

컴퓨터교육학회 논문지 2026년 제29권 제9호
<https://doi.org/10.32431/kace.2026.29.9.005>



대학 AI+X 교과목 개발을 위한 핵심 구성요소와 교수학습 활동 절차 탐색

An Exploration of Core Components and Teaching-Learning Activity Procedures for the Development of AI+X Courses in Higher Education

최숙영[†] 
 SookYoung Choi[†]

요약

본 연구는 국내외 대학의 AI 융합교육 현황을 분석하고, 대학 AI+X 교과목 개발에 필요한 핵심 구성요소와 교수학습 활동 절차를 탐색하는 데 목적이 있다. AI+X 교육에 대한 제도적 기반이 마련되고 실천 사례가 확산되고 있음에도 불구하고, 교과목 개발을 위한 체계적 기준과 연구는 아직 충분하지 않은 실정이다. 이에 본 연구는 국내외의 관련 선행연구와 현황 분석을 토대로 AI+X 교과목 개발을 위한 예비 구성요소와 교수학습 활동 절차를 도출하고, 전문가 내용타당도 검토를 통해 그 타당성을 확인하였다. 연구 결과, AI+X 교과목 개발의 핵심 구성 요소는 학습자 역량, 수업 설계, 지원 체계의 세 차원으로 구조화되었다. 수업 설계 차원에서는 전공 문제 정의, AI 개념 연결, 데이터 준비 및 품질 검토, AI 도구 활용 실습, 결과 평가와 검증, 성찰과 개선의 6단계로 구성된 TADPER 교수학습 활동 절차를 제안하였다.

주제어 AI+X 교과목, AI 융합교육, AI 리터러시, 생성형 AI 리터러시, TADPER 모형, 교수학습 활동 절차

ABSTRACT

This study aims to analyze the current status of AI convergence education in domestic and international universities and to explore the key components and instructional activity procedures required for developing AI+X courses in higher education. Although institutional foundations for AI+X education have been established and practical cases are expanding, systematic standards and research for course development remain insufficient. Therefore, this study derived preliminary components and instructional activity procedures for AI+X course development based on a review of relevant prior studies and an analysis of current practices, and verified their validity through expert content validity review.

The findings indicate that the key components of AI+X course development can be structured into three dimensions: learner competencies, instructional design, and support systems. In terms of instructional design, this study proposed the TADPER instructional activity procedure, consisting of six stages: target problem definition, AI concept mapping, data preparation and quality review, practice with AI tools, evaluation and verification, and reflection and redesign.

Keywords AI+X courses, AI convergence education, AI Literacy, Generative AI Literacy, TADPER Model, Teaching-Learning Activity Procedure

[†]중심회원 우석대학교 정보보안학과 교수

논문투고 2026년 06월 12일
 심사완료 2026년 08월 01일
 게재확정 2026년 08월 18일
 발행일자 2026년 09월 11일

1. 서론

AI 기술의 급격한 발전은 사회 전반에 걸쳐 구조적 변화를 촉발하고 있으며, 대학 교육 역시 이 변화의 한가운데에 놓여 있다. AI는 이제 컴퓨터공학이나 데이터과학 분야의 전문기술에 머무르지 않고, 의료, 법, 경영, 예술, 교육, 농업, 행정 등 거의 모든 학문과 직무 영역의 문제해결 방식에 영향을 미치고 있다[1, 2]. 즉, 모든 전공 계열에서 AI를 도구적·방법론적으로 활용하는 AI+X 융합교육이 빠르게 확산되고 있다는 것이다. 이와 같은 흐름 속에서 AI+X 교육은 AI를 독립된 기술 지식으로만 다루는 것이 아니라, 학생이 속한 전공 또는 직무 영역(X)의 문제를 AI 개념, 원리, 도구 등을 활용하여 분석·해결하도록 설계된 융합교육 모델로 이해할 수 있다[3]. 여기서 X는 특정 전공명만을 뜻하지 않는다. X는 학문 영역, 산업 문제, 지역사회 문제, 직무 역량, 사회적 쟁점까지 포함한다. 따라서 AI+X 교과목의 핵심은 AI 기술 자체의 숙련도만이 아니라, 전공 맥락에서 문제를 정의하고, 적절한 데이터와 AI 원리, 도구를 선택하여 문제 해결에 적용하며, 산출물을 비판적으로 검증하고, 윤리적·사회적 책임을 고려하여 해결안을 제시하는 능력에 있다[4].

교육부와 과학기술정보통신부는 AI 핵심인재 및 융합인재 양성을 위해 AI 중심대학 지원사업, 디지털 혁신공유대학 사업, RISE 사업 등 다양한 정책적 재정 지원을 추진하고 있다. 이러한 정책적 지원에 힘입어 국내의 대학들도 다양한 형태의 AI 융합 교육을 시도하고 있으며, 그 일환으로 AI+X 교과목 개발과 AI 관련 마이크로디그리 과정 개설 등을 진행하고 있다[5, 6]. 이처럼 AI+X 교육에 대한 제도적 기반이 마련되고 실제 교육 현장에서의 실천 사례가 발표되고 있음에도 불구하고, 이를 뒷받침하는 학문적 논의는 아직 충분히 이루어지지 않고 있다. 각 대학이 저마다의 방식으로 교과목을 설계·운영하고 있는 상황에서, 체계적인 방향 설정과 근거 기반의 교육 설계에 대한 필요성은 더욱 커지고 있다[3].

최근 AI 융합교육 및 AI+X 교육 관련 연구가 일부 발표되고 있으나, 기존 연구는 특정 대학의 단일 사례 소개나 AI 기술 교육 중심의 논의에 머무르는 경우가 많다[7, 8]. 특히 비 AI 전공 학생들이 자신의 전공 맥락에서 AI를 활용하여 문제를 정의하고, 데이터 유형을 파악하며, AI 원리와 도구를 연결하고, 산출물을 검증·성찰하는 과정을 종합적으로 다룬 AI+X 교과목 개발 연구는 충분히 축적되지 못하였다. 또한 선행연구들은 AI 리터러시, 생성형 AI 활용, AI 기반 교수학습 지원 등을 개별적으로 논의해 왔으나, 이를 전공 문제해결 중심의 교과목 개발 구성요소로 체계화한 연구는 제한적이다. 따라서 본 연구는 국내외 대학 사례와 관련 문헌을 바탕으로 AI+X 교과목 개발을 위한 핵심 구성요소와 교수학습 활동 절차를 도출하고, 전문가 내용타당도 검토를 통해 그 타당성을 확인하고자 한다.

이를 위해 본 연구에서는 다음과 같은 연구 문제를 설정하였다.

첫째, 국내외 대학 AI+X 융합 교육의 정책적·제도적·운영적 현황은 어떠한가?

둘째, 대학 AI+X 교과목 개발을 위해 고려해야 할 핵심 구성요소는 무엇인가?

셋째, AI+X 교과목의 문제해결 중심 교수학습 활동 절차는 어떻게 구성될 수 있는가?

2. 이론적 배경

2.1 생성형 AI 시대와 대학 교육

생성형(Generative) AI의 등장은 단순한 기술 혁신을 넘어, 지식의 생산·유통·소비 방식 자체를 근본적으로 변화시키고 있다[1, 9]. 이제 대학생은 손쉽게 에세이를 생성하고, 코드를 작성하며, 복잡한 개념을 순식간에 요약할 수 있다. 이러한 변화 앞에서 대학 교육과정은 심각한 도전에 직면해 있다. '무엇을 알고 있는가'보다 '어떻게 사고하고 활용하는가'가 핵심 역량이 되는 시대에, 기존의 지식 전달 중심 교육과정은 더 이상 유효하지 않다는 공감대가 확산되고 있다[2, 10].

생성형 AI 시대에 걸맞은 대학 교육과정 개혁은 크게 세 가지 방향으로 논의될 수 있다. 첫 번째는 AI 리터러시의 기본 교양화이다. 전공에 관계없이 모든 학생이 AI의 작동 원리, 한계, 윤리적 쟁점을 이해할 수 있도록 기초 소양 교육이 각 대학마다 필수 교양으로 자리잡아 가고 있다[11, 12]. 두 번째는 AI+X 융합 교육과정의 확산이다. 의학·법학·인문학·예술 등 각 전공 분야와 AI를 결합한 융합 교육과정이 확대되어야 한다. 단순히 AI 기술을 배우는 것이 아니라, 자신의 전공 영역에서 AI를 창의적으로 활용하는 융합형 전문가를 양성하는 것이 핵심이다[13, 14]. 세 번째는 인간 고유 역량 중심의 교육 강화이다. AI가 대체하기 어려운 공감 능력, 도덕적 판단, 맥락 이해, 협업 능력 등 인간 고유의 역량을 강화하는 방향으로 교육과정이 재편되어야 한다[9].

AI의 급속한 발전은 대학 교육 내에서 AI 교육의 의미와 범위를 확장시키고 있다. 이에 따라 각 대학에서는 교양 교육을 통해 AI 리터러시를 함양하고 이를 토대로 각 전공에서 AI 도구와 모델을 활용하여 전공 맥락의 문제를 해결하며 그 결과의 윤리적·사회적 영향을 성찰할 수 있도록 하는 AI+X 교과목 개발에 나서고 있다. AI+X 융합교육이 대학 교육과정에서 요청되는 이유는 크게 다음과 같이 정리할 수 있다. 첫째, 현실의 문제는 단일 학문 영역만으로는 해결되기 어려운 경우가 많다. 의료 AI, AI 기반 법률 분석, 스마트 농업 등 현장의 실제 문제는 AI 기술과 해당 분야의 전문 지식이 결합될 때 효과적으로 다루어질 수 있다[13, 14]. 둘째, 미래 사회에서는 AI 도구를 단순히 사용하는 수준을 넘어, 자신의 전공 맥락에서 AI를 설계하고 비판적으로 활용할 수 있는 역량이 중요해지고 있다[2, 5]. 창의적 판단력, 윤리적 사고, 맥락 이해, 도메인 전문성 등 인간 고유의 역량은 AI 활용 과정에서 더욱 중요하게 요구된다[9, 15]. 따라서, AI+X 융합교육은 대학 교육과정의 부가적 확장이 아니

라, 생성형 AI 시대에 필요한 전공 교육의 재구조화 방향으로 이해될 필요가 있다.

