

AI는 지리 교수학습을 어떻게 바꿔놓을 것인가?*

- 지리탐구를 중심으로 -

이 중 원**

How Can AI Change Geography Teaching and Learning?*

- Focusing on Geographical Inquiry -

Jongwon Lee**

요약: 본 연구의 목적은 생성형 AI를 통합한 지리탐구 활동을 개발하고, 이러한 자료의 활용이 가져올 수 있는 학습경험의 변화를 예상해 보는 것이다. 본 연구에서는 생성형 AI 통합 탐구 사례 5가지(대구지역의 이상고온 일수 변화 탐구, 서울시 지하철 승하차 인원 데이터 분석, 경상북도 의성군 안계면 인구 피라미드 분석, 풍력발전소 위치 시각화 및 입지 분석, 시군구별 인구 증감 분석)를 제시하였다. 이들 탐구활동은 데이터 분석, 시각화, 예측 모델링 및 해석을 통해 다양한 지리적 문제를 탐구하고 해결책을 모색하는데 초점을 맞추고 있다. 생성형 AI 탐구활동은 외부의 데이터를 활용하고, 통계분석을 강조하는 특징이 있다. 이러한 변화는 기존 교과서 기반 탐구에 비해 탐구의 전체적인 과정을 강조하고, 지리탐구의 실재성과 전이가능성을 높이며, 블룸의 인지과정 분류에서 이해와 분석 단계 뿐 아니라 적용과 창의를 함께 강조하고, 학생들의 디지털 리터러시 및 미래역량의 향상에 기여할 것으로 기대된다.

주요어: 생성형 AI, 탐구, AI 통합 탐구, 교과서 기반 탐구, 블룸의 교육목표분류학

Abstract: This research aims to develop geographical inquiry activities that incorporate generative AI, focusing on how such integration can transform learning experiences. The study developed five inquiry materials: examining the increase in abnormally high temperature days in Daegu, analyzing Seoul subway ridership, analyzing the population pyramid in Angye-myeon, Uiseong-gun, Gyeongsangbuk-do, visualizing and analyzing wind power plant locations, and assessing population changes in regions. These activities are designed to address diverse geographical issues through data analysis, visualization, predictive modeling, and interpretation. The incorporation of generative AI in these inquiries is marked by the use of external data and an emphasis on statistical analysis. Compared to traditional textbook-based inquiries, these AI-integrated activities highlight the entire inquiry processes, increasing the authenticity and transferability of geographical inquiry. They extend beyond just ‘understand’ and ‘analyze’ in Bloom’s taxonomy of cognitive processes to include ‘apply’ and ‘create’. This approach is anticipated to enhance data literacy and foster future-oriented skills.

Key words: Generative AI, inquiry, AI-integrated inquiry, textbook based inquiry, Bloom’s taxonomy

* 이 논문은 2022년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 인문사회분야 중견연구지원사업의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2022S1A5A2A01046029).

** 이화여자대학교 사회과교육과 교수(Professor, Department of Social Studies Education, Ewha Womans University), jongwonlee@ewha.ac.kr

I. 서론

AI(Artificial Intelligence, 인공지능) 기술은 전 세계적으로 다양한 분야에 걸쳐 폭넓게 활용되고 있으며, 일리, 일상생활 및 교육 시스템에 깊은 영향을 미치고 있다. OECD(2023)의 보고서에 따르면, AI 기술의 발전은 임금과 교육 수준에 관계없이 모든 직업군에 영향을 미칠 것으로 전망되며, 이에 따라 세계 각국은 AI 기술이 가져올 사회적 시스템 변화에 대응하고자 교육 혁신을 준비하고 있다. 특히, 미래 산업 사회에서 요구되는 인재상과 현재 교육 시스템 간의 불일치를 해소하기 위한 AI 기반 교육 패러다임의 전환에 주목하고 있다(Yu and Guo, 2023).

이미 여러 국가들은 초등 및 중등 교육과정에 AI를 공식적으로 포함하는 방향으로 나아가고 있다. 예를 들어, 미국에서는 국립과학재단과 같은 연구기관과 Google for Education과 같은 기업들이 초·중·고 학생들을 위한 AI 교육과정 개발을 적극 지원하고 있다. 중국은 2018년에 AI를 교육과정에 도입한 이래로, 첫 AI 교과서를 출시하였으며, 유럽연합, 일본, 싱가포르 등 다른 지역에서도 이와 유사한 노력이 진행 중이다(UNESCO, 2023). 한국에서는 2022 개정 교육과정을 통해 AI와 같은 첨단 디지털 혁신 기술에 대한 강조를 분명히 하고 있다. 초·중·고 정보 교과 수업 시간이 확대되었으며, ‘인공지능 수학’과 같은 새로운 선택 과목이 개발되기도 했다. 또한, 정부는 국가 교육과정의 변화를 교실 수업 환경 개선을 통해 지원하기 위해 AI 디지털 교과서 개발에 착수했으며, 2025년부터 수학, 영어, 정보, 국어 과목에 우선적으로 적용할 계획이다(교육부, 2023).

AI 교육을 효과적으로 향상시키기 위해서는 기존 과목의 내용 지식과 AI를 의미 있게 통합하는 전략이 필요하다(Chen *et al.*, in press). 그러나 초·중·고 교육과 AI의 통합 시도는 여전히 초기 단계에 머물고 있으며, AI 활용 능력을 위한 구체적인 교육과정, 교수·학습 전략, 실천 방안은 아직 충분히 개발되지 않았다(Lee *et al.*, 2021). 지리학은 특히 AI와 빅데이터 활용에 강점을 가지고 있어, 지리교육에서 AI의 역할은 타 과목에 비해 더욱 중요하게 부각될 것으로 예상된다. 이에 따라, 데이터를 활용해 학습자가 주도적으로 결과물을 생성하는 AI 통합 활동을 지리교육과정에 통합할 필요가 있다고 김민성(2022)은 제

언하였다.

본 연구는 ChatGPT를 포함한 생성형 AI가 교육 분야, 특히 지리교육에 가져올 중대한 변화를 조명한다. 생성형 AI는 단순히 학습자의 질문에 답변하는 것을 넘어, 개인차를 고려하며 학습자의 요구를 구체화하는 데 기여할 수 있다(정제영 외, 2023; Chatterjee and Dethlefs, 2023). 특히, 지리탐구에서의 질문과 근거에 중점을 두어 생성형 AI를 적용함으로써, 탐구의 모든 단계에서, 즉 질문을 던지는 초기 단계부터 데이터 수집, 분석, 그리고 데이터 기반의 결론 도출에 이르기까지 폭넓은 지원을 제공할 수 있다(이종원·김형숙, 2023). 이러한 변화는 기존 지리탐구 방식에 대한 재고를 요구하며, 과거에 ‘학습’ 또는 ‘지원’으로 간주되던 과정들이 생성형 AI를 통해 새롭게 재정의될 필요가 있음을 의미하는 것이다(Chang and Kidman, 2023).

본 연구의 목적은 생성형 AI가 학교 지리교육, 특히 고등학교 ‘한국지리’ 과목에 가져올 변화를 탐색하는 것이다. 최근 연구들(이종원·김형숙, 2023; Lee, 2023; Montenegro-Rueda *et al.*, 2023)에 따르면, 생성형 AI는 데이터 분석, 시각화, 패턴 인식 등에서 뛰어난 능력을 보여주며, 특히 지리탐구의 데이터 활용 측면에서 그 효과가 두드러질 것으로 기대된다. 이에 본 연구는 AI 통합 탐구활동을 개발하고, 이를 지리탐구의 다섯 단계와 블룸의 인지과정 분류를 통해 분석하고 비교하였다. 본 연구는 AI 통합 탐구활동의 특징과 그로 인한 교육적 변화를 탐구함으로써, 다음 두 가지 중요한 질문에 대답하고자 한다.

1. 생성형 AI를 활용한 지리탐구는 어떤 특징을 갖는가?
2. 생성형 AI는 지리탐구를 어떻게 변화시킬 수 있으며, 이러한 변화의 중요성은 무엇인가?

II. AI와 교육

1. AI

AI(Artificial Intelligence)는 인간의 인지적 기능을 모방하여 의사결정, 문제해결, 학습 등을 수행하는 컴퓨터 시스템이다. 이 기술은 데이터 분석, 패턴 인식, 자연어 처리 등을 통해 인간과 유사한 수준의 지능적 작업을 가능하게 한다. AI의 핵심은 인간의 지능적 행동을 이해하고 이를 기계가 모방하도록 하는 데 있다. 이를 위해, 머신러

닝(Machine Learning)과 딥러닝(Deeping Learning)이라는 두 가지 주요 기술이 활용된다. 머신러닝은 데이터를 기반으로 예측 모델을 생성하고 경험을 통해 지속적으로 학습하며 개선하는 기술이다. 예를 들어, 이메일 스팸 필터는 대량의 이메일 데이터를 학습하여 스팸과 정상 메일을 구분한다. 은행의 신용 평가 시스템은 고객의 금융 거래 데이터를 분석하여 신용 위험을 예측한다. 딥러닝은 인간의 뇌와 유사한 방식으로 작동하는 신경망을 이용해 복잡한 데이터에서 패턴을 인식하고 학습하는 기술이다. 이미지 인식과 음성 비서 응용에서 볼 수 있는 딥러닝은 Siri, Alexa와 같은 시스템이 사용자의 명령을 이해하고 반응하는 데 활용된다(UNESCO, 2021, 2023; U.S. Department of Education, 2023).

생성형 AI(Generative AI)는 딥러닝 기술을 활용하여 새로운 데이터나 콘텐츠를 생성하는 시스템이다. 대규모 데이터 세트를 학습하여 새로운 이미지, 텍스트, 음악 등을 생성하는 데 사용된다. 이 기술은 입력 데이터의 패턴을 분석하고 모방하여 실제와 유사하거나 새로운 디지털 콘텐츠를 만들어낸다(UNESCO, 2023). 실제 지리 교수 학습 상황에 유의미한 생성형 AI의 주요 기능은 표 1과 같다.

생성형 AI 기술은 다양한 분야에서 응용되고 있다. 이미지 인식, 음성 인식, 자율 주행 자동차 개발, 의료 진단 지원, 웹 검색, 번역, 챗봇 등 다양한 분야에서 AI 기술은 중요한 역할을 한다. 대표적인 생성형 AI 모델인 ChatGPT는 자연어 처리 분야의 핵심 기술로, 대규모 언어 데이터를 학습하여 인간과 같은 자연스러운 대화를 생성한다. 사용자의 질문에 대해 ChatGPT는 텍스트를 토큰화하고,

학습된 지식을 바탕으로 적합한 텍스트를 생성하여 제공한다. ChatGPT의 사용성과 유연성으로 인해 널리 인기를 얻었으며, 생성형 AI 기술의 발전과 대중화를 대표하는 사례로 여겨진다(Su and Yang, 2023).

2. 생성형 AI와 교육의 변화

기술의 발전은 학습자들의 학습 방식과 경험에 중대한 영향을 미친다. 구글 번역, 검색 도구, Grammarly와 같은 글쓰기 보조 도구들은 이미 학습 지원 도구로 자주 활용되고 있다. 과거에는 없었던 구글, 네이버와 같은 검색 엔진을 사용하여 정보를 검색하고 과제를 수행하는 것이 일반화되었다. 이제는 이러한 검색 엔진의 기능이 ChatGPT와 같은 생성형 AI로 확장되고 있다. 이러한 변화를 고려할 때, 교수학습 맥락에서 기존의 검색 엔진과 생성형 AI의 활용을 비교 분석하는 것은 이들 기술의 잠재력을 이해하는 데 유용한 접근 방법이 될 수 있다. 이러한 비교는 기술의 활용 가능성을 보다 깊이 이해하는 데 도움을 줄 수 있으며, 이는 표 2에서 자세히 설명된다.

