

컴퓨터교육학회 논문지 2026년 제29권 제9호  
<https://doi.org/10.32431/kace.2026.29.9.004>



# 고등학생을 위한 생성형 AI 협력 탐구공동체 기반 데이터 교육 프로그램 개발

## Development of Data Educational Program Based on Community of Inquiry with Generative AI for High School Students

이다겸<sup>†</sup> · 이소율<sup>††</sup>

Dagyeom Lee<sup>†</sup> · Soyul Yi<sup>††</sup>

### 요약

디지털 신기술의 발달로 데이터 리터러시를 갖춘 인재 양성이 대두되며 2022 개정 고등학교 교육과정에 관련 성취기준 확대와 고등학교 '데이터 과학' 과목 신설 등이 이뤄졌다. 현장에서는 실제 데이터 기반 학습에 대한 요구가 높으나 데이터 처리 과정의 인지적 부하가 교육적 한계로 작용하고 있다. 이에 본 연구는 고등학생의 데이터 리터러시 함양을 지원하기 위해 생성형 AI 협력 탐구공동체 기반 데이터 교육 프로그램을 설계·개발하고, 그 적용 가능성과 교육적 유용성을 탐색하는 데 목적이 있다. 이를 위해 실천적 탐구 모형의 4단계에 맞추어 생성형 AI가 인지적 비계를 제공하는 12차시 프로그램을 개발하고 전문가 검토를 통해 프로그램을 수정·보완하였다. 고등학생 28명을 대상으로 한 현장 적용 결과, 데이터 리터러시와 하위 영역 모두에서 유의한 향상이 관찰되었으며 이는 프로그램의 현장 적용 가능성을 시사하는 탐색적 증거에 해당한다. 본 연구는 생성형 AI가 초심자의 기술적 장벽을 완화하고 데이터 본연의 탐구에 집중하도록 돕는 유효한 교수학습 설계 전략으로서의 활용 가능성을 시사한다.

**주제어** 데이터 리터러시, 데이터 과학 교육, 생성형 AI, 탐구공동체, AI 협력

### ABSTRACT

With the advancement of new digital technologies, the need to foster talent equipped with data literacy has emerged as a priority. The 2022 Revised High School Curriculum has expanded related achievement standards and established a Data Science course. While there is a high demand for practical project-based learning in the data educational field, the cognitive load associated with data processing acts as a critical educational limitation. Therefore, this study aims to design and develop a data education program based on a Community of Inquiry with gen AI to explore its applicability and educational usefulness. A 12-session program was developed in which gen AI provides cognitive scaffolding tailored to the four stages of the Practical Inquiry Model. The program was reviewed and refined through expert reviews and field implementation. In a field application involving 28 high school students under a single-group pretest-posttest design, statistically significant improvements were observed in overall data literacy and across all sub-competencies. As the study employed a single-group design without a control group, these findings should be interpreted as exploratory evidence of the program's applicability rather than as confirmation of the effect of AI collaboration. This study suggests the potential of utilizing gen AI as an effective instructional design strategy that may mitigate technical barriers for novices and allow them to focus on the essential inquiry of data.

**Keywords** Data Literacy, Data Science Education, Generative AI, Community of Inquiry, AI Collaboration

†중신회원 전남광주통합특설시 송정초등학교 교사  
 ††중신회원 강원대학교 교육대학원 교수(교신저자)  
 논문투고 2026년 06월 05일  
 심사완료 2026년 07월 07일  
 게재확정 2026년 07월 29일  
 발행일자 2026년 09월 03일

## 1. 서론

현대 사회에서 데이터는 디지털 신기술에 필요한 핵심 자원으로 그 규모와 활용도가 빠르게 증가하고 있다[1]. 이에 따라 데이터에 기반하여 추세를 예측하고 이에 대처하는 데이터 기반 의사결정이 미래 인재가 갖추어야 할 경쟁력으로 자리 잡고 있다[2]. 이러한 경쟁력을 갖추기 위해 데이터를 이해·처리·분석하고, 그 결과를 문제 해결 및 의사결정과 접목할 수 있는 역량인 데이터 리터러시[3]를 갖춘 인재 양성의 필요성이 커지고 있다. 대한민국은 2022 개정 교육 과정에 데이터 리터러시와 같은 디지털 소양을 미래 사회의 인재에게 필요한 역량으로 제시하였다[4]. 데이터 리터러시와 관련된 성취기준은 다양한 교과에 포함되었으며[5] 고등 학생을 대상으로는 진로 선택 과목으로 ‘데이터 과학’이 신설되었다.

