

# 초등 수학교육에서 인공지능 활용 연구에 대한 체계적 문헌 고찰\*

한건희\*\* · 황성환\*\*\*

**국문초록** 본 연구는 국내 초등 수학교육에서 인공지능을 활용한 실증 연구 동향을 체계적으로 분석하는 데 목적이 있다. 이를 위해 RISS에서 2016년부터 2025년 5월까지 출간된 논문 중 관련 기준에 따라 43편의 연구를 선정하였다. 선정된 논문은 발행 연도, 대상 학년, 수학 내용 영역, 연구 방법, 인공지능 기술 유형, 수업 맥락, 연구 초점의 측면에서 분석하였다. 분석 결과, 관련 연구는 2023년 이후 크게 증가하였으며, 고학년과 수와 연산 영역, 지능형 교수 및 평가 시스템, 수업 중 단계, 개별 학습, 문제 해결 및 평가 활동, 인지 및 정서적 효과 검증에 편중되는 경향을 보였다. 이러한 결과를 토대로 초등 수학교육에서 인공지능 활용 연구의 방향과 과제를 중심으로 교육적 시사점을 논의하였다.

**주제어:** 인공지능, 문헌 고찰, 초등 수학교육

## 목차

- I. 서론
- II. 이론적 배경
- III. 연구 방법
- IV. 연구 결과
- V. 결론

논문접수일: 2026.03.04.

논문수정일: 2026.03.27.

게재확정일: 2026.04.10.

## I. 서론

인공지능(Artificial Intelligence) 기술의 발전과 관련 도구의 등장은 수학교육의 본질적 변화를 이끌고 있다(Li, 2025). 교사는 인공지능이 분석한 학생의 학습 패턴, 성취 수준, 오개념 등의 데이터를 토대로 맞춤형 교수 전략을 수립하고, 학습자 수준에 적합한 과제를 제시할 수 있다(이경화, 신동조, 박진형, 김영준, 이송희, 2024; 장운선, 김성준, 2024). 또한 학생들은 인공지능이 제공하는 다양한 자료를 활용하여 자신의 학습 속도와 성향에 따라 자기주도적으로 학습할 수 있게 되었다(고은성, 2023; 손태권, 2024). 이러한 인공지능 기반 수학 학습은 개인화 학습, 즉각적 피드백, 상호작용적 학습 경험, 탐구 중심 학습 지원, 교육 기회의 평등 및 접근성 향상, 교수법 혁신, 수업 효율성 증진 등 다양한 교육적 이점을 제공한다(Sahin & Teke, 2025). 이러한 이점을 바탕으로 수학교육에서의 인공지능 활용 동향을 종합적으로 분석하려는 문헌 연구도 활발히 이루어지고 있다(윤정은, 권오남, 2024; 최지웅, 2021;

\* 본 논문은 제1저자의 춘천교육대학교 석사학위논문을 바탕으로 함.

\*\* 제1저자, 수동초등학교 송천분교장, 교사 / jumgho7@naver.com

\*\*\* 교신저자, 춘천교육대학교 수학교육과 조교수 / shwang@cnu.ac.kr

Park & Lim, 2023).

최근의 메타분석 결과에 따르면, 인공지능 기반 수업이 수학 학습에 미치는 효과는 학교급에 따라 차이를 보였으며(Arkoumanis, Sofos, Ventista, Ventistas, & Tsani, 2025; Liu, Zhang, & Wang, 2026; Yi, Liu, Jiang, & Xian, 2025), 동일한 학교급 내에서도 학년, 적용 방식(학습 조직 형태, 활동 유형), 사용된 인공지능 시스템에 따라 효과가 상이한 것으로 나타났다(Hwang, 2022). 이는 인공지능 기반 수학교육의 특성을 분석할 때 학교급별 구분뿐만 아니라, 동일한 학교급 내에서도 인공지능 활용 방식에 따른 교수학적 분석이 필요함을 시사한다. 그러나 기존 연구는 초등과 중등을 통합하여 분석하는 경향이 있으며(예: Park & Lim, 2023), 주로 인공지능 기술 유형이나 출간 연도 등 표면적 요소에 초점을 두어(최지웅, 2021) 실제 수업 맥락과 밀접한 교수학적 요인(예: 학습 조직, 활동 유형, 적용 시점 등)에 대한 분석은 충분히 이루어지지 않았다.

따라서 초등 수학교육 현장에서 인공지능 관련 연구의 확산과 통합적 이해를 촉진하기 위해서는 체계적이고 실제 수업 맥락을 고려한 문헌 고찰이 필요하다. 이에 본 연구는 체계적 문헌고찰을 통해 초등 수학교육에 인공지능이 적용된 선행 연구를 종합적으로 분석하고자 한다. 이를 통해 기존 연구의 전반적 경향을 파악하고, 향후 연구를 위한 실질적 근거와 방향성을 제시하는 데 기여하고자 한다. 본 연구의 구체적인 연구문제는 다음과 같다.

첫째, 초등 수학교육 분야에서 인공지능 활용 연구의 현황과 적용 기술의 유형은 어떠한가?

둘째, 초등 수학교육 분야의 인공지능 활용 연구는 어떤 수업 맥락과 방식으로 이루어졌는가?

셋째, 초등 수학교육 분야의 인공지능 활용 연구는 어떠한 측면에 연구의 초점을 두었는가?

## II. 이론적 배경

### 1. 교육에서의 인공지능 활용 기술과 방식

인공지능의 핵심은 단순한 계산 능력을 넘어 환경을 인식하고 상황에 따라 적절한 판단을 내리는 지능적 행동을 자동화하는 데 있다(Hwang & Tu, 2021; Şahin & Teke, 2025). 이러한 관점에서 인공지능은 “인간의 추론이나 인지, 학습 등의 사고 과정에 필요한 능력을 물리적 또는 논리적으로 구현한 기술이나 제품 등”(조현국, 2023, p. 308)을 의미한다. 인공지능을 전통적인 공학적 도구와 구분 짓는 주요 특징으로는 자율성, 적응성, 학습 및 추론 능력을 들 수 있다(손태권, 2024; 이경화 외, 2024; Bisconti, McIntyre, & Russo, 2024). 자율성은 인공지능이 인간이 사전에 설정한 규칙이나 명령에만 의존하지 않고 환경으로부터 새로운 정보를 수집하여 스스로 판단하고 실행 전략을 수정하는 능력을 의미한다. 적응성은 대규모 학습 데이터를 바탕으로 스스로 규칙을 도출하고 새로운 데이터가 주어질

때 그 규칙을 지속적으로 조정하고 보완하는 능력을 가리킨다(Alvarado, 2023). 마지막으로 학습 및 추론 능력은 인공지능의 핵심 기능으로 문제 해결을 위해 데이터를 수집 및 학습하고 그 결과를 종합하고 추론하며 의사결정을 수행하는 과정을 포함한다.

한편, 교육에 적용되는 인공지능 기술은 그 기능과 역할에 따라 다음 네 가지로 분류할 수 있다(Holmes, Bialik, & Fadel, 2019). 첫째, 지능형 교수 시스템(intelligent tutoring systems)은 학습자의 문제 해결 과정에서 나타나는 오류나 오개념을 실시간으로 진단하고 즉각적이면서도 개별화된 교수를 제공하는 학습 프로그램이다. 이는 교사가 일대일로 지도하는 상황을 가상 환경에서 재현함으로써 학습자의 이해 수준에 맞춘 맞춤형 학습을 가능하게 한다. 둘째, 자동 채점 및 피드백 시스템(automated scoring and feedback)은 인공지능을 활용해 학생의 답안을 채점하고 오류 유형이나 핵심 개념에 대한 피드백을 제공하는 기술이다. 셋째, 대화형 교수 시스템(dialogue-based tutoring systems)은 인공지능이 사용자와 자연어 기반 상호작용을 수행하여 교수·학습 및 다양한 문제 해결 과정에 필요한 도움을 제공하는 기술이다. ChatGPT나 Gemini와 같은 모델이 대표적 예로, 결과에 대한 단순 피드백을 넘어 질의응답을 통한 사고 확장, 힌트 제공, 문제 해결 전략 탐색 등 상호탐구형 학습을 지원할 수 있다(김범진, 최인용, 2025). 넷째, 탐색 학습 환경(exploratory learning environments)은 엔트리나 스크래치처럼 학습자가 가상 실험이나 시뮬레이션 환경을 직접 조작하면서 수학 개념을 능동적으로 탐구하도록 설계된 환경을 의미한다.

인공지능 기반 교육 플랫폼들은 위의 기능들 중 하나만 수행하기도 하지만, 대부분 여러 기능을 통합적으로 제공한다. 예를 들어 ‘똑똑! 수학탐험대’는 초등 수학 교육과정에 맞춘 교수 자료를 제공하는 동시에, 학생의 문제 해결 결과를 자동 채점하고 즉각적인 피드백을 제공하는 기능까지 포함하고 있다. 이러한 인공지능 기반 플랫폼의 기능적 특성을 고려해서 본 연구의 분석틀은 Holmes et al.(2019)가 제시한 분류 기준을 일부 수정해 지능형 교수 시스템과 자동 채점 및 피드백 시스템을 하나의 범주(지능형 교수 및 평가 시스템)로 통합하여 구성하였다. 이에 대한 자세한 논의는 3장 연구 방법에서 후술한다.

## 2. 선행 연구 분석

본 절에서는 수학 교육에서 인공지능이 학생들의 수학 학습에 미치는 영향을 양적으로 분석한 메타 분석 연구와 인공지능 관련 문헌을 질적으로 종합한 문헌 분석 연구를 살펴보고자 한다. 이를 통해, 인공지능 기반 수업에서 교수학적 요인들(학습 조직, 활동 유형, 적용 시점 등)이 수학 학습에 어떠한 영향을 미치는지 이해하고 인공지능과 관련된 문헌을 분석할 때 어떤 점에 주안을 두어야 하는지 탐색하고자 한다.

### 1) 선행 메타 분석 연구

메타 분석 연구는 개별 연구가 가진 한계를 극복하고 다양한 환경에서 수행된 연구들을 종합하여

그 효과를 일반화함으로써 전반적인 효과 크기와 방향을 살펴볼 수 있다는 장점이 있다(Yi, Liu, Jiang, & Xian, 2025). 또한, 어떠한 변인들이 프로그램, 도구, 테크놀로지 사용의 효과를 조절하는지를 정교하게 파악할 수 있다. Hwang(2022)는 초등 수학에서 인공지능 사용과 관련하여 21개 논문에 수록된 30개 표본에 대한 메타 분석을 실시하였다. 분석 결과, 인공지능을 활용한 수학 교육은 초등학생들의 수학 성취도에 작은 효과 크기( $g = 0.351$ )를 가진다고 보고했으며, 수학 학습 주제(예: 수와 연산, 도형과 측정)와 학년에 따라 그 효과 크기에 차이가 있음을 밝혔다. Yi et al.(2025)는 2000년부터 2023년 사이에 출간된 수학 교육 관련 논문 21편, 40개의 표본을 메타 분석한 결과 작은 효과 크기( $g = 0.343$ )를 발견했으며 인공지능 적용 기술 유형(예: 지능형 교수 시스템)에 따라 그 효과 크기가 달라짐을 보고하였다.

