



초중등교육에서 생성형 AI의 교육적 활용에 대한 주제 범위 문헌고찰*

A Scoping Review on the Educational Applications of Generative AI in Primary and Secondary Education

안솔미[†] · 이정윤^{††} · 박정민^{†††} · 정소영^{††††} · 송지훈^{†††††}

Solmoe Ahn[†] · Jeongyoon Lee^{††} · Jungmin Park^{†††} · Soyoung Jung^{††††} · Jihoon Song^{†††††}

요약

본 연구는 초중등교육에서 생성형 AI의 교육적 활용과 가능성, 향후 과제를 체계적으로 검토하기 위해 주제 범위 문헌고찰을 수행했다. PRISMA-ScR 지침에 따라 2022년 1월부터 2023년 11월까지 출판된 원저 국외 논문을 4개 학술 데이터베이스로부터 수집하고, 최종 21건의 논문을 선정하여 분석하였다. 연구 결과는 생성형 AI를 활용한 연구 및 교수설계 동향과 교수-학습 과정에서의 생성형 AI의 역할, 향후 과제를 중심으로 도출되었다. 본 연구는 초중등교육에서 생성형 AI의 교육적 활용을 위한 교수설계와 교사-학습자를 위한 증거 기반 교육의 실천 방안을 수립하고, 향후 경험적 연구를 수행하는 데 기여할 것이다.

주제어 생성형 AI, K-12, AI 교육, AI 리터러시, 초중등교육

ABSTRACT

This study conducted a scoping review to investigate the educational applications, affordances, and future challenges of generative AI in primary and secondary education. Following the PRISMA-ScR guidelines, we collected original international articles published between January 2022 and November 2023 from four academic databases, selecting a final set of 21 articles for analysis. The findings focused on trends in research and instructional design utilizing generative AI, its roles in teaching and learning processes, and future challenges. This research aims to establish evidence-based educational practices and instructional designs for teachers and learners, contributing to future empirical studies on the educational use of generative AI in primary and secondary education.

Keywords Generative AI, K-12, AI education, AI literacy, Primary and secondary education

†정회원 한양대학교 대학원 교육공학과 박사수료
††정회원 한양대학교 대학원 교육공학과 박사과정
†††정회원 한양대학교 대학원 교육공학과 박사수료
††††정회원 한양대학교 대학원 교육공학과 석사과정
†††††정회원 한양대학교 사범대학 교육공학과 교수
(교신저자)

논문투고 2024년 06월 14일
심사완료 2024년 08월 12일
게재확정 2024년 08월 14일
발행일자 2024년 09년 04일

* 본 논문은 2024년 한국교육정보미디어학회 춘계학술대회에서 "K-12에서 생성형 AI의 교육적 활용에 대한 해외 연구 동향 분석"의 제목으로 발표된 논문을 확장한 것임

1. 서론

생성형 인공지능(Generative Artificial Intelligence; 이하, 생성형 AI)과 대규모 언어모델(Large Language Models, LLMs)의 발전은 광범위한 사회적 관심을 끌며 사회의 모든 부분에 상당한 영향을 미치고 있다[1]. 교육 분야에서도 생성형 AI와 같은 첨단 기술을 어떻게 다루고 활용할 것인가를 화두로 던지며, 교육적 활용에 대한 다양한 시도가 이뤄지고 있다[2-5]. 특히 생성형 AI는 인간과 의사소통을 하는 것과 유사한 상태로 상호작용이 이루어지므로 교수자와 상호보완적인 관계 속에서 통합되어 교육 및 학습을 지원할 수 있다는 점에서 현대 교육 환경에서의 잠재력을 가지고 있다[6-9]. 새로운 기술은 학습 차원의 변화를 논의하는 수준을 넘어 미래의 학습에 대한 이미지를 그리는 데 영향을 미친다[10]. 따라서 생성형 AI가 어떠한 역할을 하게 될 것인지에 대한 고민이 필요하다[11].

생성형 AI는 풍부한 학습 경험을 제공할 수 있는 리소스를 제공함으로써 전통적으로 교사가 수행했던 일부 역할을 대신하며 학습자를 위한 개별 맞춤형 튜터로서의 역할을 수행할 수 있을 것이라는 긍정적인 전망이 보고되고 있다[12-14]. 또한 생성형 AI는 학생의 사고와 창의성을 강화하는 방법을 모색함으로써 학생들이 AI와 협업하고 적극적으로 참여하게 한다[8]. 아울러 다양한 교과목에서 학습자를 위한 맞춤형 학습 지원, 높은 수준의 작문 활동, 주제 제시 및 보고서 작성과 같은 교육적 목표를 달성하는데 유용한 도구로 사용될 것으로 기대된다[15, 16]. 이러한 교육적 활용 가능성으로 인해 최근 몇 년 동안 초중등교육에서의 AI 도입이 급격히 증가하였으며, 이에 따라 초중등 학생들의 AI 활용 능력을 개발하기 위한 작업도 활발히 진행되고 있다[17].

그러나 학생들의 학습 경험을 향상시킬 수 있는 이와 같은 생성형 AI의 잠재력에도 불구하고, 학문적 진실성 위반, 독창성 및 고차원적 사고력의 저하, 편견의 영속화, 부적절한 콘텐츠, 기술에 대한 의존, 표절, 안전 및 개인 정보 보호에 대한 문제점이 언급된다[18-22]. 생성형 AI의 잠재적 문제점으로 주요하게 지적되고 있는 문제 중 하나는 제공되는 정보의 정확성 및 신뢰성 문제들로, 특히 초중등교육에서의 윤리적이고 공정한 사용에 대한 부분이 여러 연구에서 제기되고 있다[23-27]. 초중등 학생들은 생성형 AI가 제공하는 정보의 정확성 및 윤리성에 대한 판단력이 미성숙하여 더욱 주의가 필요한 시기이다. 교육 수준에 따른 차이는 있으나, 전 교육과정에서 공통적으로 효과적이고 윤리적이며 공정한 생성형 AI의 활용에 대한 논의와 필요성이 보고되고 있다[28].

현재 생성형 AI의 교육적 활용은 국가별, 문화별, 정책별로 다르게 적용되고 있으므로 실제 학교 현장에서 다양하게 활용되고 있는 생성형 AI 연구들을 통해 지금까지 초중등교육 맥락에서 수행된 생성형 AI에 대한 연구들은 어떠한 주제를 중점적으로 다루었는지 살펴보고, 향후 연구를 통해 보완되어야 할 부분에 대해 논의할 필요가 있다. 이에 본 연구에서는 초중등교육에서의 생성형 AI의 교육적 활용에 대한 국내외 연구 동향과 함께 다양한 교육적 맥락에서의 생성형

AI의 교육적 역할과 잠재적 문제점, 향후 과제 등의 주제를 포괄하는 종합적인 개요를 제시한다. 이를 통해 생성형 AI와 교육에 관심이 있는 연구자와 교육자를 포함한 교육 관계자들에게 기초자료를 제공하고 초중등교육에서의 향후 연구 방향을 정립함과 동시에 생성형 AI의 적용을 최적화하는데 의의가 있다. 본 연구의 연구문제는 다음과 같다.

1. 초중등교육에서 생성형 AI의 교육적 활용과 관련한 국외 문헌의 전반적인 연구 동향은 어떠한가?
2. 초중등교육에서 생성형 AI의 교육적 활용과 관련한 국외 문헌에서 나타난 생성형 AI의 교육적 역할 및 활용된 교수설계 전략은 무엇인가?
3. 초중등교육에서 생성형 AI의 교육적 활용과 관련한 국외 문헌에서 다루고 있는 생성형 AI의 잠재적 문제점 및 향후 과제에 대한 논의는 어떠한가?

2. 선행연구 고찰

2.1 생성형 AI의 교육적 활용

생성형 인공지능을 초중등교육 맥락에서 활용하고자 하는 시도가 이루어지고 있는데 이를 종합해 보면 현대 교육 환경에서 교수 및 학습 지원으로 분류할 수 있다[6]. 이를 구체적으로 살펴보면 수업 계획, 신속한 형성평가(assessment) 및 총괄평가(evaluation)와 같은 교수 지원 차원과 개인화된 학습 지원, 학습자의 질문 해결과 같은 학습 지원 차원으로 나누어 살펴볼 수 있다[29].

먼저 생성형 AI의 교수 지원 차원을 살펴보면, 생성형 AI가 교사의 전문성 개발을 지원하기 위해 학습 설계 전략과 자기조절 학습 과제 및 활동 등과 같은 새로운 교수 아이디어를 제공함으로써 교사에게 영감을 줄 수 있고[30], 학습 내용을 요약하거나 튜터처럼 문제를 해결하거나 작품 제작 등의 시연[31]을 통해 교사의 수업 지원이 가능하다. 끝으로 교수자 지원 차원의 생성형 AI 활용으로는 자동 채점을 제공하고, 학생의 성과를 예측하는 것과 관련된 연구들이 수행되었다[32-34].

생성형 AI의 학습 지원 차원은 개인화된 학습 지원, 학습자의 질문 해결 등이 있다[35]. 먼저 개인화된 학습 지원은 개인화된 학습 경로를 만들고, 다양한 학습 선호도에 맞게 콘텐츠를 조정하고, 학생의 성과 향상을 돕기 위해 목표에 맞는 피드백을 제공하는 것을 포함한다[36]. 또한 ChatGPT와 같은 AI 챗봇은 질문에 답하고 복잡한 개념을 이해하는 데 도움이 되는 설명을 제공함으로써 과외 및 숙제에 대한 도움을 제공할 수 있는 잠재력을 가지고 있다[37]. 이처럼 생성형 AI 기술은 개인화된 교육, 향상된 피드백, 맞춤형 학습 경험을 위한 새로운 길을 열어 궁극적으로 보다 효율적이고 포용적인 교육 환경을 위한 가능성을 보고하고 있다[38].