검색 엔진과 생성형 AI는 상호작용의 측면에서 근본적인 차이를 보이며, 이는 교수학습 지원에 있어 중요한 변화를 가져온다. ChatGPT와 같은 생성형 AI는 자연어 처리(Natural Language Processing, NLP)를 가능하게 하여, 사용자의 질문을 더욱 효과적으로 이해할 수 있다(Chatterjee and Dethlefs, 2023). 일반적으로, 검색 엔진을 사용할 때, 정확한 검색어 선택이 중요하다. 그러나 초보자들은 종종 해당 분야에 대한 충분한 지식이 없어 불확실한 검색어를 사용하기 쉽다. 이런 경우, 전통적인 검색 엔진은 정확하지 않은 검색어로 인해 사용자가 원하는 결과를 제공

표 1. 생성형 AI의 주요 기능

분류	설명	예시
데이터 처리 및 분석 (Data Processing and Analysis)	데이터를 수집, 정제, 분류하고 분석하여 유용한 정보로 변환하는 과정	데이터 크롤링, 기본적인 통계분석
지식 추론 및 예측 (Knowledge Inference and Prediction)	데이터에서 패턴을 인식하고 이를 바탕으로 미래 이벤트나 결과를 예측하는 과정	미래 기온 예측, 사용자 질문에 대한 응답
콘텐츠 생성 및 합성 (Content Creation and Synthesis)	AI가 텍스트, 이미지, 음악, 비디오 등의 콘텐츠를 생성하거나 변형하는 능력	텍스트 생성, 이미지 생성, 음악 작곡
대화형 상호작용 (Interactive Communication)	사용자와의 실시간 상호작용을 통해 개인화된 경험을 제공하는 능력	챗봇 서비스, 음성 인식 및 반응 시스템

*참조: U.S. Department of Education (2023)의 내용을 맥락에 맞춰 수정

표 2. 검색 엔진과 생성형 AI의 교수학습 지원 전략 비교

구분	검색 엔진(예, 구글, 네이버)	생성형 AI(예, ChatGPT)
자연어 처리(NLP) 능력	검색 엔진은 사용자의 질문이나 문장을 키워드로 분리하여 관련 있는 웹페이지를 찾아낸다. 하지만, ChatGPT처럼 복잡한 자연어 이해 능력은 제한적이다.	ChatGPT와 같은 인공지능 언어 모델은 사용자의 질문이나 명령을 자연스러운 언어로 이해하고, 연관성 있는 답변을 생성할 수 있다.
검색 결과의 형태	검색 엔진은 웹페이지, 이미지, 비디오 등 다양한 형태의 검색 결과를 제공한다. 검색 결과는 주로 링크와 간단한 설명으로 구성되며, 사용자가 직접 내용을 탐색해야 한다.	ChatGPT는 사용자의 질문에 직접적인 답변을 제공하며, 요약, 해석, 추론 뿐 아니라 사용자가 요청하는 특정 포맷(예, 에세이, 설문지, Q&A 등)과 길이에 맞춰 답변을 제공할 수 있다.
정보의 실시간성과 범위	검색 엔진은 웹상의 방대한 정보를 실시간으로 색인화하고 검색 가능하게 만들어, 최신 정보에 대한 접근을 제공한다.	ChatGPT는 특정 시점까지의 정보를 학습하고 있으며, 그 이후의 정보에 대해서는 알지 못한다.
상호작용 방식	검색 엔진에서는 동적인 상호작용이 제한적이다(검색은 선행 검색과 연관이 없다).	ChatGPT는 대화형 인터페이스를 통해 사용자와 상호작용한다. 동적인 대화를 통해 사용자는 질문을 수정하거나 세부적인 정보를 얻을 수 있다.

하지 못할 수 있다. 반면, 생성형 AI는 사용자의 일상언어로 표현된 검색어를 전문용어로 변환하여 적절한 결과를 제공할 수 있다. 이러한 능력은 사용자가 자신의 생각을 완전히 명확하게 표현하지 못하더라도 원하는 정보를 얻을 수 있게 해준다. 이는 전통적인 교실 수업에서 교사가 수행하던 전문용어와 일상어 간의 번역 역할을 ChatGPT가 대체할 수 있음을 의미한다.

다음은 ChatGPT의 단계별 질문을 통한 상호작용 능력에 관한 것이다. ChatGPT와 같은 대화형 AI는 멀티턴 상호작용이 가능하다. 즉, 이러한 AI는 사용자와의 이전 대화를 기억하고, 그 맥락에 맞게 대답할 수 있다(Su and Yang, 2023). 일반적인 검색 엔진과 달리, 대화형 AI와의 상호작용은 ‘꼬리에 꼬리를 무는’ 형식의 질문을 통해 이루어지며, 사용자의 현재 지식과 학습 요구에 맞춘 대화가 가능하다(Chang *et al.*, 2023). 이를 통해 사용자는 자신의 이해 수준과 속도에 맞춰 학습할 수 있으며, 개별 학습자에 초점을 맞춘 상호작용과 피드백은 학습 동기를 유발하는 중요한 요소가 된다. 또한, 대화가 저장되고 누적되면서 더욱 개인화된 학습 경험을 제공할 수 있다(변정호·권용주, 2023; OECD, 2023; Su and Yang, 2023).

ChatGPT의 교육적 활용에 대한 최근 연구는 크게 세 가지 영역으로 구분된다. 첫 번째 영역은 AI 활용에서 교사의 역할에 초점을 맞추고 있으며, ChatGPT가 교육과정 설계, 교재 및 평가도구 개발에 유용하다고 강조한다. 두 번째 영역은 교수 및 학습 과정에서 AI의 영향과 사용

에 관한 것으로, ChatGPT가 학생들의 학업 성과 향상과 비판적 사고 발달에 기여할 수 있다고 언급한다. 특히, ChatGPT는 특정 질문에 대해 빠르고 정확한 답변을 제공하며, 이를 통해 학생들의 탐구를 지원할 수 있다. 마지막 영역은 AI가 교육 및 학습 과정에 미치는 영향과 그것이 사회경제적, 문화적, 제도적, 기술적 환경과 어떻게 상호작용하는지를 다루며, 이는 교육의 질과 효율성의 변화, 그리고 학생들의 미래 사회 적응력 향상에 기여할 수 있다(Montenegro-Rueda *et al.*, 2023). Adarkwah *et al.*(2023)은 ChatGPT를 탐구기반 학습에 활용하는 여러 방법을 제안하고 있다. ChatGPT는 학생들이 학습 주제와 관련 있는 흥미로운 질문을 만드는 데 도움을 주며, 이는 학생들이 의미 있는 질문을 만드는 데 어려움을 겪는 상황에서 특히 유용하다. 또한, ChatGPT는 학생들이 만든 질문의 질을 검토하고 평가하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 학생이 특정 주제에 대한 질문을 생성하고 ChatGPT에게 분석을 요청하여 질문의 적절성과 탐구 가능성을 평가할 수 있다. ChatGPT가 제공하는 정보의 한계를 비판적으로 생각하는 과정은 학생들의 비판적 사고 능력을 신장시키는 데 기여할 수 있다.

지리과목을 탐구적 방식으로 수업할 때 ChatGPT의 영향을 탐색한 연구가 있다. 이종원과 김형숙(2023)은 2022년 개정된 ‘한국지리 탐구’ 과목을 대상으로 생성형 AI 활용 방안을 탐구의 단계별로 제시하였다. 이들은 생성형 AI를 활용한 데이터 활용 방식(예: 데이터 분석, 데이터

표 3. 지리탐구의 단계별 인공지능 활용 방안

지리탐구의 단계	생성형 AI(예, ChatGPT) 활용 사례	처리	추론	생성	대화
지리적 질문하기	예) 1인 가구의 분포와 관련하여 어떤 지리적 질문을 던질 수 있을까?	○			
	예) 한국지리에서 지역소멸 주제로 학생들이 조사할만한 프로젝트 주제를 알려줘.		○	○	
	예) 개인형 모빌리티와 관련한 최근 쟁점은 무엇인가?	○			○
	예) 개인형 모빌리티가 뭐지?				○
데이터 파악하고 계획세우기	예) 우리나라의 연도별 황사 발생 데이터를 어디서 구할 수 있을까?		○		
	예) 북한의 지속가능발전 정도를 파악하려면 어떤 데이터를 찾아보아야 할까?	○	○		
	예) 학생들의 개인형 모빌리티(전동킥보드, 공공자전거 등) 활용을 조사하는 설문조사를 만들어줘.			○	
데이터 수집하고 정리하기	예) 연도별 황사 발생 데이터를 계절별 황사 발생 데이터로 계산해 줄 수 있을까? 3-5월이 봄, 6-8월이 여름, 9-11월이 가을, 12-2월이 겨울이야.	○			
	예) 이 신문기사의 내용을 3-4문장으로 요약해 줄 수 있을까? 이 신문기사의 키워드는 어떤 것들이지?			○	
데이터 시각화하고 분석하기	예) 연도별 황사 발생 데이터를 시각화할 수 있는 방법을 알 수 있을까? 시각화할 수 있는 파이썬 코드를 알려줘.	○			
	예) 학교의 나무 그늘 아래와 그늘 밖의 온도를 20곳에서 각각 측정하였다. 두 지점의 온도가 통계적으로 차이가 있는지 검증하려면 어떤 방법이 있을까?	○			
	예) 우리나라의 황사 발생이 증가하고 있는 추세인지 궁금해. 내가 제공한 데이터를 토대로 분석해 줘.	○			
결론 도출, 의사소통 및 성찰하기	예) 1인 가구 중 젊은 층은 주로 도시에 노년층은 주로 농촌에 거주한다는 결론을 내렸는데 지리학적 연구 결과와 비교해 줘.	○	○		
	예) 내가 작성한 내용을 논리적으로 다시 작성해 줄 수 있을까?			○	
	예) 나는 국가 간의 관계를 인구의 교류(예, 관광객), 무역규모, 국방관련 협약을 중심으로 조사하는데, 만일 이 방법을 보완한다면 어떤 것이 가능할까?	○	○		

*처리: 데이터 처리 및 분석, 추론: 지식추론 및 예측, 생성: 콘텐츠 생성 및 합성, 대화: 대화형 상호작용

출처 찾기, 통계적 분석 등), 창의적인 제안(예: 프로젝트 아이디어, 설문조사 디자인 등), 문제 해결이나 예측(예: 황사 발생 추세 분석, 국가 간 관계 조사 등) 측면에서 탐구를 지원할 수 있다고 주장했다(표 3). 각각의 사례들은 본 연구에서 제시한 생성형 AI의 4가지 기능(처리, 추론, 생성, 대화)과 연계될 수 있다.

