.00	4.00	1.435	0.285	
	도메인 적용가능성	3.00	4.50	4.20	4.00	1.630	0.239	
	사용자 수용성	5.00	4.88	4.60	4.00	0.772	0.533	
	윤리심리적 안정성	3.00	3.75	4.00	2.00	1.874	0.192	
3-1-4 적응형 인터페이스	중요도	3.00	4.00	3.00	4.00	0.825	0.507	
	기술적 실현가능성	2.00	3.25	3.40	4.00	0.941	0.454	
	도메인 적용가능성	2.00	3.25	3.60	4.00	0.902	0.471	
	사용자 수용성	4.00	3.13	3.00	4.00	0.514	0.681	
	윤리심리적 안정성	1.00	3.00	2.80	2.00	1.024	0.419	
3-1-5 대화형 AI 코칭 에이전트	중요도	5.00	4.50	4.00	4.00	0.306	0.821	
	기술적 실현가능성	3.00	4.13	4.20	4.00	1.255	0.337	
	도메인 적용가능성	4.00	4.13	4.60	4.00	0.772	0.533	
	사용자 수용성	4.00	3.88	4.00	4.00	0.024	0.995	
	윤리심리적 안정성	5.00	4.00	4.60	5.00	1.504	0.268	
3-1-6 낙인효과 방지 설계	중요도	4.00	4.63	4.40	4.00	0.476	0.706	
	기술적 실현가능성	4.00	4.50	4.20	5.00	0.611	0.622	
	도메인 적용가능성	4.00	4.88	4.60	5.00	1.517	0.265	
	사용자 수용성	5.00	4.63	4.80	5.00	0.354	0.787	
	윤리심리적 안정성	4.00	4.38	4.80	5.00	0.830	0.505	
3-2-1. 교사 관리 시스템	중요도	4.00	4.75	4.40	4.00	1.403	0.294	
	기술적 실현가능성	5.00	4.63	4.60	5.00	0.308	0.819	
	도메인 적용가능성	4.00	4.88	4.40	4.00	1.372	0.302	
	사용자 수용성	4.00	4.75	4.60	5.00	0.860	0.490	
	유지보수 가능성	4.00	4.50	4.20	5.00	1.048	0.410	
3-2-2. 교사 주도·AI 보조형 구조	중요도	3.00	4.88	4.60	4.00	6.229	0.010	**
	기술적 실현가능성	2.00	4.25	3.60	3.00	7.741	0.005	**
	도메인 적용가능성	3.00	4.50	4.40	4.00	1.504	0.268	
	사용자 수용성	4.00	4.63	4.60	3.00	3.170	0.068	
	유지보수 가능성	2.00	4.25	3.40	3.00	3.411	0.057	
3-2-3. 대시보드 종합 모니터링	중요도	4.00	4.75	3.40	4.00	1.953	0.180	
	기술적 실현가능성	3.00	4.63	4.40	5.00	3.170	0.068	
	도메인 적용가능성	4.00	4.50	4.00	4.00	0.428	0.737	
	사용자 수용성	3.00	4.38	3.80	4.00	0.497	0.692	
	유지보수 가능성	3.00	4.13	3.40	5.00	3.292	0.062	
3-2-4. 로그 공유 및 사후 검증 시스템	중요도	3.00	4.50	4.20	3.00	2.750	0.093	
	기술적 실현가능성	4.00	4.50	3.80	3.00	1.582	0.250	
	도메인 적용가능성	4.00	4.00	3.80	4.00	0.072	0.974	
	사용자 수용성	4.00	3.75	3.80	3.00	0.540	0.665	
	유지보수 가능성	2.00	4.13	2.80	3.00	5.207	0.018	*
3-2-5. 변화 추적 및 비교 분석 도구	중요도	5.00	4.25	4.20	5.00	0.881	0.481	
	기술적 실현가능성	4.00	4.13	3.40	5.00	1.725	0.219	
	도메인 적용가능성	4.00	4.13	4.00	4.00	0.031	0.992	
	사용자 수용성	5.00	4.13	3.40	4.00	0.868	0.487	
	유지보수 가능성	3.00	3.25	3.20	3.00	0.044	0.987	
3-2-6. AI 의존도 단계별 조정 기능	중요도	4.00	4.38	4.40	4.00	0.134	0.938	
	기술적 실현가능성	2.00	3.88	3.40	5.00	1.914	0.186	
	도메인 적용가능성	2.00	4.25	4.40	4.00	1.725	0.219	
	사용자 수용성	4.00	4.75	3.80	4.00	1.340	0.311	
	유지보수 가능성	2.00	3.75	3.00	4.00	1.114	0.385	

4.2 전문가의 AI 경험별 차이 (t-검정)

〈표 20〉 출력 및 사용자 인터페이스에 관한 전문가의 AI 경험 유무에 따른 차이

항목	차원	AI 경험 있음 (n=13)	AI 경험 없음 (n=2)	t값	p값	Cohen's d	해석
3-1-1. 진로경로 시각화	중요도	4.23	5.00	-1.454	0.170	0.697	
	기술적 실현가능성	4.23	4.50	-0.583	0.570	0.608	
	도메인 적용가능성	4.31	4.50	-0.398	0.697	0.637	
	사용자 수용성	4.38	5.00	-2.889	0.014	0.738	*(중간)
	윤리·법적 안정성	3.92	4.50	-1.005	0.333	0.756	
3-1-2. 미래 진로 체험	중요도	3.92	4.50	-1.005	0.333	0.756	
	기술적 실현가능성	3.77	4.00	-0.822	0.427	0.973	
	도메인 적용가능성	4.08	4.00	0.139	0.892	0.730	
	사용자 수용성	4.23	4.50	-0.490	0.632	0.724	
	윤리·법적 안정성	3.62	3.50	0.149	0.884	1.022	
3-1-3. 인터랙티브 진로 탐색	중요도	4.46	5.00	-3.742	0.003	0.499	**(적음)
	기술적 실현가능성	4.08	3.50	1.480	0.163	0.513	
	도메인 적용가능성	4.38	3.50	1.778	0.099	0.655	
	사용자 수용성	4.69	5.00	-0.669	0.515	0.606	
	윤리·법적 안정성	3.77	3.00	1.137	0.276	0.890	
3-1-4. 적응형 인터페이스	중요도	3.54	4.00	-0.500	0.626	1.216	
	기술적 실현가능성	3.38	2.50	1.357	0.198	0.858	
	도메인 적용가능성	3.46	2.50	1.333	0.206	0.950	
	사용자 수용성	3.23	3.00	0.312	0.760	0.973	
	윤리·법적 안정성	2.92	1.50	1.720	0.109	1.089	
3-1-5 대화형 AI 코칭 에이전트	중요도	4.23	5.00	-0.904	0.382	1.120	
	기술적 실현가능성	4.15	3.50	1.516	0.153	0.568	
	도메인 적용가능성	4.31	4.00	1.760	0.104	0.606	
	사용자 수용성	3.85	4.50	-1.084	0.298	0.794	
	윤리·법적 안정성	4.23	5.00	-1.454	0.170	0.697	
3-1-6 낙인효과 방지 설계	중요도	4.46	4.50	-0.076	0.940	0.664	
	기술적 실현가능성	4.38	4.50	-0.232	0.820	0.655	
	도메인 적용가능성	4.77	4.50	0.763	0.459	0.465	
	사용자 수용성	4.69	5.00	-2.309	0.040	0.462	*(적음)
	윤리·법적 안정성	4.54	4.50	0.076	0.940	0.664	
3-2-1. 교사 관리 시스템	중요도	4.54	4.50	0.095	0.926	0.536	
	기술적 실현가능성	4.62	5.00	-2.739	0.018	0.487	*(적음)
	도메인 적용가능성	4.62	4.50	0.232	0.820	0.655	
	사용자 수용성	4.69	4.50	0.505	0.622	0.501	
	유지보수 가능성	4.38	4.50	-0.290	0.777	0.525	
3-2-2. 교사 주도·AI 보조형 구조	중요도	4.69	4.00	0.686	0.614	0.606	
	기술적 실현가능성	3.92	3.00	1.665	0.120	0.730	
	도메인 적용가능성	4.46	3.50	1.907	0.079	0.664	
	사용자 수용성	4.46	4.50	-0.076	0.940	0.664	
	유지보수 가능성	3.85	3.00	1.175	0.261	0.948	
3-2-3. 대시보드 종합 모니터링	중요도	4.15	4.50	-0.408	0.690	1.116	
	기술적 실현가능성	4.54	4.00	0.533	0.685	0.634	
	도메인 적용가능성	4.23	4.50	-0.431	0.674	0.823	
	사용자 수용성	4.08	4.00	0.084	0.934	1.206	
	유지보수 가능성	3.85	4.00	-0.263	0.796	0.769	
3-2-4. 로그 공유 및 사후 검증 시스템	중요도	4.23	4.00	0.380	0.710	0.799	
	기술적 실현가능성	4.08	4.50	-0.654	0.524	0.851	
	도메인 적용가능성	3.85	4.50	-1.247	0.234	0.690	
	사용자 수용성	3.62	4.50	-2.220	0.045	0.525	*(중간)
	유지보수 가능성	3.46	3.50	-0.025	0.984	1.028	
3-2-5. 변화 추적 및 비교 분석 도구	중요도	4.23	5.00	-1.759	0.102	0.576	
	기술적 실현가능성	3.92	4.00	-0.122	0.905	0.828	
	도메인 적용가능성	4.08	4.00	0.139	0.892	0.730	
	사용자 수용성	3.77	5.00	-1.665	0.120	0.973	
	유지보수 가능성	3.23	3.00	1.000	0.337	0.799	
3-2-6. AI 의존도 단계별 조정 가능	중요도	4.31	4.50	-0.339	0.740	0.748	
	기술적 실현가능성	3.69	3.50	0.234	0.819	1.084	
	도메인 적용가능성	4.23	3.50	0.901	0.384	1.067	
	사용자 수용성	4.31	4.50	-0.272	0.790	0.931	
	유지보수 가능성	3.38	3.50	-0.131	0.898	1.163	

PART Ⅳ. 개인정보 보호 및 시스템 연동

1. 기술통계 분석표

1.1 개인정보 보호 기술 및 아키텍처 영역 분석

〈표 21〉 개인정보 보호 기술 및 아키텍처 영역에 관한 기술통계분석 결과

항목	평가 차원	N	평균	표준편차	최솟값	최댓값	Q1	중앙값	Q3	왜도	첨도
4-1-1. 연합학습 (Federated Learning) 기반 분산 모델 훈련	중요도	15	4.13	0.83	3	5	3.00	4.00	5.00	-0.27	-1.50
	기술적 실현가능성	15	3.00	0.76	1	4	3.00	3.00	3.00	-1.14	2.96
	도메인 적용가능성	15	3.13	0.83	2	4	2.00	3.00	4.00	-0.27	-1.50
	법적·윤리적 준수성	15	4.40	0.83	3	5	4.00	5.00	5.00	-0.94	-0.79
	보안·침해 대응강도	15	4.00	0.65	3	5	4.00	4.00	4.00	0.00	-0.18
4-1-2. 차등 개인정보보호(Differential Privacy) 적용	중요도	15	4.47	0.64	3	5	4.00	5.00	5.00	-0.80	-0.13
	기술적 실현가능성	15	3.53	0.64	2	4	3.00	4.00	4.00	-1.08	0.40
	도메인 적용가능성	15	3.80	0.86	2	5	3.00	4.00	4.00	-0.34	-0.11
	법적·윤리적 준수성	15	4.67	0.62	3	5	4.00	5.00	5.00	-1.79	2.63
	보안·침해 대응강도	15	4.13	0.64	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.10	-0.13
4-1-3. 동형암호 / Secure MPC 기반 고급 암호화 처리	중요도	15	3.67	1.05	2	5	3.00	4.00	5.00	-0.08	-1.10
	기술적 실현가능성	15	2.47	1.06	1	5	2.00	2.00	3.00	0.93	1.16
	도메인 적용가능성	15	2.47	1.36	1	5	1.00	3.00	3.00	0.58	-0.32
	법적·윤리적 준수성	15	4.33	0.82	3	5	4.00	5.00	5.00	-0.74	-1.02
	보안·침해 대응강도	15	4.53	0.52	4	5	4.00	5.00	5.00	-0.15	-2.31
4-1-4. 분산형 아키텍처 채택 시 장단점 평가 (vs 중앙집중형)	중요도	15	4.13	0.64	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.10	-0.13
	기술적 실현가능성	15	3.47	0.83	2	5	3.00	4.00	4.00	-0.31	-0.23
	도메인 적용가능성	15	3.53	0.92	2	5	3.00	4.00	4.00	-0.11	-0.48
	법적·윤리적 준수성	15	3.93	0.59	3	5	4.00	4.00	4.00	0.00	0.54
	보안·침해 대응강도	15	3.80	0.41	3	4	4.00	4.00	4.00	-1.67	0.90
4-1-5. RBAC(Role-based) + ABAC(Attribute-based) 세분화된 권한 관리	중요도	15	4.27	0.80	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.55	-1.13
	기술적 실현가능성	15	4.07	0.80	3	5	3.00	4.00	5.00	-0.13	-1.35
	도메인 적용가능성	15	4.20	0.94	2	5	4.00	4.00	5.00	-1.04	0.50
	법적·윤리적 준수성	15	4.27	0.80	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.55	-1.13
	보안·침해 대응강도	15	3.93	0.80	3	5	3.00	4.00	5.00	0.13	-1.35
4-1-6. On-device AI (엣지 컴퓨팅) 기반 국지적 데이터 처리	중요도	15	3.60	1.06	2	5	3.00	3.00	5.00	0.12	-1.17
	기술적 실현가능성	15	3.27	0.96	1	5	3.00	3.00	4.00	-0.62	1.31
	도메인 적용가능성	15	3.27	1.16	1	5	3.00	3.00	4.00	-0.60	0.56
	법적·윤리적 준수성	15	4.20	0.94	2	5	4.00	4.00	5.00	-1.04	0.50
	보안·침해 대응강도	15	4.00	0.65	3	5	4.00	4.00	4.00	0.00	-0.18