2.2. 생성형 AI의 교육적 활용의 문제점

위와 같은 이점에도 불구하고, 교육에서 생성형 AI의 활용에 대한 적용 사례 및 실증 연구가 아직 충분하지 않기 때문에 다양한 잠재적 문제점에 대한 논의가 끊이지 않는 상황이다[4, 39-42]. 생성형 AI가 제공하는 정보의 정확성과 신뢰성 측면의 문제[43, 44], 실시간 정보에 대한 접근성이 없기 때문에 잘못된 답변을 생성하거나[45], 잠재적으로 편향된 응답 결과를 생성할 우려[46], 학생들의 과제 수행에서 표절과 같은 부정행위에 활용될 가능성 및 이를 방지하기 위한 대응 방안의 필요성[47-50], 바람직하지 않거나 불쾌한 질문에 대답하는 등 비윤리적인 결과를 초래할 위험[40, 48, 51] 등이 지적되어왔다. 이 외에도, 생성형 AI가 기존의 편견을 지속시키고, 학생 데이터의 상업적 착취를 수반하며, 초보적인 교육적 접근법을 사용하고, 특히 개발도상국에서 계층 간의 격차를 더욱 심화시킬 가능성[52]과 교사-학생 및 동료 간의 상호작용을 포함한 교육의 사회적 측면을 약화시키고, 학생들의 사회적, 정서적 발달을 촉진하는 데 있어 교사의 역할을 과소평가할 가능성[29]에 대한 우려가 제기되었다.

2.3 생성형 AI 활용 교육 연구 동향

교육에서 생성형 AI 활용에 대한 연구가 아직 충분하지 않기 때문에, 이러한 연구를 기반으로 한 문헌고찰 연구 역시 아직 미흡한 상황이다. 해외 선행연구 중 생성형 AI의 교육적 활용에 관한 문헌고찰 연구는 대체로 교육 일반이나 고등교육 영역에 초점이 맞춰진 경우가 많았다. 교육 일반 영역에서 ChatGPT의 기능 및 교육에서의 사용 가능성을 탐색하고 잠재적인 문제 및 해결책을 논의하거나[53], ChatGPT가 교육에 미칠 영향, 이점, 한계점 등을 논의한 연구가 수행되었다[54]. 또한, 고등교육 영역에서는 생성형 AI의 혁신적 영향을 탐구하였고, 윤리적 고려 사항, 학제 간 협업, 책임감 있는 기술 사용을 강조하거나[38], 고등교육에서 ChatGPT의 사용 현황, 잠재적 위험 및 도전, 기회 요인을 분석한 연구가 수행되었다[55]. 이 외에도, K-12 교육에서 ChatGPT의 사용에 대한 체계적 문헌고찰 연구로, Zhang과 Tur(2023)는 K-12 교육에서 ChatGPT 구현에 대한 SWOT 분석, 이해관계자들을 위한 시사점 등을 도출하였다[56].

교육에서 생성형 AI 활용에 관한 국내 문헌고찰 연구 역시 주로 교육 일반 및 학술 영역에서의 생성형 AI의 활용 가능성을 탐색한 연구가 진행되었다. 예를 들어, 이수환과 송기상(2023)은 국내 문헌을 대상으로 생성형 AI의 교육적 활용에 대한 국내 연구 동향 및 컴퓨터 교육에서의 생성형 AI 활용을 위한 시사점을 도출하였다[4]. 다음으로, 장혜지와 소효정(2023)은 국내외 문헌 검토를 통해 다양한 교과 영역에서의 ChatGPT의 교육적 활용 가능성 및 생성형 AI가 학생 및 교사에게 미칠 영향에 대해 논의하였다[41]. 주라헬 외(2023)는 국내외 문헌을 대상으로 ChatGPT를 활

용한 연구 동향을 분석하고, 교육 및 학술 분야에 미칠 잠재적 영향을 SWOT 분석을 통해 도출하였다[42].

이와 같이 국내외의 선행 문헌고찰 연구를 검토한 결과, 현재까지 대부분의 연구가 교육일반이나 고등교육 또는 학술분야를 대상으로 생성형 AI의 교육적 활용 가치 또는 잠재력, 관련된 윤리적 문제와 해결방안 등의 광범위한 시사점을 도출하는 것을 목적으로 하고 있음을 확인할 수 있었다. 이에 따라, 이들 연구의 연구문제 역시 연구 주제를 탐색하거나[4, 41], 교육에 대한 잠재적 영향력을 파악하거나[38, 42, 53], 잠재적 문제점 또는 한계점을 논의[38, 53, 54]하는 것에 초점이 있었다. 반면, 초중등교육으로 범위를 한정된 문헌연구는 현재까지 매우 드문 것으로 확인되고 있으며, 선행연구에서도 아직까지 K-12를 대상으로 수행된 연구의 수가 상대적으로 적은 것으로 보고하고 있다[41, 42]. 본 연구에서는, 분석 대상 문헌의 연구대상의 범위를 초중등교육으로 한정하고, 해당 교육 맥락에서 생성형 AI의 역할 및 교수설계 맥락을 보다 구체적으로 파악함으로써 초중등교육의 다양한 이해관계자들을 위한 시사점을 제공하고자 한다.

3. 연구방법

본 연구는 주제 범위 문헌고찰 연구방법에 의해 수행되었으며, PRISMA-ScR(Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-analyses-Scoping reviews) 지침을 따라 연구방법을 기술하였다[57].

3.1 문헌 검색 및 분석 대상 문헌 선정

본 연구는 초중등교육에서 생성형 AI 기술의 발전에 따른 다양한 시도와 연구 주제 전반에서 이뤄진 경험적 연구를 대상으로 한 고찰을 위해 Table 1과 같은 적격 기준을 수립하였다.

Table 1. Inclusion and exclusion criteria

Criterion	Inclusion	Exclusion
Time period	2022.11. ~ 2023.11.	~ 2022.11.
Language	English	Not English
Type of article	Peer reviewed journal articles	Non-peer-reviewed articles
Type of study	Original research	Review research, conference paper, and grey literature (e.g., commentaries, editorials, abstracts, book chapters, letters)
Study focus	Every K-12 educational context including extracurricular activities	Not educational context, special education, reinforce learning, rehabilitation

문헌 검색은 온라인 데이터베이스 Web of Science와 Scopus, ScienceDirect, ERIC (via EBSCO)을 활용하여

2022년 1월부터 2023년 11월까지 출판된 생성형 AI 또는 LLMs의 교육적 활용에 대한 연구를 수집하였다. 작성된 검색 전략은 S대학 의학도서관 문헌고찰 담당 사서를 통해 타당성을 검증하였다. 검색 쿼리는 Boolean 연산자인 AND와 OR을 사용하여 생성형 AI(Generative AI 또는 GPT, LLM 등), 초중등교육(Primary 또는 Secondary, K/P-12 등), 교육(Education 또는 Training 등)의 용어 집단과 관련된 키워드를 선행 연구로부터 추가 확보 후 통합하여 구성하였다. 또한, 검색 전략에서 누락 될 수 있는 자료를 확보하기 위해 선정 데이터베이스와 Google Scholar를 통해 추가 검색 후 결과를 취합하였다.

분석 대상 문헌의 선정은 데이터베이스 각각에 대한 초기 검색을 수행한 후, 저자들은 포함 기준에 따라 식별된 논문의 제목과 초록, 전문을 독립적으로 평가하였다. 또한 자격 기준 미충족 자료 외 추출 데이터 확보가 어려운 자료는 제외되었다(예로, 사용된 AI 정보나 교육 상세 내용 등의 미보고, 논의 수준의 연구로 연구설계 정보 추출이 불가능한 경우 등). 저자들 간의 불일치가 있는 경우 모든 결정 단계를 논의하고 합의를 통해 해결했다.

3.2 데이터 작성과 추출

본 연구에서 추출할 데이터를 결정하기 위해 데이터 분류 프레임워크를 개발했다. 생성형 AI 관련 선행연구에 근거하여 문헌 분석 틀을 구축 후, 이에 따라 생성형 AI 기술의 교육적 활용의 특징을 분석하였다. 분류 프레임워크는 데이터 추출이 연구 질문과 일치하는지와 일관된 추출이 가능한지 확인하기 위해 초기 개발된 내용을 데이터 추출 과정에서 보완하며 개발하고, 모든 검토 단계는 저자들 간 파일럿 테스트를 수행 후 수행하였다.

본 연구를 위해 추출한 주요 데이터는 다음과 같다: 연구 설계(연구문제, 연구방법, 출판 국가, 연구 참여자 수), 생성형 AI의 역할, 교수설계(교육 수준, 과목, 학습 목표, 학습 내용 및 과제, 지식 영역, 생성형 AI 활용 교수전략), 생성형 AI 활용 교육의 향후 과제.

첫째, 연구 설계에서는 생성형 AI를 활용한 교육 연구가 수행된 국가(명시된 정보가 없을 경우, 제 1저자의 국가)와 연구문제, 연구방법, 교육 및 연구 참여자 수의 정보를 각 연구에서 추출하였다. 둘째, 교수설계에서는 각 연구에서 언급된 참여 학습자 및 고려 대상 교육과정의 수준과 과목, 학습 목표, 학습 내용 및 과제, 교육 내용의 학습목표 분류, 생성형 AI를 활용한 교수전략 등을 구분하여 추출하였다. 셋째, 생성형 AI 활용 교육의 향후 과제는 연구의 결론 및 논의에서 언급된 향후 과제에 대한 내용을 주제별로 분류하여 분석하였다.