유사하게, Liu et al.(2026)는 2023년부터 2025년 사이에 출간된 수학 교육 관련 22개 논문에 수록된 46개 표본을 분석한 결과 중간 효과 크기( $g = 0.534$ )를 발견하였다. 또한, 수학 학습 주제, 학습 조직 형태(예: 개별 학습, 모둠 학습), 인공지능을 사용한 활동 유형(예: 단순 개념 학습을 위한 활용, 탐구를 위한 활용)이 인공지능 기반 수학 수업과 학생들의 성취도 사이의 효과 크기에 영향을 미침을 보고하였다. 구체적으로, 인공지능 기반 수학 수업은 개별 학습보다는 모둠 학습에, 단순 개념 학습보다는 탐구 중심의 학습에 활용될 경우 학생들의 수학 성취도에 더 긍정적인 영향을 미친다고 보고하였다.

종합하면, 인공지능이 학생들의 수학 학습에 미치는 영향은 전반적으로 긍정적이지만 수학 학습 주제, 대상 학년, 적용된 기술 유형, 학습 조직 형태, 활동 유형에 따라 그 효과가 달라질 수 있음을 알 수 있다. 따라서, 인공지능과 관련된 문헌 분석을 수행할 때는 이러한 교육학적 변인에 대한 정교한 분석이 이루어져야 한다.

## 2) 국외 문헌 분석 연구

인공지능 관련 국외 연구 분석은 Web of Science와 ERIC과 같은 해외 학술 데이터베이스를 활용하여 수학교육 분야의 국제적 연구 동향을 탐색하는 데 주 목적을 두었다(노지화, 고희경, 김병수, 허난, 2023; 손태권, 2024; 신동조, 2020; 윤정은, 권오남, 2024; 임웅, 박미미, 2021). 윤정은과 권오남(2024)은 57편의 해외 논문을 연구 대상, 내용 영역, 연구 방법, 인공지능 및 교사의 역할을 중심으로 분류하였다(<표 1> 참고). 분석 결과, 연구의 주요 대상은 학생(51%)이었으며, 내용 영역은 수와 연산(17%)에 집중되었다. 또한 지능형 교수 시스템을 활용한 연구(32%)와 인공지능의 교육 효과를 검증한 연구(44%)가 높은 비중을 차지하였다. 인공지능은 주로 교수자로서의 역할(40%)이 강조된 반면, 교사는 인공지능의 건설적 파트너로서의 역할(46%)이 비교적 중요하게 다루어졌다.

한편, 노지화 외(2023)는 토픽 모델링 기법을 적용하여 International Journal of Artificial Intelligence in Education(2003–2020)에 게재된 352편의 논문을 분석하고, 총 8개의 연구 토픽을 도출하였다(<표 2> 참고). 분석 결과, ‘학습 행동 모델 분석’ 및 ‘그룹 활동에 대한 피드백’ 관련 주제가 지속적으로 증가한 반면, ‘인공지능의 데이터 처리 방식’ 관련 연구는 감소 추세를 보였다. 이는 인공지능 연구의 초점이

기술 중심적 접근에서 학습자 중심의 피드백과 학습 행동 분석으로 이동하고 있음을 시사한다. 또한 교사 관련 연구가 거의 없었다는 점을 지적하며, 향후 교사 역할에 대한 연구의 필요성을 강조하였다.

<표 1> 윤정은과 권오남(2024) 연구 결과(n = 57)

분류 기준	항목						
	연구대상	학생 29(51%)	교사 4(7%)	시스템 24(42%)			
내용영역	수와 연산 10(17%)	문자와 식 6(11%)	함수 2(4%)	기하 4(7%)	확률과 통계 4(7%)	STEM 공학수학 5(9%)	NS 26(45%)
	인공지능 유형	ITS 18(32%)	로봇, 게임, 챗봇 7(12%)	적응형 시스템 6(10%)	평가 시스템, 학습관리시스템 3(5%)		생성형 AI 5(9%)
연구목적	효과성 25(44%)	이론적 논의 20(35%)	사례연구 12(21%)				
	인공지능의 역할	학습자 교수 23(40%)	학습자 지원 12(21%)	교수자 지원 13(23%)	시스템지원 9(16%)		
교사의 역할	AI의 건설적 파트너 26(46%)	AI 사용자 20(35%)	AI 수용자 11(19%)				

Note. NS: not specified(해당 논문에서 구체적인 유형을 명시하지 않음).

<표 2> 노지화 외(2023) 연구 결과(n=352)

Topic	1	2	3	4	5	6	7	8
		학습행동 모델분석	피드백 생성	학습문제 및 질문생성	지식모델 설계	학습 지원	평가문항 설계	데이터 처리방법
비율	12%	10%	15%	18%	12%	12%	14%	7%

Note. Topic1과 8에 대한 연구는 증가하는 반면, Topic7에 관한 연구는 감소하는 것으로 나타남.

### 3) 국내 문헌 분석 연구

국내 문헌 분석 연구는 학술연구정보서비스(RISS)와 한국학술지인용색인(KCI)등의 데이터베이스를 기반으로 국내 인공지능 연구의 동향을 파악하였다(예: 최지웅, 2021; Park & Lim, 2023). 최지웅(2021)은 2017년부터 2022년까지 출간된 24편의 논문을 연구 주제, 연구 방법, 연구 대상을 기준으로 분석하였다. 그 결과 ‘교육공학 및 교구 개발’(55%), ‘질적 연구’(87%), ‘현직 교사’(20%)에 초점을 둔 연구가 다수를 차지하였다(<표 3> 참고).

또한 Park and Lim(2023)은 국내 수학교육 학술지의 42편 논문을 대상으로 연구 주제, 학교급, 연구 방법, 활용된 인공지능 도구를 분석하였다(<표 4> 참고). 연구 주제는 ‘인공지능 통합 학습 환경에서의

수업 및 교수적 지원'이 가장 높은 비율(45%)을 보였으며, 학교급이 명시되지 않은 연구(31%)와 질적 연구(71%)의 비중이 높았다. 특히 인공지능 도구를 명시한 23편의 논문을 추가 분석한 결과, Khan Academy, MATHia, Squirrel AI Learning 등 인공지능 기반 학습 플랫폼을 다룬 연구가 전체의 76%를 차지하였다. 학교급별로는 초등학교와 중학교는 '수업과 교수적 지원' 중심의 연구가, 고등학교는 '교육과정 및 교과서 분석' 중심의 연구가 주를 이루었다. 이러한 차이는 학교급에 따라 연구자의 관심사나 수학교육 내 인공지능 활용 방식이 다르게 반영되고 있음을 보여준다.

〈표 3〉 최지웅(2021) 연구 결과(n=24)

분류 기준	항목						
	연구주제	교육공학 및 도구	교육과정 및 교과서	평가	교사교육	이론 및 학습자특성 수업 및 지도방안	
	13(55%)	5(20%)	2(8%)	4(17%)	0		
연구방법	질적연구	양적연구	혼합연구				
	21(87%)	3(13%)	0				
연구대상	현직 교사	중등 학생	학생 혼합	예비 교사	초등 학생	교사 혼합	교육과정 및 교과서 문헌 및 이론
	5(20%)	2(8%)	1(4%)	2(8%)	3(13%)	1(4%)	10(43%)

〈표 4〉 Park & Lim(2023) 연구 결과(n=42)

분류기준	항목					
	연구주제	AI 학습 환경에서 수업 및 교수적 지원	AI 관련 교육과정 및 교과서 분석	AI 학습 환경 학습자의 인지, 정서, 역량	AI에 대한 일반 연구	
	19(45%)	9(22%)	1(2%)	3(7%)		
	AI에서의 평가	AI 통합 기술 도구	AI와 수학교사 교육			
	1(2%)	6(15%)	3(7%)			
학교수준	명시하지 않음	초등학교	중학교	고등학교	고등교육	학교급 통합
	13(31%)	9(22%)	3(7%)	11(26%)	5(12%)	1(2%)
연구방법	질적연구	양적연구	혼합연구			
	30(71%)	6(14%)	6(14%)			
활용된 도구 (n= 65)	AI 기반 학습 플랫폼	피지컬 컴퓨팅	AI 체험 도구		프로그래밍 언어	
	49(76%)	1(1%)	6(9%)		9(14%)	

Note. 활용된 도구의 경우 중복 코딩을 실시함.

#### 4) 기존 연구의 제한점과 본 연구의 차별성

지금까지 수행된 문헌 분석 연구는 인공지능이 수학교육에서 어떻게 활용되고 있는지를 종합적으로 파악하는 데 기여했으나, 다음의 두 가지 한계점을 지닌다. 첫째, 초등 수학교육이라는 구체적인 맥락을 다룬 심층 분석이 부족하여 초등 차원에서의 시사점을 도출하기에 한계가 있다. 둘째, 인공지능 관련 연구가 어떠한 수업 환경과 맥락에서 수행되었는지를 구체적으로 제시하지 못해 향후 연구 설계나

교육 현장 적용을 위한 실질적 기반을 제공하지 못했다. 이에 본 연구는 초등 수학교육에 초점을 두고 인공지능을 활용한 실증 연구의 동향을 심층적으로 분석하고자 한다. 특히 수업 맥락과 연구 초점 등을 구체적으로 탐색함으로써 후속 연구 설계를 위한 학술 토대를 마련하는 것을 목표로 한다.