III. 연구방법

1. AI 통합 탐구활동의 개발

본 연구는 현행 한국지리 교과서에 포함된 지리 탐구활동과 생성형 인공지능(AI)을 활용한 지리 탐구활동의 학습경험을 비교 분석하는 것을 목표로 한다. 연구의 핵심은 AI 통합형 탐구활동이 학습자의 문제 접근 방식과

문제 해결 과정에 어떠한 변화를 가져오는지를 평가하는 것이다. 이를 위해 고등학교 한국지리 교과서에 제시된 탐구활동을 기반으로 유사한 학습 목표를 가진 AI 통합형 탐구활동을 개발하였다¹⁾(표 4). 기존 한국지리 교과서의 탐구활동(교과서 기반)과 AI 통합 탐구활동을 한쌍으로 제시하고 비교하는 방식이다. 각 쌍의 탐구활동들은 각각 기후변화 예측, 도시내부구조의 특징, 농촌지역의 인구문제, 신재생에너지 발전소의 입지, 국토공간구조의 변화를 다루고 있다. 탐구활동은 C출판사²⁾ 한국지리 교과서에서 총 5편을 선정하였다. 상세한 AI 통합 탐구활동의 상세한 내용은 표 5~표 9의 내용을 참조할 수 있다.

AI 통합 탐구활동의 개발을 위해 생성형 AI 모델은 OpenAI의 GPT-4³⁾를 활용하였다. GPT-4는 데이터 분석, 지식 추론과 예측, 콘텐츠 생성 분야에서 뛰어난 성능을

표 4. 한국지리 교과서와 AI 통합 탐구활동의 탐구질문 비교

탐구활동 (교과서 기반)	탐구활동 (AI 통합)
우리나라의 기후는 어떻게 변화하고 있을까?	대구는 계속 더워지고 있을까?
서울의 내부 지역은 어떤 특징이 있을까?	아침에 하차 인원수는 많고 승차 인원수는 적은 지하철역은 어디일까?
전라북도 임실군은 어떻게 변화하고 있을까?	경상북도 의성군 안계면에 필요한 공공 서비스는 무엇일까?
우리나라 신재생 에너지 발전소는 어디에 위치하고 있을까?	우리나라 풍력발전단지는 어디에 있을까?
인구 분포는 어떻게 변화하고 있을까?	인구가 지속적으로 증가하고 있는 지역은 어디일까?

발휘할 뿐 아니라 향상된 자연어 처리와 대화형 상호작용을 통해 사용자 질문에 대한 정확하고 자연스러운 응답을 생성함으로써 학습자의 탐구활동을 지원할 수 있다.

2. 학습경험의 분석

본 연구의 특징은 학생들에게 직접 적용하는 것이 아니라 학습자가 탐구활동을 경험하는 상황을 가정하여 학습경험을 모의 분석하는 것이다. 이러한 연구방법은 직접적인 실험 설계가 아니라는 제약에도 불구하고 연구 개발의 초기 단계에서 AI 통합 학습의 잠재적 영향에 대한 가설적인 이해를 제공할 수 있다.

탐구활동에 참여하는 학습자의 경험을 지리탐구의 5 단계와 블룸의 교육목표분류(Bloom's Taxonomy)에 따른 인지과정을 기반으로 분석하고 분류하였다. 지리탐구(geographical inquiry)에 대한 해석은 연구자에 따라 다양하다(Lee, 2023). 일반적으로 지리탐구를 활용한 수업에서 학생들은 질문이나 이슈를 조사하는데 적극적으로 참여하며, 근거를 위해 데이터를 수집하고, 데이터의 해석, 분석, 평가를 통해 확인한 내용을 적극적으로 자신의 것으로 만들 뿐 아니라 자신의 탐구과정을 성찰한다(Geographical Association, nd). 지리탐구를 주요 구성 요소나 단계(절차)로 구분하기도 한다(Roberts, 2013). 오스트레일리아의 국가수준 지리 교육과정에 포함된 지리탐구는 5단계(관찰, 질문, 계획하기 - 수집, 기록, 평가, 시각화하기 - 해석, 분석, 결론 내리기 - 의사소통하기 - 성찰 및 대응하기)로 구성되어 있다(NSW Education Standards Authority, nd). 반면, 내셔널지오그래픽(National Geographic, nd)은 지리탐구(geo-inquiry)를 질문 - 정보수집 - 정리 - 분석 - 의사결정과 행동으로 구분했다. 선행연구를 종합하여, 본 연구에서는 지리탐구를 (1)지리적 질문하기, (2)

데이터 파악하고 계획 세우기, (3)데이터 수집하고 정리하기, (4)데이터 시각화하고 분석하기, (5)결론도출, 의사소통 및 성찰하기의 5단계로 범주화하였다.

1. 지리적 질문하기(Asking): 지리적 관점의 이해를 바탕으로 일상적으로 접하는 현상들에 대해 지리적 질문을 하는 과정
2. 데이터 파악하고 계획 세우기(Planning): 지리적 질문에 답변을 위해 필요한 근거와 수집 방법을 정리하고, 지리탐구의 각 단계별 필요한 과제에 맞게 탐구 계획을 구상하는 과정
3. 데이터 수집하고 정리하기(Collecting): 야외조사, 공공 빅 데이터, 지리정보기술(GIS) 등을 활용한 데이터 수집 방법을 이해하고, 이를 통해 탐구 계획에 맞는 데이터를 직접 수집하고 정리하는 과정
4. 데이터 시각화하고 분석하기(Analyzing): 데이터를 적절히 시각화하고, 공간적 패턴이나 규칙을 찾아내며, 다양한 관점에서 데이터를 분석하는 과정
5. 결론도출, 의사소통 및 성찰하기(Concluding): 다양한 자료와 데이터를 종합해 합리적인 결론을 도출하고, 상황에 맞는 산출물을 제작하며, 수집된 데이터와 결론의 한계를 인식하는 과정

탐구활동에 참여하는 학습자의 경험을 지리탐구의 5 단계 측면에서 분석함으로써 지리탐구의 각 단계에서 AI의 역할과 기여를 분석하는데 도움이 된다. 가령, '데이터의 수집과 정리' 단계에서 AI는 다양한 출처에서 데이터를 수집하고 통합할 수 있지만, 데이터의 질과 관련성 판단은 인간의 판단이 중요할 수밖에 없다.

블룸의 교육목표분류(Bloom's Taxonomy)는 교육목표를 분류하고 학습자의 인지적 활동을 명확히 이해하는 데 중요한 이론적 틀을 제공한다. Anderson and Krathwohl

(2001)은 이 분류를 개정하여 학습자의 인지적 활동을 ‘기억하기’, ‘이해하기’, ‘적용하기’, ‘분석하기’, ‘평가하기’, ‘창조하기’의 여섯 단계로 평가했다. 본 연구에서는 이 개정된 분류를 사용하여, 각 단계가 학습자가 정보를 어떻게 처리하고, 새로운 상황에 어떻게 적용하며, 복잡한 문제를 어떻게 해결하는지 파악하는 데 활용된다. 단계별 내용은 다음과 같다:

1. 기억하기(Remember): 기본적인 사실이나 용어를 기억하고 인식하는 능력
 2. 이해하기(Understand): 설명하거나 요약하는 등의 방식으로 정보를 해석하는 능력
 3. 적용하기(Apply): 배운 지식을 새로운 상황에 적용하는 능력
 4. 분석하기(Analyze): 정보를 구성 요소로 분해하고 이들 사이의 관계를 이해하는 능력
 5. 평가하기(Evaluate): 정보를 비판적으로 평가하고 판단하는 능력
 6. 창조하기(Create): 원래의 종합 단계를 대체하여, 새로운 아이디어를 생성하거나 원래의 것을 재조합하는 능력
- 블룸의 분류체계를 활용함으로써 AI 통합 탐구활동이 기여하는 인지과정을 보다 명확하게 이해하는 것이 가능하며, 이를 통해 탐구활동을 체계적으로 설계할 수 있다. 더불어, 블룸 분류체계의 상위 단계인 평가하기와 창조하기의 활성화를 위한 기여와 전략을 수립하는 것도 가능

할 것이다.

탐구활동에 대한 학습자의 가상의 학습경험 및 경로는 지리탐구의 5단계와 블룸의 인지과정으로 구성된 X, Y축으로 구성된 그래프를 통해 시각화하였다(그림 1). 즉, 개별 탐구활동은 지리탐구의 5단계의 유무와 정도(예, 명확하고 능동적인 활동, 명확하지 않거나 수동적인 활동)로 우선 평가하였으며, 해당 단계에서의 인지과정을 블룸의 교육 목표분류에 따라 분석하였다.

IV. 연구결과

사례 1

우선, 교과서 기반 탐구활동에 대한 분석 결과이다. 사과재배 지역의 변화를 통해 우리나라에서 관찰되는 기후변화를 파악하는 탐구활동이다(표 5). 지리탐구의 5단계별 학습경험은 아래와 같다.

- (1)지리적 질문하기: 탐구의 시작점으로 지리적인 현상이나 문제에 대한 질문을 던지는 단계이다. ‘사과 재배 지역이 시기에 따라 변화하는 이유’와 같이 탐구질문이 이미 제시되었기 때문에 학습자는 새로운 질문을 던지기 보다는 질문의 의미를 ‘이해’하는 활동에 참여하게 된다.
- (2)데이터 파악하고 계획 세우기: 문제 해결을 위한 정보를 수집하고, 접근 방법에 대한 계획을 수립하는 단계이다. 하지만 수집해야 할 데이터가 이미 제공되었으므로

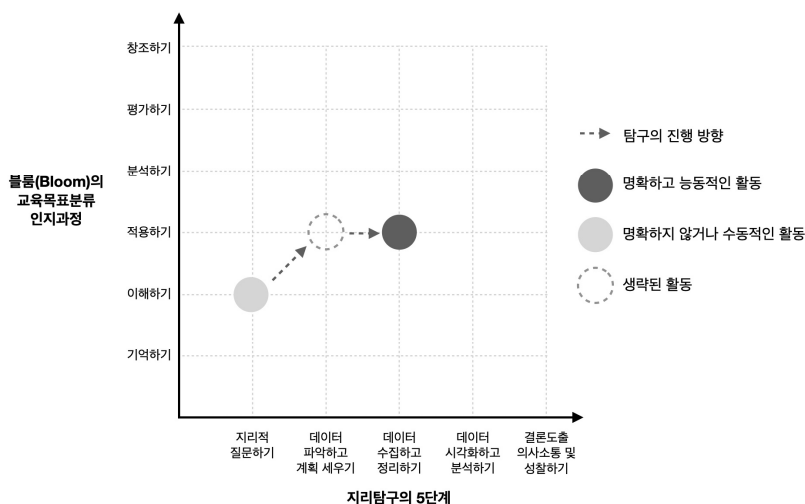
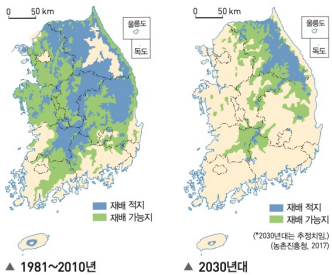
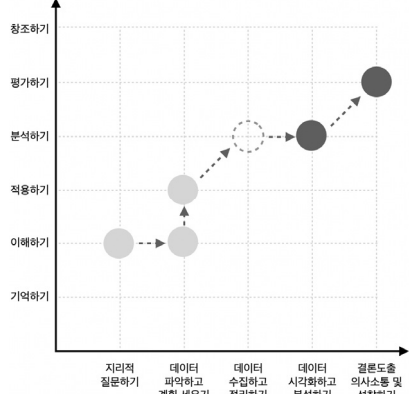
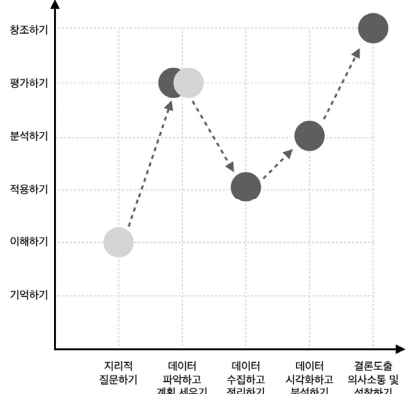


