

AI 기반 적응형 학습(AI-AL)과 프로젝트 기반 학습(PBL) 통합모형 개발 및 효과 검증

간진숙*¹, 권명순**², 이유은*²

Development and Evaluation of an Integrated Model Combining AI-based Adaptive Learning (AI-AL) and Project-based Learning (PBL)

Jin-Sook Kan*¹, Myung-Soon Kwon**², and Yu-Eun Lee*²

요 약

본 연구는 AI 기반 적응형 학습과 프로젝트 기반 학습의 통합 수업 모형을 개발하고 실제 교과에 적용하여 효과를 검증하였다. 국내 H 대학교 학생 24명을 대상으로 단일군 사전 - 사후 설계를 적용하고, 대응표본 t 검정과 텍스트 마이닝을 실시하였다. 그 결과 AI 리터러시($\Delta=1.366$, $t=11.920$, $p<.001$), 학습 역량($t=5.989$, $p<.001$), AI 코스웨어 활용 자기효능감($\Delta=1.056$, $t=8.353$, $p<.001$)이 모두 유의하게 향상되었다. 질적 분석에서는 이해도 제고와 생산성 향상이 강점으로, 정보 정확성과 플랫폼 안정성이 개선 과제로 도출되었다. 이는 통합모형이 개인화와 실제 문제 해결 학습을 결합하여 학습성과와 학습경험을 동시에 향상시킬 수 있음을 시사한다. 또한 AI 조교, AI 튜터와 RAG 기반 지원 설계가 대학의 교수 - 학습 혁신에 기여할 가능성을 보여준다.

Abstract

This study developed and validated an integrated instructional model combining AI-based adaptive learning and project-based learning. Using a one-group pretest - posttest design with 25 university students, paired-samples t-tests and text mining were conducted. Significant improvements were found in AI literacy ($\Delta=1.366$, $t=11.920$, $p<.001$), learning competencies ($t=5.989$, $p<.001$), and AI courseware efficacy ($\Delta=1.056$, $t=8.353$, $p<.001$). Qualitative results highlighted enhanced understanding and productivity, while information accuracy and platform stability were identified as areas for improvement. The findings indicate that the integrated model effectively enhances both learning outcomes and learning experiences in higher education.

Keywords

integrated model, adaptive learning, project-based learning, AI literacy, university students' learning competency

* 한림대학교 교육혁신센터

- ORCID¹: <https://orcid.org/0000-0002-1300-5260>

- ORCID²: <https://orcid.org/0009-0004-4360-8777>

** 한림대학교 간호대학, 간호학연구소(교신저자)

- ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1496-9133>

• Received: Feb. 26, 2026, Revised: Mar. 25, 2026, Accepted: Mar. 28, 2026

• Corresponding Author: Myung-Soon Kwon

Dep. School of Nursing, Research Institute of Nursing Science,

Hallym University, Chunchon-si, Korea

Tel.: +82-33-248-2719, E-mail: kwon1314@hallym.ac.kr

I. 서 론

최근 고등교육에서는 학습자의 수준, 관심, 학습 속도 등 다양한 특성을 반영한 개인 맞춤형 학습의 필요성이 강조되고 있다. 특히 적응형 학습(AL, Adaptive Learning)은 학습자의 반응과 수행 데이터를 기반으로 학습 경로와 피드백을 개별화함으로써 학습 성취를 증진시키는 효과적인 교수 전략으로 주목받고 있다. 이러한 접근은 인공지능(AI), 특히 대규모 언어모델(LLM, Large Language Model)의 발전과 결합하면서 실시간 데이터 기반 맞춤 피드백 제공을 가능하게 하였다. 근래 연구에 따르면 개인 맞춤형 적응형 학습(Personalized adaptive learning)은 학습자의 학업 진전 문제를 해결할 수 있는 교육적 잠재력을 지니며, 학습 성과와 학습 품질 향상, 학생 참여 및 동기 증진에 긍정적 효과를 보이는 것으로 보고되었다[1]. 또한 AI 코스웨어 기반 수업은 학습자의 AI 리터러시 역량, 대학생 학습 역량, AI 도구 활용 효능감, 수업 참여도 및 만족도에 유의미한 영향을 미친다는 실증 결과가 제시되었다[2]. [3]의 연구에서는 LLM 기반 적응형 피드백이 예비 교사의 진단 추론 과제에서 글의 정당화 수준과 텍스트 분량을 유의하게 향상했으며, 학습자는 AI 피드백을 기존 정적 피드백보다 유용하고 흥미롭게 인식하였다. 다만 의사 결정의 정확도에서는 유의한 차이가 나타나지 않아 AI 피드백의 한계도 함께 제기되었다. 한편 [4]는 학습자가 AI 생성 결과를 비판적으로 평가하도록 설계된 평가 체제가 프로젝트 기반 학습(PBL, Project-Based Learning)과 결합될 경우 과정 중심 학습의 형성적 기능을 더욱 강화할 수 있음을 강조하였다. 이와 같이 AI 기반 적응형 학습(AL)과 프로젝트 기반 학습(PBL)의 통합은 개인화 학습과 고차원 역량 함양을 동시에 달성할 수 있는 잠재적 교육 혁신 모델로 부상하고 있다 [1][5][6]. 그러나 기존 연구는 언어 학습 분야에 집중되는 경향이 있으며[7][8], 특정 전문성이 요구되는 학문 분야에서는 실증적 검증이 충분하지 않다. 또한 학습자의 행동적·기술적 수행을 반영한 객관적 지표 활용이 제한적이라는 점도 한계로 지적되고 있다[9].

특히 간호·보건 교육과 같이 실제 문제 맥락과 전문적 판단이 요구되는 영역에서는 AI-AL과 PBL을 결합하여 창의적 산출과 근거 기반 탐구를 동시에 촉진하는 수업 설계가 요구된다[10][11]. 그러나 다수의 선행 연구는 실제 교과 적용이 아닌 실험적 환경에서 수행되었거나, 단일 피드백 개입 수준에 머물러 교육 현장 적용 가능성에 대한 검증이 충분하지 않다. 이에 본 연구는 이러한 한계를 보완하고자 AI 기반 적응형 학습과 프로젝트 기반 학습 통합모형을 설계·개발하고, 이를 실제 대학 교과목에 적용하여 교육적 효과와 실현 가능성을 실증적으로 검증하고자 한다. 이를 위해 설정한 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 문헌 고찰, 전문가 타당화 검증, 수업 적용을 통해 도출된 AI 기반 적응형 학습과 프로젝트 기반 학습 통합모형의 구조와 설계 원리는 무엇인가?

둘째, AI 기반 적응형 학습과 프로젝트 기반 학습 통합모형을 적용한 수업은 학습자의 AI 리터러시, 대학생 학습 역량, AI 코스웨어 활용 자기효능감에 어떠한 교육적 효과를 미치는가?

II. 관련 연구

2.1 적응형 학습(AL)

적응형 학습은 스마트 기술을 활용하여 학습자의 특성, 학습 성과, 발달 수준의 차이와 변화를 실시간으로 모니터링하고, 이에 따라 교수 전략을 적시에 조정하는 기술 기반 교수·학습 접근으로 정의된다[1]. 본 연구에서 검토한 선행 연구에 따르면, 사전 지식 퀴즈는 적응형 콘텐츠 제공을 활성화하는 대표적 지표로 활용되었으며, 학습 분석 데이터(활동 로그, 클릭 스트림), 학생 참여도, 학습 프로필, 사회적·행동적 특성, 콘텐츠 관련 질문에 대한 자신감 수준 등 다양한 학습자 변인이 적응 근거로 사용되었다. [1]은 맞춤형 적응 학습의 주요 강점으로 개인화 및 맞춤화(62%), 학습 결과 및 학습 품질 향상(36%), 교수 효율성 증진(9%)을 제시하였다. 또한 학생 참여 및 동기 향상, 학습 콘텐츠 접근성 개선, 자기주도 학습 지원, 학업 성취 향상, 불안 감소, 지