### III. 연구 방법

본 연구는 초등학교 수학교육에서 인공지능 활용 현황을 종합적으로 파악하기 위해 체계적 문헌고찰 방법을 적용하였다. 체계적 문헌고찰은 특정 연구 주제에 부합하는 문헌을 사전에 설정된 기준에 따라 수집하고 선정하며 명시적이고 재현 가능한 방식으로 결과를 제시한다는 특징이 있다(윤정은, 권오남, 2024). 체계적 문헌 고찰에는 다양한 편향성이 존재할 수 있다(Higgins et al., 2022). 예를 들어, 논문을 식별하는 과정에서 특정 학술지의 논문만을 수집하거나 명확한 기준이 부재한 상태에서 논문을 선정할 수 있으며, 식별된 논문에 대한 해석 단계에서는 연구자의 선입견이 영향을 미칠 수 있다. 따라서, 편향성을 줄이고 투명하고 명시적인 분석이 되기 위해 특정 학술지가 아닌 대표적인 데이터베이스를 활용하고 학술지에 게재된 백색논문 외에 학위논문과 같은 회색문헌을 포함하며 최소한 두 명 이상의 연구자가 함께 논문을 수집하고 분석할 것이 권장되고 있다(Hong & Pluye, 2018). 이에 본 연구는 2인의 연구자가 공동으로 연구를 수행하며 연구의 타당성을 확보하고자 하였다. 각각의 코딩 결과를 신뢰도 지표인 카파 계수(Cohens kappa coefficient)를 활용해 비교한 결과 0.93 이상으로 높은 수준의 신뢰도가 확보되었다(Viera & Garrett, 2005).

#### 1. 문헌 검색 및 선정

국내를 대표하는 학술 데이터베이스로는 KCI, DBpia, KISS, RISS 등이 있다. 이 중 RISS는 다른 데이터베이스와 달리 학위논문에 대한 검색 서비스를 제공한다는 점에서 차별성을 지닌다. 이에 본 논문에서는 인공지능 관련 문헌을 광범위하게 수집하기 위해 전문 학술 논문, 학위논문, 학술대회 발표 자료를 아우르는 RISS를 문헌 수집 데이터베이스로 활용하였다. 문헌 검색의 시간적 범위는 알파고와 이세돌의 바둑 대국이 있었던 2016년을 기점으로, 논문 수집 시기인 2025년 5월까지로 설정하였다. 논문을 수집하기 위해 ‘초등 수학교육’과 관련된 핵심어와 ‘인공지능’ 관련 핵심어를 AND 조합으로 검색하였다. 구체적으로, ‘초등학교 수학’, ‘초등 수학교육’과 ‘인공지능’, ‘지능형 교수 시스템’, ‘챗봇’, ‘AI’, ‘자동 채점’ 등을 주요 핵심어로 활용하여 관련 문헌을 수집하였다.

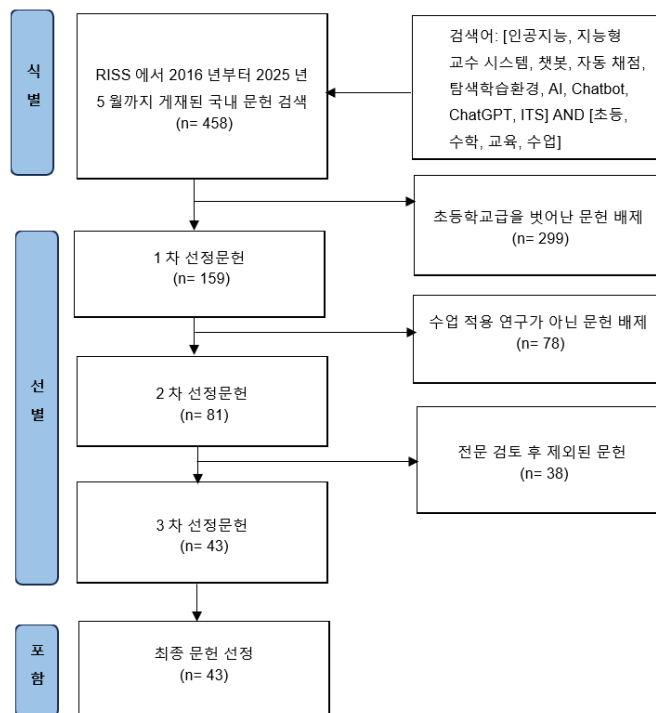
문헌 선정의 체계성과 투명성을 높이기 위해 [그림 1]과 같이 PRISMA(preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses) 흐름도를 활용하였다. PRISMA는 식별, 선별, 적합성 검토, 최종

포함의 단계를 거쳐 문헌을 수집함으로써 연구자가 어떤 근거로 관련 자료를 포함하거나 배제했는지를 명확히 기술할 수 있도록 해준다(Higgins et al., 2022).

식별 단계에서는 RISS를 활용하여 총 458편의 문헌을 수집하였다. 1단계 선별에서는 초등이 대상이 아닌 문헌(예: 중등 대상 연구) 299편을 배제하고, 159편의 연구를 1차 분석 문헌으로 선정하였다. 2단계 선별에서는 1차 선정 문헌의 초록을 검토하여 수업 적용 사례가 없고 이론적 논의에만 초점을 두어 본 연구 목적에 부합하지 않는 문헌 78편을 추가로 제외하였다. 이 과정을 통해 총 81편의 문헌을 2차로 선정하였다. 마지막 3단계 선별에서는 연구 목적 적합성을 최종 확인하였고 본 연구의 분석 기준과 부합하지 않는 문헌 38편을 추가로 배제하였다. 이상의 단계적 선별 과정을 거쳐 석사/박사학위 논문 32편, KCI 등재(후보)지 10편, 학술대회 발표자료 1편인 총 43편의 문헌을 본 연구의 분석 대상으로 확정하였다(<표 5> 참고). 분석 시 중복 코딩을 허용하였으므로, 결과 기술 시 중복 코딩된 경우에는 ‘개’(예: 5개), 그렇지 않은 경우에는 ‘편’(예: 5편)으로 표기하였다.

<표 5> 최종 선정 문헌(n=43)

구분	석사/박사학위논문	KCI등재(후보)지	학술대회 발표자료
편수	32	10	1



[그림 1] 자료 선정을 위한 PRISMA 도표

## 2. 분석틀

본 연구에서는 선행연구를 기반으로(조한국, 2023; Bisconti et al., 2024; Hwang & Tu, 2021; Şahin & Teke, 2025) ‘인공지능 활용’을 학습자의 데이터를 수집·분석하고 이에 기반한 교수학적 판단과 반응을 자동으로 수행하거나 관련된 탐구 학습을 제공하는 기술을 수학 교육 맥락에서 사용하는 것으로 정의하였다. 이러한 정의를 토대로 선행연구(백수현, 유지원, 2024; 손태권, 2024; 윤정은, 권오남, 2024; Park & Lim, 2023)를 참고하여 수집된 문헌에 대한 1차 분류 기준을 마련하였으며 이후 본 연구의 목적과 수집된 자료의 특성에 맞게 수정·보완하여 최종 분석틀을 개발하였다(<표 6> 참조). 분석틀은 크게 연구 현황 및 인공지능 적용 기술 유형, 인공지능 적용 수업 맥락 및 방식, 연구의 초점의 세 영역으로 구성된다.

첫째, 연구문제 1과 관련하여 ‘연구 현황’은 연구의 발행 연도, 대상 학년, 수학과 내용 영역, 연구 방법을 중심으로 분석하였다. 인공지능 적용 기술 유형의 경우, Holmes et al.(2019)이 제안한 분류를 일부 수정하여 적용하였다. 구체적으로, 지능형 교수 시스템과 자동 채점 및 피드백 시스템을 ‘지능형 교수 및 평가 시스템’으로 통합하였으며, 그 이유는 다음과 같다. 우선, 초등 수학교육 맥락에서 활용되는 인공지능 기반 플랫폼(예: ‘똑똑! 수학탐험대’, 칸 아카데미 등)은 학생의 풀이 결과를 실시간으로 자동 채점하는 동시에 수준에 맞는 맞춤형 문제와 피드백을 하나의 시스템에서 통합적으로 제공하고 있기 때문이다. 또한, 손태권(2024)에 따르면 지능형 교수 시스템은 “학습자를 진단하고 이에 대한 피드백을 제공하며 학습자의 실패를 피하기 위해 학습 과정을 여러 단계로 나누어 설계”(p. 189)되는 것으로, 평가와 피드백 기능이 지능형 교수 시스템의 핵심 구성 요소로 이미 포함되어 있다. 마지막으로, Holmes et al.(2019)이 해당 분류를 제안한 이후 인공지능 기술의 빠른 발전으로 지능형 교수 시스템은 자동 채점 및 피드백 기능을 더욱 긴밀하게 통합하는 방향으로 진화하였으며, 2019년 당시의 분류 기준을 현시점에 그대로 적용하는 것은 실제 플랫폼 구현 방식을 충분히 반영하지 못할 수 있다. 이에 본 연구에서는 두 유형을 ‘지능형 교수 및 평가 시스템’으로 통합하여 분석하였다.

둘째, ‘인공지능 적용 수업 맥락 및 방식’ 영역은 연구문제 2와 관련되며 인공지능이 교실 수업 맥락 속에서 어떤 시점과 방식으로 활용되는지를 분석하는 데 초점을 두었다. 이를 위해 인공지능 적용 시점(수업 전·중·후), 학습 조직(개별학습, 학생 간 협동학습, 교사와 인공지능의 협력수업), 활동 유형(개념 학습 활동, 문제 해결 및 평가 활동, 탐구 및 조작 활동, 상호작용 및 소통 활동, 프로젝트 활동)을 주요 하위 범주로 설정하였다.

셋째, ‘연구의 초점’ 영역은 연구문제 3과 관련된 분석 준거로서 선행 연구에서 사용한 연구 목적(윤정은, 권오남, 2024), 종속변인(손태권, 2024), 연구 주제(Park & Lim, 2023) 등을 포괄하는 개념으로 정의하였다. 이는 수학 내용 영역(수와 연산, 도형과 측정 등)과 같은 교과 주제(topic)와는 구별되는 개념으로, 각 연구가 인지적·정의적 효과 검증, 프로그램 개발, 수업 적용 양상 분석 등 어떠한 목적에 초점을 두고 수행되었는지를 분석하기 위한 범주이다. 다만, 인지적·정의적 측면과 프로그램 개발·

수업 활용 양상은 이론적으로 동일한 층위에 있지 않다. 그럼에도 본 연구에서는 각 연구의 목적을 포괄적으로 파악하고자 선행 연구(윤정은·권오남, 2024; Park & Lim, 2023)를 바탕으로 이질적 범주를 하나의 분석 축으로 통합하였으며, 결과 해석 시 이 점에 유의할 필요가 있다. 하나의 연구가 둘 이상의 범주에 해당할 경우에는 중복 코딩을 적용하여 개별 문헌의 복합적 특성과 초점을 보다 정교하게 반영하고자 하였다.