2.2 AI+X 교과목 개발의 설계 원리와 문제해결 유형

AI+X 교과목은 AI 기술 자체를 독립적으로 학습하는 교과목이 아니라, 학습자가 자신의 전공 분야에서 발생하는 실제 문제를 AI의 개념, 원리, 데이터, 도구를 활용하여 분석하고 해결하도록 설계된 융합형 교과목이다[3]. 따라서 AI+X 교과목 개발은 전공 문제 중심성, 데이터 기반 문제해결, AI 개념 매핑, AI 도구 활용과 검증, 윤리적 성찰, 과정 중심 평가를 핵심 설계 원리로 삼을 필요가 있다[3, 4, 13]. 전공 문제 중심성은 AI 기술이 아니라 전공 분야의 실제 문제에서 출발해야 함을 의미하며, 데이터 기반 문제해결은 문제해결에 필요한 데이터 유형과 품질을 검토하는 과정을 포함한다. AI 개념 매핑은 전공 문제와 관련 AI 원리 및 개념을 연결하는 과정이며, AI 도구 활용과 검증은 AI 도구를 활용하여 산출물을 생성하고 그 결과의 정확성, 타당성, 편향 가능성을 비판적으로 검토하는 활동을 의미한다. 또한 윤리적 성찰은 개인정보, 저작권, 공정성, 책임성, 학문적 정직성 등을 고려하는 과정이며, 과정 중심 평가는 최종 산출물뿐 아니라 문제 정의, 데이터 처리, AI 활용 기록, 결과 검증, 성찰 과정을 종합적으로 평가하는 방식을 의미한다.

이러한 설계 원리는 전공 문제의 성격, 활용 데이터의 유형, 적용되는 AI 기술의 특성에 따라 구체화될 수 있다. 본 연구에서는 AI+X 교과목 설계를 위한 문제해결 유형을 시각 정보 분석(Computer Vision) 기반 AI+X, 시계열·시공간 예측(Time-series & Spatio-temporal Prediction) 기반 AI+X, 자연어처리(Natural Language Processing) 기반 AI+X, 추천 및 의사결정 지원(Recommendation & Decision Support) 기반 AI+X, 생성형 AI(Generative AI) 기반 AI+X의 다섯 가지로 구분하였다. 이 분류는 AI 기술의 엄밀한 학문적 분류라기보다, 전공 문제와 AI 활용 방식을 연결하기 위한 교육과정 설계 관점의 유형화로 이해할 수 있다.

시각 정보 분석 기반 AI+X는 의료영상 분석, 제조 결함 탐지, 작물 병해충 진단, 스포츠 자세 분석과 같이 이미지나 영상 데이터를 활용하여 객체, 패턴, 이상 징후, 동작 특성을 분석하는 유형이다[16-18]. 시계열·시공간 예측 기반 AI+X는 감염병 확산 예측, 기상 변화 예측, 교통 흐름 분석, 설비 고장 예측처럼 시간의 흐름이나 공간적 변화에 따라 축적되는 데이터를 활용하여 미래 상태를 예측하거나 이상 징후를 탐지하는 유형이다[19-22]. 자연어 처리 기반 AI+X는 법률 판례 검색, 고문헌 분석, SNS 여론 분석, 학습자 답변 분석과 같이 텍스트 데이터를 분석, 분류, 검색, 요약하거나 의미를 추출하는 유형이다[23-26]. 추천 및 의사결정 지원 기반 AI+X는 개인화 추천, 위험도 예측, 이상 거래 탐지, 진단 보조, 맞춤형 학습 경로 추천 등 인간의 판단과 선택을 지원하는 유형이다[27-29]. 생성형 AI 기반 AI+X는 법률 문서 초안 작성, 학습 콘텐츠 제작, 코드 생성, 이미지·영

상 초안 생성, 공간 배치 설계와 같이 텍스트, 이미지, 영상, 코드 등 새로운 산출물을 생성하거나 기존 산출물을 개선하는 유형이다[30-32]. 따라서 AI+X 교과목은 전공 문제의 특성에 따라 적절한 AI 활용 유형을 선택하고, 이에 맞는 데이터, AI 원리, AI 도구, 결과 검증, 윤리적 성찰, 과정 중심 평가를 통합하는 방식으로 설계되어야 한다. 특히 생성형 AI의 확산으로 인해 AI 산출물의 활용 가능성이 확대되고 있지만, AI+X 교과목에서는 산출물 생성 자체보다 전공 문제 정의, 데이터와 근거 검토, 결과 해석, 책임 있는 활용, 학습자의 비판적 판단을 함께 강화하는 방향으로 교수학습 활동을 설계할 필요가 있다.

2.3 고등교육에서 AI 교육 관련 연구

이 절에서는 고등교육에서의 AI 교육에 관한 선행 연구를 살펴본다. Wu 등 (2024)은 고등교육에서 AI+X 융합형 인재 양성을 위한 교수·학습 전략을 분석하면서, AI+X를 단순한 기술 융합이 아니라 전공지식과의 결합, 산업 문제 해결, 교육과정 개편, 프로젝트 기반 학습을 포괄하는 다차원적 교육 모델로 정의하였다[3]. 이들은 AI+X 교육과정의 AI 기초 교양에서 출발하여 전공 기초, AI 핵심 모듈, 전공 융합, 실천 프로젝트, 산업 연계로 이어지는 계층적 구조로 설계되어야 하며, 블렌디드 러닝, 플립드 클래스룸, 프로젝트 기반 학습, 학습 분석 기반 개인화 교육이 핵심 교수법으로 활용될 수 있음을 제안하였다.

Ma 등 (2025)은 생성형 AI 시대 고등교육 교육과정 개혁의 방향을 논의하면서, AI 리터러시를 AI의 기술적 원리 이해, AI 산출물의 비판적 평가, 윤리적 활용, 사회적 영향 분석, 지속적 적응 역량의 다섯 가지 구성요소로 개념화하고, 이를 기초·응용·심화의 단계에 따라 모든 전공 학생에게 순차적으로 교육할 것을 제안하였다[1]. 또한 빠르게 변화하는 AI 기술 환경에 대응하기 위해 교육과정을 고정된 단위가 아닌 소규모 모듈로 설계하여 유연하게 갱신할 수 있는 동적 체계의 필요성을 강조하였다.

Rebelo(2025) 역시 공학계열 학생을 대상으로 ChatGPT와 같은 생성형 AI 도구의 활용 방법, 알고리즘 편향의 식별과 완화, 학문적 정직성, 과정 중심 평가를 통합한 횡단역량 교과목 설계안을 제시하며, AI 교육이 기술 지식 전달에 머물지 않고 비판적·윤리적·책임 있는 AI 활용 역량을 함께 함양해야 한다고 주장하였다[2].

한편 Hackl 등 (2026)은 27편의 문헌 분석을 토대로 AI 리터러시를 기술 지식(TKS), 활용 역량(AP), 비판적 사고(CTA), 윤리적 인식(EAR), 사회적 영향 이해(SIU), 통합 역량(IS), 법·규제 이해(LRK)의 7개 차원으로 구조화한 AI Literacy Heptagon을 제안하였다[4]. 이 프레임워크는 AI 리터러시가 모든 전공 학생에게 공통으로 요구되는 일반 역량과 전공 맥락에 따라 심화되는 도메인 특화 역량으로 구분되어야 함을 강조하는 동시에, 기존 연구에서 상대적으로 소홀히 다루어진 AI 통합 역량과 법·규제 이해를 독립된 구성요소로 명시하고 있다.

Schleiss 등 (2023)은 도메인 특화 AI 교육 교과목 개발을 위한 AI 코스 설계 계획 프레임워크를 제안하였다[13]. 저자들은 AI의 활용 사례, 요구 역량, 데이터 유형이 전공 분야에 따라 다르게 나타나기 때문에 AI 교육 역시 전공 맥락을 반영하여 설계될 필요가 있다고 보았다. 이 프레임워크는 크게 3가지 축으로 구성된다. 첫 번째 축은 특정 전공 분야에서 AI가 어떻게 활용되는지, 어떤 데이터가 사용되는지 등을 분석하는 데 초점을 둔다. 두 번째 축은 학습자의 사전 AI 지식과 관련 역량, AI와의 상호작용 수준, 교수자의 AI 관련 역량 등을 고려한다. 세 번째 축은 앞선 분석을 바탕으로 학습성과, 평가, 학습활동을 정렬하여 실제 교과목 구조를 설계하는 데 초점을 둔다. 이 연구는 특정 전공 분야에서 AI 교과목을 개발할 때 고려해야 할 주요 요소를 체계적으로 제시했다는 점에서 의의가 있다. 그러나 교과목 설계 시 고려해야 할 항목을 설계 기획 프레임워크 형태로 제시하는 데 중점을 두고 있어, 실제 수업이 단계적으로 어떻게 전개되어야 하는지에 대한 교수학습 절차는 구체화되어 있지 않다. 또한 생성형 AI 시대의 학습활동 요소는 충분히 반영되어 있지 않다는 한계가 있다.

3. 연구 방법

3.1 연구 설계

본 연구는 대학 AI 융합교육 맥락에서 AI+X 교과목 개발을 위한 핵심 구성요소와 교수학습 활동 절차를 도출하기 위해 Richey와 Klein(2007)의 설계·개발연구를 적용하였다[33]. 본 연구의 절차는 다음의 4단계로 구성되었다. 첫째, AI 교육, AI 리터러시, 생성형 AI 리터러시, AI+X 교육, 고등교육 AI 융합교육 관련 선행연구를 분석하여 이론적 기반을 구축하였다. 둘째, 문헌분석과 사례분석 결과를 바탕으로 AI+X 교과목 개발을 위한 예비 핵심 구성요소와 TADPER 교수학습 활동 절차를 설계하였다. 셋째, 도출된 구성요소와 모형의 적절성, 명확성, 실용성 등을 검토하기 위해 전문가 내용타당도 검토를 실시하였다. 넷째, 전문가 의견을 반영하여 수정·보완하여 최종 모형을 도출하였다.

3.2 문헌 선정 및 분석

문헌 검색은 2026년 4월 15일부터 5월 2일까지 RISS, KISS, DBpia, Google Scholar, ERIC, ACM Digital Library 및 ScienceDirect에서 수행하였다. 검색 범위는 2022년부터 2026년까지 발표된 학술논문과 정책보고서로 설정하였으며, 대학의 공식 교육과정 및 제도 자료는 발행연도와 관계없이 분석 시점에 유효한 공식 웹 자료를 포함하였다. 국문 검색어는 “AI+X 교육”, “AI 융합교육”, “AI 리터러시”, “생성형 AI 리터러시”, “대학 AI 교육과정”을, 영문 검색어는 “AI+X education”, “AI convergence education”, “AI literacy”, “generative AI literacy”, “AI curriculum in higher education”, “AI across the

curriculum”을 사용하였다. 포함 기준은 (1) 고등교육 맥락을 다룬 자료, (2) AI+X, AI 융합교육, AI 리터러시를 핵심 주제로 다룬 자료, 동료심사를 거친 학술지 논문이거나 정부·대학 공식 자료로 정하였다. 제외 기준은 (1) 초·중·고 또는 기업 직무 교육만을 다룬 자료, (2) AI 알고리즘 성능만을 다루고 교육적 설계 요소가 없는 자료, (3) 전문을 확보할 수 없는 자료, (4) 동일 연구의 중복 게재 자료, (5) 출처와 운영 주체를 확인할 수 없는 홍보성 자료로 정하였다. 검색 결과 총 143편이 확인되었다. 중복 문헌 5편을 제거한 뒤 138편의 제목과 초록을 검토하여 67편을 1차 선별하였고, 전문 검토에서 주제 부적합 19편, 고등교육 맥락 부적합 6편, 교육 설계 정보 부족 13편, 전문 미확보 4편을 제외하여 최종 25편을 분석하였다. 문헌 선정과 코딩에는 검토자 수가 2명이 참여하였다. 각 검토자는 포함·제외 여부와 코딩 결과를 독립적으로 판단하였으며, 불일치는 협의를 통해 합의하였다.