3.3 데이터 종합 기준

본 연구의 두 번째 연구문제에서 생성형 AI의 역할과 교육 설계 맥락에서 구체적인 교육목표를 식별하기 위한

다음의 두 가지 기준을 사용하였다.

먼저, 초중등교육에서 사용된 생성형 AI의 역할 분류를 위한 기준을 도출하였다. 이를 위해, 첫째, 교수학습 맥락에서 생성형 AI 또는 AI의 역할을 종합적으로 제시한 문헌을 추출하였다. 교수학습 맥락에서 AI의 역할을 논의한 연구를 포함한 이유는 교수학습 맥락에서 생성형 AI가 연구되기 시작한 것이 비교적 최근이므로, 이러한 연구를 기반으로 생성형 AI의 역할을 도출한 문헌 역시 수가 매우 적었기 때문이다. 또한, AI의 역할을 제시한 문헌을 포함함으로써 본 연구의 결과와 교육에서 기존 AI의 역할과의 공통점 및 차이점을 비교하여 추가적인 통찰을 제시할 수 있을 것으로 판단하였다. 검색을 위하여 생성형 AI(Generative AI 또는 AI), 교육(education 또는 learning 또는 instruction), 역할(role)의 세 가지 키워드를 조합하여 사용하였다. 이러한 방식으로 최종 5개의 문헌이 선정되었다. 둘째, 최종 선정된 선행문헌에서 제시된 생성형 AI 및 AI의 교육적 역할을 추출한 뒤, 이를 다시 각 사용 주체별(학생, 교사)로 분류하여 하위 분류 기준을 도출하였다. 셋째, 분석 대상 논문의 교수학습 맥락에서 생성형 AI의 사용 주체에 따라 학생과 교사로 분류한 뒤, 두 번째 단계에서 도출된 선행연구의 다양한 하위 분류에 따라 분류하였다. 넷째, 본 연구의 분석대상 문헌에서 1회라도 언급된 역할만을 정리하여 최종적으로 Table 2와 같은 분류 기준을 도출하였다.

Table 2 Analysis axis for the role of generative AI

Analysis axis		Previous studies
Student	Providing personalized tutoring	[53, 56, 58, 60]
	Producing learner generated content	[61]
	Supporting student centered learning	[56, 60]
	Fostering critical thinking skills	[56]
	Analyzing student work for feedback	[53, 59, 60]
Teacher	Developing technology skills	[56, 60]
	Developing learning content	[53, 56]
	Supporting teaching practice	[56, 59]
	Supporting assessment	[53, 59, 60]
	Designing lesson plans	[53, 56]
	Supporting professional development	[56, 59]
	Supporting administrative work	[59]

다음으로, 생성형 AI가 활용된 교수학습 맥락의 구체적인 교육목표를 분류하기 위해 Anderson의 신교육목표 분류체계를 사용하였다[58]. 신교육목표분류체계는 4가지 지식 차원과 6가지 인지과정 차원으로 구성되는데, 4가지 지식 차원이 '내용 요소'에 해당한다면, 6가지 인지과정은 '기능'에 해당한다. 그 중 6가지 인지과정은 '기억하다(remember)'와 '이해하다(understand)', '적용하다(apply)', '분석하다(analyse)', '평가하다(evaluate)', '창안하다(create)' 로 구분된다. 본 연구에서는 신교육목표

분류체계의 6가지 인지과정 차원에 기반하여 초중등교육에서 생성형 AI를 활용한 연구에서 학습 내용을 검토하고자 한다.

4. 연구결과

본 연구의 구체적인 수행 과정은 Figure 1의 PRISMA 흐름도와 같다. 4,678건의 초기 검색 결과가 대상 데이터베이스로부터 추출되었으며, 중복 제거 후 문헌의 제목과 초록 수준의 검토, 전체 문헌 검토를 거쳐 총 21편의 연구가 선정되었다.

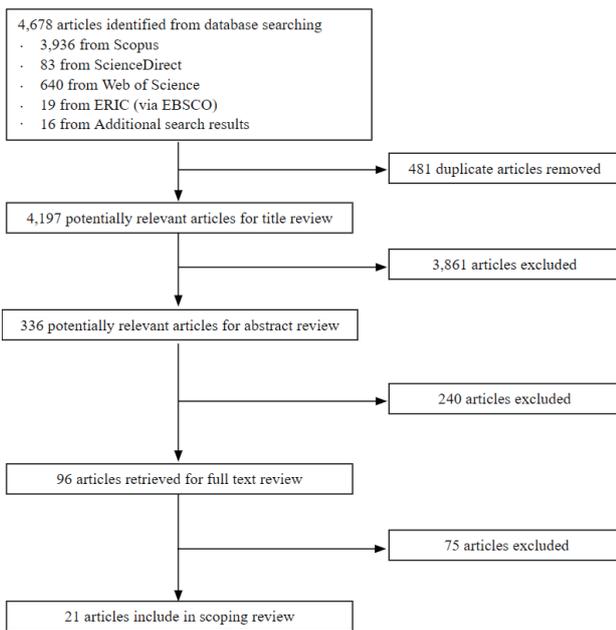


Figure 1. PRISMA Flowchart

4.1 생성형 AI를 활용한 연구 설계

생성형 AI를 활용한 연구 설계는 수행 국가와 연구 주제, 연구방법, 대상 교과목 및 교육 수준, 참여자 등에서 다음과 같이 나타났다(부록 표 1 참조). 먼저, 연구가 수행된 국가는 총 13개로 나타났으며, 미국과 한국이 3건(14.3%)으로 가장 많았고, 독일과 싱가포르, 홍콩, 캐나다가 각각 2건(9.2%), 대만과 핀란드, 필리핀, 우루과이, 프랑스, 인도, 콜롬비아가 각각 1건(4.8%)으로 나타났다.

생성형 AI를 활용한 교육 관련 연구는 크게 5가지 연구 주제로 나타났고, 그 중 수업 활용 및 교육 효과 탐색과 관련된 주제가 11건(50.0%)으로 가장 많았다. 다음으로 생성형 AI를 교육에서 활용할 때 갖는 잠재적 활용 가능성을 탐색한 주제와 교육적 AI 시스템 개발 주제가 각각 4건(18.2%), 개발된 생성형 AI의 성능의 측정 및 평가 주제가 2건(9.1%), 생성형 AI 관련 사용자 인식 및 만족도 조사 주제가 1건(4.5%)으로 나타났다.

연구에서 활용된 연구방법은 질적 연구방법이 7건

(31.8%)으로 가장 많이 활용되는 것으로 나타났고, 그 다음으로 설계 및 개발, 테스트 연구방법이 5건(22.7%), 혼합 연구방법이 4건(18.2%), 양적 연구방법과 이론적 프레임워크 개발, 사례 및 파일럿 연구 등이 각각 2건(9.1%) 나타났다.

생성형 AI를 활용한 교육 연구의 참여 대상 교육 수준은 중등교육(secondary school)이 12건(50.0%)으로 가장 많았으며, 초등교육(primary school)이 10건(41.7%), 초중등교육 전체가 2건(8.3%)으로 나타났다. 또한, 교육 및 실험의 참여자 수는 1명에서 50명 구간이 9건(56.3%)으로 가장 많았으며, 51명에서 100명 구간이 4건(25.0%), 100명 이상 구간이 3건(18.8%)으로 나타났다.

4.2 생성형 AI의 역할

두 번째 연구문제 관련하여, 본 연구의 분석대상 연구에서 나타난 생성형 AI의 역할은 총 12가지가 확인되었으며, 이 중 사용자가 학생일 경우와 교사일 경우 각각 6개의 역할로 분류된다. 확인된 역할과 각각의 역할에 해당하는 연구는 Table 3과 같다. 다음에서는 분석 대상 논문에서 나타난 초중등교육에서 생성형 AI의 각 역할과 기여도에 대해 자세히 설명한다.

4.2.1 학습과정에서 생성형 AI의 역할

초중등교육에서 학생 학습에 대한 생성형 AI 기술의 적용은 (i) 개인 맞춤형 튜터링 제공, (ii) 학습자 생성 콘텐츠 제작, (iii) 학생 중심 학습 지원, (iv) 비판적 사고력 함양, (v) 학생 과제 분석을 통한 피드백, (vi) 기술 활용 능력 개발의 여섯 가지 주요 역할로 분류할 수 있다.

전반적으로 학생 학습 맥락에서 가장 많이 활용된 생성형 AI의 역할은 개인 맞춤형 튜터링 제공(총 6건)이었다. 이러한 연구에서 생성형 AI 기술은 언어 교실에서 역할극 또는 게임 파트너 기능을 제공하거나[12], 자기 조절 능력과 지식 구축을 지원하거나[62], 영어 학습자에게 인간과 기계의 대화를 제공하는 데 사용되었다[63]. 분석 대상 논문에서 두 번째로 많이 확인된 생성형 AI의 역할은 초중고 교실에서 학습자 생성 콘텐츠 제작인 것으로 나타났다(총 5건). 여기에는 이미지 생성 AI 기술을 예술 중심의 STEAM 수업에 통합[61], 창의적 글쓰기 및 스토리텔링 기술 개발에 ChatGPT와 Bing AI를 사용[22] 또는 자연어 생성(Natural Language Generation, NLG) 도구를 사용하여 EFL 학생의 창의적 글쓰기 아이디어 생성 과정을 지원[64]하는 것이 포함된다. 셋째, 생성형 AI는 4건의 연구에서 ‘학생 중심 학습 지원’에 활용되었다. 예를 들어, 학생들이 자기 주도적 학습과 자기 평가를 할 수 있도록 자체 설계한 생성형 AI 챗봇 애플리케이션을 활용하였다[65]. 그 다음으로는 ‘비판적 사고 능력 함양’과 ‘학생 피드백 제공’이 그 뒤를 이었다(각각 3건). 예를 들어, 물리학 수업에서 학습자의 비판적 사고력을 키우기 위해 ChatGPT를 사용했다[66]. 마지막으로, AI 및 생성형 AI

를 포함하여 학생의 기술 활용 능력을 함양하는 데 생성형 AI의 활용 가능성을 보고한 연구는 두 건으로 나타났다.