〈표 6〉 분석틀

분석항목		구분
연구 현황	발행 연도	• 연구 발행 연도
	대상 학년	• 1, 2, 3, 4, 5, 6학년
	연구 방법	• 양적, 질적, 혼합
	내용 영역	• 수와 연산, 도형과 측정, 변화와 관계, 자료와 가능성
인공지능 적용 기술 유형		• 지능형 교수 및 평가 시스템, 대화형 교수 시스템, 탐색 학습 환경
인공지능 적용 수업 맥락 및 방식		• 인공지능 적용 시점(수업 전, 수업 중, 수업 후) • 학습 조직(개별 학습, 학생 간 협동 학습, 교사와 AI의 협력 수업) • 활동 유형(개념 학습 활동, 문제 해결 및 평가 활동, 탐구 및 조작 활동, 상호작용 및 소통 활동, 프로젝트 활동)
연구의 초점		• 인지적 측면, 정의적측면, 프로그램 개발, 수업에서의 활용 양상, 기타

## IV. 연구 결과

### 1. 연구 현황 및 인공지능 적용 기술 유형

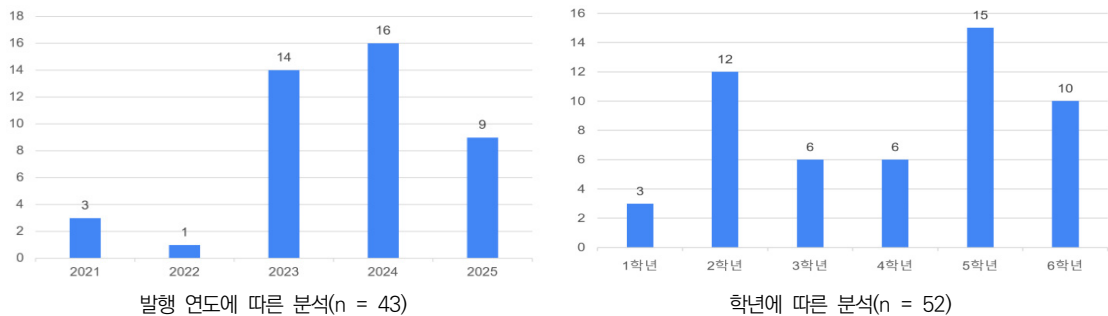
#### 1) 발행 연도

분석 대상인 43편의 논문을 발행 연도에 따라 분석한 결과([그림 2] 왼쪽 참고), 국내 초등 수학교육 분야에서 인공지능 활용에 관한 실증 연구는 2016년부터 시작되어 2023년 이후 증가하는 추세를 보였다. 2016년부터 2020년 사이에도 인공지능 관련 연구는 꾸준히 수행되었으나, 이 시기 초등 수학교육의 실제 교실 수업 맥락에서 인공지능을 적용한 실증 연구는 확인되지 않았다. 2021년에 3편, 2022년에 1편의 연구가 등장한 이후, 2023년에 14편, 2024년에 16편으로 연구 수가 급증하였으며 자료 수집 시점인 2025년 5월까지 이미 9편의 연구가 발표되었다.

#### 2) 대상 학년

인공지능을 활용한 연구는 1학년부터 6학년까지 전 학년을 대상으로 수행되었으며, 이들 논문은 중복 코딩을 통해 총 52개의 분석 단위로 재분류되었다([그림 2] 오른쪽 참고). 고학년(5, 6학년)을

대상으로 한 연구가 25개로 가장 큰 비중을 차지했으며, 중학년(3, 4학년)을 대상으로 한 연구가 12개로 가장 적은 비중을 차지하였다. 한편, 3, 4학년을 대상으로 한 연구(각각 6개)의 총합이 태블릿 PC 등 기기 조작에 상대적으로 미숙할 수 있는 2학년을 대상으로 수행된 연구(12개)와 그 수가 동일했으며, 여러 학년을 동시에 분석 대상으로 설정한 연구도 일부 확인되었다(예: 황지유, 2024).



[그림 2] 발행 연도와 학년에 따른 분석 결과

### 3) 연구 방법

연구 방법에 따른 분류 결과, 양적 연구 9편, 질적 연구 9편, 혼합 연구 25편으로 혼합 연구가 가장 높은 비중을 차지하였다. 양적 연구에서는 T-검정(전민우, 2024; 정민우, 2024), F-검정(이재호, 이승훈, 이혜림, 2025; 조문영, 2023), 중다회귀분석(배영란, 2024) 등이 주로 활용되었다. 이는 연구자들이 사전 과 사후의 변화, 집단 간 효과 차이, 학생의 변화에 영향을 미치는 요인들을 검증하고 탐색하는 데 관심을 가졌음을 의미한다.

질적 연구는 크게 세 유형으로, 설문과 면담을 통해 인공지능 기반 수업에 대한 인식과 경험을 조사한 연구(김홍년, 전용주, 2023; 황지유, 2024), 개발된 프로그램에 대한 전문가 의견을 수렴한 연구(강보람, 2024; 고은성, 2023), 학생 산출물을 분석하여 수학적 오개념과 사고 과정을 분석한(김민정, 2023; 손아영, 2024) 연구 등이 있다. 혼합 연구는 인공지능 기반 교수·학습의 효과뿐 아니라 그 과정과 맥락을 동시에 탐색하기 위해 양적·질적 연구를 결합하여 활용한 것으로 나타났다.

### 4) 수학과 내용 영역

수학과 내용 영역을 중심으로 중복 코딩하여 분석한 결과, 총 62개의 분석 단위로 재분류되었으며 ([그림 3] 왼쪽 참고), ‘수와 연산’ 영역이 33개로 절반 이상을 차지하였다. 세부적으로는 덧셈과 뺄셈, 곱셈구구 등 저학년의 기초 연산 능력(김민정, 2023; 이재호 외, 2025; 조문영, 2023)을 포함하여 분수와 소수의 사칙연산(김지수, 2023; 박오누리, 2025; 배영란, 2024; 정요원, 2025; 최일석, 2023), 약수와 배수(최주희, 2024), 자연수의 혼합 계산(김기수, 2024) 등 다양한 수와 연산의 개념들이 주요 연구

주제로 다루어졌다.

다음으로, ‘도형과 측정’ 영역은 15개의 연구에서 다루어져 두 번째로 높은 비중을 차지하였다. 연구 주제는 시계 보기(정예지, 2024; 최서연, 2022)와 같은 기초적인 측정 활동부터 삼각형, 다각형 등 평면도형의 성질 이해(강보람, 2024; 김태림, 2023), 각기둥과 각뿔 등 입체도형 탐구(박중현, 2023), 다각형의 둘레와 넓이 계산(이대환, 2025)까지 폭넓게 분포하였다. 이러한 연구들은 인공지능 기반 시각화 및 탐구 기능을 활용하여 학생이 도형을 직접 조작하고 실험하면서 추상적인 기하 개념과 공간적 관계를 직관적으로 탐색할 수 있도록 지원하는 데 중점을 두었다.

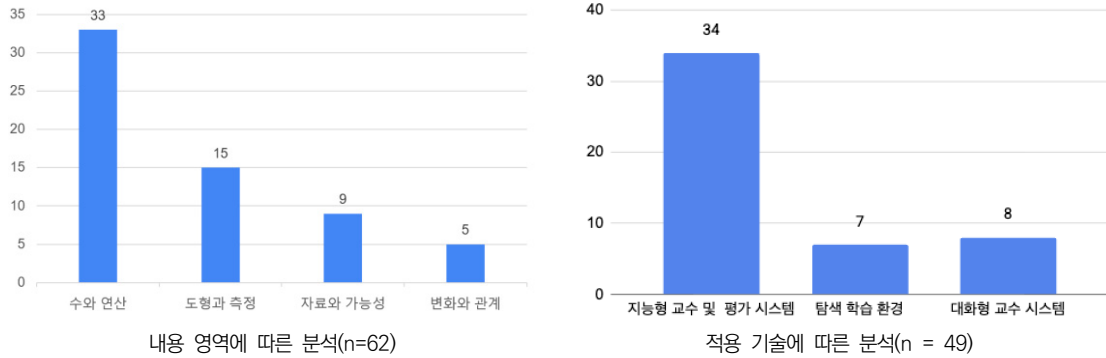
세 번째로 ‘자료와 가능성’ 영역은 9개의 연구에서 다루어졌는데 그래프 이해 및 해석(나지현, 2024), 평균과 가능성 개념(송유경, 2023) 등을 지도하기 위해 인공지능을 활용하려는 시도가 나타났다. 또한, 학생들이 직접 머신러닝 모델을 구축하여 데이터를 분류하고 예측하는 활동(김초희, 장혜원, 2024; 김홍년, 전용주, 2023) 등 인공지능 플랫폼을 데이터 분석과 탐구를 위한 도구로 활용하는 연구들도 확인되었다. 마지막으로, ‘변화와 관계’ 영역은 5개의 연구에서 다루어져 연구 빈도가 가장 낮았다. 이 영역에서는 비와 비율(곽도경, 2023), 비례식과 비례 배분(박성광, 2025) 등 함수적 사고의 기초를 형성하는 내용을 중심으로 연구가 이루어졌다.

## 5) 인공지능 적용 기술 유형

인공지능 적용 기술 유형을 중심으로 중복 코딩한 결과, 총 49개의 분석 단위가 도출되었다([그림 3] 오른쪽 참고). 그중 지능형 교수 및 평가 시스템이 가장 높은 비중을 차지하는 것으로 나타났다(34개). 이 유형의 연구들은 학생 개인의 학습 데이터를 실시간으로 분석하여 학습 수준, 오개념, 취약 개념을 진단 및 평가하고 이에 기반한 맞춤형 학습 콘텐츠, 추가 문제, 학습 활동 등을 제공하는 데 초점을 두고 있었다. 대표적인 플랫폼으로는 ‘뚝뚝!수학탐험대’(임영빈, 안서현, 김경미, 김중훈, 홍옥수, 2021), 칸 아카데미와 노리 AI 스쿨 수학(김동희, 2023), 하이러닝(박오누리, 2025), AI매일수학과 클래스팅(김기수, 2024), 매쓰홀릭(손아영, 2024), 아이스크림 홈런(이홍규, 2023) 등이 확인되었다.

탐색 학습 환경은 7개로 이 유형의 연구들은 학생이 프로그래밍 기반 도구를 조작하며 수학적 개념과 인공지능 원리를 능동적으로 탐구하도록 하는 데 중점을 두었다. 가상 프로그래밍(김초희, 장혜원, 2024), 티처블머신 및 엔트리 블록(김홍년, 전용주, 2023), 피지컬 컴퓨팅 교구인 네오봇(강보람, 2024) 등이 이에 해당한다.