그림 1. 학습경험 분석틀

표 5. 교과서 기반 및 AI 기반 탐구활동 및 분석 결과

탐구활동 (교과서 기반)	탐구활동 (AI 통합)
우리나라 기후는 어떻게 변화하고 있을까? • 자료 1과 같이 사과 재배지역이 변화하는 이유를 말해 보자. 자료 1 변화하는 사과 재배 지역  ▲ 1981~2010년 ▲ 2030년대	대구는 계속 더워지고 있을까? • ‘기상청 기상자료개방포털(data.kma.go.kr)’에서 대구의 기온 데이터를 검색하고 다운로드한다. • AI 활용 대구지역 기온 변화 검증한다(예, “이 데이터는 1904년부터 현재까지 대구지역의 일평균 기온 데이터이다. 연도별 일평균 기온 30도 이상인 날의 수가 증가하고 있는지 분석하고 싶어. 그래프도 함께 작성해 줘”). • AI 활용 100년 후 대구 지역 기온 변화 예측한다(예, 지난 120년 동안 대구지역의 기후 데이터를 바탕으로, 100년 후 대구 지역에서 연간 일평균 기온 30도 이상인 날의 수를 예측해 줘. 이 데이터를 사용해서 미래 기후 변화의 경향을 분석하고 싶어).
	

학습자들은 제시된 자료를 어떻게 활용할 것인가를 고민하며, 이 과정에서 정보의 의미를 ‘파악’하는데 초점을 두고, 특정 문제에 ‘적용’하는 능력을 발휘하게 된다. (3)데이터 수집하고 정리하기: 필요한 데이터를 수집하고 정리하는 단계이다. 문제해결을 위한 데이터가 제시되었기 때문에 데이터 수집 및 정리단계는 생략되었으며, 학습자는 추가적인 데이터 수집보다는 제공된 자료의 ‘해석’에 집중하게 된다. (4)데이터 시각화하고 분석하기: 수집한 데이터를 시각화하고 분석하여 필요한 정보를 추출하는 단계이다. 학습자는 변화하는 사과 재배지역을 시각적으로 비교하고, 그 변화의 원인을 ‘분석’한다. 분석 활동은 탐구활동 전체에서 가장 중요하고 뚜렷한 활동이 된다. (5)결론 도출, 의사소통 및 성찰하기: 이 단계에서는 분석 결과를 바탕으로 합리적인 결론을 도출하고, 그 결과를 의사소통하는 단계이다. 학습자는 자신의 분석을 바탕으로 사과 재배지역의 변화 이유를 결론짓고, 이를 논리적으로

설명하고 ‘평가’한다.

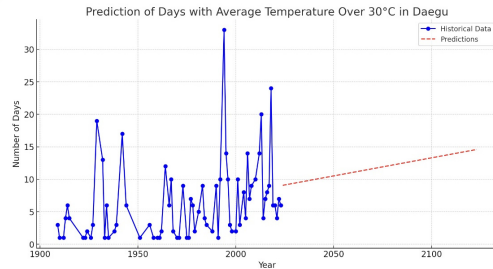
다음은 AI 통합 탐구활동에 대한 분석 결과이다. 기후 변화에 따른 대구 지역의 이상고온(일평균 기온 30도 이상) 일수의 변화를 기상청 데이터를 통해 검증하고, 향후 100년 이후의 변화를 예측해 보는 탐구활동이다(그림 2). 대구 지역의 연도별 일평균 기온 30도 이상인 날의 수의 증가 여부를 분석하는 과정에서 AI의 ‘데이터 처리 및 분석’ 기능이 활용되었으며, 과거 기후 데이터를 바탕으로 100년 후의 기온 변화를 예측하기 위해 ‘지식 추론 및 예측’ 기능이 활용되었다.

(1)지리적 질문하기: 탐구질문이 미리 제시되었기 때문에 학습자는 대구의 기온 데이터와 관련한 질문을 ‘이해’한다. (2)데이터 파악하고 계획 세우기: 학습자는 연도별 기온 데이터의 패턴에 대한 가설을 세우고, 이를 검증하기 위한 방법을 ‘평가’한다. 이러한 과정은 데이터에 대한 가설 설정과 검증 방법의 선택에 초점을 두며, 불륨의

You

지난 120년 동안의 기후 데이터를 토대로 앞으로 100년 이후 대구의 연간 일평균 기온 30도 이상 되는 날의 수를 예측해 줘

ChatGPT



위 그래프는 지난 120년 동안 대구에서 연간 일평균 기온이 30도 이상인 날의 수를 기반으로 한 선형 회귀 모델을 사용하여 앞으로 100년간의 예측을 보여줍니다. 이 모델은 기존 데이터의 추세선을 따라 미래의 값들을 예측합니다.

예측 결과에 따르면, 앞으로 몇 년간 대구에서 30도 이상의 날의 수는 점차 증가할 것으로 보입니다. 예를 들어, 2024년에는 약 9일, 2025년에는 약 9.1일이 될 것으로 예상됩니다.

그림 2. 대구 지역의 100년 후 기온 예측: 생성형 AI 기술을 활용하면, 지난 120년간의 기후 데이터를 분석하여 앞으로 100년 뒤의 대구 지역의 기후 변화를 예측할 수 있다.

인지과정 분류에서 ‘평가하기’ 단계에 해당한다. 누가(교사 또는 학생)이 과정을 주도하는지에 따라 활동의 성격이 달라질 수 있다. (3)데이터 수집하고 정리하기: 학습자는 교사 혹은 AI가 제시한 정보를 바탕으로 데이터를 수집하고, 필요한 형식으로 정리한다. 이 단계는 AI가 알려준 데이터 수집 방법을 주로 ‘적용하는’ 단계에 해당한다. (4)데이터 시각화하고 분석하기: AI에 의해 생성된 시각화와 분석 결과를 학습자는 ‘분석하는’ 단계이다. 필요한 경우 추가적인 분석을 요청할 수 있다. (5)결론 도출, 의사소통 및 성찰하기: 사용자는 AI와의 상호작용을 통해 새로운 정보(예, 100년 후 대구의 기온)를 창출하고, 이를 해석하는 과정을 거친다(그림 2). AI가 제시한 분석 결과와 예측을 평가하는 측면도 있지만, 새로운 정보를 생성하는 활동이 두드러지므로 ‘창조하기’의 측면이 강조된다.

사례 2

서울의 지역별 사진을 통해 도시의 내부구조를 가늠해 보는 탐구활동이다. 도심(예, 중구명동), 부도심(예, 강남구 테헤란로, 금천구 서울 디지털 산업단지), 주거지역(예, 노원구 상계동)을 간략화된 서울 지도와 함께 제시하고 있다(표 6).

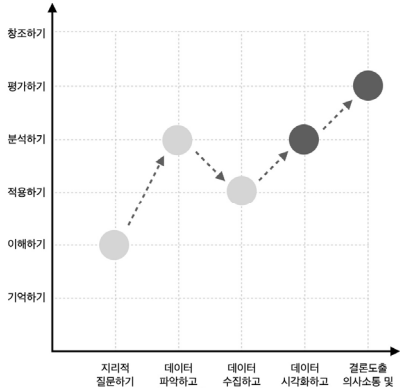
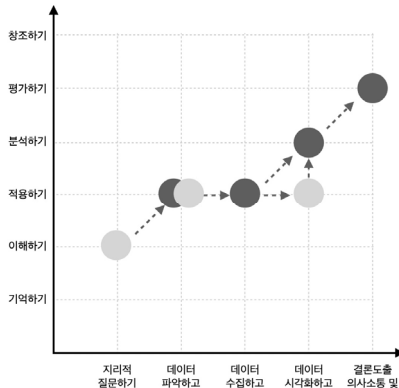
(1)지리적 질문하기: 학습자는 이미 제시된 탐구질문

(“상주인구 밀도가 가장 낮은 지역을 찾아보고, 그 이유를 설명해 보자”)에 초점을 맞추게 된다. 학습자는 상주인구 밀도와 주간인구 밀도의 차이를 ‘이해’하고, 이를 바탕으로 각 지역을 비교한다. (2)데이터 파악하고 계획 세우기: 탐구를 위해 필요한 데이터는 제시된 상태이다. 학습자는 제공된 사진 자료와 설명을 ‘분석’하여 필요한 정보를 추출할 계획이며, 상주인구 밀도를 가늠하기 위해 어떤 정보를 활용할 것인지 가늠해야 한다. (3)데이터 수집하고 정리하기: 이미 제공된 사진과 지도 자료를 활용하기 때문에 추가적인 데이터 수집이 필요하지 않다. 학습자는 제공된 사진 자료를 상황에 맞게 ‘적용’하여 각 지역의 인구 특성을 식별하게 된다. (4)데이터 시각화하고 분석하기: 학습자는 각 지역의 사진과 설명을 ‘분석’하여 상주인구 밀도가 낮은 지역을 찾아낸다. (5)결론 도출, 의사소통 및 성찰하기: 학습자는 분석을 통해 얻은 정보를 바탕으로 상주인구 밀도가 낮은 이유에 대한 결론을 내리고 설명한다. 학습자는 분석 결과를 바탕으로 가장 타당한 이유를 토대로 ‘평가’한다.

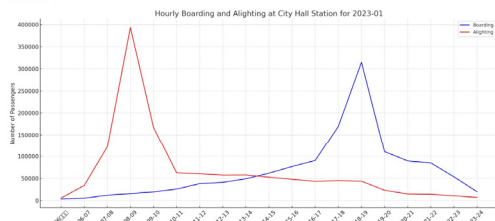
다음은 AI 통합 탐구활동에 대한 분석결과이다. 서울시의 일별 지하철 승하차 인원수 데이터를 활용해 도시 내부구조와 관련한 지역별 특성을 추론하는 탐구활동이다(그림 3). 이를 위해 공공데이터 포털에서 서울시 일별 지하철 승하차 인원수 데이터를 다운받아 사용하게 된다. 시간대별 승하차 패턴의 이유를 설명하거나, 이러한 패턴이 도심공동화 현상과 관련이 있는지 분석하는 과정에서 ‘지식 추론 및 예측’ 기능이 활용된다.