1.2 학교 시스템 연동 및 플랫폼 통합 영역 분석

〈표 22〉 학교 시스템 연동 및 플랫폼 통합 영역에 관한 기술통계분석 결과

항목	평가 차원	N	평균	표준편차	최솟값	최댓값	Q1	중앙값	Q3	왜도	첨도
4-2-1. NEIS 표준 API/ETL 기반 학사·생활기록부 통합	중요도	15	4.53	0.74	3	5	4.00	5.00	5.00	-1.33	0.47
	기술적 실현가능성	15	3.27	0.96	1	5	3.00	3.00	4.00	-0.62	1.31
	도메인 적용가능성	15	3.80	1.26	1	5	3.00	4.00	5.00	-1.04	0.23
	호환성·확정성	15	3.60	1.06	1	5	3.00	4.00	4.00	-1.14	1.59
	유지보수 가능성	15	3.13	0.64	2	4	3.00	3.00	4.00	-0.10	-0.13
4-2-2. 커리어넷 연동 진로정보 실시간 동기화	중요도	15	4.13	0.52	3	5	4.00	4.00	4.00	0.28	1.40
	기술적 실현가능성	15	3.93	0.59	3	5	4.00	4.00	4.00	0.00	0.54
	도메인 적용가능성	15	4.00	0.93	2	5	3.00	4.00	5.00	-0.62	-0.18
	호환성·확정성	15	3.80	1.01	1	5	3.00	4.00	4.00	-1.44	3.39
	유지보수 가능성	15	3.47	0.52	3	4	3.00	3.00	4.00	0.15	-2.31
4-2-3. ESB(API Gateway) 기반 중간 허브 시스템 구축	중요도	15	4.07	0.80	3	5	3.00	4.00	5.00	-0.13	-1.35
	기술적 실현가능성	15	4.07	0.80	2	5	4.00	4.00	5.00	-1.10	2.32
	도메인 적용가능성	15	4.00	0.65	3	5	4.00	4.00	4.00	0.00	-0.18
	호환성·확정성	15	4.33	0.90	3	5	3.00	5.00	5.00	-0.78	-1.35
	유지보수 가능성	15	3.53	0.74	2	5	3.00	4.00	4.00	-0.13	0.18
4-2-4. 마이크로서비스 + 컨테이너 오케스트레이션 기반 모듈식 연동 구조	중요도	15	3.60	0.74	2	5	3.00	4.00	4.00	-0.40	0.43
	기술적 실현가능성	15	3.87	0.74	3	5	3.00	4.00	4.00	0.23	-0.97
	도메인 적용가능성	15	3.53	0.74	2	5	3.00	4.00	4.00	-0.13	0.18
	호환성·확정성	15	4.27	0.96	3	5	3.00	5.00	5.00	-0.62	-1.78
	유지보수 가능성	15	3.47	0.74	2	5	3.00	3.00	4.00	0.13	0.18
4-2-5. 데이터 표준화·Interoperability 프레임워크 도입	중요도	15	4.47	0.92	2	5	4.00	5.00	5.00	-1.82	2.90
	기술적 실현가능성	15	3.60	0.99	1	5	3.00	4.00	4.00	-1.09	2.54
	도메인 적용가능성	15	3.73	1.03	1	5	3.00	4.00	4.00	-1.18	2.48
	호환성·확정성	15	4.40	0.83	3	5	4.00	5.00	5.00	-0.94	-0.79
	유지보수 가능성	15	3.87	0.64	3	5	3.00	4.00	4.00	0.10	-0.13

2. 합의도 분석표

2.1 항목별 합의도 수준

〈표 23〉 개인정보 보호 및 시스템 연동에 관한 항목별 합의도 수준

항목	차원	표준편차	IQR	CV(%)	합의도 수준	해석
4-1-1. 분산 모델 훈련	중요도	0.83	2.00	20.17	보통	일반적 합의
	기술적 실현가능성	0.76	0.00	25.20	낮음	의견 분산
	도메인 적용가능성	0.83	2.00	26.61	낮음	의견 분산
	법적·윤리적 준수성	0.83	1.00	18.82	보통	일반적 합의
	보안·침해 대응강도	0.65	0.00	16.37	높음	전문가 간 강한 합의
4-1-2. 차등 개인정보보호 적용	중요도	0.64	1.00	14.33	높음	전문가 간 강한 합의
	기술적 실현가능성	0.64	1.00	18.11	높음	전문가 간 강한 합의
	도메인 적용가능성	0.86	1.00	22.68	보통	일반적 합의
	법적·윤리적 준수성	0.62	1.00	13.23	높음	전문가 간 강한 합의
	보안·침해 대응강도	0.64	1.00	15.48	높음	전문가 간 강한 합의
4-1-3. 고급 암호화 처리	중요도	1.05	2.00	28.54	낮음	의견 분산
	기술적 실현가능성	1.06	1.00	42.98	낮음	의견 분산
	도메인 적용가능성	1.36	2.00	54.96	낮음	의견 분산
	법적·윤리적 준수성	0.82	1.00	18.84	보통	일반적 합의
	보안·침해 대응강도	0.52	1.00	11.39	높음	전문가 간 강한 합의

4-1-4. 장단점 평가	중요도	0.64	1.00	15.48	높음	전문가 간 강한 합의
	기술적 실현가능성	0.83	1.00	24.05	보통	일반적 합의
	도메인 적용가능성	0.92	1.00	25.91	낮음	의견 분산
	법적·윤리적 준수성	0.59	0.00	15.09	높음	전문가 간 강한 합의
	보안·침해 대응강도	0.41	0.00	10.90	높음	전문가 간 강한 합의
4-1-5. 세분화된 권한 관리	중요도	0.80	1.00	18.72	보통	일반적 합의
	기술적 실현가능성	0.80	2.00	19.64	보통	일반적 합의
	도메인 적용가능성	0.94	1.00	22.41	보통	일반적 합의
	법적·윤리적 준수성	0.80	1.00	18.72	보통	일반적 합의
	보안·침해 대응강도	0.80	2.00	20.31	보통	일반적 합의
4-1-6. 국지적 데이터 처리	중요도	1.06	2.00	29.32	낮음	의견 분산
	기술적 실현가능성	0.96	1.00	29.42	낮음	의견 분산
	도메인 적용가능성	1.16	1.00	35.60	낮음	의견 분산
	법적·윤리적 준수성	0.94	1.00	22.41	보통	일반적 합의
	보안·침해 대응강도	0.65	0.00	16.37	높음	전문가 간 강한 합의
4-2-1. 학사·생활기록부 통합	중요도	0.74	1.00	16.39	높음	전문가 간 강한 합의
	기술적 실현가능성	0.96	1.00	29.42	낮음	의견 분산
	도메인 적용가능성	1.26	2.00	33.29	낮음	의견 분산
	호환성·확정성	1.06	1.00	29.32	낮음	의견 분산
	유지보수 가능성	0.64	1.00	20.42	높음	전문가 간 강한 합의
4-2-2. 진로정보 실시간 동기화	중요도	0.52	0.00	12.49	높음	전문가 간 강한 합의
	기술적 실현가능성	0.59	0.00	15.09	높음	전문가 간 강한 합의
	도메인 적용가능성	0.93	2.00	23.15	보통	일반적 합의
	호환성·확정성	1.01	1.00	26.69	낮음	의견 분산
	유지보수 가능성	0.52	1.00	14.90	높음	전문가 간 강한 합의
4-2-3. 중간 허브 시스템 구축	중요도	0.80	2.00	19.64	보통	일반적 합의
	기술적 실현가능성	0.80	1.00	19.64	보통	일반적 합의
	도메인 적용가능성	0.65	0.00	16.37	높음	전문가 간 강한 합의
	호환성·확정성	0.90	2.00	20.76	보통	일반적 합의
	유지보수 가능성	0.74	1.00	21.03	높음	전문가 간 강한 합의
4-2-4. 모듈식 연동 구조	중요도	0.74	1.00	20.47	높음	전문가 간 강한 합의
	기술적 실현가능성	0.74	1.00	19.22	높음	전문가 간 강한 합의
	도메인 적용가능성	0.74	1.00	21.03	높음	전문가 간 강한 합의
	호환성·확정성	0.96	2.00	22.53	보통	일반적 합의
	유지보수 가능성	0.74	1.00	21.44	높음	전문가 간 강한 합의
4-2-5. 프레임워크 도입	중요도	0.92	1.00	20.50	보통	일반적 합의
	기술적 실현가능성	0.99	1.00	27.38	낮음	의견 분산
	도메인 적용가능성	1.03	1.00	27.66	낮음	의견 분산
	호환성·확정성	0.83	1.00	18.82	보통	일반적 합의
	유지보수 가능성	0.64	1.00	16.55	높음	전문가 간 강한 합의

(합의도 해석 기준)
높음 (SD ≤ 0.75, IQR ≤ 1.0, CV < 15%): 전문가 간 강한 합의
보통 (0.75 < SD ≤ 1.0, 1.0 < IQR ≤ 1.5, 15% ≤ CV < 25%): 일반적 합의
낮음 (SD > 1.0, IQR > 1.5, CV ≥ 25%): 의견 분산

3. 중요도-실현가능성 매트릭스

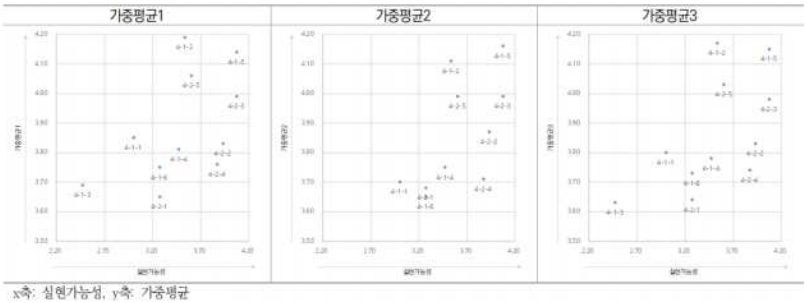
3.1 가중평균 점수 산출표

〈표 24〉 개인정보 보호 및 시스템 연동에 관한 가중평균 점수 산출

항목	중요도(M)	실현가능성(T)	적용가능성(A)	법적윤리적 준수성(R)	보안·침해 대응 강도(S)	가중평균1	가중평균2	가중평균3	순위
4-1-1. 분산 모델 훈련	4.13	3.00	3.13	4.40	4.00	3.85	3.70	3.80	6
4-1-2. 차등 개인정보보호 적용	4.47	3.53	3.80	4.67	4.13	4.19	4.11	4.17	1
4-1-3. 고급 암호화 처리	3.67	2.47	2.47	4.33	4.53	3.69	3.43	3.63	11
4-1-4. 장단점 평가	4.13	3.47	3.53	3.93	3.80	3.81	3.75	3.78	7
4-1-5. 세분화된 권한 관리	4.27	4.07	4.20	4.27	3.93	4.14	4.16	4.15	2
4-1-6. 국지적 데이터 처리	3.60	3.27	3.27	4.20	4.00	3.75	3.65	3.73	9
4-2-1. 학사 생활기록부 통합	4.53	3.27	3.80	3.60	3.13	3.65	3.68	3.64	10
4-2-2. 진로정보 실시간 동기화	4.13	3.93	4.00	3.80	3.47	3.83	3.87	3.83	5
4-2-3. 중간 허브 시스템 구축	4.07	4.07	4.00	4.33	3.53	3.99	3.99	3.98	4
4-2-4. 모듈식 연동 구조	3.60	3.87	3.53	4.27	3.47	3.76	3.71	3.74	8
4-2-5. 프레임워크 도입	4.47	3.60	3.73	4.40	3.87	4.06	3.99	4.03	3

가중평균 산출 방식
가중평균1: M(20%) + Ⓣ(15%)+ Ⓐ(15%) +Ⓡ(25%) + Ⓢ(25%)
가중평균2: M(15%) + Ⓣ(10%)+ Ⓐ(35%) +Ⓡ(20%) + Ⓢ(20%)
가중평균3: M(15%) + Ⓣ(10%)+ Ⓐ(25%) +Ⓡ(25%) + Ⓢ(25%)

3.2 4사분면 매트릭스 (가중평균-실현가능성 기준) 시각화



x축: 실현가능성, y축: 가중평균

4. 전문가 배경별 차이 분석

4.1 전문가의 경력별 인식 차이 (ANOVA)

〈표 25〉 개인정보 보호 및 시스템 연동에 관한 전문가의 경력별 인식 차이

항목	차원	3년 미만 (n=1)	3-5년 (n=8)	6-10년 (n=5)	11-15년 (n=1)	F값	p값	해석
4-1-1. 분산 모델 훈련	중요도	5.00	4.38	3.80	3.00	1.680	0.228	
	기술적 실현가능성	1.00	3.38	2.80	3.00	7.299	0.006	**
	모델인 적용가능성	2.00	3.25	3.00	4.00	1.092	0.393	
	법적윤리적 준수성	5.00	4.50	4.20	4.00	0.333	0.802	
	보안정책 대응강도	5.00	4.00	3.80	4.00	0.917	0.465	
4-1-2. 차등 개인정보보호 적용	중요도	4.00	4.75	4.00	5.00	2.340	0.130	
	기술적 실현가능성	2.00	3.75	3.40	4.00	4.119	0.035	*
	모델인 적용가능성	3.00	3.75	4.00	4.00	0.347	0.792	
	법적윤리적 준수성	5.00	4.50	5.00	4.00	1.222	0.348	
	보안정책 대응강도	3.00	4.38	4.00	4.00	1.758	0.213	