속적 피드백 제공, 교육 연속성 유지 등 다층적 효과가 보고되었다. 이처럼 적응형 학습은 학습자의 수준, 선호, 학습 속도를 반영하여 맞춤형 학습 경로를 제공함으로써 개별화와 자기 주도성을 동시에 강화하는 접근으로 이해된다. 최근 메타분석 및 체계적 문헌고찰 결과에 따르면, 대학에서 적응형 학습을 도입한 수업은 전통적 교수 방식에 비해 학습 성취와 참여도에서 유의한 향상을 보였으며, 특히 성취 격차 완화에 긍정적 영향을 미친 것으로 보고되었다[12]. 나이가 인공지능 기술을 결합한 적응형 학습의 효과도 점차 축적되고 있다. 대규모 언어모델(LLM) 기반 AI 튜터 및 AI 조교 시스템은 학습자 수준 진단, 개인화 문제 제시, 자동 피드백 제공을 통해 교수자의 한계를 보완하는 것으로 나타났다. [13]은 AI가 학습 데이터를 기반으로 실시간 맞춤형 피드백을 제공함으로써 자기주도 학습을 촉진한다고 보고하였으며, [14]는 AI 기반 적응형 피드백이 대학생의 글쓰기와 진단 추론 과제에서 학습 성과와 학습 동기를 동시에 향상했음을 제시하였다. 따라서 AI 기반 적응형 학습(AI-AL)은 단순한 보조 도구를 넘어, 학습 분석을 통한 정밀한 개별화, 실시간 상호작용 기반 참여 촉진, 형성평가 자동화를 통한 교수 효율성 제고라는 다층적 효과를 갖는 교수-학습 체계로 확장되고 있다. 한편, [10]은 적응형 학습의 원리와 핵심 구성요소, 적응 기법, 적응성 구조, 피드백 특성 등을 체계적으로 정리하였으며, 본 연구에서는 이를 토대로 표 1과 같이 재구성하였다.

표 1. 적응형 학습 원리 및 핵심 구성요소

Table 1. Summary of adaptive learning principles and core components

Category	Key features	Description
Principles of adaptive learning	Personalization & individualization	Adjusting task sequence, difficulty, and feedback according to the learner's knowledge, pace, and preferences
	Dynamic adjustment	Real-time modification of feedback and support based on learner responses
	Learner modeling	Continuously reflecting the learner's learning style, preferences, and goals

Core components	Learner model	A data structure reflecting the learner's background knowledge, learning style, and goals
	Instructional model	Defining teaching methods, instructional strategies, activity sequences, and assessment modes
	Domain model	A structured organization of the learning topic and domain knowledge
Adaptive techniques	Adaptive presentation of learning content	Providing content tailored to the learner's proficiency level
	Adaptive use of learning activities	Differentiating activities and tasks based on the learner's level
	Adaptive communication support	Supporting learning through peer-to-peer collaboration
	Adaptive assessment	Providing customized assessments tailored to the learner's level
	Adaptive problem-solving support	Providing feedback aligned with the learner's problem-solving process
Adaptivity structure (4 elements)	Means	What learner information (knowledge, traits, etc.) is used for adaptation?
	Target	Which aspects of the pedagogical or domain model are adapted?
	Goal	The pedagogical purpose to be achieved through adaptation
	Strategy	The method of executing adaptation through interaction between the learner and the system
Feedback characteristics (4 elements)	Function	Cognitive support, motivation, provision of correct answers, etc.
	Timing	Prior, immediate, or delayed feedback
	Scheduling	Provision based on specific conditions (time, achievement level, etc.)
	Ttypes of feedback	Informative, cognitive, affective, and dynamic.

2.2 프로젝트 기반 학습(PBL)

프로젝트 기반 학습(PBL)은 일정 기간 하나의 완성된 프로젝트를 수행하며, 상호 연관된 실제 문제를 해결하는 것을 목표로 하는 학생 중심 교수법이다. 학습자는 실제적 맥락에서 다양한 자원을 활용하고 지속적인 탐구 과정을 거치며, 특정 주제의 개념과 원리를 중심으로 심화된 학습을 경험한다[6]. [6]은 PBL을 21세기 핵심 역량, 특히 고차원적 사고력 함양을 직접적으로 지향하는 교수·학습 접근으로 규정하며, 실제 상황과 개방적 환경에서의 도전적 문제 해결 활동이 고차 사고를 촉진한다고 강조하였다. 실증 연구 또한 PBL의 교육적 효과를 뒷받침한다. [15]는 산업 협력을 강화한 PBL 프레임워크를 고등교육 과정에 통합하여 학생들의 미래 준비도와 취업 역량에 미치는 영향을 검증하였다. 연구 결과, 직무 관련 역량은 평균 25%, 학습 참여도는 30%, 만족도는 35% 증가하였으며, 문제해결력(30%), 기술 역량(28%), 팀워크(32%), 의사소통 능력(31%) 등 다양한 핵심 역량에서 유의미하게 향상되었다. 이는 PBL이 학습 성과뿐 아니라 취업 역량과 학습 몰입을 동시에 강화하는 효과적인 교수 전략임을 보여준다. 최근에는 PBL과 인공지능(AI)의 결합 가능성이 주목받고 있다. [16]에 따르면, PBL과 생성형 인공지능(GAI, Generative AI)을 결합한 수업에서 GAI는 코드 생성 속도를 향상시켜 학습 생산성을 높임과 동시에 결과물의 정확성에 대한 불확실성도 증가시킨 것으로 나타났다. 이는 AI 활용이 학습 효율성을 증진시키는 동시에 비판적 검토와 검증 절차의 중요성을 요구함을 시사한다. 그러나 기존 연구는 주로 PBL과 GAI의 부분적 결합에 초점을 두고 있으며, PBL 맥락에서 AI 기반 적응형 학습(AI-AL)을 체계적으로 통합하여 적용한 연구는 제한적이다. 즉, 실시간 진단 - 보완 - 피드백 체계를 갖춘 AI-AL을 PBL 과정에 구조적으로 통합한 교수 모형에 대한 실증적 검증은 충분하지 않은 상황이다. 이에 본 연구는 PBL과 AI-AL을 융합한 새로운 통합 수업 모형을 설계·개발하고, 이를 실제 대학교과에 적용하여 그 효과성을 검증하고자 한다. 이를 위해 [11][17]에서 제시한 PBL의 핵심 요소와 단

계 구조를 체계적으로 정리하였으며, 그 결과를 표 2에 제시하였다.

표 2. 프로젝트 기반 학습(PBL)의 핵심 요소 및 단계
Table 2. Core elements and stages of Project-Based Learning (PBL)

Category	Content	Description
Core elements	Challenging problem or question	Starting learning centered on an authentic and meaningful problem
	Sustained inquiry	In-depth learning through a process of investigation, inquiry, and iterative revision
	Authenticity	Addressing topics closely related to real-life contexts or the field
	Student voice & choice	Learners participate with decision-making power and agency
	Reflection	Looking back and reflecting on the learning process and outcomes
	Critique & revision	Improving products through feedback from peers and instructors
	Public product	Presenting and sharing learning outcomes with a community or real audience
Phases	Problem presentation	Presenting a challenging problem or question to investigate
	Planning	Establishing inquiry plans, role distribution, and schedules
	Inquiry & execution	Conducting inquiry activities such as data research, analysis, discussion, and experiments
	Product creation	Creating deliverables (projects, reports, contents, etc.)
	Sharing & presentation	Presenting and sharing learning results with an audience
	Evaluation & reflection	Improving through instructor/peer evaluation and self-reflection

2.3 통합모형(Integrated model)

AI 기반 적응형 학습과 프로젝트 기반 학습을 통합하여 적용한 연구는 아직 초기 단계에 머물러 있으나, 그 교육적 가능성을 탐색하려는 다양한 시도가 이루어지고 있다. 최근에는 적응형 디지털 PBL 모형(Adaptive digital PBL model)을 개발하여, 학생들이 디지털 창작물을 산출하는 프로젝트 과정에서 인공지능 기반 적응형 지원을 제공한 연구가 보고되었다. 해당 연구에서는 개인화된 학습 경로와 피드백을 통해 학습 몰입도가 향상되었으며, 산출물의 질과 창의성 또한 유의하게 개선된 것으로 나타났다[18]. 다만, 제한된 표본 규모와 장기적 효과 검증의 부족은 후속 연구 과제로 제시되었다. 또한 대학 학부 과정에서 AI 애플리케이션을 활용한 PBL 수업 연구에서는, 학생들이 언어 학습 프로젝트 수행 과정에서 다양한 AI 도구를 자율적으로 활용하도록 설계하였다. 그 결과 AI 도구의 유용성과 편의성에 대한 긍정적 인식이 보고되었으며, 학습경험에 대한 만족도 또한 향상된 것으로 나타났다[19]. 그러나 해당 연구는 주로 학습자의 인식과 태도 변화에 초점을 두었으며, 학업 성취, 비판적 사고력, 문제해결력과 같은 구체적 역량 변화를 실증적으로 검증하지 못했다는 한계를 지닌다.