(1)지리적 질문하기: 학습자는 제공된 탐구질문(“아침에 하차 인원수는 많고 승차 인원수는 적은 지하철역은 어디일까?”)을 이해하는데 초점을 둔다. 더불어, 학생들은 지하철의 승하차 인원수 패턴이 도시의 내부구조 특성을 반영할 수 있다는 개념을 ‘이해’하게 된다. (2)데이터 파악하고 계획 세우기: 질문에 답하기 위해 어떤 데이터가 필요하며, 이 데이터를 어디에서 수집할 수 있는지 고민하는 단계이다. 교사는 학생들에게 탐구를 위한 직접적인 힌트와 데이터 소스를 알려줄 수도 있지만, 학생들이 스스로 필요한 데이터를 찾아갈 수 있도록 안내된 방식의 탐구로 수업을 진행할 수 있다. (3)데이터 수집하고 정리하기: 학습자는 공공데이터 포털에서 ‘서울시 지하철 시간대별 승하차 수’ 데이터를 검색하고, 다운받고, 정리한

표 6. 교과서 기반 및 AI 기반 탐구활동 및 분석 결과

탐구활동 (교과서 기반)	탐구활동 (AI 통합)
서울의 내부 지역은 어떤 특징이 있을까? 자료1-자료4 중 상주인구 밀도가 가장 낮은 지역을 찾아보고, 그 이유를 설명해 보자.  ▲ 금천구 서울 디자인 산업 단지 개가의 광복로 공장이 사라지고 이마트형 공장이 들어서 있다.  ▲ 노원구 상계동 대규모 아파트 단지 개발이 진행 중이다.   ▲ 중구 영동 대교로 분사, 은행 본점, 각종 고급 상업의 건물들이 들어서고, 수많은 사람이 북적거린다.  ▲ 강남구 테헤란로 금융 및 정보·통신 관련 기업들이 입주한 빌딩들이 밀집되어 있다.	아침에 하차 인원수는 많고 승차 인원수는 적은 지하철역은 어디일까? - 공공데이터 포털에서 ‘서울시 지하철 시간대별 인원’ 데이터를 검색하고 다운로드한다. - AI 활용 데이터 패턴을 분석을 요청한다(예, “서울시에서 아침 시간대에 승차 인원은 적고, 하차 인원은 많은 지하철역 TOP 5를 알려줘”). - AI 활용 데이터 시각화를 요청한다(예, “아침 시간대에 승차 인원은 적고, 하차 인원은 많은) 시청역의 승하차 인원수의 시간대별 그래프를 작성해줘”). - AI 활용 데이터 분석 및 해석을 요청한다(예, “이러한 시간대별 패턴이 나타나는 이유를 설명해 줘”, “그래프는 도심공통화 현상과 관련 있을까?” 등).
	

ChatGPT



시청역의 한 달간 시간대별 승하차 인구수 변화를 보여주는 그래프입니다. 이 그래프는 승차(파란색)와 하차(빨간색) 인구수의 시간별 변동을 나타냅니다. 이를 통해 시청역의 승하차 패턴을 파악할 수 있습니다. [6]

그림 3. 시청역 승하차 인원 수: 지하철 승하차 인원 수 데이터를 이용하면 도시의 내부구조를 이해할 수 있다.

다. 특정 문제를 해결하기 위해 알고 있는 정보를 적용하는 것은 blooms의 교육목표분류에 따르면 ‘적용하기’에 해당한다. (4)데이터 시각화하고 분석하기: 학습자는 다운

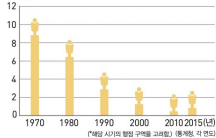
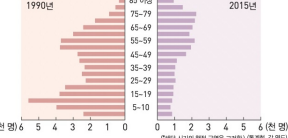
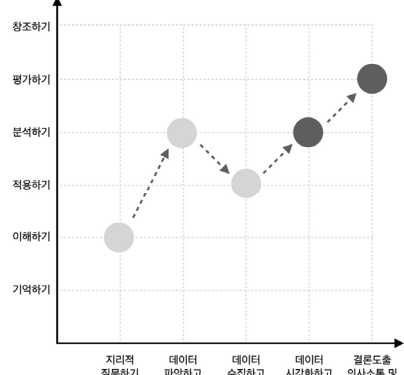
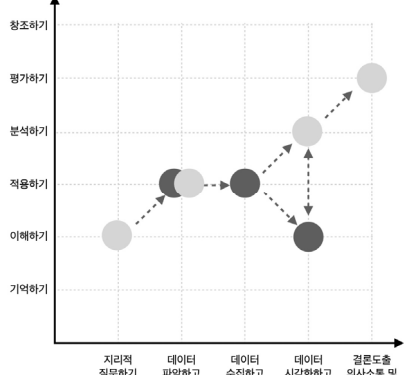
받은 데이터를 활용해 AI의 도움을 받아 질문에 부합하는 지하철역을 찾고 승하차 인원수의 시간대별 그래프를 작성한다(그림 3). 더불어, AI를 활용해 인구공동화 현상 등 지리 개념과 관련하여 그래프에 대한 이해를 높일 수 있다. (5)결론 도출, 의사소통 및 성찰하기: 사용자는 AI가 제공한 정보를 바탕으로 질문에 대한 결론을 도출하고, 적절성을 ‘평가’한다.

사례 3

저출산 고령화를 경험하고 있는 농촌지역의 인구소멸 문제를 이해하고 해결책을 제시하는 탐구활동이다. 전라북도 임실군의 시기별 인구 변화와 인구구조를 그래프와 인구 피라미드로 제시하였다(표 7).

(1)지리적 질문하기: 학습자는 인구 변화에 대한 탐구

표 7. 교과서 기반 및 AI 기반 탐구활동 및 분석 결과

탐구활동 (교과서 기반)	탐구활동 (AI 통합)
전라북도 임실군은 어떻게 변화하고 있을까? • 자료 1, 자료 2를 토대로 임실군이 당면한 문제를 2가지 이상 추론해 보고, 그 해결책을 제시해 보자. 자료 1 임실군의 인구 변화  자료 2 임실군의 연령별 인구 변화 	경상북도 의성군 안계면에 필요한 공공 서비스는 무엇일까? • ‘통계청 국가통계포털’에서 시군구별 인구 변화(“행정구역(읍면동)별/5세별 주민등록인구(2011년 -)”)를 검색하고 다운로드한다. • AI 활용 데이터 시각화를 요청한다(예, “이 데이터를 이용해 인구 피라미드를 작성하고, 이 지역 인구구조 특성을 설명해줘”). • AI 활용 데이터 분석을 요청한다(예, “인구 피라미드 및 분석 결과를 토대로 이 지역에서 특히 요구되는 공공서비스를 교통, 의료, 보건·복지, 교육 측면에서 설명해줘”).
	

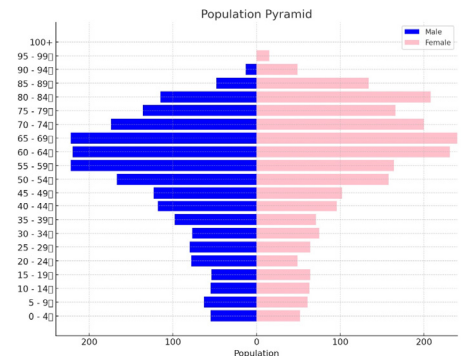
질문(“임실군이 당면한 인구문제와 해결책”)을 ‘이해’하고 조사해야 할 내용을 파악한다. (2)데이터 파악하고 계획 세우기: 임실군이 당면한 문제와 해결책 제시를 위해 자료를 ‘분석’하는 단계이다. (3)데이터 수집하고 정리하기: 자료가 제공되었으므로 학생들이 데이터를 수집할 필요는 없다. 그러나 제공된 자료를 분석하기 위해 어떤 자료를 활용할 것인지, 선별하고 정리하는 과정은 필요하다. 이미 제공된 자료를 문제에 맞게 ‘적용하는’ 과정이다. (4)데이터 시각화하고 분석하기: 학습자는 자료를 ‘분석’하여 임실군의 인구 변화 패턴을 이해한다. (5)결론 도출, 의사소통 및 성찰하기: 학습자는 분석을 바탕으로 임실군의 인구 변화 및 해결책에 대한 결론을 도출하고, 이를 ‘평가’한다.

다음은 AI 통합 탐구활동에 대한 분석 결과이다. 경상북도 의성군 안계면의 인구 피라미드의 시각화와 분석을 통해 지역의 인구 특성을 이해하고, 생성형 AI를 통해 지역이 당면한 인구 문제의 대책을 수립하는 탐구활동이다 (그림 4). 이를 위해 통계청에서 의성군 안계면의 인구 데

ChatGPT

데이터 파일을 확인해 보니, 이 지역의 인구 통계를 성별과 연령대별로 구분하여 나타내고 있습니다. 파일에는 남성과 여성을 대상으로 한 각 연령대별 인구 수가 제시되어 있습니다.

이제 이 데이터를 사용하여 인구 피라미드를 작성하고, 그 결과를 토대로 이 지역의 인구구조 특성을 분석해 보겠습니다. 인구 피라미드를 그리기 위해 데이터를 적절하게 가공한 후 시각화를 진행하겠습니다. [6-]



인구 피라미드를 분석해 보면, 이 지역의 인구구조에 몇 가지 특징이 있음을 알 수 있습니다:

- 고령화 사회:** 높은 연령대에서 두드러진 인구 수를 볼 수 있습니다. 특히 여성의 경우, 70세 이상의 연령대에서 인구 수가 많은 것으로 나타났습니다. 이는 이 지역이 고령화 사회로 진입했거나 이미 고령화 사회인 것을 나타낼 수 있습니다.
- 젊은 층의 낮은 인구 비율:** 젊은 연령대, 특히 0-24세 사이의 인구 수가 상대적으로 낮음을 볼 수 있습니다. 이는 출산율의 감소 또는 젊은 층의 이주 등 다양한 요인에 기인할 수 있습니다.
- 성비 불균형:** 특정 연령대에서 성비의 불균형이 눈에 띕니다. 예를 들어, 중장년층에서는 남성 인구가, 고령층에서는 여성 인구가 더 많습니다. 이는 사회적, 경제적 요인 또는 건강 관련 요인에 의해 영

그림 4. 경상북도 의성군 임계면 인구피라미드: 생성형 AI를 활용하여 인구 피라미드를 작성하고, 이에 대한 해석을 요청할 수 있다.

이터를 다운받아 사용하게 된다. 인구 데이터의 수집, 정제, 분류 및 기본적인 통계 분석을 위해 ‘데이터 처리 및 분석’ 기능을 활용하고, 인구 피라미드를 작성하고, 지역 인구구조의 특성을 설명하는데 생성형 AI의 ‘콘텐츠 생성 및 합성’ 기능을 활용하게 된다. 더불어, 특정 지역의 인구 피라미드 및 분석 결과를 바탕으로 해당 지역에서 요구되는 공공서비스를 교통, 의료, 보건·복지, 교육 측면에서 설명하는 과정에서 ‘지식 추론 및 예측’ 기능이 활용된다.

(1)지리적 질문하기: 이 단계에서 학습자는 탐구질문(“경상북도 의성군 안계면에 필요한 공공 서비스는 무엇일까?”)을 ‘이해’한다. 상황에 따라 자신들이 살고 있는 지역으로 변경한다면 보다 학습자 주도적인 성격의 탐구가 가능할 것이다. (2)데이터 파악하고 계획 세우기: 학습자는 통계청 국가통계포털에서 필요한 데이터를 검색하고 다운로드 한다. 어떤 데이터가 필요한지를 확인하는 과정에서 학습자가 주도할 수도 있고 아니면 교수자가 학습자들에게 필요한 정보를 제시하는 것도 가능하다. 이러한 판단은 학습자의 배경지식 및 기술에 대한 경험에 따라 달라진다. 이 단계는 알고 있는 지식을 ‘적용’하여 데이터를 찾아 다운로드 하는 과정에 해당한다. (3)데이터 수집하고 정리하기: 학습자는 통계청 국가통계포털에서 ‘행정구역(읍면동)별/5세별 주민등록인구(2011년 -)’를 검색하고 다운로드 한다. 알고 있는 절차에 따라 데이터를 다운받고, 정리하는 과정은 ‘적용하기’에 해당한다. (4)데이터 시각화하고 분석하기: 학습자는 AI의 도움을 받아 수집한 데이터를 인구 피라미드로 작성하고 해당 지역의 인구구조 특성을 ‘분석’한다. 학습자가 이 과정을 주도하기는 하지만 학습자 인구 피라미드를 직접 작성하거나 해석하지 않는다는 점에 유의할 필요가 있다. 학습자의 주요 역할은 AI가 제공한 정보를 평가하고, 이를 자신의 지리적 ‘이해’와 연결 짓는 것이다. (5)결론 도출, 의사소통 및 성찰하기: AI가 제공한 분석을 바탕으로 지역에 필요한 공공 서비스에 대한 결론을 내리고 ‘평가’한다. 학습자는 AI의 결과를 바탕으로 자신의 해석을 추가하고, 필요한 공공 서비스에 대한 제안을 할 수 있다.