대화형 교수 시스템은 8개에서 확인되었다. 이 범주에는 연구자가 목적에 따라 직접 개발한 교육용 챗봇(박성민, 2024; 정예지, 2024)뿐 아니라 ChatGPT, 윌튼(Wrtn) 등 상용화된 대규모 언어 모델을 활용한 연구가 포함되었다(곽도경, 2023; 김범진, 최인용, 2025; 박중현, 2023). 이때, 대화형 교수 시스템은 학생의 질문에 자연어 기반 응답을 제공하거나 문제 해결 과정에서 힌트를 제시하는 등 상호작용을 매개로 학습을 지원하였다.



[그림 3] 내용 영역과 적용 기술에 따른 분석

## 2. 인공지능 적용 수업 맥락 및 방식

### 1) 인공지능 적용 시점

인공지능 기술이 초등 수학 수업의 어느 단계에서 활용되는지를 파악하기 위해 43편의 문헌을 중복 코딩한 결과, 총 57개의 분석 단위가 도출되었다([그림 4] 왼쪽 참고). 수업 전 단계에서 인공지능을 활용한 연구는 7개로, 주로 인공지능 시스템의 진단 기능을 통해 학생들의 선행 지식 수준을 파악하고 학생들의 취약 요소를 분석하는 방식이 대표적이다(이흥규, 2023; 최서연, 임철일, 2023; 최일석, 2023; 황지유, 2024).

가장 높은 활용 빈도는 수업 중 단계에서 나타났으며, 전체의 38개가 여기에 해당하였다. 이 시점에서는 학생의 학습 수준과 반응을 실시간으로 분석하여 맞춤형 문제 및 학습 콘텐츠를 제공하는 개별화 학습 지원이 주를 이루었다(김동희, 2023; 마명서, 2024; 손태권, 여승현, 송윤오, 2024). 이때, 교사는 대시보드를 통해 학생의 학습 상태를 확인하면서 필요한 학생에게 비계를 제공하는 조력자의 역할을 수행하였다(이흥규, 2023; 최일석, 2023). 또한, 가상 조작 도구 및 시뮬레이션(이대환, 2025), 인공지능 기반 탐구 활동(김혜진, 2025; 송유경, 2023), 대화형 인공지능을 활용한 실시간 질의응답(곽도경, 2023; 김범진, 최인용, 2025) 등 다양한 형태로 인공지능 도구들이 활용되었다.

수업 후 단계에서의 인공지능 활용은 12개로 학습 내용 정리, 보충 및 심화 활동 제공, 사후 평가 등 학습 연속성을 강화하는 데 초점을 두었다. 예를 들어, 수업 중 축적된 학습 데이터를 기반으로 생성된 오답 노트를 교사와 학생이 함께 검토하고 이를 다음 차시 수업 계획에 반영하는 순환적 활용 방식이 나타났다(이흥규, 2023; 최서연, 임철일, 2023; 황지유, 2024). 또한, 학습 부진 학생을 대상으로 한 맞춤형 보충 학습도 제공되었다(김기수, 2024; 손아영, 2024; 임세범, 2023; 황현석, 2024).

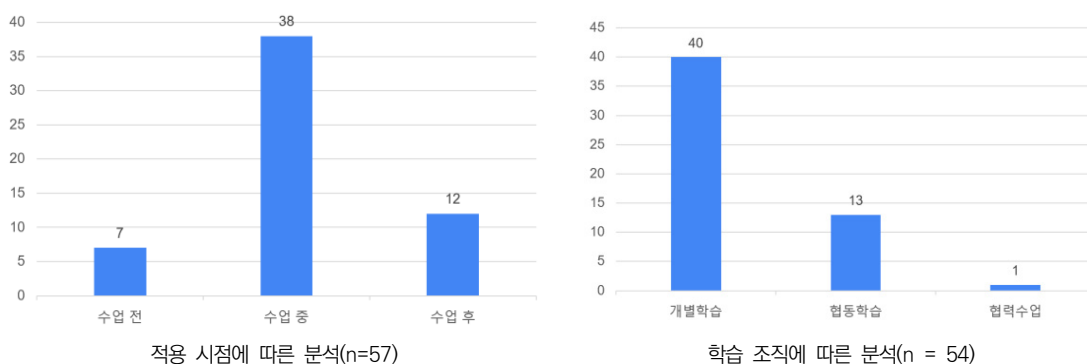
## 2) 학습 조직

학습 조직 형태를 개별학습, 협동학습(학생 간), 협력수업(교사-인공지능)의 세 범주로 분류한 결과, 총 54개의 분석 단위가 도출되었다(그림 4 오른쪽 참고). 개별학습은 40개로 가장 높은 비중을 차지하였으며 학생들은 ‘똑똑!수학탐험대’, ‘간 아카데미’, ‘하이러닝’과 같은 지능형 교수 및 평가 시스템에 개인 기기로 접속하여 자기주도적으로 학습을 수행하는 연구가 이에 해당된다(예: 김동희, 2023; 임영빈 외, 2021).

협동학습은 13개로 모듈별 아이디어 공유를 통한 프로젝트 수행(김홍년, 전용주, 2023; 송유경, 2023), 또래 멘토링을 통한 상호 설명 활동(정민우, 2024; 황현석, 2024) 등이 이루어졌다. 특히 인공지능의 피드백만으로 해결이 어려운 과제를 동료와 함께 토론하며 대안을 모색하거나(김범진, 최인용, 2025), 인공지능을 활용해 문제를 생성하는 활동(김혜진, 2025) 등은 기술과 학생의 상호작용 기반 협력학습을 결합하려는 시도로 볼 수 있다.

협력수업(교사-인공지능)은 1개에서 확인되었으며, 장운선과 김성준(2024)의 연구가 이에 해당한다. 이 연구에서는 교사가 인공지능이 제공하는 학습자 데이터를 바탕으로 수업 전략을 조정하거나 인공지능과 협력하여 교수 활동을 수행하는 방식이 제안되었는데, 이는 교사와 인공지능이 역할을 분담하여 수업을 진행하는 협력 체계를 보여준다.

한편, 10개의 연구가 개별학습과 협동학습을 동시에 활용하는 등 복합적 학습 조직 형태를 채택하였다(예: 강보람, 2024; 김홍년, 전용주, 2023; 나지현, 2024). 이는 연구자들이 학습 조직을 상호 배타적 구조로 이해하기보다는 학습 목표와 활동 특성에 따라 다양한 조직 형태를 유연하게 결합하는 혼합형 모델을 탐색하고 있음을 시사한다.



[그림 4] 적용 시점과 학습 조직에 따른 분석

## 3) 활동 유형

활동 유형에 초점을 두고 문헌을 중복 코딩한 결과, 총 134개의 분석 단위가 도출되었다(<표 7>와

[그림 5] 왼쪽 참고). 가장 높은 비중을 차지한 활동은 문제 해결 및 평가 활동으로 전체의 72개가 이에 해당하였다. 이는 다수의 인공지능 기반 학습 시스템이 학생의 성취 수준을 진단하고 개인화된 문제를 제시하며 자동 채점 및 즉각적 피드백 기능을 강점으로 갖고 있기 때문으로 판단된다. 예컨대, 인공지능 튜터가 학생의 오답 유형과 유사한 추가 문항을 반복적으로 제공하거나(손아영, 2024), 오답 노트를 자동 생성해 틀린 문제를 체계적으로 관리하는 방식(김지수, 2023)은 개인화된 연습과 오류 교정을 중심으로 문제 해결 능력 향상을 도모하는 사례라 할 수 있다.

다음으로 개념 학습 활동은 22개로 관련 동영상 시청하거나(고은성, 2023; 배영란, 2024; 최일석, 2023; 최주희, 2024; 황현석, 2024) 텍스트 자료를 읽는(김동희, 2023) 등 기본 개념을 보조적으로 학습하거나 칸아카데미 등을 활용해 수업 전 관련 개념을 학습하는 방식이 주를 이루었다(박중현, 2023).

탐구 및 조작 활동은 16개로 확인되었으며, 학생들이 능동적으로 학습 과정에 참여하는 활동들이 포함되었다. 대표적 사례로는 티처블 머신이나 엔트리 AI 블록을 활용한 인공지능 모델 생성 및 실험 활동(김초희, 장혜원, 2024; 김혜진, 2025; 김홍년, 전용주, 2023) 등이 있었다. 이러한 활동은 인공지능을 단순한 문제 풀이 도구가 아닌 탐구 경험을 확장하는 매개로 활용했다는 점에서 의의가 있다.

동일하게 16개에서 나타난 상호작용 및 소통 활동은 인공지능이 학습자 간 상호작용을 촉진하는 방식으로 활용된 사례를 보여준다. 인공지능 챗봇을 활용한 질의응답을 통한 문제 해결(곽도경, 2023; 김범진, 최인용, 2025; 김혜진, 2025; 정예지, 2024), 인공지능 제공 데이터를 활용한 토레 설명 활동(정민우, 2024), 모둠 토의 및 발표 활동(박중현, 2023; 황현석, 2024) 등이 보고되었다. 이는 인공지능이 개별화 학습뿐 아니라 협력적 학습을 강화하는 도구로 기능할 수 있음을 보여준다.

마지막으로 프로젝트 활동은 8개로 여러 차시에 걸친 장기적 탐구 과정에서 인공지능을 활용한 사례가 나타났다. 학생들은 데이터 수집 및 분석, 인공지능 모델 적용, 보고서 작성 등을 수행하며 프로젝트의 전 과정을 통합적으로 경험하였다(김혜진, 2025; 박중현, 2023; 송유경, 2023; 정민우, 2024). 이러한 활동은 인공지능을 실제 문제 해결의 도구로 활용함과 동시에 교과 간 융합적 사고를 신장하는데 활용될 수 있음을 의미한다.