한편, 고등교육 맥락에서 AI와 PBL을 통합한 교수·학습 설계를 적용한 연구에서는 협업 능력과 창의성, 학업 성취도가 유의하게 향상된 것으로 보고되었다[18]. 학생들은 프로젝트 수행 과정에서 AI를 활용하여 아이디어를 확장하고 자료를 분석함으로써 과제 완성도를 높였으며, 수업 참여도와 몰입도 또한 긍정적으로 변화하였다. 그러나 이러한 연구들은 적응형 학습의 핵심 요소인 학습자 맞춤 경로 설계나 다층적 피드백 체계의 체계적 구현에는 상대적으로 미흡하였다. 최근에는 생성형 AI 기반 적응형 학습과 인간 피드백(Human-in-the-loop)을 결합한 접근도 제시되었다[20]. 해당 연구에서는 학습자가 AI 응답을 수동적으로 수용하는 것이 아니라, 이를 평가·수정·보완하는 과정을 거치면서 학습 효과와 자기효능감이 향상된 것으로 나타났다. 이는 PBL의 탐구 및 성찰 구조와 유사한 메커니즘을 지

니며, 적응형 학습의 형성적 기능을 강화하는 사례로 해석된다. 그럼에도 불구하고, PBL의 전 과정에 AI 기반 적응형 학습을 체계적으로 통합하여 설계·운영한 연구는 아직 제한적이며, 대부분 보조적 도구 수준에 머무르는 경향이 있다. 종합하면, 기존 연구들은 AI 기반 적응형 학습과 PBL의 통합이 학습 참여도, 성취도, 창의적 문제 해결 역량 향상에 긍정적 영향을 미칠 수 있음을 보여주고 있다. 그러나 단기적·부분적 적용에 그치는 경우가 많으며, 학습자 맞춤 경로 설계, 다층적 피드백 체계 구축, 실제 수업 맥락에서의 안정적 운영과 같은 핵심 요소는 충분히 검증되지 않았다. 이에 본 연구는 이러한 한계를 보완하고자, 간호학 관련 교과목에 AI 기반 적응형 학습과 PBL 통합모형을 체계적으로 설계·적용하여 그 교육적 효과와 실현 가능성을 실증적으로 검증하고자 한다.

III. 연구 방법

3.1 연구 대상

본 연구는 H 대학교 간호학과에서 2025학년도 1 학기에 개설된 「보건교육방법론」 교과목을 수강한 학부생 3학년 24명으로 남학생 1명과 23명의 여학생을 연구 대상으로 하였다. 연구 윤리 확보를 위하여 연구자는 수업 시작 전 학생들에게 새로운 교육 방법 적용의 취지와 연구 목적을 설명하였고, 수집 자료는 익명화하여 학술적 목적으로만 활용됨을 안내하였다. 또한 자료의 연구 활용 여부가 학업성적에 어떠한 영향도 미치지 않으며, 분석 단계에서 개인 식별 정보는 모두 제거되어 완전한 익명 데이터로 처리됨을 고지하였다. 이후 이에 대한 학생들의 구두 동의를 확인한 후 연구를 수행하였다.

3.2 연구 방법 및 절차

본 연구는 그림 1에 제시된 절차에 따라 문헌 고찰과 전문가 타당도 검증을 통해 AI 기반 적응형 학습과 프로젝트 기반 학습 통합모형의 초안을 개발하고, 이를 실제 교과에 적용하여 효과를 검증하

는 단계로 진행되었다. 수업은 개발된 통합모형을 토대로 설계·구성되었으며, AI 기반 적응형 학습과 실제적 문제 해결 중심의 PBL 활동이 유기적으로 결합하도록 운영되었다. 구체적으로 본 연구에서는 H 대학교의 요청에 따라 HM컴퍼니가 구축한 AI 코스웨어 기반의 적응형 학습 자료, 실제 문제 해결

을 위한 PBL 과제 시나리오, 그리고 프롬프트 설계와 AI 생성 결과에 대한 비판적 검토 및 자기 성찰을 포함한 구조화된 학습 활동지를 적용하였다. 해당 AI 코스웨어는 학습자의 진단 결과를 바탕으로 AI가 수준별 학습 문항과 피드백을 생성하여 제공하는 적응형 학습 시스템으로 설계되었다.

Research procedure	Research content	Research method
Research design & analysis	Literature review & analysis	Exploration of research trends and analysis of prior studies on AI-based adaptive learning and PBL application.
Development of 1st model	Development & validation of initial model	- Development of the initial integrated model for AI-based adaptive learning and PBL. - Verification of expert validity for the initial model (1 expert each from pedagogy, instructional design, and AI education). - Development of the 1st revised model after modification and supplementation.
Verification of empirical effectiveness	Class preparation	(Instructor) Design of the 『Health Education Methodology』 course applying the integrated model, development of course materials, design of AI courseware, data input, and generation/review of problems.
	Pre-survey	Implementation of pre-surveys on AI literacy competency, college student learning competency, and self-efficacy in AI courseware usage among students before class.
	Class operation	(Instructor) Operation of the 『Health Education Methodology』 course applying the integrated model of AI-based adaptive learning and PBL. (Learner) problem solving, execution of PBL tasks, and derivation of results.
	Post-survey	Implementation of post-surveys targeting students on the integrated model regarding quantitative effects (AI literacy competency, college student learning competency, self-efficacy in AI courseware usage) and qualitative effects (Satisfying aspects and limitations).
	Data analysis	- Verification of the empirical effectiveness of the class case applying the integrated model of AI-based adaptive learning and project-based learning. - Analyzing pre-post survey results for AI literacy competency, college student learning competency, and self-efficacy in AI courseware usage (Paired samples t-test). - Content analysis on the satisfying aspects and limitations of learning with the integrated model.
Development of final model	Refinement of 1st model	- Modification and supplementation of the 1st model after verification. - Development of the final integrated model for AI-based Adaptive learning and PBL.

그림 1. 연구 방법 및 절차

Fig. 1. Research methods and procedures

이러한 교수·학습 전략은 학습자의 개인화된 학습경험을 강화하고, 프로젝트 수행 과정에서 문제 해결력과 자기 주도성을 동시에 증진하도록 설계되었다.

3.3 수업 설계 및 수업 운영

본 연구에서 운영한 수업은 AI 기반 적응형 학습과 프로젝트 기반 학습 통합모형을 토대로 설계·구성하여 운영되었다. 수업 과정에서는 HM컴퍼니의 AI 코스웨어를 활용한 적응형 학습 자료, 실제 문제 해결을 위한 PBL 과제 시나리오, 그리고 프롬프트 설계와 AI 생성 결과의 비판적 검토 및 자기 성찰 활동을 포함한 구조화된 학습 활동지를 적용하였다. 이러한 교수·학습 자료와 전략은 학습자가 개인화된 학습경험을 통해 핵심 역량을 강화하고, 프로젝트 수행 과정에서 문제해결력과 자기 주도성을 증진하도록 설계되었다. 표 3은 수업 설계 및 운영에 활용된 자료와 구성요소를 제시한 것이며, 표 4에는 수업 설계의 핵심 내용을 정리하였다.