사례 4

여러 신재생에너지(예, 풍력, 조력, 태양열 등) 발전소

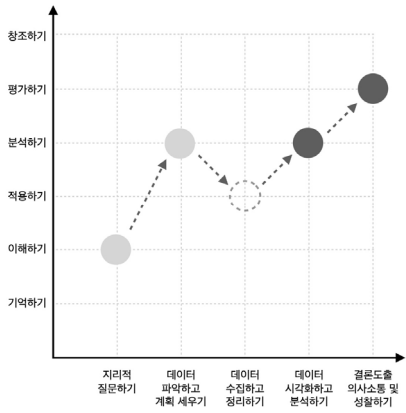
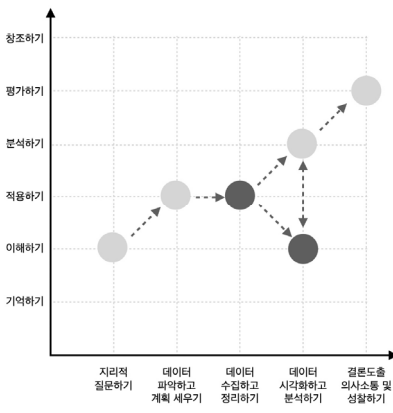
의 위치를 지도로 제시한 다음 발전소별 입지 특성을 파악하는 탐구활동이다(표 8).

(1)지리적 질문하기: 학습자는 제시된 탐구질문의 의도, 즉 신재생에너지 발전소의 공간 분포와 입지 간의 관련성에 대한 질문임을 ‘이해’해야 한다. (2)데이터 파악하고 계획 세우기: 학습자는 제시된 지도를 바탕으로 데이터를 파악하고, 탐구 계획을 수립한다. 지도에는 다양한 유형의 신재생에너지 관련 입지가 제시되었기 때문에 다음 단계인 데이터 분석을 위해 필요한 정보의 ‘식별’이 필요하다. (3)데이터 수집하고 정리하기: 분석을 위해 필요한 데이터가 제시되었기 때문에 학습자의 데이터 수집 및 정리 활동은 명확하지 않다. 다만, 학생들은 자신들이 식별한 정보를 특정 탐구문제와 연계하고 ‘적용’할 수 있어야 한다. (4)데이터 시각화하고 분석하기: 학습자는 지도상의 정보를 분석하여 각 발전소가 위치한 지역의 특징을 이해한다. 즉, 지도상의 분포 패턴을 분석하여 왜 각 발전소가 특정 지역에 위치하는지 이유를 파악한다. (5)결론 도출, 의사소통 및 성찰하기: 학습자는 분석을 통해 얻은 정보를 바탕으로 발전소가 특정 지역에 위치한 이유를 결론 내리고 이를 설명하며, 자신의 설명을 평가한다. 이 과정에서는 발전소가 특정 지역에 위치하는 다양한 가능한 이유들 중에서 가장 타당한 이유를 선택해야 한다.

다음은 AI 통합 탐구활동에 대한 분석 결과이다. 신재생에너지 발전소의 입지 중 풍력발전소의 위치를 시각화하고 입지 특성을 이해하는 탐구활동이다(그림 5). 이를 위해 공공데이터 포털에서 풍력발전소 위치 데이터를 다운받아 사용하게 된다. 다운받은 위치 데이터를 정리하는 과정에서 생성형 AI의 ‘데이터 처리 및 분석’ 기능을 활용하며, 우리나라 풍력발전기의 분포를 보여주는 상호작용 지도를 작성하기 위해 ‘콘텐츠 생성 및 합성’ 기능을 활용한다.

(1)지리적 질문하기: 제시된 탐구질문(예, “풍력발전기는 어디에 분포하고 있을까?”)을 통해 풍력발전기의 위치와 그 지리적 분포가 특징적임을 ‘이해’한다. (2)데이터 파악하고 계획 세우기: 교수자 혹은 생성형 인공지능의 지원을 받아 필요한 데이터의 위치를 찾아내고, 다운로드 하는 계획을 수립한다. (3)데이터 수집하고 정리하기: 공공데이터 포털에서 풍력발전기 위치 데이터를 검색, 다운

표 8. 교과서 기반 및 AI 기반 탐구활동 및 분석 결과

탐구활동 (교과서 기반)	탐구활동 (AI 통합)
우리나라 신재생 에너지 발전소는 어디에 위치하고 있을까? • 각각의 신재생 에너지 발전소가 주로 분포하는 지역을 위 지도에서 찾아보고, 그 지역에 발전소를 건설한 이유를 말해 보자. 	우리나라 풍력발전단지는 어디에 있을까? • 공공데이터 포털에서 풍력발전기 위치 데이터(csv)를 검색하고 다운로드한다. • 다운받은 엑셀 데이터를 인공지능의 활용에 맞게 불필요한 부분을 정리한다. • AI 활용 데이터 시각화를 요청한다(예, “우리나라 풍력발전기의 분포를 보여주는 상호작용 지도를 작성해줘”).
	

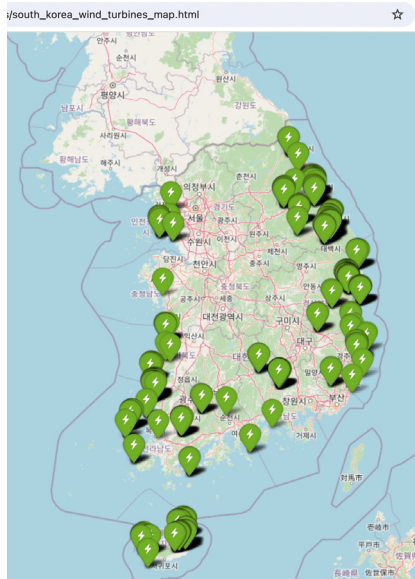


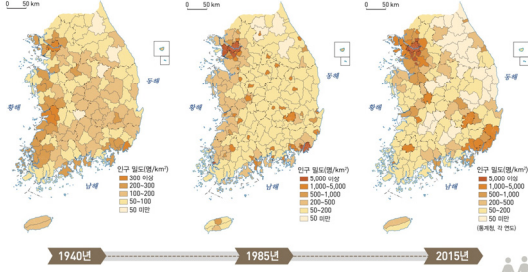
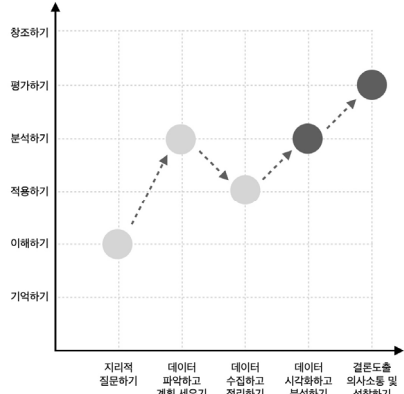
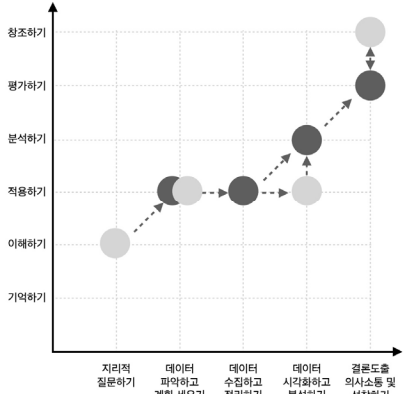
그림 5. 우리나라 풍력발전기 위치 분포 지도: 생성형 AI를 활용해 풍력발전기 위치를 보여주는 상호작용 지도를 제작할 수 있다.

로드 하며, 수집한 데이터를 정리하고, 시각화 및 분석에 적용할 준비를 한다. 이는 특정 목적에 맞춰 알고 있는 지식을 ‘적용’하는 단계에 해당한다. (4)데이터 시각화하고 분석하기: 생성형 AI에게 우리나라의 풍력발전기 위치를 보여주는 상호작용 지도의 작성을 요청한다. 여기서 주의할 것은 시각화의 주체는 생성형 AI이며, 학습자는 시각화에 대한 요청과 (비판적) ‘해석’의 주체라는 점이다. 학습자들은 생성된 지도를 분석하여 풍력발전기의 분포 특성을 이해한다. (5)결론 도출, 의사소통 및 성찰하기: 지도 분석을 바탕으로 풍력발전기의 분포에 대한 결론을 내리고, 이에 대한 적절성을 ‘평가’하거나 이를 AI에게 확인한다.

사례 5

지도로 제시된 우리나라의 시군구별 인구변화(1945-2015) 데이터를 통해 인구증가 지역과 인구감소 지역의

표 9. 교과서 기반 및 AI 기반 탐구활동 및 분석 결과

탐구활동 (교과서 기반)	탐구활동 (AI 통합)
인구 분포는 어떻게 변화하고 있을까? 각 시기별로 인구 조밀지역과 인구 희박 지역을 찾아보고, 인구 분포가 어떻게 변화하고 있는지 정리해 보자. 	인구가 지속적으로 증가하고 있는 지역은 어디일까? ‘통계청 국가통계포털’에서 시군구별 인구 변화(“2010년 행정 구역 기준 인구 추이(1975-2010)”) 검색하고 다운로드 한다. - AI 활용 데이터 분석을 요청한다(예, “35년 동안의 시군구별 인구변화를 4가지 유형으로 구분해 줘. ①인구가 지속적으로 증가한 지역, ②인구가 증가했지만 중간에 한번 이상 인구 감소를 경험한 지역, ③인구가 지속적으로 감소한 지역, ④인구가 감소했지만 중간에 한번 이상 인구 증가를 경험한 지역”). - 분석 결과를 시각화할 공간 데이터를 검색하고 다운로드한다. AI 활용 데이터 시각화를 요청한다(예, “분석결과를 업로드한 공간데이터에 표시해줘”). - 전문가들의 연구 결과와 비교한다.
	

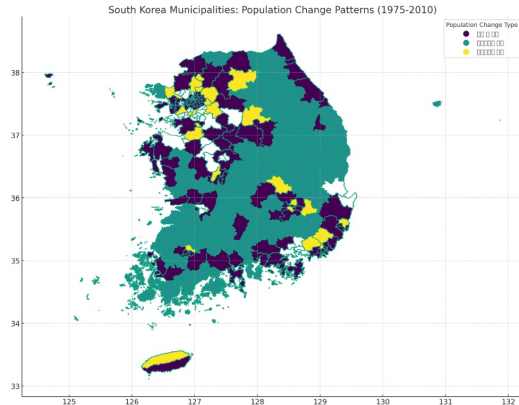
변화를 파악하는 것이다(표 9). 단지, 개별적인 특징을 파악하기 보다는 시기별 흐름에 따른 공간적 패턴, 나아가 공간구조의 변화를 파악하는 것이 탐구의 목표가 된다.