〈표 7〉 활동 유형에 따른 분석(n = 134)

활동 유형	빈도	예시
개념 학습 활동	22	<ul style="list-style-type: none"> <li>시스템이 제공하는 교과 관련 동영상을 시청(고은성, 2023)하거나 관련 자료를 읽음(김동희, 2023)</li> <li>칸아카데미 등을 활용한 플립러닝 모델에서 사전 학습용으로 개념 영상을 시청하는 방식(박중현, 2023)</li> </ul>
문제 해결 및 평가 활동	72	<ul style="list-style-type: none"> <li>인공지능 튜터가 학생의 오답과 유사한 유형의 문제를 반복적으로 제시(손아영, 2024)</li> <li>인공지능 오답노트를 통해 틀린 문제를 체계적으로 관리(김지수, 2023)</li> </ul>
탐구 및 조작 활동	16	<ul style="list-style-type: none"> <li>티처블 머신을 활용한 입체도형 탐구(김초희, 장혜원, 2024)</li> <li>노벨 엔지니어링을 활용한 각도 탐구(김혜진, 2025)</li> <li>엔트리를 활용한 가능성 탐구(김홍년, 전용주, 2023)</li> </ul>
상호작용 및 소통 활동	16	<ul style="list-style-type: none"> <li>인공지능과 챗봇 사용자 간의 상호작용을 분석(김범진, 최인용, 2025),</li> <li>인공지능이 제공한 데이터를 기반으로 토레 학생에게 학습 내용을 설명(정민우, 2024)</li> <li>인공지능을 활용해 모둠별 토의 및 발표를 진행(황현석, 2024)</li> </ul>
프로젝트 활동	8	<ul style="list-style-type: none"> <li>주제 탐구를 위해 프로젝트 학습 진행(송유경, 2023)</li> </ul>

### 3. 연구의 초점

연구의 초점에 따른 문헌 분석 결과, 63개의 분석 단위 중 인지적 측면과 관련된 연구는 25개로 가장 많은 비중을 차지하였다(<표 8>, [그림 5] 오른쪽 참고). 이들 연구는 인공지능 시스템이 제공하는 개인화된 학습, 즉각적 피드백, 반복 학습 지원이 학생들의 학업성취도에 미치는 영향을 분석하였다(예: 고은성, 2023; 김지수, 2023; 박오누리, 2025). 또한 산술적 사고(김기수, 2024), 분수 개념 형성 과정(김미라, 2025), 연산 능력(김민정, 2023), 수학적 개념 이해(박성광, 2025), 수학적 사고력(손아영, 2024), 컴퓨팅 사고력(나지현, 2024) 등 보다 세분화된 인지 영역을 탐색한 연구도 포함되었다.

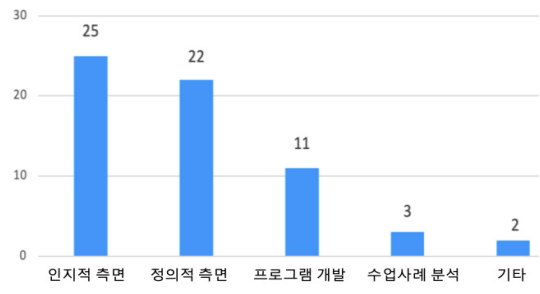
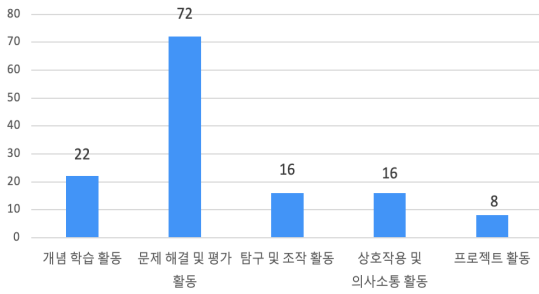
정의적 측면과 관련된 연구는 22개로 두 가지 하위 유형 나타났다. 첫 번째 유형은 인공지능 기반 수학 학습 경험이 학생의 수학적 태도, 학습 몰입(전민우, 2024), 흥미(조문영, 2023), 자기주도적 학습 능력(황지유, 2024), 수학의 실용적 가치 및 수학적 역량에 대한 인식(임영빈 외, 2021)에 미치는 영향을 분석한 연구들이다. 두 번째 유형은 인공지능 자체에 대한 정의적 반응을 탐색한 연구로 인공지능 기반 활동이 인공지능에 대한 태도(김태림, 2023), 인식(나지현, 2024), 사용효능감(이대환, 2025) 등에 미치는 영향을 살펴보았다.

또한, 프로그램 개발 연구가 11개로 인공지능을 활용한 수학 수업 프로그램이나(강보람, 2024; 김홍년, 전용주, 2023), 블렌디드 러닝 프로그램(박중현, 2023)을 설계하는 연구들로 수행되었다. 이와 함께 수학 부진 학생의 진단과 피드백 제공을 위한 웹 기반 인공지능 프로그램 구축 연구도 포함되었다(박성민, 2024). 수업 적용 양상을 탐색한 연구는 3개로 인공지능 플랫폼을 활용한 수업의 특징 분석(김초희, 장혜원, 2024), 인공지능 기반 피드백의 사례 분석(김동희, 2023), 대화형 인공지능과의 협력적 문제 해결 과정 분석(김범진, 최인용, 2025) 연구가 이에 해당한다. 이러한 연구들은 실제 교실 맥락에서 인공지능이 어떠한 방식으로 통합되고 활용되었는지를 살펴보았다.

기타 연구는 2개로 ‘뚝뚝!수학탐험대’ 활용 수업에 대한 교사 만족도(임영빈 외, 2021)와 인공지능 기반 수업 프로그램에 대한 교사 인식 연구(최서연, 2022)가 이에 해당한다. 다만 이들 연구는 교사만을 독립적으로 분석한 것이 아니라 학생 분석과 병행하여 교사를 함께 탐색했다는 점에서 교사만을 대상으로 한 연구와는 차별화된다.

〈표 8〉 연구의 초점에 따른 분석(n = 63)

연구의 초점	빈도	예
인지적 측면	25	<ul style="list-style-type: none"> <li>인공지능 기반 학습이 학업성취도에 미치는 영향 분석(고은성, 2023; 김지수, 2023)</li> <li>인공지능 기반 학습이 산술적 사고(김기수, 2024), 분수 개념 형성 과정 (김미라, 2025), 연산능력(김민정, 2023), 수학적 개념 이해(박성광, 2025), 수학적 사고력(손아영, 2024), 컴퓨팅 사고력(나지현, 2024)에 미치는 영향 분석</li> </ul>
정의적 측면	22	<ul style="list-style-type: none"> <li>인공지능 기반 학습이 수학적 태도와 학습 몰입(전민우, 2024), 흥미(조문영, 2023), 수학학습 태도와 자기주도적 학습 능력(황지유, 2024)에 미치는 영향 분석</li> <li>인공지능 기반 학습이 인공지능에 대한 태도(김태림, 2023), 인식(나지현, 2024), 사용효능감(이대환, 2025)에 미치는 영향 분석</li> </ul>
프로그램 개발	11	<ul style="list-style-type: none"> <li>인공지능 기반 수학 수업을 위한 프로그램 개발(강보람, 2024)</li> <li>인공지능 기반 블렌디드 러닝 수업을 위한 프로그램 개발(박중현, 2023)</li> <li>수학 부진 학생의 교육적 진단과 피드백을 위한 인공지능 기반 웹 프로그램 개발(박성민, 2024)</li> </ul>
수업에서의 활용 양상	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>인공지능 학습 플랫폼을 활용한 수업의 특징 분석(김초희, 장혜원, 2024)</li> <li>인공지능 학습 플랫폼 수업의 피드백 사례 분석(김동희, 2023)</li> </ul>
기타	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>'똑똑!수학탐험대'를 활용한 수업에 대한 교사 만족도 조사(임영빈 외, 2021)</li> <li>인공지능을 기반 수업 프로그램에 대한 교사 인식 분석(최서연, 2022)</li> </ul>



활동 유형에 따른 분석 (n = 134)

연구의 초점에 따른 분석 (n = 63)

〈그림 5〉 활동 유형과 연구의 초점에 따른 분석

## V. 결론

본 연구는 국내 초등 수학교육에서 인공지능을 활용한 실증 연구 43편을 체계적으로 검토하여 연구의 연도별 추세, 학년 분포, 연구 방법, 수학과 내용 영역, 적용 기술 유형, 수업 맥락(적용 시점, 학습 조직, 활동 유형), 연구 초점을 종합적으로 분석하였다. 그 결과, 국내 초등 수학교육의 인공지능 활용 연구는 지능형 교수·평가 시스템, 수업 중 활용, 개별학습, 문제 해결 및 평가 활동, 인지·정의적 효과 검증에 편중되어 있었으며, 이는 인공지능이 교실에 탐구의 동반자라기보다 개별화 학습과 평가의 도구로 먼저 자리 잡아 왔음을 보여준다. 이에 대한 논의는 다음과 같다.

첫째, 연구 출간 양상은 2023년 이후 급격한 증가세를 보였으며 이러한 추세는 2025년에도 지속되고

있었다. 이러한 증가는 인공지능이 제공하는 실질적 편의성과 효율성에 대한 기대가 고조되고, 관련 기기 및 교육 플랫폼이 빠르게 보급된 흐름과 맞물린 결과로 해석할 수 있다. 그러나 이러한 논문 출간의 증가가 곧바로 인공지능 활용 교육의 내실화나 수학 교수·학습의 질적 향상으로 이어진다고 보기는 어렵다. 증가하는 연구들을 체계적으로 검증하고 그 결과를 실제 수업 현장에 적용할 수 있도록 연구와 실제 간의 연계성을 강화하는 노력이 병행될 필요가 있다.

둘째, 학년 분포에 따른 분석 결과 인공지능을 활용한 수학 교육 연구는 전 학년에 걸쳐 이루어졌으나, 고학년에 집중되는 경향을 보였다. 이는 고학년 학생들이 인공지능 플랫폼을 다룰 수 있는 디지털 조작 역량을 갖추고 있으며 학습 내용의 추상성이 높아지고 누적된 학습 격차가 심화되는 교육 현실과 밀접하게 관련된 것으로 해석된다. 흥미로운 점은 중학년(12개)을 대상으로 한 연구의 수가 2학년을 대상으로 한 연구와 동일한 수준에 머물렀다는 점이다. 3, 4학년은 분수와 소수의 연산 등 보다 추상적 개념이 도입되는 시기이자, 학습 격차가 본격적으로 발생하는 중요한 교육적 전환점이다. 그럼에도 불구하고 이 시기를 대상으로 한 인공지능 활용 연구가 상대적으로 부족하다는 점은 중학년 학생의 개념 이해와 학습을 지원하기 위한 인공지능 연구가 필요함을 시사한다.

셋째, 수학과 내용 영역 측면에서는 ‘수와 연산’이 과반 이상을 차지하며 가장 높은 비중을 보였다. 이는 해당 영역이 초등 수학의 기초를 형성할 뿐 아니라 학습 분량이 많고 개념 위계가 명확하여 기술적 적용이 용이하기 때문으로 해석된다. ‘도형과 측정’ 영역에서도 시각화, 조작, 상호작용 기반의 인공지능 기능을 활용한 탐색 활동 중심의 연구가 꾸준히 이루어지고 있었다. 향후 연구에서는 상대적으로 연구가 부족한 영역인 ‘자료와 가능성’, ‘변화와 관계’를 보다 적극적으로 탐색할 노력이 이루어져야 한다.