3.3 예비 구성요소와 교수학습 활동 절차 도출

Table 1. Process of Deriving the Preliminary Components and Teaching – Learning Activity Procedures

Core Component	Derived Components and Supporting References
Learner Competencies	<ul style="list-style-type: none"> Foundational AI literacy and generative AI literacy [1, 4, 15] Domain knowledge, disciplinary integration, and AI application [3, 13, 14] Data-driven problem-solving and creative-convergent thinking [1, 3, 11, 12, 13] AI ethics and responsibility [2, 9]
Six-Stage TADPER Procedure	<ul style="list-style-type: none"> Derived by adapting Merrill's First Principles of Instruction (2002) and the design principles of problem-based learning (PBL) to the context of AI+X interdisciplinary education [13, 38]
Nine-Stage Course Design Process	<ul style="list-style-type: none"> Derived by adapting the core stages of conventional instructional design models, such as ISD and ADDIE, to the AI+X interdisciplinary education context [1, 13]
Support System	<ul style="list-style-type: none"> Derived through an integrated analysis of faculty competencies, learner support, infrastructure, institutional arrangements, and community-related factors, drawing on the cases of the University of Florida and Zhejiang University [11, 14, 33]

본 연구의 대학 AI+X 교과목 개발을 위해 고려해야 할 핵심 구성요소와 AI+X 교수학습 활동 절차 모형은 다음과 같이 도출되었다. 먼저 3.2절에서 선정한 문헌을 중심으로 분석하여 학습자 역량, 수업 설계, 지원 체계의 세 차원으로 범주화되었다. 학습자 역량 차원에서는 공통 선행 역량과 교과목 이수 후의 수행 역량이 구분되었으며, 수업 설계 차원에서는 교과목 개발의 거시적 절차와 수업 내 문제해결 활동의 미시적 절차가 구분되었다. 지원 체계 차원에서는 교수자, 학습자, 인프라·제도 수준의 요소가 도출되었다. 각 범주는 단일 문헌의 주장을 그대로 채택한 것이 아니라, 복수 문헌과 대학 사례에서 반복적으로 확인된 의미 단위를 비교·통합하여 구성하였다. Table 1.은 핵심 구성요소와 도출

내용 및 참고문헌을 보여준다.

3.4 전문가 내용 타당도 검토

전문가 패널은 AI 교육, AI·컴퓨터공학, 교육공학·교육과정, 비 AI 전공의 AI 융합교육 설계·운영 분야에서 전문성을 갖춘 전문가 10명으로 구성하였다. 전문가 선정 기준은 관련 분야 박사학위를 소지하고 5년 이상의 교육·연구 경력 또는 AI+X 교과목 개발 또는 운영 경험을 보유한 경우로 하였다. 전문가 패널의 구체적인 구성은 Table 2. 와 같다.

Table 2. Composition of Expert Panel for the Validation of the Proposed Model

ID	Institution Type	Degree/Major	AI Education - Experience (year)	AI+X Course Development Experience
A	University	Ph.D. in AI Education	10(year)	O
B	University	Ph.D. in AI Education	7	O
C	University	Ph.D. in AI	5	
D	University	Ph.D. in Educational Technology	20	
E	University	Ph.D. in Curriculum Studies	9	O
F	University	Ph.D. in Mathematics Education	22	O
G	University	Ph.D. in Computer Engineering	20	O
H	University	Ph.D. in Computer Engineering	25	
I	University	Ph.D. in Computer Education	10	
J	University	Ph.D. in Management Information Systems	8	O

전문가 내용타당도 검토는 2026년 5월 중에 실시하였다. 전문가들은 각 구성요소의 내용 적절성을 4점 Likert 척도로 평가하였으며, 항목의 명확성, 현장 적용 가능성, 중복성 및 수정·보완 의견을 기술하는 개방형 문항에 함께 응답하였다.

3.5 자료 분석 및 결과

각 항목의 내용타당도는 문항 수준 내용타당도 지수 (Item-level Content Validity Index, I-CVI)를 산출하여 분석하였다. I-CVI는 각 항목에 3점 또는 4점을 부여한 전문가 수를 전체 전문가 수로 나누어 산출하였다. 전문가 패널이 10명인 점을 고려하여 8명 이상이 3점 또는 4점으로 평가한 경우, 즉 I-CVI가 .78 이상인 경우 내용타당도가 확보된 것으로 판단하였다[34]. 영역별 내용타당도는 해당 영

역에 포함된 항목별 I-CVI의 평균인 S-CVI/Ave를 산출하여 확인하였으며, S-CVI/Ave가 .90 이상인 경우 우수한 내용 타당도를 확보한 것으로 판단하였다.

Table 3. Expert Validation Results

Domain	Number of Items	S-CVI/Ave
Learner Competencies	7	.93
TADPER Model	6	.97
Nine-Stage AI+X Course Design Process	9	.93
Support System	8	.95
Overall Model	6	.97

분석 결과, 전체 36개 구성요소의 I-CVI는 모두 .90 이상으로 나타나 항목 수준의 내용 타당도가 확보되었다. 영역별 S-CVI/Ave는 Table 3과 같이 학습자 역량 .93, AI+X 교과목 설계 9단계 .93, TADPER 교수·학습 활동 절차 .97, 지원 체계 .95, 전체 모형 타당성 .97로 나타나 모든 영역에서 높은 수준의 내용타당도가 확인되었다. 다만 정량 기준 충족이 문구의 명확성이나 전공 맥락별 실행 가능성을 보장하는 것은 아니므로, 개방형 의견을 함께 분석하여 최종안을 수정하였다.

개방형 의견에서 전문가들은 전반적으로 모형의 완성도가 높고 구성요소 간 중복이나 불필요한 요소가 없다고 평가하는 등 본 모형의 핵심 방향성에 대해서는 전반적으로 긍정적인 평가가 이루어졌다. 하지만 일부 개념의 기술 방식과 실행 가능성에 관한 보완 의견이 제시되었다. 첫째, TADPER 모형이 현재 선행적 절차로 제시되어 있으나 실제 교수학습 상황에서는 각 단계 간 순환적 관계가 자연스럽게 발생하므로, 이를 고려하는 것을 제안하였다. 이를 반영하여 최종 모델은 단계 간 회귀와 반복이 가능한 순환적 절차를 명시하였다. 둘째, 인문학·예술 분야와 같이 생성형 AI를 이용하여 창작을 하는 경우 TADPER 모형이 적절한지에 대한 검토 의견이 제시되었다. 이와 관련하여 인문학·예술 분야의 경우에는 데이터 준비와 품질 검토(D)를 창작 재료, 레퍼런스 및 저작권 검토로, 결과 평가와 검증(E) 단계를 비평, 맥락 적합성, 창작 의도 부합성 검토로 확장할 수 있음을 제시하였다. 셋째, 역량 기술과 관련하여, 생성형 AI 리터러시 및 AI 산출물 검증·윤리적 성찰 역량을 단순한 개념적 수준에서 기술하기보다, 전공 도메인 내에서의 데이터 윤리 및 프롬프트 제어 능력으로 보다 구체화할 필요가 있다는 의견이 제시되었다. 이에 따라 생성형 AI 리터러시의 기술 방식을 전공 도메인의 프롬프트 제어, 사실·출처 검증, 데이터 윤리 및 책임 있는 활용 등을 포함하는 방향으로 수정하였다. 실행 측면에서는 1단계(T단계)를 중심으로 한 소규모 워크숍 지원 및 활성화를 통해 교수자의 자발적 참여와 단계적 확산을 유도하는 방식이 제안되었다. 이를 반영하여 전공 문제 발굴 워크숍, AI 전문가 공동설계, 교수학습센터 컨설팅을 교수자 지원 체계에 추가하였다.

4. 연구 결과

서론에서 제시한 3개의 연구 문제에 대한 결과는 다음과 같다. 첫 번째 연구 문제인 ‘국내의 대학 AI+X 융합 교육의 정책적·제도적·운영적 현황은 어떠한가?’에 대한 연구 결과로 4.1절에서 국내외 대학 AI+X 융합교육 사례 분석을 기술한다. 두 번째 연구 문제인 ‘대학 AI+X 교과목 개발을 위해 고려해야 할 핵심 구성요소는 무엇인가?’에 대한 결과는 4.2절에서 AI+X 융합교과목 개발을 위한 핵심 구성요소로 크게 학습자 역량, 수업 설계, 지원체제로 구분하여 기술한다. 세 번째 연구 문제인 ‘AI+X 교과목의 문제해결 중심 교수학습 활동 절차는 어떻게 구성될 수 있는가?’에 대한 결과로 4.2.2에서 TADPER기반 AI+X 교수학습 활동 절차를 설명한다.

4.1 국내외 대학의 AI+X 교육 사례 분석

4.1.1 국외 AI+X 융합교육

국내 대학에서의 AI+X 융합교육은 정부 지원사업이나 대학 자체 교육과정 마련을 통해, AI 마이크로디그리 혹은 AI 융합전공과 같은 프로그램을 운영하고 방식으로 확산되고 있다[5, 6]. 정부지원 사업으로 교육부의 첨단산업 인재 양성 부트캠프, 대학 AI 기본 교육과정 개발 지원사업, 과학 기술정보통신부(2026)의 AI 중심대학 사업 등이 있다. 대학들은 그 사업들을 운영하기 위해 AI 융합학과/학부/단과대 등을 새롭게 개설하거나 AI 비전공 학생들의 AI 융합 역량을 함양하기 위한 다양한 AI 융합전공 혹은 마이크로디그리 과정들을 개설하고 있다.