(1)지리적 질문하기: 탐구질문(“인구 분포는 어떻게 변화하고 있을까?”)의 의도를 이해하는 것이 초점이 된다. (2)데이터 파악하고 계획 세우기: 제시된 지도에서 인구 조밀지역과 인구 희박지역을 식별하고, 탐구질문과 연계한다. (3)데이터 수집하고 정리하기: 탐구를 위해 필요한 데이터가 모두 제시되었기 때문에 적극적인 의미의 데이터 수집은 생략된다. 다만, 다음 단계를 위해 분석이 필요한 데이터와 그렇지 않은 데이터를 선별한다. (4)데이터 시각화하고 분석하기: 지도상의 인구 분포 데이터를 시각적으로 ‘분석’하여 시기별 변화를 이해하고, 변화 패턴을 찾는다. 탐구의 단계에서 가장 명확하게 드러나는 인지과정이다. (5)결론 도출, 의사소통 및 성찰하기: 분석한 인구 분포 변화를 바탕으로 결론을 도출하고, 적절성

을 평가한다.

다음은 AI 통합 탐구활동에 대한 분석 결과이다. 생성형 AI를 활용해 시군구별 인구 증감을 5년 단위로 계산하여 하여 지속적으로 인구가 증가 혹은 감소하고 있는 지역을 추출하는 방식으로 국토 스케일에서 공간구조 변화 패턴을 파악하는 탐구활동이다(그림 6). 특히, 이 활동은 국토연구원의 최근 보고서(차미숙 외, 2021)의 내용과 탐구 결과를 비교할 수 있는 장점이 있다. 이를 위해 통계청에서 시군구별 인구 증감 데이터를 다운받아 사용하게 된다. 시군구별 인구변화를 분석하여 4가지 유형으로 구분하기 위해 ‘데이터 처리 및 분석’ 기능을 활용하게 되며, 분석 결과를 공간 데이터에 시각화하여 표시하는 과정에서 ‘콘텐츠 생성 및 합성’ 기능을 활용한다. 분석 결과를 전문가들의 연구결과와 비교하는 과정에서 생성형 AI의 ‘지식 추론 및 예측’ 기능이 중요하다.

(1)지리적 질문하기: 제시된 탐구질문(“인구가 지속적



위 지도는 1975년부터 2010년까지 한국의 각 시군구별 인구 변화 패턴을 보여줍니다. 각 지역은 다음과 같이 분류되었습니다:

- 지속적으로 증가한 지역
- 인구가 증가했지만 중간에 한 번 이상 감소를 경험한 지역
- 지속적으로 감소한 지역

그림 6. 인구가 지속적으로 증가 혹은 감소한 지역: 인구 데이터와 생성형 AI를 활용해 국토 공간구조의 변화를 조사할 수 있다.

으로 증가하고 있는 지역은 어디일까?)을 ‘이해’하는데 초점을 둔다. 학생들은 탐구질문의 핵심이 시군구별 인구 증감이 아니라 시기별 인구증감의 패턴 분석을 통해 공간구조 변화를 파악할 것임을 이해할 수 있어야 한다. (2) 데이터 파악하고 계획 세우기: 탐구질문에 답하기 위해 필요한 데이터를 궁리하는 단계이다. 학생들의 탐구경험에 따라 이 단계를 학생들이 주도하거나 교사가 많은 지원과 힌트를 제공하는 방식으로 운영할 수 있다. (3) 데이터 수집하고 정리하기: ‘통계청 국가통계포털’에서 필요한 시군구별 인구 데이터를 검색하고 다운로드 한다. 이는 특정 목적에 맞춰 알고 있는 지식을 ‘적용’하는 단계에 해당한다. (4) 데이터 시각화하고 분석하기: 생성형 AI를 활용하여 인구 변화의 4가지 유형에 따른 사례 지역들을 확인하고 공간적 특징을 ‘분석’한다. 학습자는 AI의 도움을 받아 분석 결과를 시각화(지도)할 수 있으며, 유형에 따른 인구 변화의 공간적 패턴을 조사한다. (5) 결론 도출, 의사소통 및 성찰하기: 분석 및 시각화 결과를 확인하고, 탐구질문에 대한 결론을 도출한다. 전문가들의 연구 결과를 비교함으로써 자신의 연구 결과를 ‘평가’할 수 있을 뿐 아니라, 분석 결과를 새로운 형태(예, 지도)로 표현하는 것은 ‘창조’ 과정의 특징을 보인다.

V. 논의 - 생성형 AI는 지리탐구를 어떻게 바꿀 수 있는가? 이것은 왜 중요한가?

생성형 AI의 활용은 지리탐구의 단계와 성격에 명확한 변화를 가져올 것으로 예상된다. 기존의 교과서 기반 탐구 활동과 본 연구에서 제시한 AI 통합 탐구활동 사례들을 비교했을 때 확인된 변화는 크게 두 가지로 요약할 수 있다.

첫째, 데이터의 수집 단계가 명확해 진다. 교과서 기반 탐구에서는 탐구에 필요한 데이터가 정해진 자료의 형태로 미리 제공되며 데이터 수집 단계가 명료하지 않았다. 이러한 방식은 크게 3가지의 문제를 내포하고 있다. 첫째는 학생들이 필요한 데이터를 궁리하고 수집할 기회를 제공하지 못한다는 점이고, 둘째는 이미 정해진 자료의 형태로 제시되었기 때문에 데이터를 더 이상 처리할 필요가 없으며, 셋째는 더욱 근본적으로 해당 자료가 탐구의 문제해결과 관련 있다는 것이 전제되므로 학습자가 자료의 신뢰도나 타당도에 대해 고민할 필요가 없다는 점이다. 반면, AI 통합 탐구에서는 여러 웹사이트(예, 통계청 통계지리정보, 기상청 기상자료개방포털, 공공데이터포털 등)에서 필요한 데이터를 검색하고, 다운로드 받고, 정리하는 과정을 필수적으로 거치게 된다. 그동안 지리탐구에서 데이터 수집 단계(과정)은 중요하는 인식에 비해 교육과정에서 강조된 적은 거의 없었다. 이러한 데이터 수집과정은 2가지 측면에서 중요한 의미를 갖는다. 우선, 학생들은 지리탐구에서 데이터 및 데이터 수집의 의미를 명확하게 이해할 수 있게 된다. 즉, 데이터가 무엇이며, 탐구에서 데이터의 역할과 필요한 데이터를 어디에서 어떻게 구할 수 있는지 알게 되고, 궁극적으로 학생들의 디지털 리터러시⁹⁾의 향상을 가져올 수 있다(이은경 외, 2021). 다음으로, 외부의 실제 데이터를 활용함으로써 탐구의 실재성(authenticity)과 전이 가능성(transferability)이 증가한다. 교과서 기반의 탐구는 현재 발생하고 있는 문제를, 그리고 학생 자신들의 문제를 적절하게 반영하지 못한다는 한계를 갖고 있다면, 학생들 스스로 최신의 데이터를 수집하고, 나아가 자신의 지역을 대상으로 데이터를 수집할 수 있게 됨에 탐구의 실재성과 학생들이 느끼는 탐구에 대한 효용성은 증가하게 될 것이다.

둘째, 실질적인 데이터의 시각화와 분석이 가능해진 다. 교과서 기반 탐구활동은 제시된 자료에 대한 해석을

강조하고, 해석을 바탕으로 한 토론이나 문제해결 추론 등 학생활동이 이어지는 패턴화된 방식으로 제시된다. 실제로 고등학교 한국지리 탐구활동은 아래의 2가지 형식(탐구유형 1, 2)을 크게 벗어나지 않으며, 이 경우 2가지 문제점을 내포하고 있다. 첫째, 교과서의 단원이 바뀌어도 패턴화된 탐구가 반복되다 보니 학생들이 경험하는 탐구 경험은 제한적일 수밖에 없다. 둘째, 지리탐구에 진정한 의미의 시각화와 분석은 생략되는 경우가 많다. 즉, 표면적으로 학생들에게 데이터를 ‘분석’할 것을 요청하고 있지만 대부분의 분석은 시각적인 분석에 머물고 있고, 그마저도 그러한 분석의 결과를 통해 질문에 대한 충분한 근거를 도출할 수 있을지 의문이다.

-
- 탐구유형 1. 질문 이해 → 자료(지도, 그래프, 텍스트) 분석 (예, ‘특징을 비교해 보자’, ‘찾아보고 이유를 설명해 보자’, ‘변화 양상을 서술해 보자’ 등)
 - 탐구유형 2. 질문 이해 → 자료 분석 → 토론, 추론 및 문제 해결(예, ‘해결방안에 대해 토론해 보자’, ‘문제를 추론하고 해결책을 제시해 보자’, ‘영향에 대해 토론해 보자’ 등)
-

반면, AI 통합 탐구에서는 다양한 통계검증과 시각화 과정이 쉬워진다. 단순한 평균 계산에서부터 통계분석(예, 상관관계 분석, 시계열 분석 등)까지 생성형 AI를 활용하여 어렵지 않게 수행이 가능하다. 가령, 도시의 규모와 출산율의 관계를 알아보기 위해 시군구별 인구밀도와 출산율의 상관관계를 계산하고 추세선의 작성을 요청할 수 있으며, 시계열 분석을 통해 지난 100년 동안의 기온 데이터를 바탕으로 향후 100년 이후의 기온에 대한 예측이 가능하다. 또한, 학생들이 업로드한 데이터를 활용한 특정 지역의 인구 피라미드를 작성하거나 상호작용 지도를 제작하는 것도 어느 때보다 쉬운 일이 되었다. 뿐만 아니라 이렇게 작성한 결과물에 대한 해석에 대해서도 생성형 AI의 도움을 받을 수 있다(예, “그래프는 도심공동화 현상과 관련 있을까?”, “인구 피라미드 및 분석 결과를 토대로 이 지역에서 특히 요구되는 공공서비스를 교통, 의료, 보건·복지, 교육 측면에서 설명해줘” 등). 생성형 AI의 도입과 활용으로 통계검증의 활용이 쉬워짐에 따라 학습자는 기술적인 세부사항에 대한 인지적 부담은 줄이고, 지리적 개념이나 원리에 보다 집중할 수 있는 장점이 있다.

한편, AI에 의존한 자료 시각화, 검증, 해석 과정으로

인해 학습자가 탐구의 주도성을 상실할 위험이 존재한다. AI가 지리탐구의 중요한 부분을 담당하게 됨에 따라, 기존의 탐구활동과 비교해서 학습자의 역할이 크게 변화하고 있다. 김민성(2022)은 이러한 변화에 대해 우려를 표명하며, AI를 활용한 교육이 단순한 ‘버튼 클릭(buttonology)’ 활동에 머물 수 있다고 지적한다. 학습자는 더 이상 데이터를 직접 시각화하고 분석하는 역할에서 벗어나, 대신 어떤 분석과 시각화가 적절한지를 판단하는데 더 많은 초점을 맞추게 되었다. 이는 AI가 데이터를 시각화하고 분석하는 작업을 담당하게 되더라도, 학습자가 탐구에서 중요한 의사결정을 내리고 가치 있는 경험에 참여하는 것이 여전히 중요함을 의미한다.