4-1-3. 고급 암호화 처리	중요도	4.00	4.13	2.80	4.00	2.144	0.153	
	기술적 실현가능성	1.00	2.88	2.00	3.00	1.638	0.237	
	도메인 적용가능성	3.00	2.63	2.00	3.00	0.285	0.835	
	법적윤리적 준수성	5.00	4.38	4.20	4.00	0.278	0.840	
	보안침해 대응강도	4.00	4.63	4.60	4.00	0.785	0.527	
4-1-4. 장단점 평가	중요도	4.00	4.38	3.80	4.00	0.830	0.505	
	기술적 실현가능성	2.00	3.63	3.40	4.00	1.378	0.301	
	도메인 적용가능성	2.00	3.63	3.60	4.00	1.074	0.400	
	법적윤리적 준수성	4.00	4.13	3.60	4.00	0.772	0.533	
	보안침해 대응강도	4.00	4.00	3.40	4.00	3.667	0.047	*
4-1-5. 세분화된 권한 관리	중요도	4.00	4.50	4.00	4.00	0.428	0.737	
	기술적 실현가능성	3.00	4.13	4.00	5.00	1.098	0.391	
	도메인 적용가능성	4.00	4.25	4.00	5.00	0.287	0.834	
	법적윤리적 준수성	4.00	4.38	4.20	4.00	0.109	0.953	
	보안침해 대응강도	3.00	4.00	4.00	4.00	0.428	0.737	
4-1-6. 국지적 데이터 처리	중요도	2.00	4.00	3.20	4.00	1.630	0.239	
	기술적 실현가능성	1.00	3.50	3.00	5.00	8.189	0.004	**
	도메인 적용가능성	1.00	3.63	2.80	5.00	4.336	0.030	*
	법적윤리적 준수성	4.00	4.38	4.00	4.00	0.162	0.920	
	보안침해 대응강도	5.00	4.00	3.80	4.00	0.917	0.465	
4-2-1. 학사·생활기록부 통합	중요도	5.00	4.50	4.60	4.00	0.272	0.845	
	기술적 실현가능성	1.00	3.50	3.20	4.00	3.307	0.061	
	도메인 적용가능성	2.00	4.00	3.80	4.00	0.702	0.570	
	호환성·확정성	4.00	3.63	3.20	5.00	0.846	0.497	
	유지보수 가능성	2.00	3.13	3.20	4.00	2.054	0.165	
4-2-2. 진로정보 실시간 동기화	중요도	3.00	4.25	4.20	4.00	2.285	0.136	
	기술적 실현가능성	3.00	4.00	4.00	4.00	0.856	0.492	
	도메인 적용가능성	4.00	4.25	3.80	3.00	0.605	0.625	
	호환성·확정성	3.00	4.00	3.60	4.00	0.333	0.802	
	유지보수 가능성	3.00	3.63	3.20	4.00	1.451	0.281	
4-2-3. 중간 허브 시스템 구축	중요도	4.00	4.38	3.80	3.00	1.241	0.342	
	기술적 실현가능성	2.00	4.25	4.20	4.00	3.951	0.039	*
	도메인 적용가능성	4.00	4.00	4.00	4.00	0.000	1.000	
	호환성·확정성	4.00	4.38	4.20	5.00	0.226	0.876	
	유지보수 가능성	2.00	3.88	3.20	4.00	4.049	0.036	*
4-2-4. 모듈식 연동 구조	중요도	3.00	3.75	3.40	4.00	0.493	0.695	
	기술적 실현가능성	3.00	4.00	3.80	4.00	0.503	0.688	
	도메인 적용가능성	3.00	3.50	3.60	4.00	0.272	0.845	
	호환성·확정성	3.00	4.25	4.40	5.00	0.765	0.537	
	유지보수 가능성	3.00	3.50	3.40	4.00	0.272	0.845	
4-2-5. 프레임워크 도입	중요도	5.00	4.50	4.20	5.00	0.317	0.813	
	기술적 실현가능성	1.00	3.88	3.80	3.00	5.120	0.019	*
	도메인 적용가능성	1.00	4.00	4.00	3.00	5.459	0.015	*
	호환성·확정성	5.00	4.38	4.20	5.00	0.391	0.762	
	유지보수 가능성	3.00	4.00	3.80	4.00	0.713	0.564	

4.2 전문가의 AI 경험별 차이 (t-검정)

〈표 26〉 개인정보 보호 및 시스템 연동에 관한 전문가의 AI 경험 유무에 따른 차이

항목	차원	AI 경험 있음 (n=13)	AI 경험 없음 (n=2)	t값	p값	Cohen's d	해석
4-1-1. 분산 모델 훈련	중요도	4.00	5.00	-1.678	0.117	0.784	
	기술적 실현가능성	3.15	2.00	1.140	0.451	0.662	
	도메인 적용가능성	3.23	2.50	1.169	0.263	0.823	
	법적윤리적 준수성	4.31	5.00	-2.920	0.013	0.821	*(큼)
	보안체계 대응정도	3.92	4.50	-1.176	0.261	0.646	
4-1-2. 차등 개인정보보호 적용	중요도	4.46	4.50	-0.076	0.940	0.664	
	기술적 실현가능성	3.69	2.50	3.130	0.008	0.501	**(중간)
	도메인 적용가능성	3.92	3.00	1.467	0.166	0.828	
	법적윤리적 준수성	4.62	5.00	-0.810	0.432	0.625	
	보안체계 대응정도	4.15	4.00	0.152	0.903	0.662	
4-1-3. 고급 암호화 처리	중요도	3.54	4.50	-1.232	0.240	1.028	
	기술적 실현가능성	2.62	1.50	1.437	0.174	1.022	
	도메인 적용가능성	2.54	2.00	0.509	0.619	1.393	
	법적윤리적 준수성	4.23	5.00	-3.333	0.006	0.799	**(중간)
	보안체계 대응정도	4.54	4.50	0.095	0.926	0.536	
4-1-4. 장단점 평가	중요도	4.08	4.50	-0.862	0.404	0.646	
	기술적 실현가능성	3.62	2.50	1.923	0.077	0.763	
	도메인 적용가능성	3.69	2.50	1.859	0.086	0.844	
	법적윤리적 준수성	3.85	4.50	-1.516	0.153	0.568	
	보안체계 대응정도	3.77	4.00	-0.721	0.484	0.421	
4-1-5. 세분화된 권한 관리	중요도	4.23	4.50	-0.431	0.674	0.823	
	기술적 실현가능성	4.15	3.50	1.084	0.298	0.794	
	도메인 적용가능성	4.23	4.00	0.312	0.760	0.973	
	법적윤리적 준수성	4.23	4.50	-0.431	0.674	0.823	
	보안체계 대응정도	3.92	4.00	-0.122	0.905	0.828	
4-1-6. 국지적 데이터 처리	중요도	3.62	3.50	0.139	0.892	1.095	
	기술적 실현가능성	3.38	2.50	0.584	0.660	0.944	
	도메인 적용가능성	3.38	2.50	1.002	0.335	1.163	
	법적윤리적 준수성	4.15	4.50	-0.471	0.646	0.968	
	보안체계 대응정도	3.85	5.00	-2.850	0.014	0.533	*(중간)
4-2-1. 학사·생활기록부 통합	중요도	4.46	5.00	-2.501	0.028	0.746	*(중간)
	기술적 실현가능성	3.38	2.50	0.584	0.660	0.944	
	도메인 적용가능성	3.92	3.00	0.958	0.356	1.269	
	호환성·확장성	3.54	4.00	-0.561	0.584	1.082	
	유지보수 가능성	3.23	2.50	1.582	0.138	0.608	
4-2-2. 진로정보 실시간 동기화	중요도	4.15	4.00	0.153	0.903	0.533	
	기술적 실현가능성	4.00	3.50	1.119	0.283	0.588	
	도메인 적용가능성	4.00	4.00	0.000	1.000	0.961	
	호환성·확장성	3.92	3.00	1.219	0.245	0.997	
	유지보수 가능성	3.54	3.00	3.742	0.003	0.499	**(적음)
4-2-3. 중간 허브 시스템 구축	중요도	4.08	4.00	0.322	0.753	0.828	
	기술적 실현가능성	4.15	3.50	0.434	0.738	0.794	
	도메인 적용가능성	3.92	4.50	-1.176	0.261	0.646	
	호환성·확장성	4.31	4.50	-0.272	0.790	0.931	
	유지보수 가능성	3.54	3.50	0.026	0.984	0.771	

4-2-4. 모듈식 연동 구조	중요도	3.54	4.00	-0.815	0.430	0.746	
	기술적 실현가능성	3.92	3.50	0.737	0.474	0.756	
	도메인 적용가능성	3.54	3.50	0.066	0.949	0.771	
	호환성·확정성	4.31	4.00	0.409	0.689	0.991	
	유지보수 가능성	3.38	4.00	-0.606	0.648	0.738	
4-2-5. 프레임워크 도입	중요도	4.38	5.00	-0.878	0.396	0.923	
	기술적 실현가능성	3.77	2.50	0.839	0.552	0.912	
	도메인 적용가능성	3.92	2.50	0.939	0.515	0.937	
	호환성·확정성	4.31	5.00	-2.920	0.013	0.821	*(금)
	유지보수 가능성	3.85	4.00	-0.152	0.903	0.662	

PART V. 지속가능한 운영 및 유지관리

1. 기술통계 분석표

1.1 MLOps/LLMOps 기반 운영 전략 영역 분석

〈표 27〉 MLOps/LLMOps 기반 운영 전략 영역에 관한 기술통계분석 결과

항목	평가 차원	N	평균	표준편차	최솟값	최댓값	Q1	중앙값	Q3	왜도	첨도
5-1-1. CI/CD + 모델 드리프트 탐지 기반 자동 재훈련 파이프라인	중요도	15	4.40	0.74	3	5	4.00	5.00	5.00	-0.84	-0.47
	기술적 실현가능성	15	3.93	0.59	3	5	4.00	4.00	4.00	0.00	0.54
	도메인 적용가능성	15	3.73	0.70	3	5	3.00	4.00	4.00	0.43	-0.67
	운영 비용 효율성	15	3.53	0.83	2	5	3.00	3.00	4.00	0.31	-0.23
	유지보수 가능성	15	3.93	0.80	3	5	3.00	4.00	5.00	0.13	-1.35
5-1-2. PromptOps 기반 프롬프트 버전 관리 및 A/B 테스트	중요도	15	4.13	0.83	3	5	3.00	4.00	5.00	-0.27	-1.50
	기술적 실현가능성	15	4.20	0.56	3	5	4.00	4.00	5.00	0.11	0.38
	도메인 적용가능성	15	4.00	0.85	3	5	3.00	4.00	5.00	0.00	-1.62
	운영 비용 효율성	15	4.00	0.76	3	5	3.00	4.00	5.00	0.00	-1.08
	유지보수 가능성	15	4.27	0.96	2	5	4.00	5.00	5.00	-1.17	0.59
5-1-3. 실시간 성능 모니터링 대시보드 운영	중요도	15	4.07	0.96	2	5	3.00	4.00	5.00	-0.70	-0.33
	기술적 실현가능성	15	4.47	0.64	3	5	4.00	5.00	5.00	-0.80	-0.13
	도메인 적용가능성	15	4.33	0.62	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.31	-0.40
	운영 비용 효율성	15	3.87	0.64	3	5	3.00	4.00	4.00	0.10	-0.13
	유지보수 가능성	15	4.13	0.83	3	5	3.00	4.00	5.00	-0.27	-1.50
5-1-4. RLHF/HITL 기반 사용자 피드백 자동 개선 루프	중요도	15	4.00	0.76	3	5	3.00	4.00	5.00	0.00	-1.08
	기술적 실현가능성	15	3.07	0.59	2	4	3.00	3.00	3.00	0.00	0.54
	도메인 적용가능성	15	3.40	0.74	2	5	3.00	3.00	4.00	0.40	0.43
	운영 비용 효율성	15	2.93	0.88	1	4	2.00	3.00	4.00	-0.57	0.09
	유지보수 가능성	15	3.13	0.83	1	4	3.00	3.00	4.00	-1.13	1.96
5-1-5. 모델 감사·설명가능성(XAI) 통합 모듈	중요도	15	4.07	1.03	2	5	3.00	4.00	5.00	-0.60	-0.99
	기술적 실현가능성	15	3.47	0.64	2	4	3.00	4.00	4.00	-0.80	-0.13
	도메인 적용가능성	15	3.93	0.80	3	5	3.00	4.00	5.00	0.13	-1.35
	운영 비용 효율성	15	3.53	0.92	2	5	3.00	4.00	4.00	-0.11	-0.48
	유지보수 가능성	15	3.53	0.83	2	5	3.00	3.00	4.00	0.31	-0.23

1.2 클라우드 기반 플랫폼 운영 영역 분석

〈표 28〉 클라우드 기반 플랫폼 운영 영역에 관한 기술통계분석 결과

항목	평가 차원	N	평균	표준편차	최솟값	최댓값	Q1	중앙값	Q3	왜도	첨도
5-2-1. AWS/GCP 기반 스케일러블 멀티리전 인프라	중요도	15	4.20	0.86	3	5	3.00	4.00	5.00	-0.43	-1.55
	기술적 실현가능성	15	4.47	0.83	2	5	4.00	5.00	5.00	-2.01	4.87
	도메인 적용가능성	15	3.33	1.11	1	5	3.00	3.00	4.00	-0.41	-0.01
	운영 비용 효율성	15	3.47	1.19	1	5	3.00	4.00	4.00	-0.50	-0.26
	유지보수 가능성	15	4.07	0.80	2	5	4.00	4.00	5.00	-1.10	2.32
5-2-2. 네이버/공공 클라우드 활용 데이터 주권·멀티플라이언스 확보	중요도	15	3.93	1.10	2	5	3.00	4.00	5.00	-0.60	-0.92
	기술적 실현가능성	15	4.20	0.56	3	5	4.00	4.00	5.00	0.11	0.38
	도메인 적용가능성	15	4.33	0.72	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.63	-0.65
	운영 비용 효율성	15	3.07	0.96	1	4	3.00	3.00	4.00	-1.26	1.42
	유지보수 가능성	15	3.80	0.68	2	5	4.00	4.00	4.00	-1.34	3.28
5-2-3. 컨테이너 오케스트레이션(K8s) 기반 운영	중요도	15	3.73	0.70	3	5	3.00	4.00	4.00	0.43	-0.67
	기술적 실현가능성	15	4.00	0.85	3	5	3.00	4.00	5.00	0.00	-1.62
	도메인 적용가능성	15	3.67	0.72	3	5	3.00	4.00	4.00	0.63	-0.65
	운영 비용 효율성	15	3.27	0.88	2	5	3.00	3.00	4.00	0.12	-0.49
	유지보수 가능성	15	3.60	0.83	2	5	3.00	4.00	4.00	0.07	-0.22
5-2-4. 오픈소스 LLM + 모델 경량화 (Quantization/Distillation) 기반 비용 최적화	중요도	15	4.20	0.94	2	5	4.00	4.00	5.00	-1.04	0.50
	기술적 실현가능성	15	3.80	0.56	2	4	4.00	4.00	4.00	-2.92	8.39
	도메인 적용가능성	15	3.47	0.74	2	4	3.00	4.00	4.00	-1.07	-0.11
	운영 비용 효율성	15	4.27	0.96	2	5	4.00	5.00	5.00	-1.17	0.59
	유지보수 가능성	15	3.27	0.80	2	4	3.00	3.00	4.00	-0.55	-1.13
5-2-5. Hybrid Cloud 전략 (공공+민간 혼합 운영)	중요도	15	4.13	0.83	3	5	3.00	4.00	5.00	-0.27	-1.50
	기술적 실현가능성	15	3.73	0.70	2	5	3.00	4.00	4.00	-0.99	1.84
	도메인 적용가능성	15	3.87	0.99	2	5	3.00	4.00	5.00	-0.21	-1.12
	운영 비용 효율성	15	3.67	0.72	3	5	3.00	4.00	4.00	0.63	-0.65
	유지보수 가능성	15	3.33	0.82	2	5	3.00	3.00	4.00	0.17	-0.03