확장 및 신설된 데이터 교육이 현장에 성공적으로 안착하고 실효성을 거두기 위해서는 교수 설계 전략에 대한 고찰이 필요하다. 전현희와 김자미(2026)의 연구에 따르면, 고등학생들은 데이터 기반 의사결정의 중요성과 실제 데이터 기반 프로젝트 수업 방식의 필요성을 매우 높게 인식하였지만, 이와 동시에 실제 데이터를 다루기 위한 컴퓨팅 도구 활용이나 프로그래밍 기반의 데이터 분석 과정에 대해서는 상대적으로 높은 인지적 부담을 느끼는 것으로 나타났다[6]. 데이터 교육은 문제 정의부터 데이터 수집, 전처리, 분석에 이르는 일련의 절차와 프로그래밍 도구의 조작을 수반하므로 초심자인 고등학생에게 높은 인지적 요구 수준을 수반한다[7]. 이는 데이터 교육에서 발생하는 인지적 부하를 적절히 관리할 수 있는 교수 전략의 필요성을 강조한다.

이에 본 연구는 실질적인 데이터 분석 경험 중 인지적 부하를 조절할 수 있도록 생성형 AI를 협력자로 제시하는 탐구공동체(Community of Inquiry) 이론에 기반하여 두 방향으로 교수 설계를 구성하였다. 첫째, 생성형 AI를 탐구공동체의 협력자로 통합하려는 최근 논의[8,9]를 바탕으로 코딩 문법·데이터 구조화와 같은 과업에 비계를 제공하는 협력자로 생성형 AI를 각 단계에 배치하였다. 둘째, 탐구공동체의 탐구 활동을 구조화한 실천적 탐구 모형(Practical Inquiry Model, PIM)에 따라 촉발-탐색-통합-해결의 단계로 수업을 설계하였다. Richey와 Klein(2014)의 설계·개발 연구 방법론에 따라 교육 프로그램을 개발하였으며[10], 전문가 검토 및 현장 적용을 거쳤다. 연구 문제는 다음과 같다.

생성형 AI 협력 탐구공동체에 기반한 데이터 교육 프로그램은 어떻게 구성되는가?

생성형 AI 협력 탐구공동체에 기반한 데이터 교육 프로그램은 내적으로 타당한가?

생성형 AI 협력 탐구공동체에 기반한 데이터 교육 프로그램은 외적으로 타당한가?

## 2. 이론적 배경

### 2.1 데이터 리터러시와 데이터 교육

데이터 리터러시에 대한 정의는 연구자에 따라 다양하게 제시되어 왔으나 대체로 데이터를 식별·이해·처리하고 이를 의사결정과 문제 해결에 활용하는 능력으로 수렴한다[3, 11, 12]. 초기 데이터 리터러시에 대한 논의는 데이터의 수집·정제·분석과 같은 기술적 능력에 무게를 두는 경향이 있었다. 그러나 점차 그 결과를 해석하여 자신의 주장을 뒷받침하거나 타인을 설득하는 데이터 기반 의사소통 능력의 중요성이 부각되었다[3, 13]. 이러한 관점에서 데이터 리터러시는 데이터를 다루는 분석적 차원과 데이터를 매개로 소통하는 의사소통적 차원을 통합적으로 포괄하는 역량으로 해석되었다.

이주영(2024)은 2022 개정 교육과정의 데이터 리터러시 요소가 담긴 성취기준을 분석하였다[5]. 성취기준은 데이터 리터러시 구성 요소를 데이터 개념, 수집, 관리, 평가, 적용이라는 다섯 영역으로 분류하여 제시하였다. 이는 2022 개정 교육과정에서 제시하는 데이터 리터러시도 데이터 개념·수집·관리라는 분석적 차원과 평가·적용이라는 데이터 기반 소통으로 이어지는 의사소통적 차원에 대응함을 의미한다. 분류된 성취기준은 전반적으로 데이터 해석과 탐구 관련 성취기준이 가장 많았다. 그러나 과목별 데이터 리터러시 요소를 통합적으로 다루기보다 한 영역에 치우쳐서 다루는 경우가 많았으며, 비정형 데이터를 다루는 성취기준 수가 적어 실생활과 연관된 데이터 탐구 교육이 적은 비율을 차지하고 있음을 알 수 있다[5]. 즉, 교육과정 상 데이터 교육의 확대가 이뤄지고 있으나 학습자 수요를 반영한 실질적인 데이터 리터러시 함양으로 이어지기 위해서는 데이터 리터러시의 분석적 차원과 의사소통적 차원을 아우르는 통합적인 교수 설계가 필요하다.