넷째, 연구 방법의 경우 혼합 연구가 25편으로 가장 높은 비중을 차지하였다. 이는 질적 연구가 가장 큰 비중을 보였다고 보고한 최지웅(2021), Park와 Lim(2023)의 결과와 상반된 결과이다. 이러한 차이는 자료 수집 범위에서 비롯된 것으로 보인다. 본 연구는 학위논문을 포함하여 분석을 수행하였는데, 학위논문의 경우 하나의 연구 방법(양적 또는 질적)에 기반한 심층 탐구보다는 두 방법을 모두 활용하여 단편적이지만 다각도로 자료를 분석하는 혼합 연구 설계를 채택하는 경향이 있기 때문이다. 이러한 결과는 인공지능을 주제로 학위논문을 수행하는 연구자들이 하나의 방법론을 보다 심도 있게 적용하고 이를 토대로 분석의 정밀도와 해석의 깊이를 높이는 노력이 필요함을 시사한다.

다섯째, 적용 기술 유형에서는 지능형 교수 및 평가 시스템이 34개를 차지하며 가장 높은 비중을 보였다. 이는 선행 연구(예: 윤정은, 권오남, 2024)와 유사한 결과로 학습자의 수준을 진단하고 개인화된 학습 경로와 피드백을 제공할 수 있는 인공지능 기술의 핵심 기능이 다인수 학습 환경에서 효과적으로 발현되기 때문으로 해석된다. 또한, 이러한 맞춤형 학습 환경은 전통적인 교실 수업의 한계를 보완하고 학습 부진 해소에 기여할 수 있는 가능성을 보여준다. 한편, 탐색 학습 환경(7개)과 대화형 인공지능(8개)을 활용한 연구도 일정 비중을 차지하였으나 상대적으로 높지는 않았다. 이는 지능형 교수 및 평가 시스템에 비해 탐색 학습 환경과 대화형 인공지능이 교사의 전문적인 수업 설계 및 운영 능력, 학생의

문제해결 및 탐구 능력을 요구하는 만큼 연구 수행의 난도가 높았기 때문으로 판단된다. 향후 연구에서는 이와 같은 도구들의 고유한 기능과 장점을 기반으로 보다 다양한 교수·학습 설계를 시도할 필요가 있다. 예를 들어, 대화형 인공지능을 활용한 문제 만들기 활동(이하늘, 이용상, 2024), 대화형 인공지능을 활용한 학생의 오개념 진단 및 사고 과정 분석(이경화 외, 2024)과 같이 인공지능의 다양한 능력을 적극적으로 활용한 새로운 연구 방향도 탐색될 필요가 있다.

여섯째, 인공지능의 적용 시점은 수업 중 단계가 38개로 가장 높은 비중을 차지하였으며, 이는 수업 중 실시간 상호작용과 맞춤형 학습 지원이 인공지능의 강점과 직접적으로 연결되기 때문으로 보인다. 그러나 수업 전(7개)에 이루어지는 진단 평가 및 선수 학습 지원 활동과 수업 후(12개)에 이루어지는 보충 및 오답 분석 등도 상당수 확인되었다. 특히 일부 연구에서는 수업 전, 중, 후의 세 단계를 유기적으로 연결하여 인공지능을 학습 경험 전반에 통합하려는 시도를 보여주었다(예: 황지유, 2024). 향후 연구에서는 각 적용 방식의 효과성과 구현 전략을 비교 분석하는 연구가 중요한 과제가 될 것이다.

일곱째, 활동 유형 분석 결과 인공지능 기술의 강점을 직접적으로 활용할 수 있는 문제 해결 및 평가 활동(72개)과 교과 내용에 기반한 개념 학습 활동(22개)이 가장 높은 비중을 차지하였다. 또한, 수학적 사고를 탐구하고 검증하는 탐구 및 조작 활동(16개), 대화형 인공지능을 활용한 상호작용 및 소통 활동(16개)도 일정 비중을 차지하였다. 이러한 결과는 인공지능 관련 연구가 맞춤형 학습의 효과 검증 뿐만 아니라 학생의 탐구 활동과 의사소통을 지원하는 방향으로 연구의 외연을 확장하고 있음을 시사한다. 따라서 향후 연구에서는 인공지능의 효과적인 활용을 위해 다양한 활동들을 수업 시간 내에 어떻게 구조화할지에 대한 교수학적 논의가 이루어질 필요가 있다.

여덟째, 연구의 초점 분석 결과 인지적 영역(25개)과 정의적 영역(22개)이 가장 빈번하게 다루어졌으며 프로그램 개발(11개), 수업 적용 연구(3개), 기타(2개)가 뒤를 이었다. 인지적 영역에서는 단편적인 학업성취도뿐 아니라 산술적 사고, 개념 형성, 수학적 사고력 등 다양한 인지적 요인을 측정하려는 시도가 나타났다. 정의적 영역에서도 수학적 태도, 흥미, 자기주도적 학습 능력뿐 아니라 인공지능에 대한 태도와 인식과 같은 인공지능 관련 정의적 요소를 다룬 연구들도 확인되었다. 인공지능이 실제 교실에서 활용되고 있다는 점을 고려할 때, 향후 연구에서는 수업 프로그램의 개발과 적용 양상, 교사의 인식과 역량과 같이 현장과 밀접하게 연결된 주제를 보다 적극적으로 탐구할 필요가 있다.

본 연구는 분석 대상 문헌을 RISS를 통해서만 수집하였으며, Holmes et al.(2019)의 인공지능 기술 분류 기준을 수정하여 적용하고 블록코딩 및 피지컬 컴퓨팅 연구를 분석에 포함하였다. 또한, 자료 분석이 2인의 연구자에 의해 수행되었으므로 동일한 자료에 대해서도 연구자에 따라 상이한 해석이 도출될 가능성이 있다. 이로 인해 본 연구의 결과를 일반화하는 데에는 한계가 있다. 이러한 제한점에도 불구하고 본 연구는 우리나라 초등 수학교육에서 인공지능 활용 연구가 어떠한 설계 방식으로 이루어지고 있는지를 종합적으로 조망하였다는 점에서 의의를 지닌다.

본 연구가 제시하는 시사점은 특정 유형에 편중된 연구 경향을 완화하기 위한 연구의 다변화 필요성이다. 연구 주제(수와 연산, 학년(고학년), 연구 방법(혼합 연구), 적용 기술(지능형 교수 및 평가 시스

템), 적용 시점(수업 중), 활동 유형(문제 해결 및 평가 활동), 연구의 초점(인지적·정의적 영역) 등 대부분의 범주에서 특정 유형으로 연구가 집중되는 경향이 나타났다. 이러한 연구의 편중은 인공지능 기술의 교육적 잠재력이 일부 영역과 대상에 국한될 위험이 있음을 시사하며 후속 연구에서는 보다 다양한 내용 영역, 학년, 기술 유형, 교수학적 접근을 포괄하는 확장적 탐색이 요구된다.

특히 국외 연구 동향을 분석한 노지화 외(2023)의 지적과 마찬가지로 국내에서도 교사에 대한 연구가 현저히 부족한 것으로 나타났다. 교육의 질은 교사의 질을 넘지 못한다는 점을 고려할 때, 후속 연구에서는 교사의 수업 관행, 교사의 지식과 신념이 교수·학습에 미치는 영향, 인공지능 활용 수업에서의 교사 노티싱 등 교사를 중심으로 한 연구가 보다 활발히 이루어질 필요가 있다. 이러한 연구는 인공지능 기반 수업이 실제 교실에서 효과적으로 구현되기 위한 조건을 규명하고 교사 전문성 신장을 위한 실질적 기반을 마련하는 데 기여할 것이다.

## 참고문헌

문헌분석에 사용된 논문들은 \*로 표시함

강보람 (2024). 네오봇을 활용한 인공지능 융합 교육 수업안 개발: 초등학교 3학년 수학과 도형 단원을 중심으로. 석사학위논문, 한국교원대학교.\*

고은성 (2023). 지능형 교수 시스템이 수학 학업성취도와 수학적 태도에 미치는 영향. 석사학위논문, 공주교육대학교.\*

곽도경 (2023). ChatGPT와 학생의 의사소통 효과성 분석: 초등학교 비와 비율 단원을 중심으로. **교과교육연구**, 16, 1-23.\*

김기수 (2024). 인공지능 학습도구를 활용한 초등수학 학습부진아의 성취도 변화 및 산술적 사고수준 변화 분석. 석사학위논문, 한국교원대학교.\*

김동희 (2023). 인공지능(AI) 학습 플랫폼을 활용한 수학 개별화 교수-학습에서 나타나는 피드백 사례 연구. 박사학위논문, 이화여자대학교.\*

김미라 (2025). 인공지능 수학 학습지원시스템을 활용한 학습부진아의 분수 개념 형성 과정 사례 연구. 석사학위논문, 광주교육대학교.\*

김민정 (2023). AI 활용 수학 수업이 수학학습부진학생의 연산능력과 수학적 태도에 미치는 영향. 석사학위논문, 대구교육대학교.\*

김범진·최인용 (2025). 초등학교 5학년과 생성형 AI 기반 챗봇의 협력적 문제 해결 과정 분석. **한국초등수학교육학회지**, 29(2), 117-145.\*

김지수 (2023). 인공지능 기반 학습 프로그램을 활용한 과정중심평가가 수학 학업성취도 및 수학적 태도에 미치는 영향. 석사학위논문, 서울교육대학교.\*