표 3. 수업 설계 및 운영에 활용된 자료와 구성요소
Table 3. Materials and components utilized in course design and operation

Category	Key materials/components	Purpose of use	Method of utilization
AL materials	HM courseware-based content	Supporting customized learning reflecting learner levels and needs	Pre-diagnosis → provision of level-specific content → real-time feedback
PBL task scenarios	Authentic problem-centered project tasks	Enhancing problem-solving and collaboration competencies	Conducting team projects, producing deliverables, and presentation
Activity worksheets	Prompt design, critical review of AI results, self-reflection	Promoting critical thinking and metacognition during AI usage	Recording self-reflection after reviewing, modifying, and refining AI outputs

표 4. 수업설계의 핵심내용

Table 4. Core contents of instructional design

Weeks	Phase	Key activities	Instructor role	Learner activity	Materials & tools
1	Intro	Diagnostic assessment & level analysis	Diagnosing learners, guiding learning paths	Verifying proficiency level, setting learning goals	HM courseware (diagnostic tool)
2 - 5	AL	Foundational concept learning & re-mediation	Providing feedback, guiding Q&A	Exploring personalized learning paths, solving problems	HM courseware, learning worksheets
6 - 7	Reflection & Reinforcement	Learning check & self-reflection	Monitoring progress, providing individual feedback	Checking learning process, self-directed reflection	Learning worksheets
9 - 13	PBL	Project execution (topic selection → program design → content development)	Guiding topic derivation, feedback on design, production support	Conducting team projects, creating content, presentations	Chatgpt, perplexity, note-booklm, vrew, etc.
14	Conclusion & sharing	Presentation of outcomes & comprehensive feedback	Comprehensive evaluation, facilitating peer review	Presenting outcomes, mutual (peer) feedback	Presentation materials, vrew, etc.
Throughout Course	Management	Attitude/participation management, final evaluation	Rubric-based assessment, achievement management	Team collaboration, self-directed participation	Assessment rubric, attendance & participation records

3.4 자료 분석

3.4.1 측정 도구

본 연구에서는 AI 기반 적응형 학습과 프로젝트 기반 학습 통합모형이 학생들에게 미치는 교육적 효과를 측정하기 위해 [2]에서 활용한 측정 도구를 일부 사용하였다. 사전·사후 조사를 위한 측정 도구로

는 AI 리터러시 역량[21][22], AI 코스웨어 활용 자기 효능감[23] 문항을 사용하였다. 그리고 AI 결합 적응형 학습과 프로젝트 기반 학습 통합모형을 근거로 한 AI 코스웨어에 대한 학생들의 만족한 점과 아쉬운 점을 도출하기 위한 개방형 설문을 시행하였다. 또한, 본 연구에서 측정한 도구에 대해 각각의 신뢰도 (Cronbach's alpha) 계수를 산출한 결과, 표 5와 같이 모든 변인에서 신뢰도는 양호한 것으로 판단되었다.

표 5. 도구별 측정 시기, 측정 변인, 문항 수 및 신뢰도
Table 5. Measurement time points, variables, number of items, and reliability by tool

Time point	Measure-ment variable	Sub-variable	No. of items	Total items	Cronbach's α	
					Pre	Post
Pre & post	AI literacy com-petency	Social impact of AI	5	24	.899	.857
		AI implementation planning	5			
		AI problem solving	4			
		Understanding AI	4			
		Data literacy	4			
		AI ethics	2			
	College student learning com-petency	Critical thinking & problem solving	6	32	.945	.916
		Learning strategies	3			
		Academic self-efficacy	7			
		Learning persistence & attitude	5			
		Learning interest	4			
		Academic passion	3			
		Learning environment management	2			
		Time management & goal setting	2			
	Self-efficacy in AI course-ware usage	Self-efficacy in AI courseware usage	3	3	.872	.781
Post	Open-ended questions	Satisfaction with AI courseware	1	1	-	-
		Areas for improvement in AI courseware	1	1	-	-

3.4.2 분석 방법

본 연구는 2025학년도 1학기에 개설된 AI 기반 적응형 학습과 프로젝트 기반 학습 통합모형 수업 「보건교육방법론」 수강생 24명을 단일 집단으로 설정하여 설계되었다. 연구 문제를 검증하기 위하여 학기 초와 학기 말에 AI 리터러시 역량, 대학생 학습 역량, AI 코스웨어 활용 자기효능감을 측정하였다. 수집된 자료는 SPSS 29.0을 활용하여 기술통계와 대응표본 t-검정을 실시하였으며, 통계적 유의수준은 $p < .05$ 로 설정하였다.

또한 AI 코스웨어 사용에 대한 학생들의 긍정적 경험과 개선 요구를 탐색하기 위하여 총 34건의 개방형 응답을 수집하였다. 질적 자료는 SPSS Modeler Premium 17을 활용하여 텍스트 마이닝 기법으로 분석하였으며, 주요 분석 방법은 빈도 분석이었다. 핵심 내용 도출을 위하여 주요 키워드의 출현 빈도를 산출하였고, 텍스트 추출은 국소 표현 방식인 원-핫 인코딩 기법을 적용하였다.

IV. 연구 결과

4.1 최종 AI 기반 적응형 학습(AL)과 프로젝트 기반 학습(PBL) 통합모형 개발

본 연구는 초기 모형을 전문가 타당도 검증과 실제 수업 적용을 통해 수정·보완하고, 이를 바탕으로 최종모형을 확정하는 절차를 채택하였다. 최종모형은 AI 기반 적응형 학습과 프로젝트 기반 학습을 통합한 교수-학습 모형으로, 수업 준비-적응형 학습-프로젝트 기반 학습-정리-수업 관리의 단계로 구조화되었다. 또한 본 모형은 교수자, 학습자, AI 교수-학습 시스템 간의 상호작용을 핵심 원리로 하여 설계·개발되었다.

4.1.1 전문가 델파이 결과

초기 AI 기반 적응형 학습과 프로젝트 기반 학습 통합모형의 타당성과 개선 방향을 검증하기 위하여 교육학 박사 3인을 대상으로 2차에 걸친 전문가 델

파이 조사를 실시하였다. 분석 결과, 최종모형의 내용 타당도 지수(CVI)는 .82~.86 범위로 나타났으며, 평가자 간 일치도(IRA)는 .89로 확인되었다. 이는 [24][25]에서 제시한 타당성 판단 기준을 충족하는 수준으로 해석할 수 있다. 표 6은 단계별 초기 모형에서 최종모형에 이르기까지 전문가 개방형 응답을 분석한 결과를 제시한 것이다.

표 6. 통합모형의 단계에 따른 전문가 검토 의견 및 개선 사항 분석

Table 6. Analysis of expert review opinions and improvements by phase of the integrated model

Phase	Initial model	1st Revised model (reflecting expert feedback)	Final model (post-implementation)
Class preparation	Instructor: designing course & AI courseware, developing pbl problems, rubrics, & materials	Adds "item bank creation & verification" to the instructor's role	Instructor: role expands to analysis, item bank creation/verification, content development, and assessment tool design
AL process	AI TA: generating problems & instructor verification	Specifies supplementary learning steps based on diagnostic results	AI TA: problem generation + rubric generation + provision of feedback strategies
PBL process	Learner: downloading & checking learning materials	Specifies procedures for pre-learning (diagnostic) assessment	Learner: reinforces participation in the learning preparation phase
Wrap-up	Diagnosing knowledge state	Maintains same structure	Differentiates diagnostic results into levels (low/mid/high) for supplementary learning (remediation)
Class management	Diagnostic problems → providing results	Adds expert feedback in addition to instructor feedback	Adds procedure: question request → response → understanding PBL methods in adaptive learning

4.1.2 AI 기반 적응형 학습(AL)과 프로젝트 기반 학습(PBL)의 원리와 구성요소

AI 기반 적응형 학습과 프로젝트 기반 학습의 원리 및 구성요소는 선행 연구 [3][10][11]에서 제시된 핵심 원리와 구성요소를 토대로 도출하였다. 이를 본 연구의 목적과 맥락에 부합하도록 재구성하였으며, 그 결과는 표 7과 표 8에 제시하였다.