2. 합의도 분석표

2.1 항목별 합의도 수준

〈표 29〉 지속가능한 운영 및 유지관리에 관한 항목별 합의도 수준

항목	차원	표준편차	IQR	CV(%)	합의도 수준	해석
5-1-1. 자동 재훈련 파이프라인	중요도	0.74	1.00	16.75	높음	전문가 간 강한 합의
	기술적 실현가능성	0.59	0.00	15.09	높음	전문가 간 강한 합의
	도메인 적용가능성	0.70	1.00	18.85	높음	전문가 간 강한 합의
	운영 비용 효율성	0.83	1.00	23.60	보통	일반적 합의
	유지보수 가능성	0.80	2.00	20.31	보통	일반적 합의
5-1-2 프롬프트 버전 관리	중요도	0.83	2.00	20.17	보통	일반적 합의
	기술적 실현가능성	0.56	1.00	13.35	높음	전문가 간 강한 합의
	도메인 적용가능성	0.85	2.00	21.13	보통	일반적 합의
	운영 비용 효율성	0.76	2.00	18.90	보통	일반적 합의
	유지보수 가능성	0.96	1.00	22.53	보통	일반적 합의
5-1-3. 모니터링 대시보드 운영	중요도	0.96	2.00	23.63	보통	일반적 합의
	기술적 실현가능성	0.64	1.00	14.33	높음	전문가 간 강한 합의
	도메인 적용가능성	0.62	1.00	14.24	높음	전문가 간 강한 합의
	운영 비용 효율성	0.64	1.00	16.55	높음	전문가 간 강한 합의
	유지보수 가능성	0.83	2.00	20.17	보통	일반적 합의

5-1-4. 사용자 피드백 자동 개선 루프	중요도	0.76	2.00	18.90	보통	일반적 합의
	기술적 실현가능성	0.59	0.00	19.36	높음	전문가 간 강한 합의
	도메인 적용가능성	0.74	1.00	21.67	높음	전문가 간 강한 합의
	운영 비용 효율성	0.88	2.00	30.13	낮음	의견 분산
	유지보수 가능성	0.83	1.00	26.61	낮음	의견 분산
5-1-5 모델 감사·설명가능성 통합 모듈	중요도	1.03	2.00	25.40	낮음	의견 분산
	기술적 실현가능성	0.64	1.00	18.46	높음	전문가 간 강한 합의
	도메인 적용가능성	0.80	2.00	20.31	보통	일반적 합의
	운영 비용 효율성	0.92	1.00	25.91	낮음	의견 분산
	유지보수 가능성	0.83	1.00	23.60	보통	일반적 합의
5-2-1. AWS/GCP 기반 인프라	중요도	0.86	2.00	20.52	보통	일반적 합의
	기술적 실현가능성	0.83	1.00	18.67	보통	일반적 합의
	도메인 적용가능성	1.11	1.00	33.38	낮음	의견 분산
	운영 비용 효율성	1.19	1.00	34.25	낮음	의견 분산
	유지보수 가능성	0.80	1.00	19.64	보통	일반적 합의
5-2-2. 데이터 주권·컴플라이언스 확보	중요도	1.10	2.00	27.96	낮음	의견 분산
	기술적 실현가능성	0.56	1.00	13.35	높음	전문가 간 강한 합의
	도메인 적용가능성	0.72	1.00	16.70	높음	전문가 간 강한 합의
	운영 비용 효율성	0.96	1.00	31.34	낮음	의견 분산
	유지보수 가능성	0.68	0.00	17.79	높음	전문가 간 강한 합의
5-2-3. K8s 기반 운영	중요도	0.70	1.00	18.85	높음	전문가 간 강한 합의
	기술적 실현가능성	0.85	2.00	21.13	보통	일반적 합의
	도메인 적용가능성	0.72	1.00	19.74	높음	전문가 간 강한 합의
	운영 비용 효율성	0.88	1.00	27.05	낮음	의견 분산
	유지보수 가능성	0.83	1.00	23.00	보통	일반적 합의
5-2-4. 비용 최적화	중요도	0.94	1.00	22.41	보통	일반적 합의
	기술적 실현가능성	0.56	0.00	14.75	높음	전문가 간 강한 합의
	도메인 적용가능성	0.74	1.00	21.44	높음	전문가 간 강한 합의
	운영 비용 효율성	0.96	1.00	22.53	보통	일반적 합의
	유지보수 가능성	0.80	1.00	24.45	보통	일반적 합의
5-2-5. Hybrid Cloud 전략	중요도	0.83	2.00	20.17	보통	일반적 합의
	기술적 실현가능성	0.70	1.00	18.85	높음	전문가 간 강한 합의
	도메인 적용가능성	0.99	2.00	25.61	낮음	의견 분산
	운영 비용 효율성	0.72	1.00	19.74	높음	전문가 간 강한 합의
	유지보수 가능성	0.82	1.00	24.49	보통	일반적 합의

(합의도 해석 기준)
높음 (SD ≤ 0.75, IQR ≤ 1.0, CV < 15%): 전문가 간 강한 합의
보통 (0.75 < SD ≤ 1.0, 1.0 < IQR ≤ 1.5, 15% ≤ CV < 25%): 일반적 합의
낮음 (SD > 1.0, IQR > 1.5, CV ≥ 25%): 의견 분산

3. 중요도-실현가능성 매트릭스

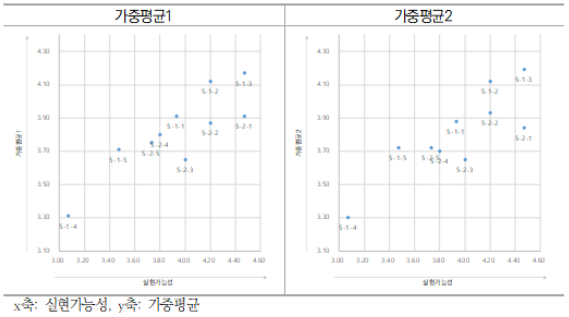
3.1 가중평균 점수 산출표

〈표 30〉 지속가능한 운영 및 유지관리에 관한 가중평균 점수 산출

항목	중요도(M)	실현가능성(T)	적용가능성(A)	효율성(E)	보수가능성(R)	가중평균1	가중평균2	순위
5-1-1. 자동 재훈련 파이프라인	4.40	3.93	3.73	3.53	3.93	3.91	3.88	4
5-1-2. 프롬프트 버전 관리	4.13	4.20	4.00	4.00	4.27	4.12	4.12	2
5-1-3. 모니터링 대시보드 운영	4.07	4.47	4.33	3.87	4.13	4.17	4.19	1
5-1-4. 사용자 피드백 자동 개선 루프	4.00	3.07	3.40	2.93	3.13	3.31	3.30	10
5-1-5. 모델 감사·설명가능성 통합 모듈	4.07	3.47	3.93	3.53	3.53	3.71	3.72	8
5-2-1. AWS/GCP 기반 인프라	4.20	4.47	3.33	3.47	4.07	3.91	3.84	5
5-2-2. 데이터 주권·컴플라이언스 확보	3.93	4.20	4.33	3.07	3.80	3.87	3.93	3
5-2-3. K8s 기반 운영	3.73	4.00	3.67	3.27	3.60	3.65	3.65	9
5-2-4. 비용 최적화	4.20	3.80	3.47	4.27	3.27	3.80	3.70	6
5-2-5. Hybrid Cloud 전략	4.13	3.73	3.87	3.67	3.33	3.75	3.72	7

가중평균 산출 방식
가중평균1: M(20%) + Ⓣ(20%) + Ⓐ(20%) + Ⓔ(20%) + Ⓡ(20%)
가중평균1: M(15%) + ⓣ(15%) + ⓐ(30%) + ⓔ(15%) + ⓡ(25%)

3.2 4사분면 매트릭스 (가중평균-실현가능성 기준) 시각화



x축: 실현가능성, y축: 가중평균

4. 전문가 배경별 차이 분석

4.1 전문가의 경력별 인식 차이 (ANOVA)

〈표 31〉 지속가능한 운영 및 유지관리에 관한 전문가의 경력별 인식 차이

항목	차원	3년 미만 (n=1)	3-5년 (n=8)	6-10년 (n=5)	11-15년 (n=1)	F값	p값	해석
5-1-1. 자동 재훈련 파이프라인	중요도	4.00	4.50	4.20	5.00	0.431	0.735	
	기술적 실현가능성	4.00	3.88	3.80	5.00	1.255	0.337	
	도메인 적용가능성	4.00	3.88	3.20	5.00	3.251	0.064	
	운영 비용 효율성	3.00	3.63	3.20	5.00	1.680	0.228	
	유지보수 가능성	5.00	3.63	4.00	5.00	1.909	0.187	
5-1-2. 프롬프트 버전 관리	중요도	3.00	4.25	4.20	4.00	0.633	0.609	
	기술적 실현가능성	3.00	4.13	4.40	5.00	4.108	0.035	*
	도메인 적용가능성	3.00	4.00	4.00	5.00	0.917	0.465	
	운영 비용 효율성	3.00	4.13	3.80	5.00	1.502	0.268	
	유지보수 가능성	2.00	4.50	4.20	5.00	3.307	0.061	

5-1-3. 모니터링 대시보드 운영	중요도	4.00	4.25	3.60	5.00	0.765	0.537	
	기술적 실현가능성	5.00	4.63	4.00	5.00	1.758	0.213	
	도메인 적용가능성	4.00	4.63	4.00	4.00	1.380	0.300	
	운영 비용 효율성	4.00	4.00	3.40	5.00	2.903	0.083	
	유지보수 가능성	5.00	4.38	3.40	5.00	3.366	0.059	
5-1-4. 사용자 피드백 자동 개선 루프	중요도	4.00	4.13	3.80	4.00	0.155	0.924	
	기술적 실현가능성	4.00	3.13	2.80	3.00	1.255	0.337	
	도메인 적용가능성	4.00	3.38	3.40	3.00	0.272	0.844	
	운영 비용 효율성	2.00	3.00	2.80	4.00	0.889	0.477	
	유지보수 가능성	4.00	3.00	3.20	3.00	0.389	0.763	
5-1-5. 모델 감사·설명가능성 통합 모듈	중요도	2.00	4.38	3.80	5.00	2.645	0.101	
	기술적 실현가능성	2.00	3.75	3.20	4.00	5.473	0.015	*
	도메인 적용가능성	3.00	4.13	3.80	4.00	0.601	0.628	
	운영 비용 효율성	2.00	3.88	3.00	5.00	5.158	0.018	*
	유지보수 가능성	2.00	3.75	3.20	5.00	4.633	0.025	*
5-2-1. AWS/GCP 기반 인프라	중요도	4.00	4.38	4.00	4.00	0.195	0.898	
	기술적 실현가능성	2.00	4.50	4.80	5.00	9.079	0.003	**
	도메인 적용가능성	2.00	3.63	3.00	4.00	0.914	0.466	
	운영 비용 효율성	1.00	4.00	3.00	4.00	3.569	0.051	
	유지보수 가능성	5.00	4.00	4.00	4.00	0.428	0.737	
5-2-2. 데이터 주권·컴플라이언스 확보	중요도	3.00	4.00	4.00	4.00	0.214	0.885	
	기술적 실현가능성	4.00	4.13	4.40	4.00	0.292	0.830	
	도메인 적용가능성	4.00	4.25	4.60	4.00	0.347	0.792	
	운영 비용 효율성	3.00	3.25	2.80	3.00	0.189	0.902	
	유지보수 가능성	3.00	4.13	3.40	4.00	2.092	0.159	
5-2-3. K8s 기반 운영	중요도	4.00	4.00	3.40	3.00	1.222	0.348	
	기술적 실현가능성	3.00	4.25	3.60	5.00	1.806	0.204	
	도메인 적용가능성	4.00	3.88	3.20	4.00	1.071	0.401	
	운영 비용 효율성	2.00	3.38	3.20	4.00	0.955	0.448	
	유지보수 가능성	4.00	3.50	3.60	4.00	0.159	0.921	
5-2-4. 비용 최적화	중요도	2.00	4.38	4.40	4.00	2.760	0.092	
	기술적 실현가능성	2.00	4.00	3.80	4.00	16.500	0.000	***
	도메인 적용가능성	2.00	3.38	3.80	4.00	2.399	0.123	
	운영 비용 효율성	5.00	4.13	4.40	4.00	0.261	0.852	
	유지보수 가능성	2.00	3.38	3.20	4.00	1.241	0.342	
5-2-5. Hybrid Cloud 전략	중요도	3.00	4.25	4.20	4.00	0.633	0.609	
	기술적 실현가능성	2.00	3.75	4.00	4.00	3.597	0.050	*
	도메인 적용가능성	3.00	3.88	4.00	4.00	0.244	0.864	
	운영 비용 효율성	4.00	3.75	3.60	3.00	0.347	0.792	
	유지보수 가능성	4.00	3.00	3.60	4.00	1.086	0.395	

4.2 전문가의 AI 경험별 차이 (t-검정)

〈표 32〉 지속가능한 운영 및 유지관리에 관한 전문가의 AI 경험 유무에 따른 차이

항목	차원	AI 경험 있음 (n=13)	AI 경험 없음 (n=2)	t값	p값	Cohen's d	해석
5-1-1. 자동 재훈련 파이프라인	중요도	4.38	4.50	-0.199	0.845	0.763	
	기술적 실현가능성	3.92	4.00	-0.165	0.872	0.615	
	도메인 적용가능성	3.69	4.00	-1.477	0.165	0.722	
	운영 비용 효율성	3.62	3.00	2.551	0.025	0.836	*(큼)
	유지보수 가능성	3.92	4.00	-0.122	0.905	0.828	
5-1-2. 프롬프트 버전 관리	중요도	4.15	4.00	0.235	0.818	0.863	
	기술적 실현가능성	4.31	3.50	2.120	0.054	0.501	
	도메인 적용가능성	4.08	3.50	0.892	0.389	0.851	
	운영 비용 효율성	4.08	3.50	1.005	0.333	0.756	
	유지보수 가능성	4.38	3.50	0.584	0.660	0.944	