본 절에서는 이중 대표적인 몇 개 대학의 AI 융합 교육 사례를 살펴본다. 먼저 연세대학교는 인공지능 융합심화 전공 DAICE를 운영하고 있다[35]. 이 DAICE 모델을 통해 SW 비전공 학생들이 자신의 본 전공에 AI 역량을 융합할 수 있도록 AI+X 프로그램을 운영하고 있으며, 수요 단과대학의 원전공(X)에 AI 코어 과목을 제공하는 수요자 중심 AI+X 교육 모델을 제시하고 있다. DAICE는 원전공(X)에 AI 코어교육을 제공하고, 원전공 영역지식에 기반한 AI 융합심화 전공 과목을 개설한다는 점에서, AI+X 교육의 핵심 원리인 전공 지식과 AI 역량의 결합을 잘 보여준다. 세종대학교의 AI 마이크로디그리는 AI+X 융합교육을 소규모 인증 교육과정으로 제도화한 사례이다[36]. 세종대학교는 AI 마이크로디그리를 AI 기술과 전공지식을 융합한 마이크로디그리 교육과정으로 정의하고 있으며, 각 과정은 AI기초, AI심화, AI-X(전공) 과목의 조합으로 구성된다. 이 교육과정은 학생들이 AI 기초와 심화, AI-X 교과목을 수강하면서 딥러닝, 생성형 AI 등 AI 기술의 기본 원리와 활용법을 익히고, 이를 전공 분야에 적용하여 실무 문제를 해결하는 AI 융합 실무 역량을 기르는 데 목적이 있다. 한양대는 인공지능 융합혁신인재양성 프로그램을 통해 AI 지식을 기반으로 창의적이고 실용적인 융합적 기술을 개발할 수 있는 산학인재

양성을 추진하고 있다[37]. 이를 위해 AI 지식을 다양한 도메인과 융합할 수 있는 유연한 ABCDEFG 교과과정을 설계 및 다양한 산업기술 수요 맞춤형 IC 인공지능융합전공을 신설하였다. 또한 신산업 문제해결을 통한 융합인재 양성을 위해 IC-PBL+를 고도화하고 확대하였다는 점에서 한양대학교 사례는 AI+X 교육이 산업 문제해결, 프로젝트 기반 학습, 산학협력과 긴밀히 결합될 수 있음을 보여준다.

4.1.2 국외 AI+X 융합교육

플로리다 대학교(University of Florida, UF)의 AI Across the Curriculum은 대학 전체 교육과정에 AI 교육을 통합하려는 대표적인 고등교육 혁신 사례이다[11]. UF는 AI가 비즈니스, 도시계획, 농업, 의료, 글쓰기, 학습과 교수 활동 등 다양한 전문 영역에 이미 활용되고 있다는 인식에서 출발하여, 모든 전공 학생이 자신의 분야와 관련된 AI 리터러시를 갖추어야 한다고 본다. AI 교육을 특정 전공이나 컴퓨터공학 분야에 한정하지 않고 대학 전체의 핵심 역량 교육으로 확장하고 있다. UF의 AI 리터러시 모델은 AI 이해와 지식, AI 활용과 적용, AI 평가와 창조, AI 윤리의 네 가지 핵심 영역으로 제시된다. UF는 모든 전공 학생이 AI 기초 역량을 공식적으로 이수할 수 있도록 AI 기초 및 활용 역량 인증도 운영하고 있다. 또한 UF는 AI 교육을 강의실 내 지식 전달에만 머무르게 하지 않고, 산업체 문제 해결과 연결하는 I-CURE(Industry-partnered Course-based Undergraduate Research Experience)형태로 확장하고 있다.

중국 AI+X 교육의 대표적 사례로는 저장대학교(Zhejiang University)를 중심으로 추진된 대학 간 협력형 AI+X 마이크로 프로그램 및 전공 과정을 들 수 있다[14]. 이 프로그램에서는 AI 전공자가 아닌 학생들이 AI의 기본 원리와 최신 동향을 학습하고, 이를 자신의 전공 분야에 통합하는 역량을 기르도록 설계되었다. 이 프로그램은 AI 이론·알고리즘·기술·윤리 및 AI+X 융합 연구를 포괄하는 교재 체계, 온라인 강좌, 실습 중심 학습 환경, 산업계 협력 구조를 갖추었으며, 학생들이 실제 문제해결 경험을 쌓을 수 있도록 설계되었다. 특히 이 AI+X 마이크로 프로그램에서 활용된 Wise Ocean 플랫폼은 AI+X 학습자를 위한 학습 자원 저장소이자, 도메인 특화 AI 적용 사례를 제공하고 프로젝트 기반 실습을 지원하는 플랫폼이다. 이 AI+X 사례는 AI 지식 전달을 넘어, 전공 맥락의 문제해결, 산업 연계, 실습 기반 학습, 마이크로 인증 체계를 결합한 AI 융합교육 모델로 이해할 수 있다.

국내외 대학의 AI+X 교육 사례를 종합하면, AI+X 융합교육은 단일 교과목을 개설하는 수준을 넘어 융합전공, 마이크로디그리, 인증과정, 마이크로 전공과정 등 프로그램 단위로 제도화되고 있음을 확인할 수 있다. 또한 AI+X 교과목 개발을 위해 단순히 AI 지식이나 도구 활용 능력만을 고려해서는 안 되며, 학습자의 선행 역량과 전공 맥락의 문제해결 역량, 문제 중심 교수학습 활동, 그리고 대학 차원의 지원 체계를 함께 고려해야 함을 보여준다. 이러한 시사점은

4.2절에서 AI+X 교과목 개발을 위한 핵심 구성요소를 학습자 역량, 수업 설계, 지원 체계의 세 차원에서 탐색하는 근거로 활용된다.

4.2 AI+X 융합교과목 개발을 위한 핵심 구성요소

AI+X 융합교육은 인공지능을 활용하여 각 전공 분야의 실제 문제를 분석하고 해결하도록 설계하는 교육이라고 볼 수 있다. 즉, AI+X 교과목은 AI를 활용하여 전공 X의 문제를 어떻게 해결할 것인가?라는 문제 중심적 관점에서 출발해야 한다. 예를 들어 의료 분야에서는 의료영상 판독 부담, 병변 탐지, 진단 보조와 같은 문제가 출발점이 될 수 있으며, 법학 분야에서는 판례 검색과 법률 문서 분석의 비효율성, 금융 분야에서는 이상 거래 탐지와 위험 예측이 AI 적용의 주요 문제가 될 수 있다. 이처럼 AI+X 교과목은 전공의 실제 문제를 정의하고 그 문제를 해결하는 데 필요한 AI 원리와 도구를 선택하며, AI 산출물을 전공 맥락에서 해석하고 평가하는 수업으로 설계되어야 한다. 이러한 점에서 AI+X 융합 교과목은 단순히 기존 전공 교과목에 AI 개념이나 도구를 추가하는 수준을 넘어, 전공교육의 문제 해결 구조 자체를 AI 기반으로 재설계하는 교육과정이라고 할 수 있다. AI+X 교과목 개발을 위해서는 몇가지 고려되어야 할 요소들이 있다. 이장에서는 AI+X 교과목 개발을 위해 고려되어야 할 핵심요소들을 크게 학습자 역량, 수업설계, 지원 체계의 3가지 관점에서 고려한다.

4.2.1 학습자 역량

AI+X 교과목을 학습하기 위해서는 모든 전공 학생이 기본적으로 갖추어야 할 선행 AI 리터러시가 필요하다. AI+X 교과목은 AI 전공자를 위한 심화 기술 교육이 아니라, 다양한 전공 분야의 학생들이 자신의 전공 문제를 AI와 결합하여 해결하도록 설계되는 융합형 교과목이다. 따라서 학습자는 AI, 기계학습, 딥러닝, 대규모언어모델, 알고리즘, 데이터처리 등의 AI의 기본 개념과 작동 원리를 이해해야 하며, 동시에 AI의 한계, 편향, 환각, 신뢰성, 설명가능성, 사회적 영향까지 비판적으로 이해할 수 있어야 한다. 이러한 관점에서 AI 리터러시는 단순한 AI 지식 습득이나 도구 사용 능력을 넘어, AI와 효과적으로 상호작용하고 AI 결과를 비판적으로 평가할 수 있는 역량으로 이해될 필요가 있다.

특히 생성형 AI가 교육 환경과 전공 학습 전반에 빠르게 확산됨에 따라, AI+X 교과목에서는 생성형 AI 리터러시가 중요한 선행 역량으로 요구된다. 생성형 AI 리터러시는 AI 리터러시의 하위 범주로서, 생성형 AI 도구를 단순히 조작하는 능력이 아니라 다음의 요소를 포함하는 복합적 역량으로 정의된다. 1) 문제 상황에 적합한 프롬프트를 설계·조정하는 프롬프트 제어, 2) 생성 결과를 목적에 맞게 수정·보완하는 출력 정제, 3) 생성된 산출물이 전공지식 및 신뢰할 수 있는 근거에 부합하는지를 검토하는 사실·출처 검증, 4) 전공 데이터의 특성에 따라 발생하는 개인정보, 저작권, 편향

등의 문제를 다루는 데이터 윤리, 5) 산출물의 한계와 책임 소재를 인식하고 최종 판단을 내리는 책임 있는 활용으로 정의될 수 있다[15].

Table 4. Core Learner Competencies for AI+X Course Development

Category	Area	Key Details
Pre-requisite	Foundational AI Literacy	Understanding the basic concepts and operating principles of AI, machine learning, deep learning, and large language models; includes critical understanding of AI limitations, biases, hallucinations, and reliability
	Generative AI Literacy	Competency for collaborative interaction with generative AI, including domain-specific prompt control, output refinement, fact- and source-verification of AI outputs within the disciplinary context, data ethics, and responsible use
	Domain Knowledge	Understanding the theoretical foundations, core concepts, and problem-solving methodologies of a specific major field (X)
Advanced	AI Application in Domain	Competency to analyze domain-specific problems, assess AI applicability, and select appropriate AI principles, data types, and tools to apply in problem-solving
	Data-driven Problem Solving	Ability to collect, preprocess, and analyze domain-specific data to derive meaningful insights, and to interpret and apply findings within a disciplinary context
	Creative & Convergent Thinking	Ability to creatively integrate domain knowledge and AI technology to generate novel ideas, approaches, or solutions that transcend single-discipline boundaries
	AI Ethics & Responsibility	Competency to critically reflect on ethical issues arising from AI use in domain contexts, including privacy, fairness, accountability, copyright, and academic integrity

나아가 학습자는 AI+X 교과목의 학습을 통해 실제 전공 문제해결에 AI 기술을 적용하는 역량을 함양해야 한다. 학습자는 전공 분야의 문제를 분석하고, 해당 문제의 AI 적용 가능성을 판단하며, 문제해결에 적합한 AI 개념과 원리를 식별하고, 적절한 데이터 유형과 AI 도구를 선택·활용할 수 있어야 한다. 예를 들어 의료·보건 분야에서는 의료영상 분석, 환자 위험도 예측, 임상 문서 요약과 같은 문제 상황을 중심으로, 문제해결에 요구되는 데이터 유형과 AI 접근 방식을 식별할 수 있어야 한다. 의료영상 분석에서는 이미지 데이터를 기반으로 컴퓨터 비전, 합성곱 신경망, 이미지 분류, 객체 탐지 등의 개념과 원리를 적용할 수 있어야 한다. 이를

위해 3D Slicer로 의료 영상을 시각화 및 분석하고 MONAI를 활용하여 의료영상 딥러닝 모델을 개발할 수 있다. 환자 위험도 예측에서는 임상 데이터와 시계열 데이터를 기반으로 분류, 예측, 지도학습 등의 AI 원리를 적용할 수 있어야 한다. 이를 위해 scikit-learn을 활용하여 데이터 전처리, 예측 모델 학습 및 성능 평가를 수행할 수 있다. 임상 문서 요약과 같은 문제에서는 텍스트 데이터를 기반으로 자연어 처리 및 생성형 AI의 적용 가능성을 판단하고 활용할 수 있어야 한다. 이를 위해 Hugging Face Transformers, ChatGPT 등을 활용하여 임상 텍스트의 핵심 정보 추출, 개체명 인식, 문서 요약을 수행할 수 있다. 이때 AI 도구는 의료 판단을 대체하는 수단이 아니라 학습과 의사결정 보조 도구로 활용되어야 하며, 개인정보 보호, 데이터 비식별화, 편향, 임상 검증, 전문가 책임을 함께 고려해야 한다.