표 7. AI 기반 적응형 학습과 프로젝트 기반 학습의 핵심 원리

Table 7. Core principles of AI-based adaptive learning and project-based learning

Core principle	Description
Personalization & customization	Providing customized learning paths and materials based on the learner's level, preferences, and achievement
Response dependency	Providing real-time feedback that changes according to the learner's task performance and responses
Specificity & improvement support	Clearly presenting error points and achievement gaps, and guiding specific directions for improvement
Promotion of motivation & engagement	Enhancing learning motivation and persistent participation through AI-based feedback and pbl tasks
Authentic	Conducting learning centered on project problems connected to real life

표 8. AI 기반 적응형 학습과 프로젝트 기반 학습의 핵심 구성요소

Table 8. Core components of AI-based adaptive learning and project-based learning

Component	Key content
Learner	Data structure reflecting the learner's knowledge level, learning history, preferences, and goals
Instructor	Designing instructional goals, teaching strategies, AI-based problem creation, PBL phase activities, and feedback methods
Teaching - learning system	AI TA, ai tutor, AI courseware platform, AI-based LMS

4.1.3 AI 기반 적응형 학습(AL)과 프로젝트 기반 학습(PBL)의 통합모형 개발

본 연구는 AI 기반 적응형 학습과 프로젝트 기반 학습의 강점을 통합하여 학습자의 개인화된 학습 경험과 실제적 문제 해결 역량을 동시에 강화할 수 있는 최종 통합모형을 그림 2와 같이 개발하였다.

본 모형은 교수자, 학습자, 교수-학습 시스템을 핵심 구성요소로 하며, 수업 준비-적응형 학습 과정-프로젝트 기반 학습 과정-정리-수업 관리의 다섯 단계로 구조화되었다. 각 단계에서는 GAI와 RAG를 핵심 지원 도구로 활용하여 학습 지원과 피드백을 실시간으로 제공하도록 설계되었다.

교수자는 수업의 설계자이자 촉진자로서 GAI를 활용하여 PBL 문제를 개발하고 학습 자료 및 평가 도구를 설계한다. 또한 AI 조교와 협력하여 문제 은행 구축, 루브릭 검증, 학습 자료 검수 및 평가 전략 수립을 수행하며, 프로젝트 전 과정의 학습 성과를 종합적으로 관리한다. 학습자는 사전 지식 진단을 통해 자신의 수준을 파악하고, 진단 결과에 따라 보충 또는 심화 학습 자료를 선택적으로 학습한다. 이후 팀 기반 프로젝트에 참여하여 문제 정의, 아이디어 도출, 프로토타입 설계, 해결안 수정 및 발표의 과정을 거친다. 이 과정에서 AI 튜터는 RAG 기반 탐색과 GAI 기반 피드백을 결합하여 학습자 수준에 적합한 학습 경로를 안내하고 맞춤형 피드백을 제공한다.

이를 위해 RAG는 교과목 강의자료를 기반으로 설계·구현하였다. 강의자료를 주차별 강의 내용을 기준으로 분할 및 임베딩하여 검색 가능한 형태로 구성하였으며, 검색된 문맥 정보를 생성 과정에 반영

할 수 있도록 설계하였다. 구현 과정에서는 GPT-4o와 text-embedding-ada-002를 활용하였고, 별도의 외부 VectorDB 없이 OpenAI Assistants API와 통합하여 구현하였다. 이를 바탕으로 객관식, 단답형, 서술형 문항 생성이 가능하도록 하였으며, 문항 난이도는 교수자가 지정할 수 있도록 구성하였다. 또한 학습자의 응답에 대해서는 정답 여부를 중심으로 관련 강의자료를 참조한 피드백을 제공함으로써, 교과목 맥락에 기반한 문항 생성과 피드백 제공이 이루어지도록 하였다.

교수-학습 시스템은 AI 조교, AI 튜터, AI 코스웨어 플랫폼, AI 기반 LMS로 구성된다. AI 조교는 GAI를 활용한 문제 생성, 루브릭 설계 및 피드백 전략 생성을 지원하고, RAG 기반 자료 탐색을 통해 근거 중심 콘텐츠를 제공한다. AI 튜터는 학습자 데이터를 분석하여 수준별 학습 경로를 안내하고 실시간 적응형 피드백을 제공한다. AI 코스웨어 플랫폼은 적응형 학습 자료와 문제 은행을 통합 제공하며, AI 기반 LMS는 자동 채점, 학습 진단, 성과 관리 및 CQI 보고서 작성 기능을 통해 수업 운영의 체계성과 효율성을 강화한다.

최종 통합모형은 AL과 PBL을 유기적으로 결합하여 학습자의 기초 역량 보완과 고차원적 사고력 함양을 동시에 지향한다. 특히 GAI와 RAG의 결합은 창의적 산출과 근거 기반 탐구를 조화롭게 지원하며, AI 조교와 AI 튜터의 상호 보완적 역할은 교수자와 학습자 간 상호작용을 구조적으로 강화하도록 설계되었다.

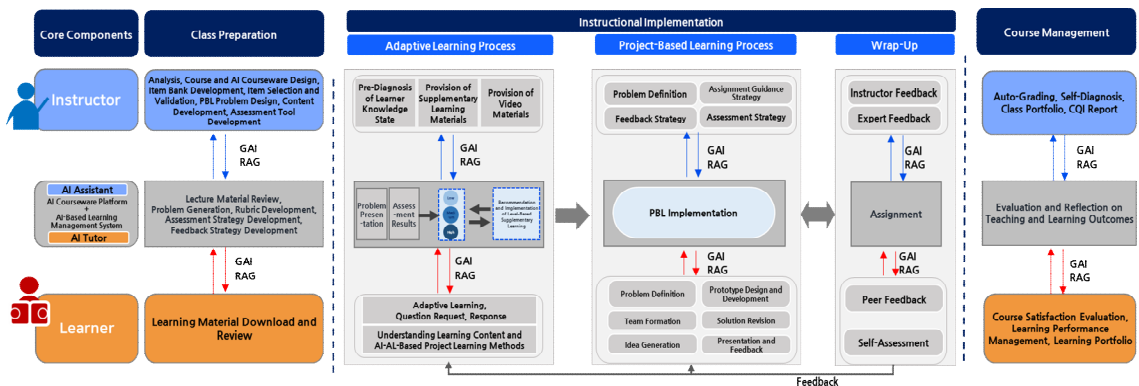


그림 2. AI 결합 적응형 학습과 프로젝트 기반 학습 통합모형
Fig. 2. Integrated Model Combining AI-Based Adaptive Learning (AI-AL) and Project-Based Learning (PBL)

4.2 통합모형을 적용한 수업의 효과성

4.2.2 대학생 학습 역량

4.2.1 AI 리터러시 역량

통합모형 학습이 학생들의 AI 리터러시 역량에 미치는 영향을 검증하기 위해 먼저 기술통계를 시행하였다. 응답 결과의 정규성을 알아보기 위해 왜도와 첨도 값을 분석한 결과, 표 9와 같이 $|왜도| < 2$, $|첨도| < 4$ 의 기준에 의해 정규성이 확인되었다[26]. 학생들의 AI 리터러시 역량은 사전 조사 평균 점수($M=3.402$) 대비 사후 조사 평균 점수($M=4.768$)가 1.366점 향상되었다.

AI 리터러시 역량에 대한 하위 요소별 변화 추이를 살펴본 결과, 표 10과 같이 ‘인공지능 사회적 영향($t=10.069$, $p < .001$)’, ‘인공지능 실행 계획($t=10.043$, $p < .001$)’, ‘인공지능 문제 해결($t=10.112$, $p < .001$)’, ‘인공지능의 이해($t=8.757$, $p < .001$)’, ‘데이터 리터러시’, ‘인공지능 윤리’의 6개 하위 요소 모두에서 유의미한 변화가 나타났다($p < .001$).

표 9. AI 리터러시 역량 사전-사후 검증 기술통계 결과(N=24)

Table 9. Descriptive statistics results for pre-post verification of AI literacy competency (N=24)

Category		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>S</i>	<i>K</i>	<i>t</i>
AI literacy competency	Pre	3.402	0.438	0.218	-0.688	11.920***
	Post	4.768	0.277	-1.109	-0.019	

*** $p < .001$

통합모형 학습이 학생들의 학습 역량에 미치는 영향을 검증하기 위해 마찬가지로 기술통계를 시행한 결과, 표 11과 같이 [26]의 기준에 의해 정규성이 확인되었고, 학생들의 학습 역량은 사전 조사 평균 점수($M=3.859$) 대비 사후 조사 평균 점수($M=4.563$)가 0.704점 향상되었다.