5-1-3. 모니터링 대시보드 운영	중요도	4.00	4.50	-0.671	0.514	0.981	
	기술적 실현가능성	4.38	5.00	-3.411	0.005	0.625	**(중간)
	도메인 적용가능성	4.31	4.50	-0.398	0.697	0.637	
	운영 비용 효율성	3.85	4.00	-0.306	0.764	0.662	
	유지보수 가능성	4.00	5.00	-1.678	0.117	0.784	
5-1-4 사용자 피드백 자동 개선 루프	중요도	3.92	4.50	-1.005	0.333	0.756	
	기술적 실현가능성	3.00	3.50	-1.119	0.283	0.588	
	도메인 적용가능성	3.38	3.50	-0.199	0.845	0.763	
	운영 비용 효율성	3.08	2.00	1.711	0.111	0.828	
	유지보수 가능성	3.15	3.00	0.235	0.818	0.863	
5-1-5 모델 감사설명가능성 통합 모듈	중요도	4.15	3.50	0.430	0.738	1.045	
	기술적 실현가능성	3.54	3.00	0.533	0.685	0.634	
	도메인 적용가능성	4.00	3.50	0.814	0.430	0.809	
	운영 비용 효율성	3.62	3.00	0.878	0.396	0.923	
	유지보수 가능성	3.69	2.50	2.099	0.056	0.748	
5-2-1. AWS/GCP 기반 인프라	중요도	4.15	4.50	-0.515	0.615	0.885	
	기술적 실현가능성	4.62	3.50	0.740	0.593	0.763	
	도메인 적용가능성	3.31	3.50	-0.220	0.830	1.153	
	운영 비용 효율성	3.54	3.00	0.267	0.833	1.216	
	유지보수 가능성	3.92	5.00	-1.943	0.074	0.730	
5-2-2 데이터 주권(컴플라이언스 확보	중요도	3.92	4.00	-0.089	0.931	1.141	
	기술적 실현가능성	4.15	4.50	-0.803	0.437	0.568	
	도메인 적용가능성	4.31	4.50	-0.339	0.740	0.748	
	운영 비용 효율성	3.00	3.50	-0.671	0.514	0.981	
	유지보수 가능성	3.85	3.50	0.660	0.521	0.690	
5-2-3. K8s 기반 운영	중요도	3.62	4.50	-1.778	0.099	0.655	
	기술적 실현가능성	4.08	3.50	0.892	0.389	0.851	
	도메인 적용가능성	3.62	4.00	-1.806	0.096	0.738	
	운영 비용 효율성	3.38	2.50	1.357	0.198	0.858	
	유지보수 가능성	3.46	4.50	-1.773	0.100	0.771	
5-2-4. 비용 최적화	중요도	4.31	3.50	0.533	0.685	0.931	
	기술적 실현가능성	3.92	3.00	0.920	0.525	0.474	
	도메인 적용가능성	3.62	2.50	2.242	0.043	0.655	*(중간)
	운영 비용 효율성	4.15	5.00	-1.175	0.261	0.948	
	유지보수 가능성	3.31	3.00	0.493	0.630	0.821	
5-2-5. Hybrid Cloud 전략	중요도	4.23	3.50	1.169	0.263	0.823	
	기술적 실현가능성	3.92	2.50	3.651	0.003	0.513	**(중간)
	도메인 적용가능성	4.00	3.00	1.370	0.194	0.961	
	운영 비용 효율성	3.62	4.00	-1.806	0.096	0.738	
	유지보수 가능성	3.38	3.00	0.606	0.555	0.836	

PART VI. 구현 우선순위 및 로드맵

1. 구현 우선순위 분석

1.1 우선 순위 분석표

순위	구현 영역	Borda 점수	평균 순위	표준편차	합의도	1순위 선택 수
1	데이터 전처리 및 통합 시스템	95.00	6.33	0.98	보통	9
2	LLM 기반 추천 알고리즘 개발	64.00	4.27	1.03	낮음	0
3	AI Agent 대화형 인터페이스	48.00	3.20	1.66	낮음	0
4	실시간 피드백 시스템	35.00	2.33	1.40	낮음	0
5	개인정보보호 기술 적용	60.00	4.00	2.59	낮음	2
6	기존 시스템 연동 구조	62.00	4.13	2.70	낮음	4
7	교사 협업 인터페이스	41.00	2.73	1.83	낮음	0
8	운영 및 모니터링 체계	15.00	1.00	1.46	낮음	0

1.2 기술적 난이도 평가 분석

구현 영역	기술적 난이도		예상 개발 기간		필요 전문 인력		운영 비용 부담도		데이터 요구 수준		종합 난이도		난이도 수준
	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차	
LLM 기반 진로 추천 모델	4.27	0.46	3.87	1.19	4.00	1.20	4.40	0.91	4.73	0.46	4.18	0.76	2
실시간 AI Agent 시스템	4.27	0.59	4.00	1.13	3.93	1.16	4.13	0.83	4.00	0.93	4.09	0.68	3
멀티모달 데이터 통합	4.47	0.74	4.27	0.80	4.13	1.25	3.67	0.82	4.60	0.51	4.24	0.66	1
개인정보보호 기술 통합	3.73	0.80	3.40	0.63	3.07	1.10	3.07	0.96	2.40	0.83	3.28	0.54	4
기존 시스템 연동	3.47	0.83	3.40	0.83	3.07	1.03	2.80	0.94	2.60	1.06	3.18	0.70	5

※가중평균 계산: 기술난이도 30%, 개발기간 25%, 전문인력 20%, 비용 15%, 데이터 10%

1.3 MVP 핵심 기능 우선순위

순위	MVP 구성 요소	선택 수	선택률(%)	중요도
1	LLM 기반 대화형 진로상담	14	93.3	필수
2	기본 데이터 처리 + 실시간 학습 데이터 수집	13	86.7	필수
3	교사 피드백 입력 인터페이스	11	73.3	핵심
4	기본적인 개인정보보호 조치	10	66.7	핵심
5	AI Agent 기반 개인화 추천	9	60.0	핵심
6	기존 시스템 기본 연동	7	46.7	중요
7	진로경로 시각화 및 시뮬레이션	5	33.3	선택
8	사용자 행동 분석 대시보드	4	26.7	선택
9	기본 수준의 편향 점검 기능	2	13.3	선택

1.4 2차원 매트릭스 구성

1.5 구현 단계별 클러스터 분석

클러스터	구현 영역	특성	추진 전략
즉시 추진(1-2순위)	LLM 기반 대화형 진로상담 기본 데이터 처리 + 실시간 학습 데이터 수집	- 높은 우선순위 + 높은 용이성	6개월 내 완료
단계적 추진(3-5순위)	교사 피드백 입력 인터페이스 기본적인 개인정보보호 조치 AI Agent 기반 개인화 추천	- 낮은 우선순위 + 높은 용이성	6-18개월
후속 추진(6-9순위)	기존 시스템 기본 연동 진로경로 시각화 및 시뮬레이션 사용자 행동 분석 대시보드 기본 수준의 편향 점검 기능	- 낮은 우선순위 + 낮은 용이성	18개월 이후

2. 기술적 난이도 평가

2.1 기술통계 분석표

영역	차원	N	평균	표준편차	중앙값	Q1	Q3	최솟값	최댓값	순위
① LLM 기반 진로 추천 모델	기술적 난이도	15	4.27	0.46	4.00	4.00	5.00	4	5	6
	예상 개발기간	15	3.87	1.19	4.00	3.00	5.00	1	5	14
	필요 전문인력	15	4.00	1.20	4.00	4.00	5.00	1	5	11
	운영 비용 부담도	15	4.40	0.91	5.00	4.00	5.00	2	5	4
	데이터 요구 수준	15	4.73	0.46	5.00	4.00	5.00	4	5	1
② 실시간 AI Agent 시스템	기술적 난이도	15	4.27	0.59	4.00	4.00	5.00	3	5	6
	예상 개발기간	15	4.00	1.13	4.00	3.00	5.00	1	5	11
	필요 전문인력	15	3.93	1.16	4.00	3.00	5.00	1	5	13
	운영 비용 부담도	15	4.13	0.83	4.00	4.00	5.00	2	5	9
	데이터 요구 수준	15	4.00	0.93	4.00	3.00	5.00	3	5	11
③ 멀티모달 데이터 통합	기술적 난이도	15	4.47	0.74	5.00	4.00	5.00	3	5	3
	예상 개발기간	15	4.27	0.80	4.00	4.00	5.00	2	5	6
	필요 전문인력	15	4.13	1.25	5.00	4.00	5.00	1	5	9
	운영 비용 부담도	15	3.67	0.82	4.00	3.00	4.00	2	5	16
	데이터 요구 수준	15	4.60	0.51	5.00	4.00	5.00	4	5	2
④ 개인정보보호 기술 통합	기술적 난이도	15	3.73	0.80	4.00	3.00	4.00	3	5	15
	예상 개발기간	15	3.40	0.63	3.00	3.00	4.00	2	4	19
	필요 전문인력	15	3.07	1.10	3.00	2.00	4.00	1	5	21
	운영 비용 부담도	15	3.07	0.96	3.00	3.00	4.00	1	5	21
	데이터 요구 수준	15	2.40	0.83	2.00	2.00	3.00	1	4	25
⑤ 기존 시스템 연동	기술적 난이도	15	3.47	0.83	4.00	3.00	4.00	2	5	17
	예상 개발기간	15	3.40	0.83	3.00	3.00	4.00	2	5	19
	필요 전문인력	15	3.07	1.03	3.00	2.00	4.00	2	5	21
	운영 비용 부담도	15	2.80	0.94	3.00	2.00	3.00	1	5	23
	데이터 요구 수준	15	2.60	1.06	3.00	2.00	3.00	1	5	24

PART 7.

7.1 기술적 실현가능성 종합 평가 (7.1)

7.1.1 실현가능성 분포 분석

〈표 38〉 실현가능성 분포 분석

평가 점수	응답 빈도	비율(%)	누적 비율(%)
5점 (매우 높음)	4	26.7	26.7
4점 (높음)	5	33.3	60.0
3점 (보통)	5	33.3	93.3
2점 (낮음)	1	6.7	100.0
1점 (매우 낮음)	0	0	100.0

7.1.2 TRL(Technology Readiness Level) 분석

〈표 39〉 TRL(Technology Readiness Level) 분석

TRL 단계	현재 단계	12개월 후 목표	응답자 수	발전 속도
TRL 3-4 (개념 검증)	0	1	1	0.08
TRL 5-6 (실험실/파일럿)	7	2	-5	-0.42
TRL 7-8 (시연/상용화 준비)	8	12	4	0.33

7.1.3 평가 근거 주제 분석

워드클라우드 분석을 통해 전문가들이 'AI 기반 진로 시스템'을 구축하는 데 있어 '데이터'가 가장 핵심적인 요소라고 인식하고 있음을 알 수 있음

7.2 주요 기술적 도전과제 분석

7.2.1 기술 영역별 도전과제 매트릭스

〈표 40〉 기술 영역별 도전과제 매트릭스

기술 영역	주요 도전과제	평균 난이도	언급 빈도	해결방안 유형
데이터 수집/품질	개인정보 및 보안 이슈	4.33	매우 높음	기술적: 비식별화, 변수화 정책적: 개인정보 동의 확보
	파편화된 데이터의 표준화 및 통합		매우 높음	기술적: 표준화된 데이터 포맷, ETL 파이프라인, 데이터 파이프라인 구축 단계적: 소규모 파일럿 후 확산, 점진적 외부 연동
	데이터 편향 및 품질 확보의 어려움		높음	기술적: 데이터 증강, 편향 점검 도구(AIF360) 활용 조직적: 교사-상담자 참여형 검증 체계 구축
모델/알고리즘	LLM의 환각	3.87	매우 높음	기술적: RAG(검색 증강 생성), HITL(Human-in-the-loop) 기반 검증
	모델의 편향성		높음	기술적: 데이터 균형화, 편향 점검 도구(AIF360) 활용 조직적: 교사-상담자 참여형 데이터 검증 체계
	복잡한 추천·평가 알고리즘의 한계		높음	기술적: LLM 파인튜닝, A/B 테스트, 설명가능한 AI(XAI) 통합 단계적: AI 조력 시스템으로 시작하는 점화적 접근
	멀티모달 기술의 난이도		보통	단계적: 단순 조합부터 시작하여 점진적 확장
	GPU 및 비용 부담		낮음	기술적: 효율적 모델 선정 조직적: 충분한 학습 기간 확보
인프라/운영	높은 비용	3.67	매우 높음	기술적: 경량화 모델, 하이브리드 클라우드, 오픈소스 LLM, 효율적 아키텍처 조직적: 국가 지원, 충분한 유지 운영 비용 확보
	시스템 확장성 및 성능		매우 높음	기술적: MSA 기반, 클라우드 오토스케일링, 쿠버네티스, CDN 활용 조직적: 기존 시스템 현황 파악 및 연계 전략 수립
	복잡한 운영 관리		높음	기술적: 관리형 서비스(Managed Service), MLOps 파이프라인, CI/CD 구축 조직적: 개발-운영(DevOps) 체계 구축
	레거시 시스템 연동		보통	기술적: 기존 시스템 현황 파악 및 연계 전략 수립
보안/프라이버시	개인정보 유출 및 보안 문제	4.33	매우 높음	기술적: 데이터 암호화, 비식별화, 다중 보안 계층 적용 정책적: 데이터 삭제 정책, 정기적 보안 점검
	규제 준수 및 법규 충돌		매우 높음	기술적: 차등 개인정보보호(DP), 연합학습(FL) 정책적: 개인정보영향평가, 법규 연계 프로세스 마련
	접근 권한 관리		높음	기술적: RBAC/ABAC 기반 접근 제어
	효율성과 보안의 상충관계		보통	조직적: 적정 수준의 보안 수준 합의
현장 채택/UX	교사·학생의 심리적 저항감 및 불신	3.47	매우 높음	기술적: Human-in-the-loop, 교사 피드백 인터페이스 정책적: 교사 주도형 인터페이스, 보조 도구로 점진적 도입
	사용자 경험(UX) 및 인터페이스의 복잡성		매우 높음	기술적: 사용자 친화적 UI/UX, LLM 기반 챗봇, 시각화/스토리텔링 기반 설계 조직적: 사용자 참여형 설계, 사용자 테스트, 컨설턴트 의뢰
	교사의 업무 부담 가중		높음	기술적: 업무 효율화에 초점을 맞춘 교사용 대시보드
	학생의 낙인 효과 우려		높음	기술적: 긍정적 피드백 중심 설계, 청소년 친화적 UX
	서비스의 지속적 고도화 필요		보통	정책적: 장기적이고 꾸준한 관리 계획 수립

〈부록 9〉 진로교육 전문가 대상 델파이 결과분석(3차)

PART I. 구현 우선순위 및 단계별 전략

1. 시스템 구현 우선순위 확정

1.1 Borda Count 순위 분석표

항목	Borda 점수	평균 순위	표준편차	합의도	1순위 선택 수
기술적 인프라 구축	55.00	3.44	2.06	낮음	0
개인정보보호 체계 완비	44.00	2.75	2.62	낮음	1
교사 역량 강화 프로그램	56.00	3.50	1.46	낮음	0
AI-교사 협력 모델 구축	64.00	4.00	2.16	낮음	2
정책·법제도 정비	68.00	4.25	2.41	낮음	4
콘텐츠 개발 및 검증	73.00	4.56	2.28	낮음	5
이해관계자 수용성 확보	60.00	3.75	2.14	낮음	3
시범 운영 및 효과 검증	28.00	1.75	2.29	낮음	1

2. 구현 단계별 전략 수립

2.1 1단계 (즉시 추진, 6개월 이내)