4.2.2 교수과정에서 생성형 AI의 역할

교사의 교수 과정에서 생성형 AI의 6가지 역할은 (i) 학습 콘텐츠 개발, (ii) 교수 실천 향상, (iii) 평가 지원, (iv) 수업 계획 설계, (v) 전문성 개발 지원, (vi) 행정 업무 지원으로 확인되었다.

교수 과정에서 생성형 AI의 가장 두드러진 역할은 학습 콘텐츠 개발(총 6건)이었다. EFL 학습자의 독서에 대한 흥미를 높이고[67], 교사에게 고급 학습 콘텐츠를 제공하거나 영재 학생에게 맞춤형 학습 자료를 추천하고 [19] 학습자의 지식 수준에 따라 학습 자료를 개인화하기 위해 사용되었다[68]. 또한 많은 연구(총 4건)에서 교사의 교수법을 향상시키기 위한 목적으로도 사용되었다. 예를 들어, 교사들이 영어 수업에서 ChatGPT를 어떻게 활용하고 있는지 설명하고 이에 대한 학생들의 의견을 조사 [63]했으며, 국어 교사의 ChatGPT 활용도를 조사하여 교수 보조 도구로서의 ChatGPT의 역할을 확인했다[13]. 다음으로, 평가 지원을 위한 생성형 AI의 사용은 3건의 연구에서 보고되었다. 예비 물리학 교사의 과제 개발 활동에 사용되거나[69], 가독성을 높이기 위해 수학 단어 문제의 텍스트를 단순화하는 데도 사용되었다[70]. 마지막으로, 각각 한 개의 연구에서 교사의 수업 계획 설계, 전문성 개발 지원, 교사의 행정 업무 지원을 위한 생성형 AI의 역할이 확인되었다. 예를 들어, Siegle(2023)은 영재 학생을 위한 개별화된 학습 계획을 설계하는 데 ChatGPT를 사용할 수 있다고 제안했다[20]. Chiu(2023)는 ChatGPT가 교사에게 새로운 수업 아이디어를 제공함으로써 영감을 줄 수 있고(‘전문성 개발 지원’), 행정 업무를 보다 효과적으로 수행하는 데에도 활용될 수 있다고 주장했다(‘행정 업무 지원’)[30].

Table 3. The role of generative AI

	Analysis axis	Studies	No. of studies
Student	Providing personalized tutoring	[7, 13, 20, 30, 62, 63]	6
	Producing learner generated content	[-20, 61, 64, 71, 72]	5
	Supporting student centered learning	[7, 17, 65, 73]	4
	Fostering critical thinking skills	[20, 66, 74]	3
	Analyzing student work for feedback	[7, 13, 20]	3
	Developing technology skills	[20, 30]	2

	Analysis axis	Studies	No. of studies
Teacher	Developing learning content	[7, 13, 20, 67, 68, 75]	6
	Supporting teaching practice	[7, 13, 30, 63]	4
	Supporting assessment	[13, 69, 70]	3
	Designing lesson plans	[20]	1
	Supporting professional development	[30]	1
	Supporting administrative work	[30]	1

4.3 생성형 AI를 활용한 교수설계

두 번째 연구문제인 분석 대상 연구의 교육설계 맥락을 확인하기 위해 교과목, 교육 내용 및 학습목표 분류, 사용된 학습 전략을 분석한 결과는 다음과 같다. 먼저, 생성형 AI를 활용한 교육 연구의 대상 교과목은 영어가 6건(27.3%)으로 가장 많았고, 과학이 5건(22.7%), 수학이 3건(13.6%), 역사 및 종교가 2건(9.1%), 언어와 미술이 각각 1건(4.5%)씩 나타났다. 그 외, 전 과목을 대상으로 수행된 연구가 4건(18.2%) 보고되었다.

생성형 AI를 활용한 교육에서 고려된 학습목표분류는 ‘이해하기’가 7건(41.2%)으로 가장 많이 나타났고, 다음으로 ‘기억하기’가 4건(23.5), ‘적용하기’가 3건(17.6), ‘평가하기’가 2건(11.8), ‘창안하기’가 1건(5.9) 나타났다. 각 학습목표 분류 기준에 따른 상세 학습 내용은 아래 Table 4와 같다.

생성형 AI 활용 교수전략은 읽기 지문 생성과 학습문제 및 연습 생성이 각각 5건(23.8%)으로 가장 많이 나타났으며, 학습지원 및 안내와 정보 검색, 질의응답이 각각 4건(19.0%), 아이디어 생성과 확장이 3건(14.3%)으로 나타났다. 먼저, 읽기 지문 생성은 수준별 맞춤형 읽기 지문 생성과 수학 문제의 지문을 쉽게 변형, 비판적으로 검토하기 위한 물리학 개념 학습 지문 생성, 작문에 활용하기 위한 참고 자료(단어, 문장, 문단) 생성 등이 나타났다. 다음으로, 학습 문제 및 연습 생성은 수준별 맞춤형 연습문제 생성과 발산적 사고를 위한 질문 생성, 비판적 학습을 위한 에세이 생성, 물리학 개념 학습을 위한 과제 생성, 영어 회화 연습을 위한 가상 롤 플레이 대화 생성이 나타났다. 학습 지원 및 안내는 자기주도학습 스캐폴딩 및 안내와 개별화된 피드백과 질문으로 인지부하 관리와 자기조절 기회 제공, 학습 내용 요약 후 제공, 예시 및 사례 기반 원리 이해가 나타났다. 정보 검색 및 질의 응답은 성찰적 글쓰기를 위해 생성한 아이디어 관련 정보 검색과 학습 중 궁금한 사항을 챗봇 기반 질의응답, 비판적 학습을 위한 질문에 대한 답변을 검색, 물리적 개념을 비판적으로 학습하기 위한 개념 검색이 나타났다.

끝으로, 아이디어 생성 및 확장은 상상을 이미지로 표현, 결과물 참고한 일기 작성과 아이디어 생성 및 관련 정보 획득, 지식 구축 과정에서 학습 내용의 예시 생성 및 확장 등으로 생성형 AI가 활용됨이 나타났다.

Table 4. Bloom's revised taxonomy and instructional strategies for utilizing generative AI

Category		Learning Content	Total (%)	No.
Bloom's revised taxonomy	Remember	<ul style="list-style-type: none"> English – Practicing English conversation through virtual role-playing as a village traveler; basic English learning History and Religion – Studying early human history and Roman civilization Art – Generating imaginative images and writing a journal based on imagination 	4(23.5)	[13, 61, 63, 68]
	Understand	<ul style="list-style-type: none"> English – Reading English passages, reviewing words and sentences from the passages, creating a storybook based on the understood content Mathematics – Understanding equations and fractions, calculating volume and area; basic understanding of the principles and applications of vector knowledge Science and Engineering (Physics) – Understanding Newtonian physics concepts (relationship between velocity and acceleration, laws of motion); quantum physics concepts related to wave-particle duality Science and Engineering (Life Sciences) – Understanding basic life science concepts and Q&A All Subjects – Actively learning foundational theories and conceptual knowledge in history, general science, engineering, etc. 	7(41.2)	[62, 65–67, 69, 70, 75]
	Apply	<ul style="list-style-type: none"> English – Writing (ELA – argumentative essays on social topics, short essays); Conversation (role-play communication with a virtual traveler); Writing a short English essay using example words as reference Science and Engineering (Basic Engineering) – (LLM) AI principles and structure, training methods for learning datasets Mathematics – Understanding differential equations 	3(17.6)	[7, 64, 71]
	Analyse	<ul style="list-style-type: none"> Religious Studies – Developing religious literacy (Investigating and applying responses of major world religions to contemporary issues and formulating response strategies) Language (Writing) – Research literacy and reflective writing 	2(11.8)	[17, 74]
	Create	<ul style="list-style-type: none"> Science and Engineering (Environment) – Solving social problems based on sustainable materials and energy 	1(5.9)	[73]
Instructional strategies for utilizing generative AI	Learning Support and Guidance	<ul style="list-style-type: none"> Scaffolding and guidance for self-directed learning Providing opportunities for cognitive load management and self-regulation with individualized feedback and questions Summarizing learning content Understanding principles based on examples and case studies 	4(19.0)	[7, 65, 71, 73]
	Generating Reading Passages	<ul style="list-style-type: none"> Generating customized reading passages for different levels Modifying math problem statements Generating physics concept learning passages for critical thinking Generating reference materials (words, sentences, paragraphs) for writing 	5(23.8)	[30, 66–68, 70]
	Idea Generation and Expansion	<ul style="list-style-type: none"> Expressing imagination through images and writing a journal based on the results Generating ideas and obtaining related information Creating and expanding examples of learning content in the knowledge-building process 	3(14.3)	[61, 73, 74]
	Information Searching and Question Answering	<ul style="list-style-type: none"> Searching for information related to ideas generated for reflective writing Using chatbot-based Q&A for questions that arise during learning Searching for answers to questions for critical learning Searching for concepts to critically learn physical concepts 	4(19.0)	[17, 62, 66, 74]
	Generating Learning Problem and Practice	<ul style="list-style-type: none"> Generating customized practice problems for different levels Generating questions for divergent thinking Generating Essays for Critical thinking Generating assignments for learning physics concepts Generating virtual role-play conversations for practicing English conversation 	5(23.8)	[17, 63, 68, 69, 75]

4.4 생성형 AI 활용 교육의 향후 과제

세 번째 연구문제인 생성형 AI 활용 교육을 위한 향후 과제는 크게 생성형 AI의 생성 결과에 대한 정확성과 신뢰성 관련 주제 및 생성형 AI 활용 교육 역량 관련 주제가 각각 9건(37.5%)으로 가장 많았고, 생성형 AI 활용 윤리와 책임 관련 주제가 6건(25.0%)이 나타났다.