VI. 결론 - 요약, 의의와 한계

1. 연구의 요약

본 연구의 목적은 생성형 AI를 통합한 지리탐구 활동을 개발하고, 이러한 자료의 활용이 가져올 수 있는 학습 경험의 변화를 예상해 보는 것이다. 본 연구의 주요 결과는 아래와 같다.

첫째, 생성형 AI는 다른 교육용 테크놀로지와 달리 4가지 특징적인 기능을 갖고 있는 것으로 나타났다: (1)데이터 처리 및 분석(Data Processing and Analysis), (2)지식 추론 및 예측(Knowledge Inference and Prediction), (3)콘텐츠 생성 및 합성(Content Creation and Synthesis), (4)대화형 상호작용(Interactive Communication). 이러한 기능들이 생성형 AI 통합 탐구를 다른 테크놀로지 통합 탐구와 구분되게 만든다.

둘째, 본 연구에서는 생성형 AI 통합 탐구 사례 5가지를 제시하였다: (1)대구지역의 이상 고온 일수 변화 탐구, (2)서울시 지하철 승하차 인원 데이터 분석, (3)경상북도 의성군 안계면 인구 피라미드 분석, (4)풍력발전소 위치 시각화 및 입지 분석, (5)시군구별 인구 증감 분석. 이들 탐구활동은 데이터 분석, 시각화, 예측 모델링 및 해석을 통해 다양한 지리적 문제를 탐구하고 해결책을 모색하는데 초점을 맞추고 있다.

셋째, 생성형 AI 탐구활동은 외부의 데이터를 활용하고, 통계분석을 강조하는 특징이 있다. 이러한 변화는 기존 교과서 기반 탐구에 비해 (1)전체적인 탐구의 과정을

강조하고, (2)지리탐구의 실제성과 전이가능성을 높이며, (3)블룸의 인지과정 분류에서 이해하기(Understand)와 분석하기(Analyse) 단계 뿐 아니라 적용하기(Apply)와 창의하기(Create)를 함께 강조하며, (4)디지털 리터러시 및 미래역량의 향상에 기여할 것으로 기대된다.

2. 의의와 한계

생성형 AI의 교육적 영향과 가능성에 대한 관심이 매우 높은 상황에서 실제 사례에 기반한 연구가 매우 제한적인 상황이다. 이러한 맥락에서 본 연구에서 개발된 구체적인 탐구활동 사례는 이 분야의 연구에 있어서 매우 중요한 진전이 된다. 이는 생성형 AI를 통합한 교육적 접근 방법에 대한 실질적인 이해를 제공하며, 이 분야의 연구 및 개발에 대한 토대가 될 수 있다.

이 연구는 지리탐구의 5단계 프레임워크와 블룸의 교육목표 분류체계를 결합하여 사용함으로써, 학습자의 교육 경험을 더 깊이 있게 이해하고, AI가 교육에 미치는 잠재적 영향을 효과적으로 분석할 수 있는 새로운 방법을 제시하고 있다. 이러한 통합된 접근법은 학습자 중심의 교육 경험을 더욱 세밀하게 분석할 수 있도록 돕고, AI 기술이 교육에 가져올 수 있는 다양한 영향을 평가하는 데 중요한 역할을 한다.

이 연구의 주요한 한계는 학생들이 실제로 탐구활동을 경험하고 그 결과를 분석한 것이 아니라는 점이다. 이는 본 연구가 기술의 초기 단계에서 다양한 가능성을 탐색하고 새로운 접근 방법을 모색하는 데는 도움이 되지만, 연구 결과의 해석과 적용에 있어서 주의를 요구한다. 실제 학습 환경에서의 AI 통합 탐구활동의 영향을 평가하고, 그 결과를 심도 있게 분석하기 위해서는 실증적인 실험 연구가 필요하다. 이를 통해 생성형 AI의 교육적 활용이 학습자에게 어떤 실질적인 영향을 미칠 수 있는지를 더 명확하게 이해할 수 있을 것이다.

주

- 1) 일반적으로 새로운 접근의 효과를 증명하기 위해 동일한 과제나 문제를 제시하지만 생성형 AI의 활용은 단순한 효율성의 차원을 넘어 문제에 대한 인식과 접근방식에 근본적인 변화를 가져올 수 있는 잠재력을 갖고 있다. 이러한 배경 하에 본 연구는 동일한 탐구활동을 그대로 사용하는 대신 탐구의 주

- 제는 유지하면서 생성형 AI를 통합하는 방식으로 변형하였다.
- 2) 판매부수가 가장 높다고 알려진 천재출판의 교과서를 선정했으며, 선정된 탐구활동 주제들의 경우 타 출판사 교과서에서도 대부분 다뤄지고 있는 정도로 보편적이다.
- 3) 현재 GPT-4는 유료로 제공된다(월\$20).
- 4) 이은경 외(2021)는 디지털 리터러시를 “학생이 개인의 학습과 삶을 영위하고 사회 구성원으로서의 역할을 수행하며 다양한 활동에 참여하는 데 있어서 필요한 디지털 기술과 정보에 관한 기초적인 지식과 기능, 태도이다. 즉, 디지털 기술에 관한 기초적인 이해와 윤리 의식을 바탕으로 디지털 기술을 활용한 정보 처리와 생성, 문제 해결, 의사소통과 협력을 실천할 수 있는 능력”으로 정의하였다(p. 18).

참고문헌

- 교육부, 2023, “2025년부터 학교현장에 ‘AI 디지털 교과서’ 도입”, 디지털 기반 교육혁신방안 교육부 브리핑 (23.2.23).
- 김민성, 2022, “목표기반시나리오를 활용한 인공지능 기반 지리 교수학습 전략 개발”, 한국지리학회지, 11(3), 271-286.
- 변정호·권용주, 2023, “생성적 인공지능의 교육적 활용 방안 탐색: 생물학을 위한 ChatGPT 활용을 중심으로”, *Brain, Digital, & Learning* 13(1), 1-17.
- 신정엽·김명철·김봉식·김영화·양희경·유상철·이경희·최재영·홍석민, 2023, 고등학교 한국지리, (주)천재교과서.
- 이은경·권영락·박지현·백종호·이주연·전성균·이화영, 2021, 디지털 리터러시 함양을 위한 교육과정 개선 방안 연구, 연구자료 ORM2021-95, 한국교육과정평가원.
- 이종원·김형숙, 2023, 인공지능과 파이썬 기반의 공공 빅데이터 활용 지리탐구, 한국지리환경교육학회 창립 30주년 기념 학술대회, 서울대학교, 우리의 지리교육 30년 회고와 전망, 80-81.
- 정제영·조현명·황재운·문명현·김인재, 챗GPT 교육혁명, 포르체.
- 차미숙·김승중·남기찬·민성희·서연미·김수진·이보경·최예슬·조은주·이인규, 2021, 지방소멸 대응 대책 수립 연구, 행정안전부.
- Adarkwah, M. A., Ying, C., Mustafa, M. Y., and Huang, R., 2023, Prediction of learner information-seeking behavior and classroom engagement in the advent of ChatGPT, *Smart Learning Environments - Proceedings of the 7th International*

- Conference on Smart Learning Environments, ICSLE 2023: Smart Learning for A Sustainable Society*, 117-126.
- Anderson, L. W. and Krathwohl, D. R., 2001, *A taxonomy for learning, teaching, and assessment: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*, Pearson Education Inc.; 강현석·강이철·권대훈·박영무·이원희·조영남·주동범·최호성 역, 2005, 교육 과정 수업 평가를 위한 새로운 분류학: Bloom 교육목표분류학의 개정, 아카데미프레스.
- Chatterjee, J. and Dethlefs, N., 2023, This new conversational AI model can be your friend, philosopher, and guide and even your worst enemy, *Patterns*, 4, 1-3.
- Chang, C. H. and Kidman, G., 2023, The rise of generative artificial intelligence (AI) language models - Challenges and opportunities for geographical and environmental education, *International Research in Geographical and Environmental Education*, 32(2), 85-89, <https://doi.org/10.1080/10382046.2023.2194036>
- Chang, J., Park, J., and Park, J., 2023, Using an artificial intelligence chatbot in scientific inquiry: Focusing on a guided-inquiry activity using inquirybot, *Asia-Pacific Science Education*, 9, 44-74.
- Chen, B., Zhu, X., and del Castillo, F. D., 2023, Integrating generative AI in knowledge building, *Computer Education: Artificial Intelligence*, 5, 110184, <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100184>
- Geographical Association, (nd), What is geographical enquiry? <https://geography.seniortest.co.uk/what-is-geographical-enquiry>
- Lee, I., Ali, S., Zhang, H., DiPaola, D., and Breazeal, C., 2021, Developing middle school students' AI literacy, *SIGCSE '21: Proceedings of the 52nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, March 13-20, 191-197, <https://doi.org/10.1145/3408877.3432513>
- Lee, J., 2023, Beyond geospatial inquiry—How can we integrate the latest technological advances into geography education? *Educational Sciences*, 13(11), 1128; <https://doi.org/10.3390/educsci13111128>
- Montenegro-Rueda, M., Fernández-Cerero, J., Fernández-Batanero, J. M., and López-Meneses, E., 2023, Impact of the implementation of ChatGPT in Education: A systematic review, *Computers*, 12(8), 153. <https://doi.org/10.3390/computers12080153>
- National Geographic.org, nd, Geo-inquiry process: Educator guide, https://media.nationalgeographic.org/assets/file/Educator_Guide_Geo_Inquiry_Final_2.pdf
- NSW Education Standards Authority, nd, Geographical inquiry skills, <https://educationstandards.nsw.edu.au/wps/portal/nesa/k-10/learning-areas/hsie/geography-k-10/geographical-inquiry-skills>
- OECD, 2023, Generative AI in the classroom: From hype to reality? [https://one.oecd.org/document/EDU/EDPC\(2023\)11/en/pdf](https://one.oecd.org/document/EDU/EDPC(2023)11/en/pdf)
- Roberts, M., 2023, *Geography through enquiry: Approaches to teaching and learning in the secondary school*, Sheffield, UK: The Geographical Association.
- Su, J. and Yang, W., 2023, Unlocking the power of ChatGPT: A framework for applying generative AI in education, *ECNU Review of Education*, 6(3), 355-366. <https://doi.org/10.1177/20965311231168423>
- UNESCO, 2021, *AI and education: Guidance for policy-makers*, Paris: UNESCO Publishing.
- UNESCO, 2023, *Guidance for generative AI in education and research*, Paris: UNESCO Publishing.
- U.S. Department of Education, 2023, *Office of educational technology, artificial intelligence and future of teaching and learning: Insights and recommendations*, Washington, DC, <https://www2.ed.gov/documents/ai-report/ai-report.pdf>
- Yu, H. and Guo, Y., 2023, Generative artificial intelligence empowers educational reform: Current status, issues, and prospects, *Frontiers in Education*, 8, Article 1183162, <https://doi.org/10.3389/educ.2023.1183162>

접 수 일 : 2024. 01. 21

수 정 일 : 2024. 02. 27

게재확정일 : 2024. 02. 27

교신: 이종원, 03760, 서울시 서대문구 이화여대길 52, 이화여자대학교 사회과교육과 교수
(jongwonlee@ewha.ac.kr, 02-3277-2642)

Correspondence: Jongwon Lee, jongwonlee@ewha.ac.kr