항목	선택 빈도	선택률(%)	95% 신뢰구간
AI-교사 협력 모델 구축	7	43.8%	22.2%~67.4%
콘텐츠 개발 및 검증	6	37.5%	17.4%~61.7%
정책·법제도 정비	5	31.3%	13.1%~55.6%
개인정보보호 체계 완비	5	31.3%	13.1%~55.6%
시범 운영 및 효과 검증	3	18.8%	5.6%~42.1%
이해관계자 수용성 확보	3	18.8%	5.6%~42.1%
기술적 인프라 구축	3	18.8%	5.6%~42.1%
교사 역량 강화 프로그램	0	0.0%	-

2-2. 2단계 (단계적 추진, 6-18개월)

항목	선택 빈도	선택률(%)	95% 신뢰구간
콘텐츠 개발 및 검증	7	43.8%	22.2%~67.4%
시범 운영 및 효과 검증	5	31.3%	13.1%~55.6%
이해관계자 수용성 확보	5	31.3%	13.1%~55.6%
교사 역량 강화 프로그램	5	31.3%	13.1%~55.6%
기술적 인프라 구축	4	25.0%	9.1%~49.1%
정책·법제도 정비	3	18.8%	5.6%~42.1%

AI-교사 협력 모델 구축	3	18.8%	5.6%~42.1%
개인정보보호 체계 완비	0	0.0%	-

2-3. 3단계 (후속 추진, 18개월 이후)

항목	선택 빈도	선택률(%)	95% 신뢰구간
기술적 인프라 구축	7	43.8%	22.2%~67.4%
교사 역량 강화 프로그램	6	37.5%	17.4%~61.7%
정책·법제도 정비	5	31.3%	13.1%~55.6%
시범 운영 및 효과 검증	4	25.0%	9.1%~49.1%
이해관계자 수용성 확보	4	25.0%	9.1%~49.1%
AI-교사 협력 모델 구축	4	25.0%	9.1%~49.1%
콘텐츠 개발 및 검증	1	6.3%	0.7%~25.7%
개인정보보호 체계 완비	1	6.3%	0.7%~25.7%

PART II. 주요 쟁점 재검토

3. 실시간 데이터 수집 시스템에 대한 재평가

3.1 기술통계 분석표

항목	N	평균	표준편차	최솟값	최댓값	Q1	중앙값	Q3	왜도	첨도
진로교육 효과성 측면 평가	16	4.69	0.793	2	5	5.00	5.00	5.00	-3.002	9.565
교육적 타당성 측면 평가	16	4.25	0.775	2	5	4.00	4.00	5.00	-1.475	3.919
현장적용가능성 측면 평가	16	4.13	0.619	3	5	4.00	4.00	4.75	-0.060	0.055

3.2 항목별 합의도 수준

항목	표준편차	IQR	CV(%)	합의도 수준	해석
진로교육 효과성 측면 평가	0.793	0.00	16.92	보통	일반적 합의
교육적 타당성 측면 평가	0.775	1.00	18.23	보통	일반적 합의
현장적용가능성 측면 평가	0.619	0.75	15.01	높음	전문가 간 강한 합의

(합의도 해석 기준)
높음 (SD ≤ 0.75, IQR ≤ 1.0, CV < 15%): 전문가 간 강한 합의
보통 (0.75 < SD ≤ 1.0, 1.0 < IQR ≤ 1.5, 15% ≤ CV < 25%): 일반적 합의
낮음 (SD > 1.0, IQR > 1.5, CV ≥ 25%): 의견 분산

3-3. 주요 우려사항

항목	선택 빈도	선택률(%)	95% 신뢰구간
개인정보보호 및 프라이버시 침해	12	75.0%	50.9%~90.9%
데이터 오남용 가능성	8	50.0%	27.2%~72.8%

학부모의 거부감 및 우려	6	37.5%	17.4%~61.7%
과도한 모니터링으로 인한 학생 부담	5	31.3%	13.1%~55.6%
교사의 기술 활용 역량 부족	4	25.0%	9.1%~49.1%
기술적 구현의 복잡성과 비용	4	25.0%	9.1%~49.1%

4. 사회경제적 배경 정보 활용 방안

항목	선택 빈도	선택률(%)	95% 신뢰구간
제한적 활용: 최소한의 정보만 익명화하여 통계적 목적으로만 활용	9	56.3%	32.6%~77.8%
적극 활용: 맞춤형 진로지도를 위해 필요한 정보로 적극 수집·활용	7	43.8%	22.2%~67.4%
활용 안함: 개인정보보호와 편견 방지를 위해 수집하지 않는 것이 바람직	0	0.0%	-

5. 개인정보보호·윤리 장치

항목	선택 빈도	선택률(%)	95% 신뢰구간
알고리즘 투명성/설명 가능성 확보	13	81.3%	57.9%~94.4%
데이터 수정·삭제권 보장	13	81.3%	57.9%~94.4%
정기적 외부 전문가 점토 및 감사	5	31.3%	13.1%~55.6%
기타	1	6.3%	0.7%~25.7%

PART III. 성공 조건 및 핵심 전략

6. 성공을 위한 필수 조건

항목	선택 빈도	선택률(%)	95% 신뢰구간
교사의 AI 리터러시와 상담 전문성	11	68.8%	44.4%~86.9%
충분한 예산과 안정적 재정 지원	8	50.0%	27.2%~72.8%
학생·학부모의 높은 수용도와 참여도	7	43.8%	22.2%~67.4%
정확하고 신뢰할 수 있는 AI 기술력	7	43.8%	22.2%~67.4%
개인정보보호 및 윤리적 안전장치	6	37.5%	17.4%~61.7%
법제도 기반과 정책적 뒷받침	6	37.5%	17.4%~61.7%
지속적인 모니터링과 개선 시스템	2	12.5%	2.7%~34.4%
학교 현장의 인프라와 환경 조성	1	6.3%	0.7%~25.7%

7. 현실적 제약 요인 및 해결 방안

항목	선택 빈도	선택률(%)	95% 신뢰구간
교사 저항	12	75.0%	50.9%~90.9%
예산 부족	12	75.0%	50.9%~90.9%
사회적 우려	10	62.5%	38.3%~82.6%
법제도 미비	9	56.3%	32.6%~77.8%
기술적 한계	5	31.3%	13.1%~55.6%

PART IV. 정책 제언 및 미래 전망

8. 정부 정책 우선순위

8.1 Borda Count 순위 분석표

항목	Borda 점수	평균 순위	표준편차	합의도	1순위 선택 수
AI 진로교육 관련 법제도 정비	16.00	1.23	0.73	높음	5
교사 AI 리터러시 의무 연수 도입	2.00	1.00	0.00	높음	0
국가 차원의 표준 플랫폼 구축	14.00	1.27	0.79	보통	5
개인정보보호 가이드라인 마련	4.00	0.44	0.73	높음	1
AI 활용 가능 진로교육 전문 인력 확충	9.00	1.00	1.00	낮음	4
민간 협력 생태계 조성	3.00	0.75	0.96	보통	1

9. 현장 도입의 저항 요인

항목	선택 빈도	선택률(%)	95% 신뢰구간
교사 저항	8	50.0%	27.2%~72.8%
법제도 미비	7	43.8%	22.2%~67.4%
기술 인프라 부족	7	43.8%	22.2%~67.4%
예산 제약	5	31.3%	13.1%~55.6%
학부모 거부감	4	25.0%	9.1%~49.1%
학생 부담	1	6.3%	0.7%~25.7%

PART V. 미래 전망과 성공 요인

10. 5년 후 전망(2030년)

항목	선택 빈도	선택률(%)	95% 신뢰구간
단계적 확산: 일부 선진 지역/학교에서 성공적 운영, 점진적 확산 중	6	37.5%	17.4%~61.7%
시범 운영: 시범 운영 단계에서 효과성 검증 중	4	25.0%	9.1%~49.1%
도입 준비: 여전히 기술 개발 및 제도 정비 단계	3	18.8%	5.6%~42.1%
전면 도입: 전국 모든 중·고등학교에서 본격 활용 중	3	18.8%	5.6%~42.1%
실현 어려움: 기술적·제도적 한계로 실현이 어려운 상황	0	0.0%	-

11. 핵심 성공 요인

항목	선택 빈도	선택률(%)	95% 신뢰구간
데이터 수집과 정보 체계: 학습자 이해 및 정확한 진단	12	75.0%	50.9%~90.9%
시스템 기능과 기술적 요소: AI 상담 기능, 콘텐츠 구성	9	56.3%	32.6%~77.8%
교사 역할과 지원체계: 교사의 변화된 역할과 역량 강화	9	56.3%	32.6%~77.8%
이해관계자 합의: 교사, 학생, 학부모의 수용성과 참여	7	43.8%	22.2%~67.4%
제도적·윤리적 조건: 정책 지원, 개인정보보호, 윤리적 안전장치	7	43.8%	22.2%~67.4%
교육학적 설계 원칙: 자기결정성 이론, 구성주의 등 교육철학 기반	4	25.0%	9.1%~49.1%

〈부록 10〉 AI 기술 전문가 대상 델파이 결과분석(3차)

PART I. AI Agent 시스템 아키텍처 세부 설계

1. 기술통계 분석표

1.1 대화형 AI Agent 핵심 구성요소

항목	평가 차원	N	평균	표준편차	최솟값	최댓값	Q1	중앙값	Q3	왜도	첨도
1-1-1. LLM 기반 자연어 대화 엔진	우선순위	15	4.60	0.507	4	5	4.00	5.00	5.00	-0.455	-2.094
	실현가능성	15	4.47	0.743	3	5	4.00	5.00	5.00	-1.074	-0.106
	AI Agent 통합 필요성	15	4.73	0.458	4	5	4.00	5.00	5.00	-1.176	-0.734
1-1-2. RAG 기반 진로정보 검색 시스템	우선순위	15	4.67	0.617	3	5	4.00	5.00	5.00	-1.792	2.625
	실현가능성	15	4.33	0.816	2	5	4.00	4.00	5.00	-1.649	3.923
	AI Agent 통합 필요성	15	4.67	0.617	3	5	4.00	5.00	5.00	-1.792	2.625
1-1-3. Memory Management (단기/장기 기억)	우선순위	15	3.40	0.632	2	4	3.00	3.00	4.00	-0.547	-0.385
	실현가능성	15	3.67	0.816	3	5	3.00	3.00	4.00	0.740	-1.022
	AI Agent 통합 필요성	15	3.93	0.704	3	5	3.00	4.00	4.00	0.092	-0.669
1-1-4. Tool Use & Function Calling	우선순위	15	3.20	0.862	2	5	3.00	3.00	4.00	0.340	-0.112
	실현가능성	15	3.87	0.352	3	4	4.00	4.00	4.00	-2.405	4.340
	AI Agent 통합 필요성	15	3.27	1.163	1	5	3.00	4.00	4.00	-0.913	0.223
1-1-5. Multi-turn 대화 컨텍스트 관리	우선순위	15	3.93	0.799	3	5	3.00	4.00	5.00	0.128	-1.348
	실현가능성	15	3.87	0.640	3	5	3.00	4.00	4.00	0.103	-0.127
	AI Agent 통합 필요성	15	4.13	0.834	3	5	3.00	4.00	5.00	-0.274	-1.499
1-1-6. 감정 인식 및 공감적 응답 생성	우선순위	15	2.73	0.704	2	4	2.00	3.00	3.00	0.433	-0.669
	실현가능성	15	3.13	0.834	2	5	3.00	3.00	4.00	0.579	0.502
	AI Agent 통합 필요성	15	3.13	0.990	1	5	3.00	3.00	4.00	-0.299	0.617

1.2 AI Agent 의사결정 프로세스

항목	평가 차원	N	평균	표준편차	최솟값	최댓값	Q1	중앙값	Q3	왜도	첨도
1-2-1. 정보 수집 단계	중요도	15	4.80	0.414	4	5	5.00	5.00	5.00	-1.672	0.897
1-2-2. 상황 분석 단계	중요도	15	4.27	0.594	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.091	-0.171
1-2-3. 추론 및 매칭 단계	중요도	15	4.73	0.458	4	5	4.00	5.00	5.00	-1.176	-0.734
1-2-4. 추천 생성 단계	중요도	15	4.27	0.704	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.433	-0.669
1-2-5. 피드백 수집 단계	중요도	15	3.60	0.507	3	4	3.00	4.00	4.00	-0.455	-2.094
1-2-6. 지속적 학습 단계	중요도	15	4.07	0.704	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.092	-0.669

2. 합의도 분석표

2.1 항목별 합의도 수준

항목	차원	표준편차	IQR	CV(%)	합의도 수준	해석
1-1-1. LLM 기반 자연어 대화 엔진	우선순위	0.507	1.00	11.02	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.743	1.00	16.64	높음	전문가 간 강한 합의
	AI Agent 통합 필요성	0.458	1.00	9.67	높음	전문가 간 강한 합의
1-1-2. RAG 기반 진로정보 검색 시스템	우선순위	0.617	1.00	13.23	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.816	1.00	18.84	보통	일반적 합의
	AI Agent 통합 필요성	0.617	1.00	13.23	높음	전문가 간 강한 합의
1-1-3. Memory Management (단기/장기 기억)	우선순위	0.632	1.00	18.60	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.816	1.00	22.27	보통	일반적 합의
	AI Agent 통합 필요성	0.704	1.00	17.89	높음	전문가 간 강한 합의
1-1-4. Tool Use & Function Calling	우선순위	0.862	1.00	26.93	낮음	의견 분산
	실현가능성	0.352	0.00	9.10	높음	전문가 간 강한 합의
	AI Agent 통합 필요성	1.163	1.00	35.60	낮음	의견 분산
1-1-5. Multi-turn 대화 컨텍스트 관리	우선순위	0.799	2.00	20.31	보통	일반적 합의
	실현가능성	0.640	1.00	16.55	높음	전문가 간 강한 합의
	AI Agent 통합 필요성	0.834	2.00	20.17	보통	일반적 합의
1-1-6. 감정 인식 및 공감적 응답 생성	우선순위	0.704	1.00	25.75	높음	전문가 간 강한 합의
	실현가능성	0.834	1.00	26.61	낮음	의견 분산
	AI Agent 통합 필요성	0.990	1.00	31.61	낮음	의견 분산
1-2-1. 정보 수집 단계	중요도	0.414	0.00	8.63	높음	전문가 간 강한 합의
1-2-2. 심층 분석 단계	중요도	0.594	1.00	13.91	높음	전문가 간 강한 합의
1-2-3. 추론 및 매칭 단계	중요도	0.458	1.00	9.67	높음	전문가 간 강한 합의
1-2-4. 추천 생성 단계	중요도	0.704	1.00	16.49	높음	전문가 간 강한 합의
1-2-5. 피드백 수집 단계	중요도	0.507	1.00	14.09	높음	전문가 간 강한 합의
1-2-6. 지속적 학습 단계	중요도	0.704	1.00	17.30	높음	전문가 간 강한 합의