대학생 학습 역량에 대한 하위 요소별 변화 추이를 살펴본 결과, 표 12와 같이 8개 하위 요소 중 ‘비판적 사고력 및 문제 해결 능력($t=6.500$, $p < .001$)’, ‘학습 전략($t=2.575$, $p < .05$)’, ‘학습 효능감($t=5.952$, $p < .001$)’, ‘학습 끈기 및 태도($t=4.868$, $p < .001$)’, ‘학습 흥미($t=3.391$, $p < .01$)’, ‘학습 열정($t=3.676$, $p < .01$)’, ‘학습 시간 관리 및 목표 설정($t=4.890$, $p < .001$)’의 7개 요소에서 유의미한 변화가 나타났다($p < .05$, $p < .01$, $p < .001$). 그러나, ‘학습 환경 관리’ 요소에서는 통계적으로 유의미한 변화가 나타나지 않았다($t=1.940$, $p = .065$).

표 11. 대학생 학습 역량 사전-사후 검증 기술통계 결과(N=24)

Table 11. Descriptive statistics results for pre-post verification of college student learning competency (N=24)

Category		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>S</i>	<i>K</i>	<i>t</i>
College student learning competency	Pre	3.859	0.437	-0.002	-0.043	5.989***
	Post	4.563	0.422	-1.004	0.434	

*** $p < .001$

표 10. AI 리터러시 역량 하위 요소별 사전-사후 대응 표본 t 검정 결과(N=24)

Table 10. Paired samples t-test results for AI literacy competency by sub-factor (N=24)

Sub-factor	<i>M</i>	Std. deviation	Std. error mean	95% confidence interval of the difference		<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
				Lower	Upper			
Social impact of AI	1.033	0.503	0.103	.821	1.246	10.069***	23.000	.000
AI implementation planning	1.383	0.675	0.138	1.098	1.668	10.043***	23.000	.000
AI problem solving	1.198	0.580	0.118	.953	1.443	10.112***	23.000	.000
Understanding AI	1.760	0.985	0.201	1.345	2.176	8.757***	23.000	.000
Data literacy	1.490	0.974	0.199	1.078	1.901	7.494***	23.000	.000
AI ethics	1.333	0.789	0.161	1.000	1.667	8.274***	23.000	.000

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

표 12. 대학생 학습 역량 하위 요소별 사전-사후 대응 표본 t 검정 결과(N=24)

Table 12. Paired samples t-test results for college student learning competency by sub-factor (N=24)

Sub-factor	<i>M</i>	Std. deviation	Std. error mean	95% confidence interval of the difference		<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
				Lower	Upper			
Critical thinking & problem solving	0.799	0.602	0.123	.544	1.053	6.500***	23	.000
Learning strategies	0.389	0.740	0.151	.076	.701	2.575*	23	.017
Academic self-efficacy	0.875	0.720	0.147	.571	1.179	5.952***	23	.000
Learning persistence & attitude	0.858	0.864	0.176	.494	1.223	4.868***	23	.000
Learning interest	0.875	1.264	0.258	.341	1.409	3.391**	23	.003
Academic passion	0.847	1.129	0.231	.370	1.324	3.676**	23	.001
Learning environment management	0.375	0.947	0.193	-.025	.775	1.940	23	.065
Time management & goal setting	0.775	0.776	0.158	.447	1.103	4.890***	23	.000

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

4.2.3 AI 코스웨어 활용 자기효능감

표 13과 같이 AI 코스웨어 활용 자기효능감 사전-사후 조사 왜도는 각각 -1.203, -3.863이고, 첨도는 각각 3.835, 16.300으로 나타났다. 이는 사후 점수가 상위 점수대에 더욱 집중된 분포를 보였음을 의미한다. 한편, 학생들의 AI 코스웨어 활용 자기효능감은 사전 조사 평균 점수($M=3.847$) 대비 사후 조사 평균 점수($M=4.903$)가 1.056점 향상되었다. 학생들의 사전-사후 AI 코스웨어 활용 자기효능감 간에 통계적으로 유의미한 변화가 나타났다($t=8.353$, $p < .001$).

표 13. AI 코스웨어 활용 자기효능감 역량 사전-사후 검증 기술 변화(N=24)

Table 13. Pre-post comparison of self-efficacy in AI courseware usage(N=24)

Category		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>S</i>	<i>K</i>	<i>t</i>
Self-efficacy in AI courseware usage	Pre	3.847	0.581	-1.203	3.835	8.353***
	Post	4.903	0.286	-3.869	16.300	

*** $p < .001$

4.2.4 AI 코스웨어 활용에 대한 질적 분석

표 14와 표 15에 제시된 바와 같이, 학생들의 만

족 요인과 개선 요구에 대해 키워드 분석을 실시하였다. 표 14의 분석 결과, 학생들이 가장 높은 만족을 보인 요인은 ‘학습효과/이해도’로 나타났으며($n=8$, 30.8%), 다음으로 ‘생산성/속도/효율($n=5$, 19.2%)’과 ‘사용 용이성/편리성($n=4$, 15.4%)’ 순으로 확인되었다. 그 외에도 ‘과제 적합성/전문성($n=2$, 7.7%)’, ‘창의성/아이디어($n=2$, 7.7%)’, ‘흥미/동기/몰입($n=2$, 7.7%)’이 중간 수준으로 나타났으며, ‘접근성/즉시성($n=1$, 3.8%)’, ‘정확성/출처/검증($n=1$, 3.8%)’, ‘피드백/개인화($n=1$, 3.8%)’는 비교적 낮은 빈도로 도출되었다.

이러한 결과는 AI 코스웨어 활용이 학습 이해도 향상과 과제 수행 효율성 증진에 기여하였음을 시사한다. 대표적인 학습자 진술로는 "직접 결과물을 만들어 보며 익힌 점이 도움이 되었다", "다른 수업에도 바로 활용 가능한 실질적 도구였다", "여러 이 오래 걸릴 일을 단시간에 끝낼 수 있었다" 등이 확인되었다.

표 15에 제시된 바와 같이, 학생들이 인식한 아쉬운 점에 대한 키워드 분석 결과 ‘정확성/출처/검증’과 ‘생산성/속도/효율’이 각각 $n=3$ (37.5%)로 가장 높은 빈도를 보였다. 다음으로 ‘사용성/버그/속도($n=1$, 12.5%)’와 ‘정책/비용/제한($n=1$, 12.5%)’이 언급되었다. 이는 AI 코스웨어 활용 과정에서 정보의 정확성과 근거 제시의 필요성, 그리고 시스템 안정성 및 운영 조건에 대한 개선 요구가 존재함을 시사한다.

표 14. AI 기반 적응형 학습과 프로젝트 기반 학습에 대한 학생들의 만족한 점

Table 14. Satisfactory aspects of AI-based adaptive learning and project-based learning

Satisfaction aspects (keywords)	Frequency (multiple responses)	Percentage (%)	Representative student comments
Learning effect / understanding	8	30.8	It was satisfying to learn about various generative AIs. creating the output myself helped me learn how to do it. I was able to use various materials and received a lot of help with ideas.
Productivity / speed / efficiency	5	19.2	It was great to finish tasks that usually take a long time with others in a short time using AI, and to learn various AIs. I liked discovering various ais I didn't know, and time flew by while applying AI myself.
Ease of use / convenience	4	15.4	The most satisfying part was that I could easily and conveniently get what I wanted using generative ai when I faced difficulties or needed help.
Task suitability / professionalism	2	7.7	It collects and organizes desired data within a quick timeframe. I was very satisfied with learning various generative AI tools and being able to apply them to other classes and studies. It was good to feel my competency growing as a person suitable for an ai-filled world by learning to utilize AI appropriately, which had felt vague before.
Creativity / ideas	2	7.7	I was able to use various materials and received a lot of help with ideas.
Interest / motivation / engagement	2	7.7	I can participate actively in the class. I was able to engage in self-directed learning and participate in the class enjoyably.
Accessibility / immediacy	1	3.8	I can immediately resolve questions I had and develop my weak points to solve problems.