한편, AI+X 교과목은 전공 지식 기반 위에서 설계되어야 한다. AI는 범용 기술이지만, 실제 문제해결은 언제나 특정 전공 맥락 안에서 이루어진다. 의료 AI를 이해하기 위해서는 의학적 지식이 필요하고, 금융 AI를 이해하기 위해서는 금융·경제 지식이 필요하다. 따라서 AI+X 교과목에서 AI는 전공지식을 대체하는 것이 아니라, 전공지식을 확장하고 문제해결을 지원하는 도구로 위치해야 한다. 이때 학생들은 AI 산출물을 그대로 수용하는 것이 아니라, 자신의 전공지식에 근거하여 그 결과를 해석하고 판단할 수 있어야 한다.

따라서 AI+X 교과목 개발에서는 학습자가 수업에 들어 오기 전에 갖추어야 할 선행 AI 리터러시와, 교과목 이수 후 함양되어야 할 전공 맥락 AI 리터러시를 구분하여 설계할

필요가 있다. 선행 AI 리터러시는 AI+X 학습에 참여하기 위한 기초 역량이며, 수강 후 함양되는 AI+X 리터러시는 전공 문제 해결 과정에서 AI를 비판적으로 검증하고 책임 있게 통합하는 심화 역량이다. 이러한 구분은 AI+X 교과목의 학습목표, 교수학습 활동, 평가 루브릭을 체계적으로 설계하는 데 중요한 기준이 될 수 있다. 학습자에게 요구되는 역량 영역을 정리하면 Table 4.와 같다.

4.2.2 수업 설계

1) TADPER 기반 AI +X 교수학습 활동 절차

AI+X 교과목은 전공 분야의 실제 문제를 출발점으로 삼아, 해당 문제해결에 필요한 AI 개념과 도구를 연결하고, 학생들이 AI 산출물을 생성·검증·수정·성찰하는 과정을 경험하도록 설계되어야 한다. 이를 위해 본 연구에서는 TADPER 모형을 제안한다. 이 모형은 전체 수업 설계 모형이라기보다는 교수학습 활동 설계 단계에서 활용되는 AI+X 문제해결 활동 절차로 크게 6단계- 전공 문제 정의(Target problem), AI 개념 연결(AI concept mapping), 데이터 준비 및 품질 검토(Data preparation and quality review), AI 도구 활용 실습(Practice with AI tools), 결과 평가와 검증(Evaluation and verification), 성찰과 개선(Reflection and redesign) -로 구성된다. 이 절차는 학생들이 전공 분야의 실제 문제를 출발점으로 삼아, 해당 문제를 해결하는 데 필요한 AI 개념과 데이터, 도구를 연결하고, AI 산출물을 비판적으로 검증하며, 최종적으로 전공 맥락에 적합한 해결안

Table 5. TADPER Model

Stage	Description	case(Sports + AI)	case(Business Management + AI)	Case(Humanities/Arts)
T: Target Problem	Identify a real-world problem in the major field	Injury risk analysis	Customer complaint factor analysis	AI-assisted reinterpretation of literary or cultural content and artwork creation
A: AI Concept Mapping	Map the AI principles, concepts, or techniques required for problem-solving	Pose estimation, motion recognition	Sentiment analysis, topic modeling, customer segmentation	Large language models, text-to-image generation, multimodal generation, and prompt engineering
D: Data Preparation and Quality Review	Review data types, sources, quality, ethical considerations, and preprocessing requirements	Collect and review exercise video, sensor data, GPS/IMU data, training load, and injury history data	Collect and review customer reviews, purchase history, consultation logs, and survey response data	Collect and critically review literary texts, cultural materials, artworks, and creative references; examine provenance, and cultural bias
P: Practice with AI Tools	Hands-on application activities using AI tools and data	Analyze using posture analysis tools, video analysis AI, and wearable data analysis tools	Derive analysis and improvement strategies using text mining tools, generative AI, and Python-based NLP tools	Generate and iteratively refine texts or multimodal works using generative AI tools while documenting prompts and revisions
E: Evaluation and Verification	Verify the accuracy, validity, error potential, and bias of AI analysis results	Compare analysis results with actual motion video, coaching judgments, game records, and injury history; detect false positives (FP) and false negatives (FN)	Check for sentiment classification errors, customer segmentation errors, and overfitting or overgeneralization	Evaluate factual and contextual accuracy, aesthetic coherence, originality, copyright, and bias through peer critique and expert judgment
R: Reflection and Redesign	Reflect on the AI application process and improve outputs	Based on analysis results, reflect on improvements to training programs, posture correction methods, injury prevention strategies, and limitations of AI judgment	Based on analysis results, reflect on customer response methods, service improvement proposals, and marketing strategy refinements	Revise creative intentions, source materials, prompts, and outputs based on critique; reflect on human authorship, AI contribution, and responsible disclosure

을 개선하도록 지원한다. Table 5.는 이 모형의 단계를 보여 준다.

이 모형은 AI+X 교육의 전공 문제해결 맥락에, Merrill(2002)의 교수 제1원리(First Principles of Instruction)[38]와 문제중심학습(PBL)의 원리를 통합한 교수학습 활동 절차로 볼 수 있다. Merrill의 교수 제1원리가 실제 문제 중심성, 기존 지식의 활성화, 시범, 적용, 통합을 강조하는 점에서, TADPER의 전공 문제정의, AI 개념 및 데이터 준비, AI 도구 활용, 평가와 성찰 단계와 연결된다. 아울러 PBL이 비구조화된 실제 문제를 중심으로 학습자의 자기주도적 문제해결 과정을 강조한다면, TADPER는 여기에 AI 개념 매핑, 데이터 품질 검토, AI 도구 활용, 윤리적 성찰을 명시적으로 포함함으로써 AI+X 교육에 특화된 교수학습 절차로 확장된다. TADPER 모형의 첫 번째 단계인 전공 문제정의는 AI+X 교과목의 출발점으로, 전공 분야에서 AI를 활용하여 해결할 수 있는 실제 문제를 정의하는 과정이다. 이 단계에서 학습자는 전공 영역에서 발생하는 문제 상황을 탐색하고, 해당 문제가 AI를 통해 해결될 가능성이 있는지를 판단한다. 이는 AI 기술 자체를 먼저 제시하는 방식이 아니라, 전공 문제를 중심으로 AI 학습의 필요성을 도출한다는 점에서 AI+X 교과목의 정체성을 형성하는 핵심 단계이다. 두 번째 단계인 AI 개념 매핑은 전공 문제 해결에 필요한 AI 원리와 개념을 도출하고 이를 전공 맥락과 연결하는 과정이다. 이 단계에서 학습자는 자신이 정의한 문제가 분류, 예측, 생성, 요약, 추천, 이상 탐지 등 어떤 AI 과제 유형에 해당하는지 분석하고, 해당 문제해결에 필요한 AI 개념을 구조화한다. 이를 통해 학습자는 AI 도구 사용에 앞서 AI 시스템의 작동 원리와 한계를 이해하게 되며, 전공 문제해결 활동을 단순한 도구 활용이 아니라 개념 기반의 학습 활동으로 발전시킬 수 있다. 세 번째 단계인 데이터 준비 및 품질 검토는 전공 문제해결에 필요한 데이터를 확인하고, 해당 데이터의 품질과 활용 가능성을 검토하는 과정이다. 이 단계에서 학습자는 문제해결에 필요한 데이터 유형을 파악하고, 데이터의 출처, 정확성, 최신성 등을 점검한다. 또한 개인정보, 민감정보, 저작권, 보안, 편향 가능성과 같은 윤리적 쟁점을 검토하고, AI 도구 활용에 앞서 필요한 전처리 절차를 계획한다. 이 단계는 AI 결과의 신뢰성과 타당성이 데이터의 성격과 품질에 의해 크게 좌우된다는 점을 학습자가 이해하도록 한다. 네 번째 단계인 AI 도구 활용 실습은 학습자가 AI 도구를 활용하여 전공 문제해결 활동을 실제로 수행하는 과정이다. 이 단계에서 학습자는 앞서 정의한 전공 문제, 연결한 AI 개념, 검토한 데이터를 바탕으로 적절한 AI 도구를 선택하고, 분석·예측·분류·요약·생성 등의 활동을 수행한다. 또한 프롬프트 설계, 데이터 입력, 산출물 생성, 결과 수정 과정을 기록함으로써 AI 활용 과정을 명시화한다. 이 단계는 학습자가 AI를 전공 문제해결의 도구로 활용하는 실질적 경험을 제공한다. 다섯 번째 단계인 평가와 검증은 AI 도구를 통해 생성된 산출물의 정확성, 편향성, 환각 여부를 검토하는 과정이다. 이 단계에서 학습자

는 AI 결과를 신뢰 가능한 참고자료, 전공지식과 비교하고, 오류나 누락, 과장, 근거 부족을 확인한다. 또한 AI 산출물이 개인정보, 저작권, 편향, 책임성 측면에서 문제가 없는지 검토한다. 여섯 번째 단계인 성찰과 개선은 AI 활용 과정과 결과를 성찰하고, 이를 바탕으로 산출물과 문제해결 과정을 개선하는 단계이다. 이 단계에서 학습자는 문제 정의, AI 개념 연결, 데이터 준비, 도구 활용, 결과 검증의 전 과정을 되돌아보고, AI 활용의 적절성과 한계를 분석한다. 또한 AI 산출물의 오류와 부족한 점을 수정하고, 필요한 경우 문제 설정, 데이터, 프롬프트, 도구, 평가 기준을 재설계한다. 이 단계는 학습자가 AI를 단순한 자동 생성 도구가 아니라 비판적 사고와 전공 문제해결을 지원하는 협력도구로 활용하도록 돕는다는 점에서 의미가 있다.