(합의도 해석 기준)
높음 (SD ≤ 0.75, IQR ≤ 1.0, CV < 15%): 전문가 간 강한 합의
보통 (0.75 < SD ≤ 1.0, 1.0 < IQR ≤ 1.5, 15% ≤ CV < 25%): 일반적 합의
낮음 (SD > 1.0, IQR > 1.5, CV ≥ 25%): 의견 분산

PART II. 교사-AI Agent 협업 모델 구체화

1. 기술통계 분석표

1.1 Human-AI Co-supervision 세부 설계

항목	평가 차원	N	평균	표준편차	최솟값	최댓값	Q1	중앙값	Q3	왜도	첨도
2-1-1. AI가 1차 상담, 교사가 검토·승인	적절성	15	4.33	0.488	4	5	4.00	4.00	5.00	0.788	-1.615
	구현 난이도	15	3.27	0.704	2	4	3.00	3.00	4.00	-0.433	-0.669
	교사 수용성	15	4.13	0.516	3	5	4.00	4.00	4.00	0.282	1.401
2-1-2. 교사가 대화 주도, AI가 실시간 정보 지원	적절성	15	4.40	0.737	3	5	4.00	5.00	5.00	-0.841	-0.470
	구현 난이도	15	3.67	0.617	3	5	3.00	4.00	4.00	0.312	-0.404
	교사 수용성	15	4.53	0.640	3	5	4.00	5.00	5.00	-1.085	0.398
2-1-3. AI가 대화 분석, 교사가 개입 시점 판단	적절성	15	3.87	0.834	2	5	4.00	4.00	4.00	-1.432	2.502
	구현 난이도	15	3.73	0.704	2	5	3.00	4.00	4.00	-0.986	1.840
	교사 수용성	15	3.47	0.834	2	4	3.00	4.00	4.00	-1.159	-0.408
2-1-4. 교사와 AI가 공동으로 대화 진행	적절성	15	2.67	0.724	1	4	2.00	3.00	3.00	-0.676	0.948
	구현 난이도	15	4.47	0.743	3	5	4.00	5.00	5.00	-1.074	-0.106
	교사 수용성	15	2.87	0.834	2	4	2.00	3.00	4.00	0.274	-1.499
2-1-5. AI가 상담 기록 분석, 교사가 후속 계획 수립	적절성	15	4.27	0.884	3	5	3.00	5.00	5.00	-1.601	-1.494
	구현 난이도	15	2.80	1.082	1	5	2.00	3.00	4.00	0.452	-0.357
	교사 수용성	15	4.13	0.990	2	5	3.00	4.00	5.00	-0.808	-0.388

2. 합의도 분석표

2.1 항목별 합의도 수준

항목	차원	표준편차	IQR	CV(%)	합의도 수준	해석
2-1-1. AI가 1차 상담, 교사가 검토·승인	적절성	0.488	1.00	11.26	높음	전문가 간 강한 합의
	구현 난이도	0.704	1.00	21.54	높음	전문가 간 강한 합의
	교사 수용성	0.516	0.00	12.49	높음	전문가 간 강한 합의
2-1-2. 교사가 대화 주도, AI가 실시간 정보 지원	적절성	0.737	1.00	16.75	높음	전문가 간 강한 합의
	구현 난이도	0.617	1.00	16.83	높음	전문가 간 강한 합의
	교사 수용성	0.640	1.00	14.12	높음	전문가 간 강한 합의
2-1-3. AI가 대화 분석, 교사가 개입 시점 판단	적절성	0.834	0.00	21.56	보통	일반적 합의
	구현 난이도	0.704	1.00	18.85	높음	전문가 간 강한 합의
	교사 수용성	0.834	1.00	24.05	보통	일반적 합의
2-1-4. 교사와 AI가 공동으로 대화 진행	적절성	0.724	1.00	27.14	높음	전문가 간 강한 합의
	구현 난이도	0.743	1.00	16.64	높음	전문가 간 강한 합의
	교사 수용성	0.834	2.00	29.09	낮음	의견 분산
2-1-5. AI가 상담 기록 분석, 교사가 후속 계획 수립	적절성	0.884	2.00	20.71	보통	일반적 합의
	구현 난이도	1.082	2.00	38.65	낮음	의견 분산
	교사 수용성	0.990	2.00	23.96	보통	일반적 합의

〈합의도 해석 기준〉
높음 (SD ≤ 0.75, IQR ≤ 1.0, CV 〈 15%): 전문가 간 강한 합의
보통 (0.75 〈 SD ≤ 1.0, 1.0 〈 IQR ≤ 1.5, 15% ≤ CV 〈 25%): 일반적 합의
낮음 (SD 〉 1.0, IQR 〉 1.5, CV ≥ 25%): 의견 분산

3. AI Agent 자율성 수준 조절

3.1 Level 1 (최소 자율성): AI가 정보 검색만 담당

항목	선택 빈도	선택률(%)	95% 신뢰구간
진로 초기 탐색 단계	13	86.7%	63.7%~97.1%
민감한 개인 문제가 있는 학생	9	60.0%	35.3%~81.2%
교사가 AI 시스템에 익숙하지 않은 경우	8	53.3%	29.4%~76.1%

3.2 Level 3 (중간 자율성): AI가 대화 주도하되 주요 결정은 교사 승인

항목	선택 빈도	선택률(%)	95% 신뢰구간
다수의 학생을 동시에 관리해야 하는 경우	13	86.7%	63.7%~97.1%
AI 시스템에 어느 정도 익숙한 교사	9	60.0%	35.3%~81.2%
일반적인 진로 상담 상황	8	53.3%	29.4%~76.1%

3.3 Level 5 (높은 자율성): AI가 독립적으로 상담 진행, 교사는 모니터링

항목	선택 빈도	선택률(%)	95% 신뢰구간
단순 정보 제공이나 반복적 질문 처리	12	80.0%	55.6%~94.0%
AI 시스템을 완전히 신뢰하는 교사	9	60.0%	35.3%~81.2%
교사가 부재중인 상황	8	53.3%	29.4%~76.1%

PART III. 기술적 구현 방향성 정교화

1. 기술통계 분석표

1.1 LLM 모델 선택 및 최적화 전략

항목	평가 차원	N	평균	표준 편차	최솟 값	최댓 값	Q1	중앙 값	Q3	왜도	첨도
3-1-1. 기존 LLM + 진로 도메인 Fine-tuning	우선순위	15	4.60	0.632	3	5	4.00	5.00	5.00	-1.407	1.264
	예상성능	15	4.27	0.704	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.433	-0.669
	구현비용	15	3.67	0.976	2	5	3.00	3.00	5.00	0.256	-1.131
3-1-2. RAG + 진로정보 지식베이스 구축	우선순위	15	4.73	0.594	3	5	5.00	5.00	5.00	-2.273	4.785
	예상성능	15	4.33	0.617	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.312	-0.404
	구현비용	15	3.80	0.676	3	5	3.00	4.00	4.00	0.256	-0.505
3-1-3. 오픈소스 LLM + 경량화 (Quantization)	우선순위	15	3.33	0.976	1	4	3.00	4.00	4.00	-1.320	0.808
	예상성능	15	3.20	1.014	1	5	3.00	3.00	4.00	-0.455	0.399
	구현비용	15	3.47	1.125	2	5	3.00	3.00	5.00	0.269	-1.273
3-1-4. 멀티모델 앙상블 (GPT + Claude + 국산 LLM)	우선순위	15	2.87	1.246	1	5	2.00	3.00	4.00	0.287	-0.520
	예상성능	15	4.20	0.775	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.383	-1.117
	구현비용	15	3.60	1.183	2	5	2.00	4.00	5.00	-0.275	-1.416
3-1-5. 공공기관 공동 개발	우선순위	15	3.00	1.000	1	4	3.00	3.00	4.00	-0.989	0.407
	예상성능	15	3.13	1.060	1	5	3.00	3.00	4.00	-0.715	1.088
	구현비용	15	3.53	0.915	2	5	3.00	4.00	4.00	-0.113	-0.484

1.2 실시간 성능 최적화

항목	평가 차원	N	평균	표준 편차	최솟 값	최댓 값	Q1	중앙 값	Q3	왜도	첨도
3-2-1. 모델 캐싱 및 프리컴퓨팅	효과성	15	4.40	0.632	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.547	-0.385
	구현 난이도	15	3.00	0.756	2	4	2.00	3.00	4.00	0.000	-1.077
	비용 효율성	15	4.13	0.640	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.103	-0.127
3-2-2. 분산 처리 및 로드 밸런싱	효과성	15	4.40	0.737	3	5	4.00	5.00	5.00	-0.841	-0.470
	구현 난이도	15	3.87	0.516	3	5	4.00	4.00	4.00	-0.282	1.401
	비용 효율성	15	3.53	0.743	3	5	3.00	3.00	4.00	1.074	-0.106
3-2-3. Edge Computing 활용	효과성	15	3.40	0.737	2	5	3.00	3.00	4.00	0.396	0.425
	구현 난이도	15	4.13	0.834	3	5	3.00	4.00	5.00	-0.274	-1.499
	비용 효율성	15	3.07	0.884	2	5	2.00	3.00	4.00	0.574	0.091
3-2-4. 스트리밍 응답 (실시간 출력)	효과성	15	4.33	0.724	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.628	-0.654
	구현 난이도	15	3.00	0.655	2	4	3.00	3.00	3.00	0.000	-0.179
	비용 효율성	15	3.67	0.617	3	5	3.00	4.00	4.00	0.312	-0.404
3-2-5. 컨텍스트 압축 기술	효과성	15	3.73	0.594	3	5	3.00	4.00	4.00	0.091	-0.171
	구현 난이도	15	3.47	0.640	3	5	3.00	3.00	4.00	1.085	0.398
	비용 효율성	15	3.53	0.516	3	4	3.00	4.00	4.00	-0.149	-2.308

2. 합의도 분석표

2.1 항목별 합의도 수준

항목	차원	표준편차	IQR	CV(%)	합의도 수준	해석
3-1-1. 기존 LLM + 진료 도메인 Fine-tuning	우선순위	0.632	1.00	13.75	높음	전문가 간 강한 합의
	예상성능	0.704	1.00	16.49	높음	전문가 간 강한 합의
	구현비용	0.976	2.00	26.62	낮음	의견 분산
3-1-2. RAG + 진료정보 지식베이스 구축	우선순위	0.594	0.00	12.54	높음	전문가 간 강한 합의
	예상성능	0.617	1.00	14.24	높음	전문가 간 강한 합의
	구현비용	0.676	1.00	17.79	높음	전문가 간 강한 합의
3-1-3. 오픈소스 LLM + 경량화 (Quantization)	우선순위	0.976	1.00	29.28	낮음	의견 분산
	예상성능	1.014	1.00	31.69	낮음	의견 분산
	구현비용	1.125	2.00	32.47	낮음	의견 분산
3-1-4. 멀티모델 앙상블 (GPT + Claude + 국산 LLM)	우선순위	1.246	2.00	43.46	낮음	의견 분산
	예상성능	0.775	1.00	18.44	보통	일반적 합의
	구현비용	1.183	3.00	32.87	낮음	의견 분산
3-1-5. 공공기관 공동 개발	우선순위	1.000	1.00	33.33	낮음	의견 분산
	예상성능	1.060	1.00	33.83	낮음	의견 분산
	구현비용	0.915	1.00	25.91	낮음	의견 분산
3-2-1. 모델 캐싱 및 프리컴퓨팅	효과성	0.632	1.00	14.37	높음	전문가 간 강한 합의
	구현 난이도	0.756	2.00	25.20	낮음	의견 분산
	비용 효율성	0.640	1.00	15.48	높음	전문가 간 강한 합의
3-2-2. 분산 처리 및 로드 밸런싱	효과성	0.737	1.00	16.75	높음	전문가 간 강한 합의
	구현 난이도	0.516	0.00	13.36	높음	전문가 간 강한 합의
	비용 효율성	0.743	1.00	21.03	높음	전문가 간 강한 합의
3-2-3. Edge Computing 활용	효과성	0.737	1.00	21.67	높음	전문가 간 강한 합의
	구현 난이도	0.834	2.00	20.17	보통	일반적 합의
	비용 효율성	0.884	2.00	28.82	낮음	의견 분산
3-2-4. 스트리밍 응답 (실시간 출력)	효과성	0.724	1.00	16.70	높음	전문가 간 강한 합의
	구현 난이도	0.655	0.00	21.82	높음	전문가 간 강한 합의
	비용 효율성	0.617	1.00	16.83	높음	전문가 간 강한 합의
3-2-5. 컨텍스트 압축 기술	효과성	0.594	1.00	15.90	높음	전문가 간 강한 합의
	구현 난이도	0.640	1.00	18.46	높음	전문가 간 강한 합의
	비용 효율성	0.516	1.00	14.62	높음	전문가 간 강한 합의

(합의도 해석 기준)
높음 (SD ≤ 0.75, IQR ≤ 1.0, CV < 15%): 전문가 간 강한 합의
보통 (0.75 < SD ≤ 1.0, 1.0 < IQR ≤ 1.5, 15% ≤ CV < 25%): 일반적 합의
낮음 (SD > 1.0, IQR > 1.5, CV ≥ 25%): 의견 분산

PART IV. 개인정보보호 및 AI 윤리 강화 방안

1. 기술통계 분석표

1.1 AI Agent 환각(Hallucination) 방지 전략

항목	평가 차원	N	평균	표준편차	최솟값	최댓값	Q1	중앙값	Q3	왜도	첨도
4-1-1. RAG 기반 사실 검증 시스템	효과성	15	4.73	0.458	4	5	4.00	5.00	5.00	-1.176	-0.734
	구현 복잡성	15	3.67	0.900	2	5	3.00	4.00	4.00	-0.578	-0.006
	사용자 경험 영향	15	4.33	0.488	4	5	4.00	4.00	5.00	0.788	-1.615
4-1-2. 확신도 점수 표시 및 불확실성 명시	효과성	15	3.80	0.561	3	5	3.00	4.00	4.00	-0.112	0.378
	구현 복잡성	15	3.20	0.941	2	5	2.00	3.00	4.00	0.142	-0.849
	사용자 경험 영향	15	3.80	0.775	3	5	3.00	4.00	4.00	0.383	-1.117
4-1-3. 교사 검토 필수 프로세스	효과성	15	4.60	0.632	3	5	4.00	5.00	5.00	-1.407	1.264
	구현 복잡성	15	2.87	0.915	1	4	2.00	3.00	4.00	-0.351	-0.484
	사용자 경험 영향	15	3.27	0.704	2	4	3.00	3.00	4.00	-0.433	-0.669
4-1-4. 다중 소스 크로스 체킹	효과성	15	4.00	0.535	3	5	4.00	4.00	4.00	0.000	1.615
	구현 복잡성	15	3.87	0.352	3	4	4.00	4.00	4.00	-2.405	4.349
	사용자 경험 영향	15	3.73	0.594	3	5	3.00	4.00	4.00	0.091	-0.171
4-1-5. 사용자 피드백 기반 실시간 수정	효과성	15	3.13	0.834	2	5	3.00	3.00	4.00	0.579	0.502
	구현 복잡성	15	3.60	0.737	3	5	3.00	3.00	4.00	0.841	-0.470
	사용자 경험 영향	15	4.13	0.743	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.227	-0.970