먼저, 생성형 AI의 생성 결과에 대한 정확성과 신뢰성 관련 주제[7, 17, 20, 62, 63, 65, 69, 73, 74]는 관련 연구 9건 전체에서 언급되었다. AI 모델이 정확하지 않거나 사실이 아닌 조작된 정보를 생성하는 것을 의미하는 할루시네이션과 관련된 기술적 개선과 생성 결과 활용 교육에서 데이터 편향성과 실제와 다른 출처 및 부정확한 응답 등을 비판적으로 검토하여 활용할 필요성 등이 언급되었다. 생성 결과의 최신성[17, 20]은 사전 학습된 AI 모델의 특성에 따라 최신의 논의를 반영하는 데 한계로 인해 생성형 AI를 활용함에 현재 시점의 정보가 고려되어야 함을 언급, 특정 맥락과 분야에 대한 정보를 반영하지 못하는 한계[17, 69, 74], 사람 고유의 특성(유머, 풍자, 미묘한 뉘앙스) 구현 한계[74] 등이 언급되었다.

다음으로, 생성형 AI 활용 교육 관련 주제는 교사에게 필요한 역량으로 생성형 AI 활용 리터러시 역량[7, 76]과 교수설계 및 맞춤형 교육 지원, 심층 학습 촉진 역량[68, 74, 75]이 나타났다. 또한, 학생에게 필요한 역량으로 생성형 AI 활용 전 필요 사전 지식으로서의 지적 겸손과 비판적 사고 역량[75], 생성형 AI 리터러시 역량[76]이 나타났다. 끝으로, 교육과정 차원에서 생성형 AI 활용 교육의 학습 성과 평가 방안 개선[72, 74]과 생성형 AI의 실제적 교육 효과의 검증[66], 멀티모달 데이터 기반 챗봇을 활용한 교육 방안 마련[65], 교사 전문 교육과정 개발[12] 등이 언급되었다.

끝으로 생성형 AI 관련 윤리와 책임, 정보 보호 관련 주제는 생성형 AI의 오용과 표절, 부정행위 등의 윤리와 책임[7, 20, 74, 76]이 가장 많이 나타났다. 이 외에도 생성 결과물의 저작권 문제[71]와 개인 정보 보안과 보호[20], 블랙박스 작동되는 AI의 설명 가능성[17] 등이 보고되었다. 생성형 AI 활용 교육에서 윤리와 책임은 시험에서 부정행위 및 감독 대처와 관련된 신뢰 가능한 평가 방법 도입의 필요성[76]과 함께 AI에 대한 과의존 주의 및 생성 결과에 대한 책임과 데이터 편향과 위해성 고려[20] 필요성이 언급되었다. 또한 개인 정보 안전과 보호는 챗봇이 수집하는 대량의 개인 데이터 프라이버시 및 보안 대응 필요성[20], 예술적 저작 자격과 창의성, 저작권 관련 내용[71] 등이 언급되었다.

5. 결론

본 연구는 초중등교육에서 수행된 생성형 AI 기술의 교육적 활용 연구에 대한 종합적 이해를 위해 해외 동료평가 저널의 원저 연구 21편을 체계적으로 검토하였다. 이를 통

해 생성형 AI의 교육적 활용 가능성을 탐색하고, 실제 교수-학습 과정에 적용 가능한 분류와 향후 경험적 연구를 수행하기 위한 이론적 근거를 제시하였다. 본 연구의 구체적인 결론은 다음과 같다.

5.1 생성형 AI의 교육적 활용 연구 동향

첫째, 초중등교육에서 생성형 AI를 활용한 교육 관련 연구는 미국, 한국, 독일, 싱가포르, 홍콩, 캐나다 등 다양한 나라에서 수행되고 있음을 알 수 있다. 연구는 교수-학습에 대한 관심이 주요했고, 기술의 개발 및 효과 검증, 정책적 논의로 확장되고 있었다. 따라서 향후 연구에서는 실제 교실 환경에서의 경험적 연구와 함께 AI의 다양한 가능성을 구현하고, 개발된 기술의 효과를 검증하는 등 증거 기반의 연구가 이뤄질 필요가 있다[77]. 또한, 범국가적 논의가 진행되고 있음에 따라, 국가와 문화, 정책적 차원에서 교육과정 간의 차이에 대한 심층적인 비교 연구가 필요하다.

둘째, 초중등교육에서 생성형 AI를 활용한 교육 관련 연구의 주제는 수업 활용 및 효과 탐색, 잠재적 활용 가능성 탐색, 교육적 AI 시스템 개발, AI 성능 측정 및 평가, 사용자 인식 및 만족도 조사의 5가지로 나타났으며 그 중 '수업 활용 및 효과 탐색'이 가장 많은 것으로 나타났다. 따라서 실제 학교 현장에서 생성형 AI를 활용한 경험적 연구를 기반으로 하는 다양한 연구 시도와 함께 생성형 AI의 활용 방법이나 적절한 활용 사례 제시, 학습 윤리 등을 논의하려는 노력도 요구된다. 아울러 생성형 AI를 수업에 활용하고 효과를 경험하는 초중등교사 및 학생들에 대한 심도 있는 추가 연구가 필요하다. 이는 초중등교육에서의 연구 방향성을 정립하고 실용적인 정보를 제공하는 데 도움이 될 것이다.

5.2 생성형 AI의 역할 및 교수설계

첫째, 분석 대상 문헌에서 가장 많이 언급된 학습 과정에서의 생성형 AI의 역할은 '개인 맞춤형 튜터'와 '학습자 생성 콘텐츠 제작'이었던 반면, '기술 활용 능력 개발'은 2건으로 나타나, 생성형 AI 활용을 통해 AI와 같은 디지털 기술 활용 능력을 개발하는 목적의 연구는 상대적으로 적게 수행되었음을 알 수 있다. 이러한 결과는, 교육에서 AI의 역할에 대해 학습 과정, 교수 과정, 평가, 행정의 4가지 영역에서 총 13가지 역할을 제시한 Chiu 외 연구진들[59]의 연구 결과와 대체로 유사하면서도, 학습자 생성 콘텐츠 제작, 기술 활용 역량 개발 역할이 추가되어, 보다 확장되었음을 알 수 있었다. 향후에는 보다 많은 연구를 통해 초중등교육에서 생성형 AI의 역할을 규명하는 연구가 수행되고, 축적된 결과를 일반화하여 초중등교육에서의 생성형 AI 활용 프레임워크 또는 각 역할에 따른 최적의 수업 모형을 제안하는 연구를 수행하여 초중등 교사들에게 실천적 지침을 제시할 필요가 있다.

둘째, 생성형 AI가 활용된 교수설계 맥락을 분석한 결

과, 교과목은 영어(6건)가 가장 많았고, 과학(5건)과 수학(3건)이 그 뒤를 이었다. 이를 통해 생성형 AI가 제2언어 교육에 활용되는 것에 대한 연구자들의 관심이 높음을 알 수 있으며, 이는 제2언어 학습에서 ChatGPT 또는 AI 챗봇의 이점을 주장한 선행연구(예: [78-80])와도 일치하는 결과라 할 수 있다. 반면 본 연구에서 역사 및 종교, 작문, 미술 등 교과에 적용된 연구는 각 1건씩으로 나타나, 각 교과별 활용의 효과성을 알아보기 위해 다양한 교과에서 생성형 AI의 활용을 검증하거나 교과 간 융합 수업의 설계 및 효과성을 검증하는 연구가 필요하다. 교육 및 실험의 참여자 수에서 100명 이상을 대상으로 한 연구는 3건에 그쳤으며, 가장 많은 비율을 차지한 연구방법은 질적 연구방법(7건)으로, 혼합 연구방법(4건)과 합산하면 전체 연구의 절반 이상의 비율을 차지했다. 이러한 연구들의 결과를 바탕으로, 향후에는 다수의 인원을 대상으로 한 양적 연구를 통한 검증이 필요한 것으로 보인다.

셋째, 생성형 AI 활용 교육에서 가장 많이 고려된 학습목표분류는 이해하기(7건)로 나타났으며, 기억하기(4건)가 그 뒤를 이은 반면, 평가하기와 창안하기는 각각 2건과 1건으로 나타났다. 본 연구의 분석 대상 연구에서 생성형 AI는 주로 학습자들의 이해나 기억을 돕는 목적으로 사용되었으며, 평가 또는 창안 활동 등 고차적 학습 활동을 위한 활용은 상대적으로 적었음을 알 수 있다. 따라서, 생성형 AI를 활용하여 고차적 지식 학습 및 심층 학습을 지원하는 교수설계 및 이를 위한 교사의 역량 개발과 관련한 후속 연구가 필요하다[68, 75].