TADPER 모형은 특정 전공 분야에 국한되지 않으며, 각 전공의 문제 상황과 데이터 유형에 맞게 유연하게 적용할 수 있다. 그런데, 이 TADPER 모형은 예술, 인문학 등 창작과 질적 탐구를 중심으로 하는 전공 분야에는 모형의 일부 단계, 특히 데이터 준비(D)와 결과 검증(E) 단계의 의미가 해당 전공의 맥락에 맞게 재해석될 필요가 있다. 예술+AI 수업에서는 데이터 준비가 창작 재료와 레퍼런스 수집으로, 결과 검증이 예술적 판단과 동료 비평으로 재구성될 필요가 있다. 또한 TADPER 모형의 각 단계는 순차적으로 진행되는 선형적 절차로 제시되었으나, 실제 교수학습 상황에서는 단계 간 순환적 관계가 자연스럽게 발생할 수 있다. 예를 들어 AI 도구 활용 실습(P) 과정에서 데이터의 한계가 발견되어 데이터 준비(D) 단계로 되돌아가거나, 결과 검증(E) 과정에서 AI 개념 연결(A) 단계의 수정이 필요해지는 경우가 있다.

2) 5.2.2 AI+X 교과목 설계 9단계와 TADPER의 관계

앞서 제시한 TADPER 모형은 AI+X 교과목 전체를 개발하기 위한 모든 절차를 포함하는 거시적 교육과정

개발 모형이라기보다, 교과목 설계 과정 중 교수학습 활동을 구체화하는 단계에서 활용되는 문제해결 중심 교수학습 활동 절차이다. 즉, TADPER는 학생들이 수업 안에서 전공 문제를 정의하고, AI 개념과 데이터를 연결하며, AI 도구를 활용하여 산출물을 생성·검증·개선하는 학습 활동의 흐름을 제시한다. 반면 AI+X 교과목 설계 9단계는 교과목의 목표 설정, 학습자 분석, 내용 선정, 평가 계획, 수업 실행 및 개선까지 포함하는 상위 수준의 교과목 개발 절차이다. 따라서 두 체계는 병렬적 관계가 아니라 포함 관계에 있으며, TADPER는 AI+X 교과목 설계 9단계 중 '교수학습 활동 설계' 단계에서 구체적인 활동 설계 원리로 활용된다.

AI+X 교과목을 설계하기 위한 전체 단계를 살펴보면 Table 6. 과 같이 크게 9단계로 구분될 수 있다. 위에서 기술한 TADPER 모형은 이 중 여섯 번째 단계인 교수학습 활동 설계 단계에서 활용된다. AI+X 교과목 설계는 먼저 교육 목표와 학습성과를 설정하는 것에서 출발한다. 이 단계에서는 학습자가 무엇을 배우고, 수업 후 무엇을 수행 할 수 있어야 하는지를 명확히 하며, 전공 역량, AI 활용 역량, 윤리적 판단 역량을 학습성과로 구체화한다. 다음으로 학습자 분석

Table 6. TADPER Model

Stage	Key Content	Additional Description
Setting Educational Objectives	What should students learn and be able to do?	Specify the objectives of the AI+X course in terms of learning outcomes: domain competency, AI competency, and ethical judgment competency
Learner Analysis	What starting points and needs do learners bring?	Analyze disciplinary background, prior AI knowledge, coding experience, data analysis experience, motivation, and course goals
Analysis of Domain Problems and AI Applicability	What domain problems can be addressed with AI?	Explore real problems in the major field and examine whether they are suitable for AI application
Content Selection and Structuring	What content will be taught, in what order and structure?	Organize content around domain problems, relevant AI concepts, data types, AI tools, and result interpretation methods
Assessment Planning	How will learning outcomes be identified and verified?	Design diagnostic, formative, performance-based, and summative assessments; include process-centered evaluation tools such as rubrics, prompt logs, result verification reports, reflection reports, and peer evaluations
Instructional Activity Design	What activities will students engage in during class?	Design TADPER model-based problem definition, AI concept connection, data preparation, AI tool application, verification, and reflection activities
Data and AI Tool Preparation	What data and AI tools are needed to run the course?	Prepare datasets, AI tools, practice environments, accounts, prompt examples, and analysis templates for classroom use
Instructional Material Development	What materials and resources are needed to support instruction?	Develop concept lecture slides, AI tool practice guides, case studies, assessment checklists, AI usage guidelines, AI output review checklists, and reflection questionnaires
Course Delivery and Evaluation/Improvement	Was the course conducted as planned, and what needs improvement?	Continuously improve the course based on achievement of learning objectives, student outputs, course satisfaction, AI utilization process, and assessment results

을 통해 학습자의 전공 배경, AI 사전지식, 코딩 경험, 데이터 분석 경험, 학습 동기와 수강 목적을 파악한다. 이는 학습자의 출발점을 고려하여 수업의 난이도와 활동 수준을 조정하기 위한 단계이다. 이후 전공 문제 및 AI 적용 가능성 분석 단계에서는 전공 분야에서 AI로 해결할 수 있는 실제 문제를 탐색하고, 해당 문제가 AI 적용에 적합한지 검토한다. 이때 문제의 실제성, 데이터 확보 가능성, AI 도구 활용 가능성 등을 함께 고려한다. 내용 선정 및 구조화 단계에서는 전공 문제해결에 필요한 AI 개념, 데이터 유형, AI 도구, 결과 해석 방법 등을 선정하고, 이를 적절한 순서로 조직한다. 즉, 학습자가 전공 문제를 이해하고 AI 개념과 도구를 연결하여 문제해결 과정으로 확장할 수 있도록 내용을 체계화한다. 평가 계획 수립 단계에서는 학습성가를 무엇으로, 어떻게 확인할 것인지를 정한다. 교수학습 활동 설계 단계에서는 TADPER 모형을 기반으로 학생들이 수행할 구체적인 활동을 설계한다. 데이터 및 AI 도구 준비 단계에서는 수업 운영에 필요한 데이터셋, AI 도구, 실습 환경, 계정, 프롬프트 예시, 분석 템플릿 등을 준비한다. 교수 자료 개발 단계에서는 수업에 필요한 슬라이드, AI 도구 실습 가이드, 평가 체크리스트 등을 개발하여 수업을 지원한다. 마지막으로 수업 실행 및 평가-개선 단계에서는 수업이 계획대로 운영되었는지, 학습목표가 달성되었는지, 학생 산출물과 AI 활용 과정이 적절했는지를 평가한다. 이후 평가 결과와 학생 만족도, 교수자의 관찰 내용을 바탕으로 교과목을 개선한다.

AI+X 교과목은 전공 분야의 실제 문제를 AI를 활용하여 해결하는 문제해결 중심 수업으로 설계되어야 한다. 특히 AI+X 교과목에서는 AI를 학생 사고의 대체물이 아니라 학습과 문제해결을 지원하는 협력 도구로 활용하도록 설계하는 것이 중요하다. 예를 들어 학생이 AI를 활용하여 초안을 생성한 뒤, 그 결과를 비판적으로 검토하고, 오류를 수정

하며, 신뢰할 수 있는 근거 자료를 통해 내용을 검증하고, 최종 결과물에 자신의 판단과 해석을 반영하도록 해야 한다. 이러한 과정은 학생이 AI를 산출물을 수동적으로 수용하는 것이 아니라, 인공지능과 협력하면서도 최종 판단의 주체로서 사고하고 책임지는 경험을 제공한다. 또한 AI+X 교과목에서는 윤리와 책임이 수업 전 과정에 통합되어야 한다. 즉, AI 윤리는 별도 주제뿐만 아니라 문제 정의, 데이터 수집, 도구 활용, 결과 해석, 보고서 작성, 발표와 평가의 전 과정에 포함되어야 한다.

AI+X 교과목의 평가 역시 결과 중심에서 과정 중심으로 전환될 필요가 있다. 생성형 AI 시대에는 최종 결과물만으로 학생의 사고 과정과 학습 성과를 판단하기 어렵다. 따라서 프롬프트 기록, 수정 이력, 성찰 일지, 근거 기반 보고서, 포트폴리오, 구두 발표 및 질의응답, 인공지능 리터러시 평가 기준 등을 활용하여 학생의 문제 정의, 인공지능 활용, 검증, 수정, 성찰 과정을 종합적으로 평가해야 한다.

마지막으로, 위의 9단계 설계 체계를 기반으로 AI+X 교과목은 빠르게 변화하는 AI 기술 환경에 대응하기 위해 모듈형 교육과정으로 설계될 필요가 있다. 전공 문제, 인공지능 개념, 데이터 활용, 도구 실습, 결과 검증, 윤리적 성찰 등을 단위 학습 요소로 구성하면 새로운 도구와 사례가 등장했을 때 필요한 부분만 유연하게 갱신할 수 있다. 이는 AI+X 교육의 지속 가능성과 전공별 적용 가능성을 높이는 데 기여할 수 있다.

4.2.3 지원 체계

AI+X 교육이 대학 교육과정 안에서 확산되고 지속가능하게 운영되기 위해서는 개별 교수자의 관심과 역량에만 의존하는 방식에서 벗어나, 대학 차원의 체계적인 지원 체계

가 마련되어야 한다. AI+X 교과목은 전공 지식, AI 기술, 데이터 활용, 윤리적 판단, 문제해결 기반 교수학습이 결합되는 복합적 교육 형태이기 때문에, 교수자 개인의 노력만으로 설계·운영·평가의 전 과정을 안정적으로 수행하기 어렵다. 따라서 대학은 교수자 역량 개발, 학습자 기초 역량 지원, AI 실습 인프라, 산학협력 네트워크, 교육자료 공유 체계, AI 활용 및 평가 가이드라인, 마이크로디그리 또는 이수 인증 체계, 그리고 이를 조정하는 거버넌스 구조를 통합적으로 마련할 필요가 있다. 본 절에서는 교수자 역할의 재정의와 역량 개발, 학습자 지원 체계, 대학 차원의 인프라 및 제도 지원의 측면에서 살펴본다.