1.2 청소년 대상 AI 윤리 가이드라인

항목	평가 차원	N	평균	표준편차	최솟값	최댓값	Q1	중앙값	Q3	왜도	첨도
4-2-1. 편향 없는 진로 추천 (성별, 사회경제적 배경)	중요도	15	4.33	1.234	1	5	4.00	5.00	5.00	-2.054	3.572
	구현 방법 명확성	15	3.53	0.990	1	5	3.00	4.00	4.00	-0.869	2.079
	실제 적용 가능성	15	3.73	0.961	1	5	3.00	4.00	4.00	-1.612	4.199
4-2-2. 학습자 자율성 존중 및 강요 금지	중요도	15	4.27	0.884	2	5	4.00	4.00	5.00	-1.317	1.821
	구현 방법 명확성	15	3.80	0.862	2	5	4.00	4.00	4.00	-1.112	1.322
	실제 적용 가능성	15	4.20	1.082	2	5	4.00	5.00	5.00	-1.232	0.412
4-2-3. 개인정보 최소 수집 및 투명한 사용	중요도	15	4.13	1.246	1	5	4.00	5.00	5.00	-1.565	1.852
	구현 방법 명확성	15	4.33	1.047	1	5	4.00	5.00	5.00	-2.509	7.692
	실제 적용 가능성	15	4.20	0.862	2	5	4.00	4.00	5.00	-1.205	1.800
4-2-4. 낙인 효과 방지 및 긍정적 관점 유지	중요도	15	4.27	0.458	4	5	4.00	4.00	5.00	1.176	-0.734
	구현 방법 명확성	15	3.60	0.986	1	5	3.00	4.00	4.00	-1.095	2.543
	실제 적용 가능성	15	3.80	0.676	2	5	4.00	4.00	4.00	-1.344	3.281
4-2-5. 설명 가능한 AI 의사결정 과정	중요도	15	3.87	0.915	2	5	3.00	4.00	5.00	-0.351	-0.484
	구현 방법 명확성	15	3.60	0.910	2	5	3.00	4.00	4.00	-0.341	-0.330
	실제 적용 가능성	15	3.53	0.915	2	5	3.00	4.00	4.00	-0.113	-0.484
4-2-6. 학습자 정신건강 보호 우선	중요도	15	4.33	0.724	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.628	-0.654
	구현 방법 명확성	15	3.53	0.834	2	5	3.00	4.00	4.00	-0.547	-0.044
	실제 적용 가능성	15	3.80	0.862	2	5	3.00	4.00	4.00	-0.340	-0.112

2. 합의도 분석표

2.1 항목별 합의도 수준

항목	차원	표준편차	IQR	CV(%)	합의도 수준	해석
4-1-1. RAG 기반 사실 검증 시스템	효과성	0.458	1.00	9.67	높음	전문가 간 강한 합의
	구현 복잡성	0.900	1.00	24.54	보통	일반적 합의
	사용자 경험 영향	0.488	1.00	11.26	높음	전문가 간 강한 합의
4-1-2. 확신도 점수 표시 및 불확실성 명시	효과성	0.561	1.00	14.75	높음	전문가 간 강한 합의
	구현 복잡성	0.941	2.00	29.41	낮음	의견 분산
	사용자 경험 영향	0.775	1.00	20.38	보통	일반적 합의
4-1-3. 교사 검토 필수 프로세스	효과성	0.632	1.00	13.75	높음	전문가 간 강한 합의
	구현 복잡성	0.915	2.00	31.94	낮음	의견 분산
	사용자 경험 영향	0.704	1.00	21.54	높음	전문가 간 강한 합의
4-1-4. 다중 소스 크로스 체킹	효과성	0.535	0.00	13.36	높음	전문가 간 강한 합의
	구현 복잡성	0.352	0.00	9.10	높음	전문가 간 강한 합의
	사용자 경험 영향	0.594	1.00	15.90	높음	전문가 간 강한 합의
4-1-5. 사용자 피드백 기반 실시간 수정	효과성	0.834	1.00	26.61	낮음	의견 분산
	구현 복잡성	0.737	1.00	20.47	높음	전문가 간 강한 합의
	사용자 경험 영향	0.743	1.00	17.98	높음	전문가 간 강한 합의
4-2-1. 편향 없는 진로 추천 (성별, 사회경제적 배경)	중요도	1.234	1.00	28.49	낮음	의견 분산
	구현 방법 명확성	0.990	1.00	28.03	낮음	의견 분산
	실제 적용 가능성	0.961	1.00	25.75	낮음	의견 분산
4-2-2. 학습자 자율성 존중 및 강요 금지	중요도	0.884	1.00	20.71	보통	일반적 합의
	구현 방법 명확성	0.862	0.00	22.68	보통	일반적 합의
	실제 적용 가능성	1.082	1.00	25.77	낮음	의견 분산
4-2-3. 개인정보 최소 수집 및 투명한 사용	중요도	1.246	1.00	30.14	낮음	의견 분산
	구현 방법 명확성	1.047	1.00	24.15	보통	일반적 합의
	실제 적용 가능성	0.862	1.00	20.52	보통	일반적 합의
4-2-4. 낙인 효과 방지 및 긍정적 관점 유지	중요도	0.458	1.00	10.73	높음	전문가 간 강한 합의
	구현 방법 명확성	0.986	1.00	27.38	낮음	의견 분산
	실제 적용 가능성	0.676	0.00	17.79	높음	전문가 간 강한 합의
4-2-5. 설명 가능한 AI 의사결정 과정	중요도	0.915	2.00	23.68	보통	일반적 합의
	구현 방법 명확성	0.910	1.00	25.28	낮음	의견 분산
	실제 적용 가능성	0.915	1.00	25.91	낮음	의견 분산
4-2-6. 학습자 정신건강 보호 우선	중요도	0.724	1.00	16.70	높음	전문가 간 강한 합의
	구현 방법 명확성	0.834	1.00	23.60	보통	일반적 합의
	실제 적용 가능성	0.862	1.00	22.68	보통	일반적 합의

(합의도 해석 기준)
높음 (SD ≤ 0.75, IQR ≤ 1.0, CV < 15%): 전문가 간 강한 합의
보통 (0.75 < SD ≤ 1.0, 1.0 < IQR ≤ 1.5, 15% ≤ CV < 25%): 일반적 합의
낮음 (SD > 1.0, IQR > 1.5, CV ≥ 25%): 의견 분산

PART V. 구현 단계별 세부 로드맵

1. 1단계 MVP (6개월) 핵심 기능 확정

항목	선택 빈도	선택률(%)	95% 신뢰구간
기본 진로 탐색 대화 (관심사, 적성 파악)	13	86.7%	63.7%~97.1%
진로 정보 검색 및 제공 (직업, 학과 정보)	12	80.0%	55.6%~94.0%
간단한 개인화 추천 (성향 기반 진로 제안)	11	73.3%	48.3%~90.3%
교사 알림 및 기본 협업 기능	5	33.3%	14.0%~58.4%
대화 히스토리 저장 및 연속성 관리	3	20.0%	6.0%~44.4%
기본적인 감정 인식 및 공감 응답	1	6.7%	0.7%~27.2%

2. 기술통계 분석표

2.1 2단계 확장 (12개월) 고도화 우선순위

항목	평가 차원	N	평균	표준 편차	최솟 값	최댓 값	Q1	중앙 값	Q3	왜도	첨도
5-2-1. 멀티모달 상호작용 (음성, 이미지 분석)	우선순위	15	3.67	1.047	1	5	3.00	4.00	4.00	-0.943	1.829
	기술적 도전 수준	15	3.87	0.640	3	5	3.00	4.00	4.00	0.103	-0.127
	사용자 가치	15	4.07	0.704	3	5	4.00	4.00	5.00	-0.092	-0.669
5-2-2. 고급 감정 분석 및 심리 상태 파악	우선순위	15	4.00	0.845	2	5	4.00	4.00	5.00	-0.819	0.969
	기술적 도전 수준	15	4.27	0.458	4	5	4.00	4.00	5.00	1.176	-0.734
	사용자 가치	15	4.07	0.799	3	5	3.00	4.00	5.00	-0.128	-1.348
5-2-3. 장기 학습자 추적 및 성장 분석	우선순위	15	4.47	0.743	3	5	4.00	5.00	5.00	-1.074	-0.106
	기술적 도전 수준	15	3.67	0.617	3	5	3.00	4.00	4.00	0.312	-0.404
	사용자 가치	15	4.40	0.737	3	5	4.00	5.00	5.00	-0.841	-0.470
5-2-4. 부모/교사와의 삼자 협력 시스템	우선순위	15	3.73	0.594	2	4	4.00	4.00	4.00	-2.273	4.785
	기술적 도전 수준	15	3.67	0.617	3	5	3.00	4.00	4.00	0.312	-0.404
	사용자 가치	15	3.93	0.884	2	5	3.00	4.00	5.00	-0.574	0.091
5-2-5. 실시간 진로 트렌드 반영 및 분석	우선순위	15	3.53	0.990	1	5	3.00	4.00	4.00	-0.869	2.079
	기술적 도전 수준	15	3.60	0.737	2	5	3.00	4.00	4.00	-0.396	0.425
	사용자 가치	15	4.00	0.535	3	5	4.00	4.00	4.00	0.000	1.615
5-2-6. VR/AR 기반 직업 체험 연동	우선순위	15	2.40	0.986	1	4	2.00	2.00	3.00	0.578	-0.531
	기술적 도전 수준	15	4.53	1.060	2	5	5.00	5.00	5.00	-2.176	3.455
	사용자 가치	15	3.27	1.033	2	5	2.00	3.00	4.00	0.282	-0.917

3. 합의도 분석표

3.1 항목별 합의도 수준

항목	차원	표준편차	IQR	CV(%)	합의도 수준	해석
5-2-1. 멀티모달 상호작용 (음성, 이미지 분석)	우선순위	1.047	1.00	28.54	낮음	의견 분산
	기술적 도전 수준	0.640	1.00	16.55	높음	전문가 간 강한 합의
	사용자 가치	0.704	1.00	17.30	높음	전문가 간 강한 합의
5-2-2. 고급 감정 분석 및 심리 상태 파악	우선순위	0.845	1.00	21.13	보통	일반적 합의
	기술적 도전 수준	0.458	1.00	10.73	높음	전문가 간 강한 합의
	사용자 가치	0.799	2.00	19.64	보통	일반적 합의
5-2-3. 장기 학습자 추적 및 성장 분석	우선순위	0.743	1.00	16.64	높음	전문가 간 강한 합의
	기술적 도전 수준	0.617	1.00	16.83	높음	전문가 간 강한 합의
	사용자 가치	0.737	1.00	16.75	높음	전문가 간 강한 합의
5-2-4. 부모/교사와의 삼자 협력 시스템	우선순위	0.594	0.00	15.90	높음	전문가 간 강한 합의
	기술적 도전 수준	0.617	1.00	16.83	높음	전문가 간 강한 합의
	사용자 가치	0.884	2.00	22.47	보통	일반적 합의
5-2-5. 실시간 진로 트렌드 반영 및 분석	우선순위	0.990	1.00	28.03	낮음	의견 분산
	기술적 도전 수준	0.737	1.00	20.47	높음	전문가 간 강한 합의
	사용자 가치	0.535	0.00	13.36	높음	전문가 간 강한 합의
5-2-6. VR/AR 기반 직업 체험 연동	우선순위	0.986	1.00	41.07	낮음	의견 분산
	기술적 도전 수준	1.060	0.00	23.38	보통	일반적 합의
	사용자 가치	1.033	2.00	31.62	낮음	의견 분산

(합의도 해석 기준)
높음 (SD ≤ 0.75, IQR ≤ 1.0, CV < 15%): 전문가 간 강한 합의
보통 (0.75 < SD ≤ 1.0, 1.0 < IQR ≤ 1.5, 15% ≤ CV < 25%): 일반적 합의
낮음 (SD > 1.0, IQR > 1.5, CV ≥ 25%): 의견 분산

PART VI. 전문가 의견 수렴

1. 구현 우선순위 분석

1.1 AI Agent 시스템 성공 요인

항목	Borda 점수	평균 순위	표준편차	합의도	1순위 선택 수
높은 대화 품질 및 자연스러운 상호작용	11.00	1.10	0.99	낮음	5
교사와의 원활한 협업 체계	10.00	1.11	0.78	낮음	3
개인정보보호 및 보안 신뢰성	5.00	0.63	0.52	낮음	0
정확하고 신뢰할 수 있는 정보 제공	10.00	1.25	0.71	낮음	3
사용하기 쉬운 인터페이스	9.00	1.29	0.95	낮음	4
지속적인 학습 및 개선 시스템	0.00	0.00	-	낮음	0
충분한 교사 교육 및 지원	-	-	-	-	0
학생들의 자발적 참여 유도	0.00	0.00	0.00	낮음	0

□ 저자 약력

- 이정민
  - 한국직업능력연구원 연구위원
- 윤혜준
  - 한국직업능력연구원 선임연구위원
- 김민경
  - 한국직업능력연구원 연구위원
- 이수현
  - 한국직업능력연구원 부연구위원
- 이한별
  - 한국직업능력연구원 부연구위원
- 김가연
  - 한국직업능력연구원 전문연구원

미래 직업사회 대비를 위한 AI 기반 진로교육의 (초)개인화 방안 연구

· 발행연월일 2025년 10월 31일 인쇄
2025년 10월 31일 발행
· 발 행 인 고 혜 원
· 발 행 처 한국직업능력연구원
30147, 세종특별자치시 시청대로 370
세종국책연구단지 사회정책동
홈페이지: http://www.krivet.re.kr
전 화: (044)415-5000, 5100
팩 스: (044)415-5200
· 등 록 일 자 1998년 6월 11일
· 등 록 번 호 제16-1681호
· I S B N 979-11-424-0809-0 (93300)
· 인 쇄 처 경성문화사 (044)868-3537

ⓒ한국직업능력연구원 〈값 15,000원〉

www.krivet.re.kr

값 15000 원
93300
9 791142 408090
ISBN 979-11-424-0809-0