### 2.2 탐구공동체와 실천적 탐구 모형

Garrison, Anderson, Archer(2000)에 의해 제안된 탐구공동체(Community of Inquiry, CoI)는 사회적 구성주의에 기반한 모형이다[14]. 이 모형은 의미 있는 학습 경험이 사회적 실재감(Social presence), 인지적 실재감(Cognitive presence), 교수적 실재감(Teaching presence)이라는 상호의존적인 세 요소를 통해 형성된다고 본다. 사회적 실재감은 학습자가 공동체에 소속감을 느끼고 서로를 신뢰할 수 있는 환경에서 목적의식을 갖고 소통하는 능력이다. 교수적 실재감은 교육적으로 가치 있는 학습 결과를 위해 인지적·사회적 과정을 설계·촉진·조정하는 활동을, 인지적 실재감은 학습자가 지속적인 성찰과 담화를 통해 의미를 구성하고 확인하는 정도를 의미한다[14]. 탐구공동체는 이 세 가지 요소의 상호작용을 설명하는 모형으로서 협력적·탐구 기반 학습 경험을 설계하기 위한 교수 설계의 틀로 활용되어 왔다[15].

실천적 탐구 모형은 탐구공동체 모형에 기반하여 탐구 과

정을 단계별로 제시한 모형이다. 비판적 사고와 점진적 지식 구성의 과정을 네 단계로 구조화한다[15, 16]. 촉발 단계(Triggering event)는 생활 맥락에서 문제나 질문을 발견하여 탐구를 시작함으로써 학습자의 호기심을 유발한다. 탐색(Exploration) 단계는 문제를 해결하기 위해 문제 관련 정보와 가능한 설명을 탐색한다. 이를 위해 개인적 성찰과 사회적 교류를 수행한다. 통합(Integration) 단계는 탐색에서 형성된 아이디어를 연결하여 구조화된 의미와 해결안을 구성하고, 해결(Resolution) 단계는 구성된 해결안을 적용·검증한다. 이 네 단계는 추상적인 탐구 과정을 단계별로 설계 가능한 학습 활동으로 제시한다. 각 단계에 대응하는 촉발 활동, 탐색 활동, 통합 활동, 해결 활동을 설계함으로써 교수가 탐구의 인지적 진행을 명시적으로 비계화할 수 있다.

이러한 실천적 탐구 모형의 특성은 실제 데이터를 활용한 프로젝트 학습 수행에 적합하다. 프로젝트 기반 학습은 학습자 주도의 탐구를 강조하는 탐구 기반 학습의 한 형태이지만, 충분한 안내와 비계 없이 운영될 경우 학습 효과가 제한적일 수 있다[17]. 따라서 학습자가 실제 데이터를 다루며 의미 있는 결과에 도달하도록 하려면 탐구의 흐름을 구조화하고 단계별로 지원을 제공하는 설계 틀이 필요하다. 실천적 탐구 모형은 문제 정의에서 정보 탐색, 의미 구성, 해결안 적용에 이르는 탐구의 전 과정이 데이터 프로젝트의 절차와 부합한다. 또한, 실천적 탐구 모형은 개인의 분석·성찰과 공동체 내 협력적 담화를 함께 강조한다는 점에서 데이터 리터러시의 분석적 차원과 의사소통적 차원을 통합적으로 향상할 수 있다. 이에 본 연구는 실천적 탐구 모형의 네 단계를 데이터 프로젝트 수업의 구조적 골격으로 삼아 차시를 설계하였다.

## 2.3 생성형 AI 협력 탐구공동체

생성형 AI의 등장으로 인해 탐구공동체의 확장 가능성이 제기되었다. 최근 연구들은 생성형 AI를 학습 공동체에서 학습자·교수자와 상호작용하는 하나의 실재(Presence)로 개념화한다[18]. 이러한 관점에서 탐구공동체에 생성형 AI를 통합하려는 시도가 활발히 이루어지고 있으며, 생성형 AI가 사회적·인지적·교수적 실재감을 강화하거나 실시간으로 개인화할 수 있다는 개념적 모형들이 제안되고 있다[9].