1) 교수자 역할의 재정의와 역량 개발

AI+X 교육 환경에서 교수자는 기존의 전공 지식 전달자 역할에 머무르지 않고, AI 기술과 전공 지식을 유기적으로 연결하는 학습 설계자 또는 학습 촉진자(facilitator), 비판적 사고의 안내자, 윤리적 AI 활용의 조력자로서 역할을 수행해야 한다. 이는 수업 설계 방식, 평가 방법, 학습자와의 상호작용 방식 전반에 걸친 근본적 전환을 의미한다. 교수자는 AI가 수행할 수 있는 반복적 지식 전달 기능을 넘어, 비판적 사고 유도, 창의적 문제해결 촉진, 윤리적 판단 지원 등 고차원적 학습 경험을 설계하는 역할을 담당해야 한다. 이를 위해 교수자가 갖추어야 할 핵심 역량은 Table 7과 같이 구조화할 수 있다.

Table 7. Core Competencies Required of Instructors

Competency Area	Details
AI Literacy	Basic understanding of the principles, limitations, and usage methods of major AI tools
Domain – AI Mapping	Identifying intersections between domain knowledge and AI technology, and recognizing possibilities for convergence
Instructional Design	Competency to design learning objectives, activities, and tasks that incorporate AI utilization
Assessment Design	Competency to design process-centered and competency-based assessments suited to AI-integrated learning contexts
Ethical Guidance	Competency to guide students on ethical issues related to AI use, including academic integrity, copyright, and bias
Learning Facilitation	Facilitation competency to deepen learner thinking during collaborative AI-assisted learning processes
Continuous Professional Development	Self-development competency to continuously learn about rapidly evolving AI technologies and educational application trends

그러나 비 AI 전공 교수자가 짧은 시간 안에 AI의 원리와 개념, 주요 도구의 활용법, 데이터 기반 문제해결 방식까지 충분히 이해하는 것은 쉽지 않다. 또한 AI 기술에 대한 이해가 부족한 상태에서 전공지식과 AI를 융합한 수업을 설계하는 데에는 현실적인 어려움이 따른다. 따라서 대학은 교수

자의 개별적 노력에 의존하기보다 공식적인 교수자 역량 개발 지원체계를 제공해야 한다. 구체적으로는 신입 교수자를 위한 AI+X 교수법 기초 연수, 경력 교수자를 위한 전공별 심화 워크숍, AI 전공 교수자와 비 AI 전공 교수자의 공동 수업 설계 프로그램, 교수자 학습공동체, 수업 컨설팅, 우수 사례 공유 세미나, AI 교육 전문가 멘토링 등을 운영할 필요가 있다.

2) 학습자 지원 체계

AI+X 교과목이 효과적으로 운영되기 위해서는 학습자의 AI 기초 역량을 진단하고 보완할 수 있는 지원 체계가 필요하다. AI+X 교과목은 단순한 AI 도구 사용법 교육이 아니라 전공 문제를 AI 기반으로 분석하고 해결하는 교육이므로, 학습자는 최소한의 AI 리터러시를 갖추어야 한다. 여기에는 AI의 기본 개념과 작동 원리에 대한 이해, 데이터의 유형과 품질에 대한 기초 이해, 주요 AI 도구의 기능적 활용 능력, AI 결과물에 대한 비판적 해석 능력, AI 활용의 윤리적 책임 인식 등이 포함된다. 이에 최근 다수의 대학들이 학습자의 AI 리터러시 역량 함양을 위한 AI 기초 교과목을 교양 필수 과목으로 지정하여 운영하는 추세이다. 이러한 교양 교육이 AI+X 전공 교육과 효과적으로 연계되기 위해서는, 교양과 전공 교과목 간의 교육과정 연계가 체계적으로 설계되어야 한다. 예컨대 교양 단계에서 형성된 AI 기초 역량이 전공 AI+X 교과목에서 심화·적용될 수 있도록, 수준별 학습 위계와 교과목 간 선수 관계를 명확히 설정할 필요가 있다. 또한 AI+X 교육은 개별 교과목 수준에만 머무르기보다 프로그램 수준의 학습 경로로 확장될 필요가 있다. 이에 따라, 학습자의 전공 기반 AI 융합 역량을 체계적으로 기르고 학습자의 학습 선택권을 확장할 수 있도록 각 대학에서는 AI+X 마이크로디그리, AI 융합전공, 연계전공, 자격 인증과 같은 이수 인증 체계를 마련하고 있다. 이러한 다층적 학습 경로는 학습자가 자신의 전공, 진로, 관심에 따라 AI 역량을 유연하게 쌓아갈 수 있는 개인화된 학습 생태계를 구성하며, 대학 교육의 유연성과 반응성을 높이는 데 기여할 것이다.

3) 대학 차원의 인프라 및 제도 지원

AI+X 교육이 실질적으로 구현되기 위해서는 안정적인 기술 인프라가 선행되어야 한다. 대학은 학습자가 전공 맥락에서 AI 도구를 직접 실습할 수 있는 AI 실습 플랫폼을 구축하고, 컴퓨팅 자원(클라우드 GPU 환경, API 접근권 등)을 교육 목적으로 제공해야 한다. 또한 전공별 AI 활용 실습 시나리오, 데이터셋, 교안, 강의 자료를 공유하는 모듈형 교육 자원 플랫폼을 구축하여 교수자 간 자원 공유와 재활용을 촉진해야 한다.

AI+X 교육의 실효성을 높이기 위해서는 산업 현장과의 긴밀한 연계가 필수적이다. 기업과 공동으로 설계하는 캡스톤 프로젝트, 현업 전문가의 게스트 강의, 인턴십 및 현장실습 연계, 공동 교육과정 개발 등의 산학협력 모델을 통해 학습자는 AI가 실제 전공 분야에서 어떻게 활용되는지를 직접 경험할 수 있다. 특히 AI+X 교육은 추상적인 AI 개념 학습

보다 실제 문제해결 경험이 중요하므로, 산업체와 지역사회가 제시하는 실제 문제를 교육과정에 연결하는 구조가 필요하다.

AI 도구의 활용이 보편화됨에 따라, 대학은 학습 성취도를 공정하고 타당하게 평가하기 위한 명확한 AI 활용 평가 가이드라인을 수립해야 한다. 이 가이드라인은 어떤 AI 활용의 허용 범위, AI 보조 결과물에 대한 출처 표기 방식, 인간의 사고와 판단을 증명하는 과정 기록 방법, 그리고 표절 및 학문적 부정행위 판단 기준 등을 포함해야 한다. 특히 AI+X 교과목의 평가는 AI가 쉽게 대신할 수 있는 단순 지식 채현보다, 전공 맥락의 문제해결력, 데이터 해석력, 비판적 사고력, 창의적 적용 능력, 윤리적 성찰 능력을 중심으로 구성되어야 한다. 이를 위해 포트폴리오 평가, 과정 중심 평가, 프로젝트 기반 평가, 발표 및 구술 평가, 동료 평가, AI 활용 성찰 보고서 등을 함께 활용할 수 있다.

AI+X 교과목 개발을 위해서는 AI 전공 교수와 비 AI 전공 교수 간의 교과목 공동 설계 및 협력 강의가 효과적이다. 이를 위해서는 부서 간 협업을 공식화하는 제도적 장치, 예컨대 교과목 공동 개발에 대한 업적 인정 기준이나 학과 간 공동 강의 운영 지침이 마련되어야 한다. 나아가 AI+X 교육 지원 체계의 지속가능성을 위해서는 명확한 거버넌스 구조가 필요하다. 교무처, 교수학습지원센터, AI 관련 학과, 산학협력단 등 여러 부서가 유기적으로 협력하는 교내 AI 교육 운영위원회 또는 전담 센터 설치를 고려할 수 있다. 또한 AI 기술의 빠른 변화 속도를 감안하여, 교육과정과 지원 체계를 정기적으로 검토하고 갱신하는 상시 피드백 및 개선 루프를 제도화하는 것이 중요하다.

5. 결론 및 제언

본 연구는 국내외 대학의 AI 융합교육 현황을 분석하고, AI+X 교과목 개발에 필요한 핵심 구성요소와 교수학습 활동 절차를 탐색하였다. AI+X 교과목은 AI 기술 자체를 독립적으로 가르치는 교육이 아니라, 전공 분야의 실제 문제를 AI 개념, 데이터, 도구, 윤리적 검토와 연결하여 해결하도록 설계하는 문제해결 중심 융합교육이다. 이러한 관점에서 본 연구는 AI+X 교과목 개발을 학습자 역량, 수업 설계, 지원 체계의 세 차원으로 구조화하고, 교수학습 활동 절차로 TADPER 모형을 제안하였다. TADPER 교수학습 활동 절차는 전공 문제 정의에서 출발하여 AI 개념 연결, 데이터 준비, AI 도구 활용, 결과 검증, 성찰과 개선으로 이어지는 문제해결 과정을 제시함으로써, AI+X 교과목 설계에서 학습자가 경험해야 할 핵심 활동을 이론적으로 구조화하였다. 또한 본 연구는 AI+X 교과목 개발을 학습자 역량, 수업 설계, 지원 체계의 세 차원으로 구조화함으로써 대학 AI 융합교육을 분석하기 위한 개념적 틀을 제안하였다. 특히 AI 리터러시와 생성형 AI 리터러시를 선행 역량으로 설정하고, 이를 전공 연계 AI 적용 역량과 데이터 기반 문제해결 역량

으로 확장하였다는 점은 AI 리터러시 논의를 전공 맥락의 실천 역량으로 확장한 것이다. 또한 실천적 측면에서 본 연구는 대학 현장에서 AI+X 교과목을 개발할 때 활용할 수 있는 구체적 설계 기준을 제공한다. AI+X 교과목은 전공 문제의 특성에 따라 필요한 데이터 유형과 AI 접근 방식이 달라지므로, 모든 전공에 동일한 AI 내용을 적용하는 방식으로 설계되기 어렵다. 본 연구에서 제안한 구성요소와 TADPER 절차는 교수자가 전공 문제를 출발점으로 삼아 AI 개념과 도구를 연결하고, 학생들이 AI 산출물을 비판적으로 검증하며, 윤리적 책임을 성찰하도록 수업을 설계하는 데 활용될 수 있다. 또한 AI+X 교과목 설계 9단계와 TADPER 절차의 관계를 구분함으로써, 교과목 개발의 거시적 절차와 수업 활동 설계의 미시적 절차를 함께 제시하였다는 점에서 실제 교육과정 개발에 적용 가능성이 높다.

정책적 측면에서도 본 연구는 AI+X 교육이 개별 교수자의 수업 운영만으로 실현되기 어렵고, 대학 차원의 제도적 지원이 필요함을 보여준다. 교수자 역량 개발, 실습 인프라, 평가 가이드라인, 산학협력, 거버넌스 체계가 함께 구축될 때 지속가능하게 운영될 수 있다.

결론적으로 본 연구는 AI+X 교과목 개발을 위한 핵심 구성요소와 교수학습 활동 절차를 제시함으로써, 대학 AI 융합교육의 방향을 전공 문제해결 중심 교육과정 설계로 구체화하였다. AI+X 교육은 AI 기술을 전공교육에 부가하는 방식이 아니라, 전공 문제를 데이터와 AI 원리, 도구, 검증, 윤리적 성찰과 연결하여 학습자가 주도적으로 문제를 해결하도록 하는 교육과정 혁신으로 이해되어야 한다.