5.3 생성형 AI의 교육적 활용 관련 향후 과제

초중등교육에서의 생성형 AI 도입은 교사와 학생 모두에게 새로운 역할과 리터러시 역량을 요구하며, 이를 위한 교수자-학습자 각각을 위한 교수설계와 교육과정 개발이 병렬적으로 선행될 필요가 있다. 교사들은 AI를 활용한 교육을 위해 일련의 기술적 이해를 포함한 교수설계와 교과 간 융합, 활용을 위한 역량이 필요하다. 또한, 학생은 AI의 리터러시 역량과 함께 선수지식으로서 AI 활용 관련 태도 및 사회적 영향 이해, 비판적 사고 역량을 개발할 필요가 있다. 생성형 AI를 교실 환경에 적응적으로 도입하기 위해 급속도로 발전하는 AI 기술과 교육적 활용에 대한 교사 재교육과 예비 교사 교육이 지속 가능해야 하며, 실제 검증된 경험적 연구 및 증거 기반의 내실화가 이뤄질 필요가 있다[81].

또한, 생성형 AI 관련 윤리와 책임을 개발하기 위해 수업과 교육과정 개발이 필요하다. 데이터 프라이버시와 보호, 알고리즘의 편향성, 신뢰 가능한 AI 등 AI의 영향을 고려한 법정부적 차원에서 역량 개발 기준과 가이드라인이 마련되고 있다. 이와 함께, 본 연구에서 언급된 AI의 오용과 남용을 예방하고, AI 생성물의 저작권과 결과물에 대한 비판적 검토-평가하는 등의 AI의 부정적 영향을 고려한 교실 내 실천적 교수설계와 교육과정 개발이 이뤄질 필요가

있다. 특히, AI 활용 교육 맥락에서 비판적 사고와 문제 해결 능력 개발, 자기주도학습 및 학습 동기 지원 등을 고려한 학습자의 선수지식 및 태도적 지식 개발을 위한 연구들이 이뤄지고 있기에[65, 81, 82], 향후 초중등교육의 다양한 교육 맥락에서 현장 중심의 연구와 적용이 이뤄져야 할 것이다.

끝으로, 생성형 AI의 기술적 한계로서 할루시네이션 문제, 즉 잘못된 정보를 생성하는 문제를 최소화하기 위해 최근 RAG(Retrieval-Augmented Generation) 기술과 영역 특화된 결과를 도출하기 위한 기술적 노력이 교육 분야에서 시도되고 있다[85, 86]. 이와 같은 기술은 분석 대상 논문 중 대부분의 문헌에서 언급된 할루시네이션과 정보의 사실성과 최신성 문제 등을 지원할 것으로 예상되므로 생성형 AI 활용 교육 현장에서 향후 이와 같은 기술을 적용한 경험적 연구가 이뤄질 필요가 있다.

참고문헌

- [1] Leander, K. M., & Burriss, S. K.(2020). Critical literacy for a posthuman world: When people read, and become, with machines British. *Journal of Educational Technology*, 51(4), 1262-1276. <https://doi.org/10.1111/bjet.12924>
- [2] Vian, A., & Zacca, A. (2023). Transforming education: A comprehensive review of generative artificial intelligence in educational settings through bibliometric and content analysis. *Sustainability*, 15(17), 12983. <https://doi.org/10.3390/su151712983>
- [3] Kim, H. I. & Song, S. Y. (2023). Exploring the Possibility of Using of AI and ChatGPT in Moral Education. *The Korean Ethics Education Association*. 70, 183-216.
- [4] Lee, S., & Song, K. (2023). Exploration of Domestic Research Trends on Educational Utilization of Generative Artificial Intelligence. *The Korea Association of Computer Education*. 26(6), 15-27. <https://doi.org/10.32431/kace.2023.26.6.002>
- [5] Jeong, H. (2023). Exploring Learner Acceptance of ChatGPT for Educational Utilization: Focusing on the Structural Relationships Among Perceived Ease of Use, Perceived Usefulness, Attitude, and Intention to Continuously Use. *The Journal of Research in Education*, 89, 1-26. <https://doi.org/10.24299/kier.2023.364.1>
- [6] Ausat, A., Massang, B., Efendi, M., Nofirman, N., & Riady, Y. (2023). Can Chat GPT Replace the Role of the Teacher in the Classroom: A Fundamental Analysis. *Journal on Education*, 5(4), 16100-16106.
- [7] Chauncey, S. A., & McKenna, H. P. (2023). A framework and exemplars for ethical and responsible use of AI Chatbot technology to support teaching and learning. *In Computers and Education: Artificial Intelligence*, 5. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100182>

- [8] Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., ... Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences, 103*. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>
- [9] Maddigan, P. & Susnjak, T. (2023). Chat2vis: Generating data visualisations via natural language using chatgpt, codex and gpt-3 large language models. *IEEE Access, 11*, 45181-45193. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3274199>
- [10] Lee, J., & Park, J. (2019). Exploring the directions for 2030 Future Teaching and Learning Environment Design. *Journal of Educational Technology, 35*(2), 551-587. <https://doi.org/10.17232/KSET.35.2.551>
- [11] Im, S., Kim, J. Y., Seol, D., & You, Y. (2022). Conceptual expansion of knowledge ecology based on actor-network theory. *Journal of Korean Association for Educational Information and Media, 28*(2), 245-271. <https://doi.org/10.15833/KAFEIAM.28.2.245>
- [12] Lim. C. (2023). Development of artificial intelligence-based education and alternative approaches. *Korean Association for Educational Information and Media. 2023 Spring conference paper collection. 23*(5), 28-48. (임철일 (2023). 인공지능 기반 교육의 발전과 대안적 접근. 한국교육정보미디어학회, 2023 춘계학술대회 논문집, 23(5), 28-48.)
- [13] Jeon, J., Lee, S. (2023). Large language models in education: A focus on the complementary relationship between human teachers and ChatGPT. *Educ Inf Technol 28*, 15873-15892. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11834-1>
- [14] Tlili, A., Shehata, B., Adarkwah, M. A., Bozkurt, A., Hickey, D. T., Huang, R., & Agyemang, B. (2023). What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case study of using chatbots in education. *Smart Learning Environments, 10*, 1-24. <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00237-x>
- [15] Jeong. H. (2023). Exploring Learner Acceptance of ChatGPT for Educational Utilization: Focusing on the Structural Relationships Among Perceived Ease of Use, Perceived Usefulness, Attitude, and Intention to Continuously Use. *The Journal of Research in Education, 89*, 1-26.
- [16] van Dis, E. A. M., Bollen, J., van Rooij, R., Zuldema, W., & Bockting, C. L. (2023). ChatGPT: Five priorities for research. *Nature, 614*(7947), 224-226. <https://doi.org/10.1038/d41586-023-00288-7>
- [17] Chen, B., Zhu, X., Fernando, D. C. H. (2023). Integrating generative AI in knowledge building. In *Computers and Education: Artificial Intelligence, 5*
- [18] Farrokhnia, M., Banihashem, S. K., Noroozi, O., & Wals, A. (2023). A SWOT analysis of ChatGPT: Implications for educational practice and research. *Innovations in Education and Teaching International, 1-15*. <https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2195846>
- [19] Kang, D. H. (2023). The advent of ChatGPT and the response of Korean language education. *Korean Language and Literature, 82*, 469-496.
- [20] Siegle, D. (2023). A Role for ChatGPT and AI in Gifted Education. *Gifted Child Today, 46*(3), 211-219. <https://doi.org/10.1177/10762175231168443>
- [21] Sullivan, M., Kelly, A., & McLaughlan, P. (2023). ChatGPT in higher education: Considerations for academic integrity and student learning. *Journal of Applied Learning and Teaching, 6*(1), 31-40. <https://doi.org/10.37074/jalt.2023.6.1.17>
- [22] UNESCO(2023). ChatGPT and artificial intelligence in higher education: A quick start guide
- [23] Atlas, S. (2023). Chatgpt for higher education and professional development: A guide to. Conversational AI. University of Rhode Island.
- [24] Klein, A. (2023). New York City blocks ChatGPT at schools. Should other districts follow? *Education Week, 42*(18), 12-13.
- [25] Halaweh, M. (2023). ChatGPT in education: Strategies for responsible implementation. *Contemporary Educational Technology, 15*(2), 1-11.
- [26] Perkins, M. (2023). Academic integrity considerations of AI large language models in the post-pandemic era: ChatGPT and beyond. *Journal of University Teaching & Learning Practice, 20*(2).
- [27] Sun, F., & Ye, R. (2023). Moral considerations of artificial intelligence. *Science & Education, 32*(1), 1-17. DOI: 10.1007/s11191-021-00282-3
- [28] Hays, L., Jurkowski, O. & Sims, S.K. (2024). ChatGPT in K-12 Education. *TechTrends 68*, 281-294. <https://doi.org/10.1007/s11528-023-00924-z>
- [29] Mintz, J., Holmes, W., Liu, L., & Perez-Ortiz, M. (2023). Artificial Intelligence and K-12 Education: Possibilities, Pedagogies and Risks. *Computers in the Schools, 40*(4), 325-333. <https://doi.org/10.1080/07380569.2023.2279870>
- [30] Chiu, T. K. (2023). The impact of Generative AI (GenAI) on practices, policies and research direction in education: A case of ChatGPT and Midjourney. *Interactive Learning Environments, 1-17*. <https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2253861>
- [31] Hwang, G. J., & Chen, N. S. (2023). Editorial position paper: Exploring the potential of generative artificial intelligence in education: Applications, challenges, and future research directions. *Educational Technology & Society, 26*(2), 18. [https://doi.org/10.30191/ETS.202304_26\(2\).0014](https://doi.org/10.30191/ETS.202304_26(2).0014)
- [32] Costa-Mendes, R., Oliveira, T., Castelli, M., & Cruz-Jesus, F. (2021). A machine learning approximation of the 2015 Portuguese high school student grades: A hybrid approach. *Education and Information Technologies, 26*(2), 1527-1547. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10316-y>
- [33] Hu, J. (2021). Teaching evaluation system by use of machine learning and artificial intelligence methods. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (ijET), 16*(5), 87-101. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i05.20299>