Accuracy / source / verification	1	3.8	I can immediately resolve questions I had and develop my weak points to solve problems. I was satisfied that it provided a lot of content to refine my ideas, and if I found good supporting evidence, it resulted in high-quality outcomes.
Feedback / personalization	1	3.8	I was able to acquire knowledge and develop content by utilizing AI more effectively. I think I can use it very effectively in other subjects or personal projects later.
Total	26	100.0	

표 15. AI 기반 적응형 학습과 프로젝트 기반 학습에 대한 학생들의 아쉬운 점

Table 15. Limitations of AI-based adaptive learning and project-based learning

Area for improvement (Keywords)	Frequency (multiple responses)	Percentage (%)	Representative student comments
Productivity / speed / efficiency	3	37.5	The platform service method of jumping straight into quizzes seems somewhat detrimental to learning. It would be more effective to display a summary of what was studied to allow for a review before starting the quiz.
Accuracy / source / verification	3	37.5	It would be good if it could provide more reliable information by offering accurate data. Sometimes the accuracy of the information seems to be a bit lacking.
Usability / bugs / speed	1	12.5	I hope instances where the question is skipped without selecting an answer due to technical errors during quizzes will be eliminated.
Policy / cost / limitations	1	12.5	It would have been better if there were no limitations on tools requiring additional costs.
Total	8	100.0	

대표적인 학습자 진술로는 "정확한 정보와 근거 제시가 더 필요하다", "퀴즈 진행 중 응답 처리 오류가 있었다", "도구 제한이 불편했다" 등이 확인되었다. 종합적으로 볼 때, AI 코스웨어는 이해도 향상과 과제 수행 효율성 측면에서는 긍정적으로 평가되었으나, 정보의 신뢰성과 플랫폼 운영 안정성 측면에서는 보완이 요구되는 것으로 해석된다.

V. 결론 및 향후 과제

본 연구는 고등교육 현장에서 인공지능 기반 적응형 학습(AI-AL)과 프로젝트 기반 학습(PBL)을 통합한 수업 모형을 개발·적용하고, 그 효과를 실증적으로 검증하였다. 본 연구에서 제안한 통합 수업 모형은 [27]이 제시한 AI 코스웨어 기반 교수설계 가이드라인과 맥락을 공유한다. 두 연구는 모두 수업 이전 단계에서 학습자의 사전 학습 데이터를 분석하여 개별 피드백을 제공하고, 수업 중에는 이를 실제 문제 해결 활동으로 확장하는 프로젝트 중심 설계를 강조하였다.

통합모형 적용 결과, 학습자의 핵심 역량과 AI 활용 능력은 전반적으로 유의한 향상이 나타났다. AI 리터러시 역량은 사전 3.402점에서 사후 4.768점으로($\Delta=1.366$, $p<.001$), 대학생 학습 역량은 3.859점에서 4.563점으로($\Delta=0.704$, $p<.001$), AI 코스웨어 활용 자기효능감은 3.847점에서 4.903점으로($\Delta=1.056$, $p<.001$) 모두 통계적으로 유의한 증가를 보였다. 이러한 결과는 개인화된 진단-보완-피드백 구조를 갖춘 AI 기반 적응형 학습이 이해도와 자기효능감을 증진시키고, 실제 문제 해결 중심의 PBL이 비판적 사고력과 창의적 문제 해결 역량을 강화한다는 [2]의 실증 결과와도 일치한다. 세부 분석에서도 AI 리터러시의 모든 하위 요소가 향상되었으며, 학습 역량 역시 '학습 환경 관리'를 제외한 대부분 영역에서 긍정적 변화가 확인되었다.

이러한 결과는 AI-AL과 PBL의 결합이 개인화 학습과 협력적 탐구를 동시에 실현할 수 있음을 보여준다. AI-AL은 학습자의 수준과 학습 경로를 조정하여 학습 격차를 완화하고, PBL은 공동 탐구를 통해 사회적 상호작용과 문제 해결 경험을 확장하였

다. 특히 AI의 진단·피드백 시스템은 학습자의 실시간 반응을 반영하여 학습 경로를 조정함으로써 초개인화 학습의 가능성을 확인하였다.

한편, 개방형 만족도 조사에서는 '생산성·속도·효율성'이 주요 긍정 요인으로 도출되었다. 다수의 학습자는 협업 과제를 AI 지원을 통해 단시간에 완성할 수 있었다고 응답하였다. 이는 생성형 AI가 학습자의 생산성을 향상시키는 동시에 정보의 정확성과 신뢰성에 대한 우려를 동반한다는 [3][16]의 연구 결과와도 부합한다. 실제로 일부 학습자는 AI 응답의 근거 부족과 오류 가능성을 지적하였으며, 이는 생성형 AI 활용 시 출처 명시와 사실 검증 체계가 병행되어야 함을 시사한다.

수업 운영 측면에서는 AI 조교, AI 튜터, AI 기반 LMS가 교수자의 역할을 보완하며 개별 피드백과 평가 자동화를 지원하였다. 이에 따라 교수자의 역할은 지식 전달 중심에서 학습 설계 및 조정 중심으로 전환되었으며, 교수자-AI-학습자 간 삼중 상호작용 구조가 구현되었다. 이는 AI 시대 교수자의 역할 재정립 가능성을 보여주는 결과이다.

그럼에도 불구하고 몇 가지 개선 과제가 도출되었다. 첫째, 기술적 안정성 문제이다. 일부 학습자는 플랫폼 지연, 퀴즈 오류, 서버 과부하 등을 경험하였으며, 이는 학습 몰입도에 영향을 미칠 가능성이 있다. 둘째, AI 신뢰성 및 데이터 윤리 문제이다. 학습자들은 답변의 정확성과 근거 부족을 지적하였으며, 이는 대규모 언어모델(LLM)의 한계와 직결된다. 교수자는 AI 결과의 비판적 검토를 지도해야 하며, 시스템 차원에서도 출처 기반 검증 기능을 강화할 필요가 있다. 셋째, 교수자 부담 문제이다. AI 수업 운영에는 설계·검증·피드백 보완 등 상당한 준비가 요구되므로 체계적 연수와 지원 인프라 구축이 필요하다. 넷째, 적용 범위 확장 문제이다. 마지막으로 본 연구는 단일집단 사전-사후 설계를 적용한 준실험 연구로서 통계집단이 포함되지 않았다는 한계가 있다. 따라서 향후 연구에서는 기존 모형과 통합모형을 동시에 적용한 실험연구를 수행하고, 다양한 학문 영역에서의 실증적 검증을 통해 연구 결과의 일반화 가능성을 보다 면밀히 확인할 필요가 있다.

결론적으로, 본 연구에서 개발된 AI 기반 적응형 학습 - 프로젝트 학습 통합모형은 개인 맞춤형 학습과 협력적 문제 해결을 동시에 구현하는 실천적 교육 모델로 의의를 지닌다. 이는 비판적 사고, 창의성, 자기 주도성과 같은 AI 시대 핵심 역량을 통합적으로 강화하며, 교수자와 AI 시스템이 상호보완적으로 작동하는 미래형 수업 모델로 발전할 가능성을 보여준다. 나아가 본 모형은 ‘맞춤형 - 협력형 - 성찰형’ 수업 혁신 패러다임을 구체화한 사례로서, 향후 AI 활용 교육의 설계·운영·평가를 위한 실천적 프레임워크로 확장될 수 있을 것이다.