본 연구는 AI+X 교과목 핵심 구성요소의 프로토타입을 도출하였다는 점에서 의의가 있으나, 다음과 같은 한계를 지닌다. 첫째, 본 연구는 국내외 사례 및 문헌 분석에 기반하고 있어 실제 AI+X 교과목 운영 데이터나 학습자·교수자의 경험을 직접 반영하지 못하였다. 향후 실제 운영 사례에 대한 실증 연구와 학습자 성과 분석을 통해 본 연구의 구성요소와 모형을 정교화할 필요가 있다. 둘째, 전공 계열별 AI 적용 특성의 차이가 크므로, 특정 전공 분야를 심층적으로 탐구하는 사례 연구가 후속 과제로 수행될 필요가 있다. 이를 통해 전공 특성에 맞춰 필요한 단계만 골라 구성할 수 있는 유연한 모듈형 설계 방식이나 예술 분야와 같이 발산적·순환적 창작 과정의 특성을 반영한 변형 모형 개발이 후속 연구 과제로 수행될 필요가 있다.

참고문헌

- [1] Ma, Y., Su, Y., Li, M., Zhang, Y., Chai, W., Huang, A., & Zhao, X. (2025). Preparing students for an AI-driven world: Generative AI and curriculum reform in higher education. *Frontiers of Digital Education*, 2, Article 30. <https://doi.org/10.1007/s44366-025-0067-6>
- [2] Rebelo, E. (2025). Artificial intelligence in higher education: Proposal for a transversal curricular unit. *Journal of Formative Design in Learning*, 9, 1–24. <https://doi.org/10.1007/s41686-024-00097-9>
- [3] Wu, Z., Liu, H., & Deng, X. (2024). Teaching practices for the cultivation of “AI+X” composite talents in higher education: Challenges and strategies. *Education Science and Management*, 2(3), 156–175. <https://doi.org/10.56578/esm020304>
- [4] Hackl, V., Müller, A., & Sailer, M. (2026). The AI literacy heptagon: A structured approach to AI literacy in higher education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 10, Article 100540. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2026.100540>
- [5] Ministry of Education. (2023). Realizing customized education for all: A digital-based education innovation plan. <https://www.moe.go.kr/boardCnts/viewRenew.do?boardID=294&boardSeq=94011>
- [6] Ministry of Science and ICT. (2026). 2026 notice of selection for AI-centered universities (Notice No. 2026-043).
- [7] Lee, J. (2024). An analysis of the educational effects of an AI convergence education course for pre-service teachers. *Journal of the Korean Association of Information Education*, 28(4), 399–406. <https://doi.org/10.14352/jkaie.2024.28.4.399>
- [8] Oh, S. (2025). An analysis of AI literacy levels and educational needs among university freshmen. *Korean Journal of General Education*, 19(6), 87–106. <https://doi.org/10.46392/kjge.2025.19.6.87>
- [9] Miao, F., & Holmes, W. (2023). Guidance for generative AI in education and research. UNESCO. <https://www.unesco.org/en/articles/guidance-generative-ai-education-and-research>
- [10] McDonald, N., Johri, A., Ali, A., & Hingle C. (2025). Generative artificial intelligence in higher education: Evidence from an analysis of institutional policies and guidelines. *Computers in Human Behavior: Artificial Humans*, 3, Article 100121. <https://doi.org/10.1016/j.chbah.2025.100121>
- [11] Southworth, J., Migliaccio, K., Glover, J., Reed, D., McCarty, C., Brendemuhl, J., & Thomas, A. (2023). Developing a model for AI across the curriculum: Transforming the higher education landscape via innovation in AI literacy. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, Article 100127. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100127>
- [12] Tadimalla, S., & Maher, M. (2024). AI literacy for all: Adjustable interdisciplinary socio-technical curriculum. In 2024 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE). <https://doi.org/10.1109/FIE61694.2024.10893159>
- [13] Schleiss, J., Laupichler, M., Raupach, T., & Stober, S. (2023). AI course design planning framework: developing domain-specific AI education courses. *Education Sciences*, 13(9), Article 954. <https://doi.org/10.3390/educsci13090954>
- [14] Wu, F., He, Q., & Wu, C. (2021). AI+X micro-program fosters interdisciplinary skills in China. *Communications of the ACM*, 64(11), 52–54. <https://doi.org/10.1145/3481612>
- [15] Choi, S. (2024). Core competency framework and education plan for future talent in the era of generative AI. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 27(9), 23–33. <https://doi.org/10.32431/kace.2024.27.9.003>
- [16] Lång, K., Josefsson, V., Larsson, A., Larsson, S., Högborg, S., Andersson, I., & Dustler, M. (2023). Artificial intelligence-supported screen reading versus standard double reading in the Mammography Screening with Artificial Intelligence trial: A clinical safety analysis of a randomised, controlled, non-inferiority, single-blinded, screening accuracy study. *The Lancet Oncology*, 24(8), 936–944. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(23\)00298-X](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(23)00298-X)
- [17] Hemalatha, S., & Jayachandran, J. (2024). A multitask learning-based vision transformer for plant disease localization and classification. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 17, Article 188. <https://doi.org/10.1007/s44196-024-00597-3>
- [18] Yuan, J., Zeng, Q., Li, J., Cong, Z., & Zhang, Y. (2025). Machine learning applications in sports injury prediction: A narrative review. *Science Progress*, 108(4). <https://doi.org/10.1177/00368504251385956>
- [19] Benhanifia, A., Cheikh, Z., Oliveira, P., Valente, A., & Lima, J. (2025). Systematic review of predictive maintenance practices in the manufacturing sector. *Intelligent Systems with Applications*, 26, Article 200501. <https://doi.org/10.1016/j.iswa.2025.200501>
- [20] Brownstein, J., Rader, B., Astley, C., & Tian, H. (2023). Advances in artificial intelligence for infectious-disease surveillance. *The New England Journal of Medicine*, 388(17), 1597–1607. <https://doi.org/10.1056/NEJMra2119215>
- [21] Lam, R., Sanchez-Gonzalez, A., Willson, M., Fortunato, M., Alet, F., Ravuri, S., Ewalds, T., Eaton-Rosen, Z., Hu, W., Meroze, A., Hoyer, S., Holland, G., Vinyals, O., Stott, J., Pritzel, A., Mohamed, S., & Battaglia, P. (2023). Learning skillful medium-range global weather forecasting. *Science*, 382(6677), 1416–1421. <https://doi.org/10.1126/science.adi2336>
- [22] Zhang, G., Chang, F., Jin, J., & Huang, H. (2024). Multi-objective deep reinforcement learning approach for adaptive traffic signal control system with concurrent optimization of safety, efficiency, and decarbonization at intersections. *Accident Analysis & Prevention*, 199, Article 107451. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2023.107451>
- [23] Ehrmann, M., Hamdi, A., Pontes, E., Romanello, M., & Doucet, A. (2023). Named entity recognition and

- classification in historical documents: A survey. *ACM Computing Surveys*, 56(2), Article 34. <https://doi.org/10.1145/3604931>
- [24] Georgia Institute of Technology, Center for 21st Century Universities. (n.d.). Artificial intelligence. Retrieved June 3, 2026, from <https://c21u.gatech.edu/artificial-intelligence>
- [25] Hanny, D., & Resch, B. (2024). Clustering-based joint topic-sentiment modeling of social media data: A neural networks approach. *Information*, 15(4), Article 200. <https://doi.org/10.3390/info15040200>
- [26] Ng, T., Wu, T., Chen, B., Chen, Y., & Kao, B. (2024). A multi-stage prompting and RAG approach to generating legal analysis in common law systems. *The thirty-seventh annual conference(Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*, 395, 387–388. <https://doi.org/10.3233/FAIA241278>
- [27] Hilal, W., Gadsden, S., & Yawney, J. (2022). Financial fraud: A review of anomaly detection techniques and recent advances. *Expert Systems with Applications*, 193, Article 116429. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.116429>
- [28] Lin, C., Huang, A., & Lu, O. (2023). Artificial intelligence in intelligent tutoring systems toward sustainable education: A systematic review. *Smart Learning Environments*, 10, Article 41. <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00260-y>
- [29] Ricci, F., Rokach, L., & Shapira, B. (Eds.). (2022). *Recommender systems handbook*(3rd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-0716-2197-4>
- [30] Cao, P., Zhou, F., Song, Q., & Yang, L. (2024). Controllable generation with text-to-image diffusion models: A survey. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2403.04279>
- [31] Jang, S., Roh, H., & Lee, G. (2025). Generative AI in architectural design: Application, data, and evaluation methods. *Automation in Construction*, 174, Article 106174. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2025.106174>
- [32] Peng, S., Kalliamvakou, E., Cihon, P., & Demirel, M. (2023). The impact of AI on developer productivity: Evidence from GitHub Copilot. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2302.06590>
- [33] Richey, R., & Klein, J. (2007). *Design and development research: Methods, strategies, and issues*. Lawrence Erlbaum Associates.
- [34] Polit, D., Beck, C., & Owen, S. (2007). Is the CVI an acceptable indicator of content validity? Appraisal and recommendations. *Research in Nursing & Health*, 30(4), 459–467. <https://doi.org/10.1002/nur.20199>
- [35] Yonsei University Software-Centered University Program Office. (n.d.). SW convergence education: Operation and expansion plan for the AI Convergence Advanced Major (DAICE). Retrieved June 3, 2026, from <https://swedu.yonsei.ac.kr/yonseisw/swedu03.do>
- [36] Sejong University. (n.d.). AI micro-degree. Retrieved June 3, 2026, from <https://www.sejong.ac.kr/kor/academics/ai-micro-degree-course.do>
- [37] Hanyang University ERICA AI Convergence Research Institute. (n.d.). Fostering innovative talent in AI convergence. Retrieved June 3, 2026, from <https://aic.hanyang.ac.kr/>
- [38] Merrill, M. (2002). First principles of instruction. *Educational Technology Research and Development*, 50(3), 43–59. <https://doi.org/10.1007/BF02505024>



최숙영

· 1998년 전북대학교 전산학과 (이학사)
 · 1991년 전북대학교 전산학과(이학석사)
 · 1996년 충남대학교 전산학과(이학박사)
 · 2008년 Nova Southeastern University 교육공학
 및 원격교육(교육학박사)
 · 1996년~현재 우석대학교 정보보안학과 교수

✚ 관심분야 : 인공지능 교육, 컴퓨팅사고 교육, 이러닝
 시스템 인공지능 윤리

✉ sychoi@woosuk.ac.kr