Pratschke(2024)는 탐구공동체의 세 실재감을 생성형 AI를 행위자로 하여 확장 및 재개념화하였다[8]. 사회적 실재감은 협력자 AI(Collaborator AI)로 재개념화되었다. 협력자 AI는 학습자와 상호작용할 수 있는 비인간 행위자로 가상의 동료, 역할 학습자, 동기부여자 등으로 기능한다. 인지적 실재감은 학습자의 개념 이해와 정보 분석 능력을 심화하는 분석가 AI(Analytical AI)로 재개념화되었다. 분석가 AI는 시나리오 생성자, 데이터 해석자, 비판적 사고자, 창의적 사고자로 기능한다. 교수적 실재감은 학습 과정을 안내 및 촉진하는 촉진자 AI(Facilitator AI)로 재개념화된다. 촉진자 AI는 학습의 전 과정에서 학습자가 설계된 학습 과정을 잘 따라올 수 있도록 안내하거나, 학습자 개인 수준에 맞춘 콘텐츠를 선정하는 역할로서 기능한다. 이는 생성형 AI

가 탐구공동체 내의 실재감으로서 동작했을 때 학습이 실시간으로 개인화됨으로써 학습자를 지원할 수 있음을 개념적으로 제시한다[9].

본 연구는 생성형 AI가 탐구공동체의 일원으로 학습자의 주도적인 학습을 돕도록 설계하여 학습자의 인지적 부담을 조절하는 비계로 설정하였다. 그러나 생성형 AI 활용이 학습을 유발하는 인지적 자극을 제거할 경우 학습자의 자기조절과 메타인지를 약화할 수 있다[19]. 그러므로 본 연구는 생성형 AI가 탐구를 대신하는 주체가 아니라 탐구를 지원하는 협력자로 기능하도록 Pratschke(2024)가 제안한 프레임워크에 근거하여 설계하였다[8]. 이는 생성형 AI 활용의 잠재적 위험을 통제하기 위해 교수적 실재감과 명시적 설계가 중요하다는 최근 논의와도 부합한다[9]. 본 연구에서 생성형 AI는 탐구공동체의 세 행위자 중 분석가 AI와 촉진자 AI의 역할을 중심으로 배치되었다. 사회적 실재감은 생성형 AI가 아닌 인간 동료 학습자 간의 팀 기반 탐구와 상호 피드백을 통해 구현하도록 설계하였는데, 이는 학습자 간 신뢰와 소속감에 기반한 사회적 실재감의 본래적 성격과[14] 생성형 AI가 인간 상호작용을 대체할 때 발생할 수 있는 학습 기계 약화의 우려[19]를 함께 고려한 역할 분담이다.

## 3. 연구 방법

### 3.1 연구 절차

본 연구는 Richey와 Klein(2014)의 설계·개발 연구 방법론에 따라 수행되었다[10]. 설계·개발 연구 방법은 도구를 개발하는 유형 1 연구와 교수 설계 및 모형을 개발하는 유형 2 연구로 분류된다. 본 연구는 고등학생 학습자의 데이터 프로젝트 수행을 위해 실천적 탐구 모형에 기반한 생성형 AI 협력 교육 프로그램을 유형 2 연구 절차에 따라 개발하였다. 본 연구의 절차는 Table 1과 같으며 선행문헌 검토, 초기 교육 프로그램 개발, 내적 타당화, 외적 타당화 순서로 진행되었다.

Table 1. Program Development Procedures

| Procedures             | Process                     | Contents                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Analysis & Development | Literature review           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Analysis documents about high school students and data science education</li> <li>Analysis of the 'Generative AI-driven Community of Inquiry' model to mitigate learners' cognitive load</li> <li>Design of instructional strategies</li> </ul>                                             |
|                        | Initial program development | <ul style="list-style-type: none"> <li>Development of a 12-session curriculum and learning materials</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                    |
| Program Validation     | Internal validation         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Formation of an expert panel</li> <li>Execution of in-depth reviews</li> </ul>                                                                                                                                                                                                              |
|                        | External Validation         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Implementation of the finalized program in actual high school educational settings.</li> <li>Conduct of pre- and post-test assessments using a 'Data Literacy' measurement tool for participating students</li> <li>Statistical analysis via paired-samples t-test and Hedges' g</li> </ul> |