- [34] Sun, Y. (2021). Application of artificial intelligence in the cultivation of art design professionals. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (ijET)*, 16(8), 221-237 <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i08.22131>
- [35] Rahman, M. M., & Watanobe, Y. (2023). ChatGPT for education and research: Opportunities, threats, and strategies. *Applied Sciences*, 13(9), 5783. <https://doi.org/10.3390/app13095783>
- [36] Bozkurt, A., & Sharma, R. C. (2023). Challenging the status quo and exploring the new boundaries in the age of algorithms: Reimagining the role of generative AI in distance education and online learning. *Asian Journal of Distance Education*, 18(1).
- [37] Huh, S. (2023). Are ChatGPT's knowledge and interpretation ability comparable to those of medical students in Korea for taking a parasitology examination?: a descriptive study. *Journal of educational evaluation for health professions*, 20. <https://doi.org/10.3352/jeehp.2023.20.1>
- [38] Bahroun, Z., Anane, C., Ahmed, V., & Zacca, A. (2023). Transforming education: A comprehensive review of generative artificial intelligence in educational settings through bibliometric and content analysis. *Sustainability*, 15(17), 12983. <https://doi.org/10.3390/sul51712983>
- [39] Ahmad, N., Murugesan, S., & Kshetri, N. (2023). Generative artificial intelligence and the education sector. *Computer*, 56(6), 72-76. <https://doi.org/10.1109/MC.2023.3263576>
- [40] Lund, B. D., & Wang, T. (2023). Chatting about ChatGPT: How may AI and GPT impact academia and libraries? *Library Hi Tech News*, 40(3), 26-29. <https://doi.org/10.1108/LHTN-01-2023-0009>
- [41] Jang, H., So, H. (2023). The Analysis of Research Trends and Topics about the Educational Use of ChatGPT. *Journal of Research in Curriculum & Instruction*, 27(4), 387-401. <https://doi.org/10.24231/rici.2023.27.4.387>
- [42] Ju, R., Choi, Y., Song J., Yoo, M. (2023). Potential Impact of ChatGPT on Education and Academic Research: Review of Trends in Korea and Overseas. *Journal of Educational Technology*, 39, 1401-1447. <https://doi.org/10.17232/KSET.39.4.1401>
- [43] Frieder, S., Pinchetti, L., Griffiths, R. R., Salvatori, T., Lukasiewicz, T., Petersen, P. C., ... & Berner, J. (2023). Mathematical capabilities of chatgpt. *arXiv preprint arXiv:2301.13867*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2301.13867>
- [44] Megahed, F. M., Chen, Y. J., Ferris, J. A., Knoth, S., & Jones-Farmer, L. A. (2024). How generative AI models such as ChatGPT can be (mis) used in SPC practice, education, and research? An exploratory study. *Quality Engineering*, 36(2), 287-315.
- [45] Guo, B., Zhang, X., Wang, Z., Jiang, M., Nie, J., Ding, Y., ... & Wu, Y. (2023). How close is chatgpt to human experts? comparison corpus, evaluation, and detection. *arXiv preprint arXiv:2301.07597*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2301.07597>
- [46] Deng, J., & Lin, Y. (2022). The benefits and challenges of ChatGPT: An overview. *Frontiers in Computing and Intelligent Systems*, 2(2), 81-83.
- [47] Cotton, D. R., Cotton, P. A., & Shipway, J. R. (2023). Chatting and cheating: Ensuring academic integrity in the era of ChatGPT. *Innovations in Education and Teaching International*, 1-12. <https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2190148>
- [48] Gordijn, B., & Have, H. T. (2023). ChatGPT: evolution or revolution? *Medicine, Health Care and Philosophy*, 26, 1-2. DOI : 10.1007/s11019-023-10136-0
- [49] Khalil, M., & Er, E. (2023, June). Will ChatGPT G et You Caught? Rethinking of Plagiarism Detection. *In International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 475-487). Cham: Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-34411-4_32
- [50] Ventayen, R. J. M. (2023). ChatGPT by OpenAI: Students' Viewpoint on Cheating using Artificial Intelligence-Based Application. *Available at SSRN 4361548*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4361548>
- [51] Rudolph, J., Tan, S., & Tan, S. (2023). ChatGPT: Bullshit spewer or the end of traditional assessments in higher education? *Journal of Applied Learning and Teaching*, 6(1), 342-363. <https://doi.org/10.37074/jalt.2023.6.1.9>
- [52] Holmes, W. (2023). The unintended consequences of artificial intelligence and education.
- [53] Lo, C. K. (2023). What is the impact of ChatGPT on education? A rapid review of the literature. *Education Sciences*, 13(4), 410. <https://doi.org/10.3390/educsci13040410>
- [54] İpek, Z. H., Gözümlü, A. İ. C., Papadakis, S., & Kallogiannakis, M. (2023). Educational Applications of the ChatGPT AI System: A Systematic Review Research. *International Journal*, 12(3), 26-55. <https://doi.org/10.22521/edupij.2023.12.3.2>
- [55] Vargas-Murillo, A. R., de la Asuncion, I. N. M., & de Jesús Guevara-Soto, F. (2023). Challenges and Opportunities of AI-Assisted Learning: A Systematic Literature Review on the Impact of ChatGPT Usage in Higher Education. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 22(7), 122-135. <https://doi.org/10.26803/ijlter.22.7.7>
- [56] Zhang, P., & Tur, G. (2023). A systematic review of ChatGPT use in K-12 education. *European Journal of Education*. <https://doi.org/10.1111/ejed.12599>
- [57] Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K. K., Colquhoun, H., Levac, D., ... & Straus, S. E. (2018). PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): checklist and explanation. *Annals of internal medicine*, 169(7), 467-473. <https://doi.org/10.7326/M18-0850>
- [58] Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives: complete edition. Addison Wesley Longman, Inc.

- [59] Chiu, T. K., Xia, Q., Zhou, X., Chai, C. S., & Cheng, M. (2023). Systematic literature review on opportunities, challenges, and future research recommendations of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100118. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100118>
- [60] Martin, F., Zhuang, M., & Schaefer, D. (2023). Systematic review of research on artificial intelligence in K-12 education (2017–2022). *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 100195. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100195>
- [61] Lee, U., Han, A., Lee, J., et al. (2024). Prompt Aloud!: Incorporating image-generative AI into STEAM class with learning analytics using prompt data. *Education and Information Technologies*, 29, 9575–9605. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12150-4>
- [62] Wu, T. T., Lee, H. Y., Li, P. H., Huang, C. N., & Huang, Y. M. (2024). Promoting self-regulation progress and knowledge construction in blended learning via ChatGPT-based learning aid. *Journal of Educational Computing Research*, 61(8), 3-31. <https://doi.org/10.1177/07356331231191125>
- [63] Javier, D. R. C., & Moorhouse, B. L. (2023). Developing secondary school English language learners' productive and critical use of ChatGPT. *TESOL Journal*, e755. <https://doi.org/10.1002/tesj.755>
- [64] Woo, D. J., Wang, Y., Susanto, H., & Guo, K. (2023). Understanding English as a foreign language students' idea generation strategies for creative writing with natural language generation tools. *Journal of Educational Computing Research*, 61(7), 1464-1482. <https://doi.org/10.1177/07356331231175999>
- [65] Ali, F., Choy, D., Divaharan, S., Tay, H. Y., & Chen, W. (2023). Supporting self-directed learning and self-assessment using TeacherGAIA, a generative AI chatbot application: Learning approaches and prompt engineering. *Learning: Research and Practice*, 9(2), 135-147. <https://doi.org/10.1080/23735082.2023.2258886>
- [66] Bitzenbauer, P. (2023). ChatGPT in physics education: A pilot study on easy-to-implement activities. *Contemporary Educational Technology*, 15(3), ep430. <https://doi.org/10.30935/cedtech/13176>
- [67] Lee, J. H., Shin, D., & Noh, W. (2023). Artificial intelligence-based content generator technology for young English-as-a-foreign-language learners' reading enjoyment. *RELC Journal*, 54(2), 508-516. <https://doi.org/10.1177/00336882231165060>
- [68] Jauhainen, J. S., & Guerra, A. G. (2023). Generative AI and ChatGPT in school Children's education: evidence from a school lesson. *Sustainability*, 15(18), 14025. <https://doi.org/10.3390/su151814025>
- [69] Küchemann, S., Steinert, S., Revenga, N., Schweinberger, M., Dinc, Y., Avila, K. E., & Kuhn, J. (2023). Can ChatGPT support prospective teachers in physics task development?. *Physical Review Physics Education Research*, 19(2), 020128. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.19.020128>
- [70] Patel, N., Nagpal, P., Shah, T., Sharma, A., Malvi, S., & Lomas, D. (2023). Improving mathematics assessment readability: Do large language models help?. *Journal of Computer Assisted Learning*, 39(3), 804-822. <https://doi.org/10.1111/jcal.12776>
- [71] Vartiainen, H., Tedre, M., & Jormanainen, I. (2023). Co-creating digital art with generative AI in K-9 education: Socio-material insights. *International Journal of education through art*, 19(3), 405-423. https://doi.org/10.1386/eta_00143_1
- [72] Waltzer, T., Cox, R. L., & Heyman, G. D. (2023). Testing the ability of teachers and students to differentiate between essays generated by ChatGPT and high school students. *Human behavior and emerging technologies*, 2023(1), 1923981. <https://doi.org/10.1155/2023/1923981>
- [73] Lee, A. V. Y., Tan, S. C., & Teo, C. L. (2023). Designs and practices using generative AI for sustainable student discourse and knowledge creation. *Smart Learning Environments*, 10(1), 59. <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00279-1>
- [74] Volante, L., DeLuca, C., & Klinger, D. A. (2023). Leveraging AI to enhance learning. *Phi Delta Kappan*, 105(1), 40-45. <https://doi.org/10.1177/00317217231197475>
- [75] Abdelghani, R., Wang, Y. H., Yuan, X., Wang, T., Lucas, P., Sauzéon, H., & Oudeyer, P. Y. (2023). Gpt-3-driven pedagogical agents to train children's curious question-asking skills. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 1-36. <https://doi.org/10.1007/s40593-023-00340-7>
- [76] Kooli, C. (2023). Chatbots in education and research: A critical examination of ethical implications and solutions. *Sustainability*, 15(7), 5614. <https://doi.org/10.3390/su15075614>
- [77] Sung, E., Kim, D., Shin, S., & Lee, Y. (2023). The Possibilities and Promises for Educational Practice of Artificial Intelligence. *Journal of Educational Technology*, 39(4), 1479-1508. <https://doi.org/10.17232/KSET.39.4.1479>
- [78] Chiu, T. K., Moorhouse, B. L., Chai, C. S., & Ismailov, M. (2023). Teacher support and student motivation to learn with Artificial Intelligence (AI) based chatbot. *Interactive Learning Environments*, 1-17.
- [79] Hwang, G. J., & Chen, N. S. (2023). Editorial position paper: Exploring the potential of generative artificial intelligence in education: Applications, challenges, and future research directions. *Educational Technology & Society*, 26(2), 18.
- [80] Kohnke, L., Moorhouse, B. L., & Zou, D. (2023). ChatGPT for language teaching and learning. *RELC Journal*, 00336882231162868.
- [81] Kong, S. C., Cheung, M. Y. W., & Tsang, O. (2024). Developing an artificial intelligence literacy framework: Evaluation of a literacy course for senior secondary students using a project-based learning approach. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6, 100214. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100214>