References

- [1] E. Du Plooy, D. Casteleijn, and D. Franzsen, "Personalized adaptive learning in higher education: A scoping review of key characteristics and impact on academic performance and engagement", *Heliyon*, Vol. 10, No. 21, Nov. 2024. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e39630>.
- [2] S. Y. Huh, S. H. Cho, J. H. Do, and S. H. Lee, "A study on the effectiveness of AI courseware utilization in higher education classes", *Journal of Teaching & Learning Research*, Vol. 18, No. 2, pp. 77-100, May 2025. <https://doi.org/10.23122/kactl.2025.18.2.004>.
- [3] A. Kinder, F. J. Brieze, M. Jacobs, N. Dern, N. Glodny, S. Jacobs, and S. Leßmann, "Effects of adaptive feedback generated by a large language model: A case study in teacher education", *Computers and Education: Artificial Intelligence*, Vol. 8, Jun. Article No. 100349, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100349>.
- [4] N. J. Francis, S. Jones, and D. P. Smith, "Generative AI in higher education: Balancing innovation and integrity", *British Journal of Biomedical Science*, Vol. 81, Article No. 14048, Jan. 2025. <https://doi.org/10.3389/bjbs.2024.14048>.
- [5] M. An, L. Teffera, M. Mehrvarz, B. Li, C. Bogart, M. Sakr, and B. M. McLaren, "Leveraging intelligent tutoring systems to enhance project-based learning in workforce training at community colleges", *Proc. of the 19th European Conference on Technology Enhanced Learning (EC-TEL 2024)*, pp. 57-62, Sep. 2024. https://doi.org/10.1007/978-3-031-72312-4_5.
- [6] L. Zhang and Y. Ma, "A study of the impact of project-based learning on student learning effects: A meta-analysis study", *Frontiers in Psychology*, Vol. 14, Article No. 1202728, Jul. 2023. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1202728>.
- [7] R. Deng, M. Jiang, X. Yu, Y. Lu, and S. Liu, "Does ChatGPT enhance student learning? A systematic review and meta-analysis of experimental studies", *Computers & Education*, Vol. 227, Article No. 105224, Apr. 2025. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105224>.
- [8] H. Shi and V. Aryadoust, "A systematic review of AI-based automated written feedback research", *ReCALL*, Vol. 36, No. 2, pp. 187-209, Jan. 2024. <https://doi.org/10.1017/S0958344023000265>.
- [9] J. Luo, C. Zheng, J. Yin, and H. H. Teo, "Design and assessment of AI-based learning tools in higher education: A systematic review", *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, Vol. 22, Article No. 40, Jul. 2025. <https://doi.org/10.1186/s41239-025-00540-2>.
- [10] A. T. Bimba, N. Idris, A. Al-Hunaiyyan, R. B. Mahmud, and N. L. B. M. Shuib, "Adaptive feedback in computer-based learning environments: A review", *Adaptive Behavior*, Vol. 25, No. 5, pp. 217-234, Aug. 2017. <https://doi.org/10.1177/1059712317727590>.
- [11] J. Larmer and J. R. Mergendoller, "Seven essentials for project-based learning", *Educational Leadership*, Vol. 68, No. 1, pp. 34-37, Jun. 2010.
- [12] J. S. Kan, M. K. Park, J. Y. Lee, and Y. E. Lee, "The impact of AI-adaptive learning on TOEIC academic achievement and self-directed learning competency in college English classes",

- The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction, Vol. 23, No. 19, pp. 267-283, Oct. 2023. <https://doi.org/10.22251/jlcci.2023.23.19.267>.
- [13] W. Holmes, M. Bialik, and C. Fadel, "Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning", Center for Curriculum Redesign, pp. 1-200, Feb. 2019.
- [14] J. S. Kan, Y. E. Lee, and Y. J. Jeong, "The effects of ITS-based adaptive learning and instructor feedback on self-directed learning and academic achievement in a college computational thinking course", The Journal of Korean Association of Computer Education, Vol. 28, No. 1, pp. 35-49, Jan. 2025. <https://doi.org/10.32431/kace.2025.28.1.001>.
- [15] F. Naseer, R. Tariq, H. M. Alshahrani, N. Alruwais, and F. N. Al-Wesabi, "Project-based learning framework integrating industry collaboration to enhance student future readiness in higher education", Scientific Reports, Vol. 15, Article No. 24985, Jul. 2025. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-10385-4>.
- [16] T. van Dijk and V. Zaytsev, "The impact of generative artificial intelligence tools in project-based learning", Proc. of the International Conference on Bridging the Gap between AI and Reality, Crete, Greece pp. 48-76, Oct. 2024.
- [17] PBLWorks, "What is PBL?", <https://www.pblwor-ks.org/what-is-pbl>. [accessed: Sep. 13, 2025].
- [18] M. Amiruddin, R. Hafeez, and N. Humaira, "Integrating artificial intelligence and project-based learning: A framework for enhancing AI literacy in secondary education", Journal of Education and Applied Teaching, Vol. 1, No. 1, pp. 22-32, Feb. 2025.
- [19] N. L. S. Rostam, A. M. Azmimurad, S. Hassan, and W. N. M. Sapuan, "Perceived effectiveness of using AI-based applications in project-based learning", International Journal of Research and Innovation in Social Science, Vol. 8, No. 3S, pp. 4425-4434, Oct. 2024. <https://doi.org/10.47772/IJRIS.2024.803321S>.
- [20] B. Tarun. H. Du, D. Kannan, and E. F. Gehringer, "Human-in-the-loop systems for adaptive learning generative AI", arXiv preprint, arXiv:2508.11062, pp. 1-7, Nov. 2025. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2508.11062>.
- [21] S. W. Kim and Y. J. Lee, "The artificial intelligence literacy scale for middle school students", Journal of The Korea Society of Computer and Information, Vol. 27, No. 3, pp. 225-238, Mar. 2022. <https://doi.org/10.9708/jksoci.2022.27.03.225>.
- [22] E. Y. Kim and S. O. Bang, "Development of the learning competence scale for college students", Journal of Education & Culture, Vol. 26, No. 3, pp. 437-460, Jan. 2020. <https://doi.org/10.24159/joec.2020.26.3.437>.
- [23] J. Y. Yoo and H. S. Yoo, "The effects of smart-learning in Korean language education through chatbots", Multimedia-Assisted Language Learning, Vol. 24, No. 2, pp. 82-105, Jun. 2021. <https://doi.org/10.15702/mall.2021.24.2.82>.
- [24] L. L. Davis, "Instrument review: Getting the most from a panel of experts", Applied Nursing Research, Vol. 5, No. 4, pp. 194-197, Nov. 1992. [https://doi.org/10.1016/S0897-1897\(05\)80008-4](https://doi.org/10.1016/S0897-1897(05)80008-4).
- [25] D. M. Rubio, M. Berg-Weger, S. S. Tebb, E. S. Lee, and S. Rauch, "Objectifying content validity: Conducting a content validity study in social work research", Social Work Research, Vol. 27, No. 2, pp. 94-104, Jun. 2003. <https://doi.org/10.1093/swr/27.2.94>.
- [26] S. Hong, M. L. Malik, and M. K. Lee, "Testing configural, metric, scalar, and latent mean invariance across genders", Educational and Psychological Measurement, Vol. 63, No. 4, pp. 636-654, Aug. 2003. <https://doi.org/10.1177/0013164403251332>.

- [27] J. H. Shin and Y. A. Hwang, "Development and validation of instructional design guidelines for class using AI courseware in university basic education", Journal of Korean Association for Educational Information and Media, Vol. 30, No. 2, pp. 571-594, Apr. 2024. <https://doi.org/10.15833/KAFEIAM.30.2.571>.

저자소개

간 진 숙 (Jin-Soon Kan)



2008년 2월 : 강원대학교

교육학과(교육학석사)

2011년 2월 : 강원대학교

교육학과(교육학박사)

2019년 9월 ~ 현재 : 한림대학교

교육혁신센터 부교수

관심분야 : Artificial Intelligence

in Education, Curriculum Development, Instructional Design, Teaching and Learning Consulting

권 명 순 (Myung-Soon Kwon)



1999년 2월 : 연세대학교

간호학과(간호학석사)

2003년 8월 : 연세대학교

간호학과(간호학박사)

2004년 9월 ~ 현재 : 한림대학교

간호대학 교수

관심분야 : Rural Health Nursing,

School Health, Family Nursing

이 유 은 (Yu-Eun Lee)



2013년 8월 : 강원대학교 수학과
(이학사)

2016년 8월 : 강원대학교

수학교육전공(교육학석사)

2025년 8월 : 강원대학교 교육학과
(박사수료)

2021년 12월 ~ 2025년 8월 :

한림대학교 교육혁신센터 연구원

2025년 9월 ~ 현재 : 한림대학교 교육혁신센터 연구교수

관심분야 : Instructional Design, Distance learning,

Achievement Gap, Educational Inequality