- 김초희·장혜원 (2024). 인공지능 사고 함양을 위한 인공지능 빅 아이디어 기반 초등학교 수학 융합 수업 사례연구. **수학교육**, 63(2), 255-272.\*
- 김태림 (2023). 인공지능 기반 맞춤형 초등 수학 학습이 학업성취도와 인공지능에 대한 태도에 미치는 영향 연구. 석사학위논문, 서울교육대학교.\*
- 김혜진 (2025). 노벨 엔지니어링 기반 인공지능 융합 수학교육 프로그램을 통한 창의·인성 및 정서적 영역 변화 분석. 석사학위논문, 경인교육대학교.\*
- 김홍년·전용주 (2023). UMC 모델 기반의 초등 수학 자료와 가능성 영역 인공지능 융합교육 프로그램 개발. **한국컴퓨터교육학회 동계 학술발표논문집**, 27(1).\*
- 나지현 (2024). 인공지능 활용 수업이 인공지능에 대한 인식 변화와 컴퓨팅사고력 증가에 미치는 영향: 초등학교 4학년 ‘껌은선 그래프’ 단원을 중심으로. 석사학위논문, 서울교육대학교.\*
- 노지화·고호경·김병수·허난 (2023). 인공지능 활용 교육의 토픽모델링 분석을 통한 수학교육 연구 방향의 함의. **한국학교수학회논문집**, 26(1), 1-19.
- 마명서 (2024). AI 코스웨어를 활용한 교수학습이 초등 5학년 수와 연산 영역 향상과 수학 태도에 미치는 영향. 석사학위논문, 한국교원대학교.\*
- 박성광 (2025). 초등학교 수학에서 AI 교육 도구 활용 효과 분석. 석사학위논문, 전주교육대학교.\*
- 박성민 (2024). 초등 수학 부진 학생의 교육적 진단과 피드백을 위한 AI 웹앱 개발. 석사학위논문, 한국교원대학교.\*
- 박오누리 (2025). 인공지능 기반 교수·학습 플랫폼을 활용한 맞춤형 수업이 수학과 학업성취도에 미치는 영향. 석사학위논문, 서울교육대학교.\*
- 박중현 (2023). AI 플랫폼 기반 블렌디드러닝 수학 수업 프로그램 개발 및 적용. 석사학위논문, 부산교육대학교.\*
- 배영란 (2024). AI 기반 ITS를 활용한 초등학교 수학 수업의 효과 분석. 석사학위논문, 이화여자대학교.\*
- 백수현·유지원 (2024). 국내 초등학생 대상 인공지능 교육 프로그램 개발 연구에 대한 체계적 문헌 분석. **교육과학연구**, 55(2), 59-83.
- 손아영 (2024). AI 플랫폼을 활용한 수학 학습 부진 학생의 수학적 사고력 신장. 석사학위논문, 한국교원대학교.\*
- 손태권 (2024). 수학교육에서의 인공지능: 지능형 교수 시스템에 대한 체계적 문헌 검토. **수학교육학연구**, 34(2), 187-208.
- 손태권·여승현·송운오 (2024). 곱셈과 나눗셈 영역에서 인공지능 수학 학습지원시스템이 학업성취도에 미치는 효과 탐색: 똑똑! 수학탐험대를 중심으로. **초등교육연구논총**, 40(2), 19-32.\*
- 송유경 (2023). 인공지능 교육을 통한 초등 수학 융합 교육 프로그램 개발. 석사학위논문, 성균관대학교.\*
- 신동조 (2020). 초·중등교육에서 인공지능: 체계적 문헌고찰. **수학교육학연구**, 30(3), 531-552.
- 윤정은·권오남 (2024). AI 기반 수학 교수·학습에 대한 체계적 문헌 고찰: AI의 역할과 교사의 역할을 중심으로. **수학교육**, 63(3), 573-591.

- 이경화·신동조·박진형·김영준·이송희 (2024). 수학적 문제해결 역량 교육을 위한 ChatGPT 활용 방안 탐색: 분수의 나눗셈 문장제 해결 과정에서 나타나는 오류 진단 및 피드백 성능 분석. **한국학교수학회논문집**, 27(4), 639-666.
- 이대환 (2025). 맞춤형 수학 학습 서비스의 학업성취도와 학습자 사용 효능감에 관한 연구. 석사학위논문, 서울교육대학교.\*
- 이재호·이승훈·이혜림 (2025). 인공지능 학습지원시스템 활용 기초학력 보장 프로그램이 학습지원 대상자의 수학 연산 능력과 태도에 미치는 영향. **창의정보문화연구**, 11(2), 173-184.\*
- 이하늘·이용상 (2024). 한국어 읽기 평가에서 자동 문항 생성의 가능성 탐색. **교육문화연구**, 30(3), 659-686.
- 이흥규 (2023). 인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 수업 설계원리 개발. 석사학위논문, 서울대학교.\*
- 임미인·김혜미·남지현·홍옥수 (2021). 인공지능(AI) 활용 초등수학수업 지원시스템의 교수·학습 적용 방안 모색. **학교수학**, 23(2), 251-270.\*
- 임세범 (2023). 인공지능 기반 학습지원시스템을 활용한 맞춤형 초등 기초학력 지도. 석사학위논문, 세종대학교.\*
- 임영빈·안서현·김경미·김중훈·홍옥수 (2021). 인공지능을 활용한 수업 지원시스템의 효과성 분석: 똑똑 수학탐험대 사례를 중심으로. **한국초등교육**, 32(4), 61-73.\*
- 임용·박미미 (2021). AI 기반 수학교육 관련 국외 연구의 논지 탐색. **학습자중심교과교육연구**, 21(14), 621-635.
- 장윤선·김성준 (2024). AI와 Edutech를 활용한 초등수학 수업의 실제. **미래교육과 융합연구**, 1, 65-84.\*
- 장혜원·남지현 (2021). 초등수학교육에서 인공지능 활용의 실제: 초등수학 수업지원시스템 ‘똑똑! 수학탐험대’를 중심으로. **한국초등교육**, 31, 105-123.\*
- 전민우 (2024). 인공지능 플랫폼 활용 수학 수업이 초등학생의 수학적 태도와 학습몰입에 미치는 영향. 석사학위논문, 중앙대학교.\*
- 정민우 (2024). AI 코스웨어와 또래학습 멘토링 융합 학습 방법이 수학 학업성취도와 정의적 태도에 미치는 영향. 석사학위논문, 한국교원대학교.\*
- 정예지 (2024). AI 챗봇 활용 수학 수업이 초등학생의 학업 성취도 및 수학 흥미도에 미치는 영향. 석사학위논문, 광주교육대학교.\*
- 정요원 (2025). 하이러닝 프로그램을 활용한 분수 덧셈과 뺄셈 영역에서 초등학생의 흥미와 인식 연구. 석사학위논문, 서울교육대학교.\*
- 정인영 (2025). 인공지능 기반 교수·학습 플랫폼 하이러닝 활용 수학 수업이 초등학생의 학업성취도 및 태도에 미치는 영향. 석사학위논문, 서울교육대학교.\*
- 조문영 (2023). 인공지능(AI) 기반 학습 프로그램을 활용한 수학수업이 수학성취도 및 흥미에 미치는

- 영향. 석사학위논문, 고려대학교.\*
- 조현국 (2023). 텍스트 기반 생성형 인공지능의 이해와 과학교육에서의 활용에 대한 논의. **한국과학교육학회지**, 43(3), 307-319.
- 최서연 (2022). 인공지능 교육시스템 기반 초등학교 수학 수업 설계모형 개발. 석사학위논문, 서울대학교.\*
- 최서연·임철일 (2023). 인공지능 튜터링 시스템 기반 초등학교 수학 수업 설계원리 및 지침 개발. **교육공학연구**, 39(4), 969-1009.\*
- 최일석 (2023). 인공지능 기반 초등수학수업 지원시스템을 활용한 수학학습 영향도 분석. 석사학위논문, 경남대학교.\*
- 최주희 (2024). 인공지능(AI) 수학 학습 프로그램의 효과성 분석: 놀이 AI스쿨 수학 사례 중심. 석사학위논문, 단국대학교.\*
- 최지웅 (2021). 수학교육에서의 인공지능(AI) 연구동향. **교과교육연구**, 14(2), 1-14.
- 황지유 (2024). 인공지능 기반 맞춤형 학습이 농촌 지역 학생들의 수학학습에 미치는 효과. 석사학위논문, 경인교육대학교.\*
- 황현석 (2024). AI 기반 학습 환경에서 초등수학 부진 학생을 위한 교수 전략 개발 연구. 박사학위논문, 단국대학교.\*
- Alvarado, R. (2023). AI as an epistemic technology. *Science and Engineering Ethics*, 29(5), 32.
- Arkoumanis, G., Sofos, A., Ventista, O. M., Ventistas, G., & Tsani, P. (2025). The impact of artificial intelligence on elementary school students' learning: A meta-analysis. *Computers in the Schools*, 1-22.
- Bisconti, P., McIntyre, A., & Russo, F. (2024). Synthetic socio-technical systems: Poiêsis as meaning making. *Philosophy & Technology*, 37, 94.
- Higgins, T. J. et al. (2022). *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions version 6.3*. Cochrane.
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. The Center for Curriculum Redesign.
- Hong, Q. N., & Pluye, P. (2018). Systematic reviews: A brief historical overview. *Education for Information*, 34(4), 261-276.
- Hwang, S. (2022). Examining the effects of artificial intelligence on elementary students' mathematics achievement: A meta-analysis. *Sustainability*, 14(20), 13185.
- Hwang, G. J., & Tu, Y. F. (2021). Roles and research trends of artificial intelligence in mathematics education: A bibliometric mapping analysis and systematic review. *Mathematics*, 9(6), 584-603.
- Li, M. (2025). Integrating artificial intelligence in primary mathematics education: Investigating internal and external influences on teacher adoption. *International Journal of Science and Mathematics*

- Education*, 23(5), 1283-1308.
- Liu, B., Zhang, W., & Wang, F. (2026). Can generative artificial intelligence effectively enhance students' mathematics learning outcomes?: A meta-analysis of empirical studies from 2023 to 2025. *Education Sciences*, 16(1), 140.
- Park, M. M., & Lim, W. (2023). AI-integrated mathematics education: A review of literature in the Korean context. *Journal of Educational Research in Mathematics Education*, 33(3), 771-795.
- Şahin, S., & Teke, B. (2025). Artificial intelligence integration in mathematics education: A SWOT-BWM analysis. *Journal of Learning and Teaching in Digital Age*, 10(2), 273-286.
- Viera, A. J., & Garrett, J. M. (2005). Understanding interobserver agreement: The kappa statistic. *Fam med*, 37(5), 360-363.
- Yi, L., Liu, D., Jiang, T., & Xian, Y. (2025). The effectiveness of AI on K-12 students' mathematics learning: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 23(4), 1105-1126.

Abstract

## A Systematic Literature Review on the Use of Artificial Intelligence in Elementary Mathematics Education

Han, Geonhee<sup>1</sup> · Hwang, Sunghwan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Teacher, Songcheon Branch of Sudong Elementary School*

<sup>2</sup>*Assistant Professor, Chuncheon National University of Education*

---

This study aims to systematically analyze empirical research trends on the use of artificial intelligence in elementary mathematics education in Korea. 43 studies published between 2016 and May 2025 were selected from the RISS database based on predefined inclusion criteria. The selected studies were analyzed in terms of year of publication, grade level, mathematical content domain, research method, type of AI technology, instructional context, and research focus. The analysis revealed that related research has increased markedly since 2023 and tends to be concentrated on upper grades, numbers and operations, intelligent tutoring and assessment systems, in-class implementation, individual learning, problem-solving and assessment activities, and the examination of cognitive and affective effects. Drawing on these findings, the study discusses educational implications with a focus on future directions and challenges for AI-integrated elementary mathematics education.

**Key Words:** artificial intelligence, literature review, elementary mathematics education