- [82] Kim, K., & Kwon, K. (2023). Exploring the AI competencies of elementary school teachers in South Korea. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100137. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100137>
- [83] Jauhiainen, J. S., & Guerra, A. G. (2024). Evaluating Students' Open-ended Written Responses with LLMs: Using the RAG Framework for GPT-3.5, GPT-4, Claude-3, and Mistral-Large. *arXiv preprint arXiv:2405.05444*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2405.05444>
- [84] Jacobs, S., & Jaschke, S. (2024). Leveraging Lecture Content for Improved Feedback: Explorations with GPT-4 and Retrieval Augmented Generation. *arXiv preprint arXiv:2405.06681*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2405.06681>



안솔미

- 2014년 계명대학교 한국어문학과 (문학사)
 - 2017년 경북대학교 교육학과(교육학 석사)
 - 2021년 한양대학교 교육공학과(박사수료)
 - 2019년~ 2023년 서울대학교 기술 기반 보건의료 교육 연구실 연구원
 - 2024년 ~ 현재 (주)무하유 정부/R&D 과제 PM
- ✚ 관심분야 : 교수설계, AIED, 적응형 학습, 학습과학, 의학교육
✉ solmoehn@gmail.com



이정운

- 2007년 서강대학교 영미문화학과, 경영학과 (문학사)
 - 2014년 서강대학교 교육대학원 영어교육전공 (교육학석사)
 - 2014년 ~ 현재 경기도교육청 중등 영어 교사
 - 2023년 ~ 현재 한양대학교 교육공학과 박사과정
- ✚ 관심분야 : 교사교육, 적응형학습, 블렌디드러닝
✉ grace.ljy@gmail.com



박정민

- 2004년 덕성여자대학교, 전산학과 (공학사). 영어 영문학과 (문학사)
 - 2012년 고려대학교 교육대학원, 컴퓨터교육전공 (교육학석사)
 - 2004년 ~ 현재 서울시교육청 고등학교 정보컴퓨터 교사
 - 2020년 ~ 현재 한양대학교 교육공학과 박사과정 (박사수료)
- ✚ 관심분야 : SW/AI교육, 적응형학습, 교사교육
✉ igetlove@gmail.com



정소영

- 2003년 성신여자대학교 불어불문(문학사)
 - 2023년 한양대학교, 교육공학과 석사과정
 - 2023년 ~ 이러닝 학습설계
- ✚ 관심분야 : 교수설계, 이러닝, 학습동기
✉ jjsy0420@gmail.com



송지훈

- 2004년 한양대학교 교육공학과(문학사)
 - 2005년 Pennsylvania State Univ. (이학석사)
 - 2008년 Pennsylvania State Univ. (철학박사)
 - 2008년 ~ 2012년 Oklahoma State Univ. 교수
 - 2012년 ~ 2015년 Univ. of North Texas 교수
 - 2015년 ~ 현재 한양대학교 교육공학과 교수
- ✚ 관심분야 : 조직개발, 학습조직, 조직몰입, 지식경영
✉ psu.jihoonsong@gmail.com

부 록

〈표 1〉 분석 대상 논문의 연구 설계

문헌번호	제목	국가	연구 주제	연구방법	학교급	연구 대상 (참여자 수)
[7]	A framework and exemplars for ethical and responsible use of AI Chatbot technology to support teaching and learning	미국*	수업 활용 및 효과 탐색	프레임워크 개발	초,중,고등학교	학생 (N/A)
[13]	Large language models in education: A focus on the complementary relationship between human teachers and ChatGPT	한국	사용 경험, 인식, 만족도 조사	질적 연구	초등학교	교사 (n=11)
[17]	Integrating generative AI in knowledge building	콜롬비아*	수업 활용 및 효과 탐색	질적 연구	고등학교	학생 (n=10)
[20]	A Role for ChatGPT and AI in Gifted Education	미국	잠재적 활용 가능성 탐색	사례 연구	초,중,고등학교	학생 (N/A)
[30]	The impact of Generative AI (GenAI) on practices, policies and research direction in education: a case of ChatGPT and Midjourney	홍콩*	잠재적 활용 가능성 탐색	질적 연구	초,중,고등학교	교사 (n=88)
[61]	Prompt Aloud!: Incorporating image-generative AI into STEAM class with learning analytics using prompt data	한국	수업 활용 및 효과 탐색	혼합 연구	초등학교	학생 (n=46)
[62]	Promoting Self-Regulation Progress and Knowledge Construction in Blended Learning via ChatGPT-Based Learning Aid	대만	교육적 AI 시스템 개발	설계 및 개발, 테스트 연구	고등학교	학생 (n=70)
[63]	Developing secondary school English language learners' productive and critical use of ChatGPT	필리핀	교육적 AI 시스템 개발	혼합 연구	중,고등학교	학생 (n=49)
[64]	Understanding English as a Foreign Language Students' Idea Generation Strategies for Creative Writing With Natural Language Generation Tools	홍콩	수업 활용 및 효과 탐색	질적 연구	중,고등학교	학생 (n=4)
[65]	Supporting self-directed learning and self-assessment using TeacherGAIA, a generative AI chatbot application: Learning approaches and prompt engineering	싱가포르*	교육적 AI 시스템 개발	설계 및 개발, 테스트 연구	초,중,고등학교	학생 (N/A)
[66]	ChatGPT in physics education: A pilot study on easy-to-implement activities	독일*	수업 활용 및 효과 탐색	사례 및 파일럿 연구	고등학교	학생 (n=53)
[67]	Artificial Intelligence-Based Content Generator Technology for Young English-as-a-Foreign-Language Learners' Reading Enjoyment	한국	수업 활용 및 효과 탐색	양적 연구	중학교	학생 (n=121)
[68]	Generative AI and ChatGPT in School Children's Education: Evidence from a School Lesson	우루과이	수업 활용 및 효과 탐색	혼합 연구	초등학교	학생 (n=110)
[69]	Can ChatGPT support prospective teachers in physics task development?	독일	수업 활용 및 효과 탐색	양적 연구	고등	교사 (n=26)
[70]	Improving mathematics assessment readability: Do large language models help?	인도*	AI 성능 측정 및 평가	설계 및 개발, 테스트 연구	초등학교	학생 (N/A)
[71]	Co-creating digital art with generative AI in K-9 education: Socio-material insights	핀란드	잠재적 활용 가능성 탐색	질적 연구	중학교	학생 (n=10)
[72]	Testing the Ability of Teachers and Students to Differentiate between Essays Generated by ChatGPT and High School Students	미국*	AI 성능 측정 및 평가	설계 및 개발, 테스트 연구	고등학교	교사 (n=69), 학생 (n=140)
[73]	Designs and practices using generative AI for sustainable student discourse and knowledge creation	싱가포르	수업 활용 및 효과 탐색	질적 연구	초,중,고등학교	학생 (n=22)
[74]	Leveraging AI to enhance learning	캐나다*	수업 활용 및 효과 탐색	프레임워크 개발	중,고등학교	학생 (N/A)
[75]	GPT-3-Driven Pedagogical Agents to Train Children's Curious Question-Asking Skills	프랑스	수업 활용 및 효과 탐색	설계 및 개발, 테스트 연구	초등학교	학생 (n=75)
[76]	Chatbots in Education and Research: A Critical Examination of Ethical Implications and Solutions	캐나다*	잠재적 활용 가능성 탐색	질적 연구	초,중,고등학교	학생 (N/A)