분석 및 개발(Analysis & Development) 단계에서는 데이터 교육과 학습자 분석 문헌을 검토하여 교수 설계 방향을 설정하였다. 설계 방향에 부합하는 교수 모형, 학습 내용, 데이터를 선정하고 이에 기반한 12차시의 초기 프로그램을 개발하였다. 프로그램 타당화(Program Validation)는 두 단계로 이뤄졌다. 내적 타당화 단계에서는 전문가 집단의 심층 검토를 통해 프로그램의 학술적 적합성과 현장 적용 가능성을 점검하고, 수합된 의견을 반영하여 프로그램을 수정·보완하였다. 수정된 프로그램은 고등학생 대상으로 적용하여 외적 타당화를 수행하고 최종 프로그램을 도출하였다.

### 3.2 연구 대상

본 연구에서 개발한 교육 프로그램의 내적 타당화를 위해 구성된 전문가 집단은 Table 2와 같다. 전문가 집단은 검토의 다면성을 확보하기 위해 세 축으로 구성되었다. 첫째, 교수 설계 및 데이터·정보 교육의 이론적 타당성을 점검할 컴퓨터교육 전공 교수진, 둘째, 프로그램에서 다루는 분야별 데이터(생물·경영·환경)의 전문 지식 정확성을 검토할 해당 분야 전문가, 셋째, 고등학교 현장에서의 실천적 적용 가능성을 평가할 현직 교사로 검토진을 선정하였다.

Table 2. Expert panel

| Name | Position  | Expert Field                |
|------|-----------|-----------------------------|
| A    | Professor | Computer education          |
| B    | Professor | Computer education          |
| C    | Professor | Computer engineering        |
| D    | Professor | Environmental science       |
| E    | Professor | Biochemistry and Proteomics |
| F    | Professor | Business administration     |
| G    | Professor | Computer education          |
| H    | Teacher   | Computer education          |
| I    | Teacher   | Technology education        |
| J    | Teacher   | AI convergence education    |
| K    | Teacher   | AI convergence education    |
| L    | Teacher   | AI convergence education    |

본 연구의 외적 타당화는 2025년 12월 강원특별자치도 A 고등학교 2학년 학생 28명(여 14명, 남 14명)을 대상으로 진행되었다. 정규 교육과정 내 편성 제한으로 인해 캠프형 프로그램으로 운영되었으며, 연구 설계는 단일집단 전후 검사 설계(One-group pre test-post test design)로 진행되었다. 수업 전후로 데이터 리터러시 검사를 실시하였고, 면담에 동의한 5명의 학생을 대상으로 수업에 대한 반응을 확인하였다.

### 3.3 측정 도구

고등학생의 데이터 리터러시를 측정하기 위해 송유경 외(2021)가 개발한 데이터 리터러시 측정 도구를 활용하였다[13]. 본 도구는 4점 Likert 자기보고식 척도로 '통계적 분석

능력'과 '데이터를 활용한 의사소통 능력'의 두 준거로 구성된다. '통계적 분석 능력'은 수집된 데이터의 구조, 표집 방법, 목적을 이해하고 이상치나 결측치를 식별할 수 있는 데이터 이해 능력과 가설에 따라 수집하고자 하는 데이터를 결정하는 데이터 수집 준비 능력, 데이터에서 필요한 특성과 변수를 추출하여 탐색할 수 있는 데이터 분석 능력, 데이터의 출처와 수집 과정 및 오류를 비판적으로 파악할 수 있는 데이터 평가 능력이 포함된다. '데이터를 활용한 의사소통 능력'은 데이터를 가장 적절한 형태의 시각화 방법으로 표현하고 이를 설명할 수 있는 데이터 표현 능력과 데이터를 근거로 합리적인 결정을 내리거나 상대를 설득하는 근거로 사용하는 데이터 기반 의사소통 능력이 포함된다.

본 도구는 고등학생을 대상으로 개발되었으나 원 연구의 신뢰도는 과학고등학교 학생 표본에서 보고되었으므로, 본 연구 표본(N = 28)에서 내적 일관성 신뢰도(Cronbach's  $\alpha$ )를 재산출하였다. 전체 척도 기준 Cronbach's  $\alpha$ 는 사전 .843, 사후 .919로 높은 일관성 신뢰도를 나타냈으며, 각 세부항목별 문항은 Table 3과 같다.

Table 3. The factors of Data literacy

| Criteria                            | Sub-Criteria                | Number of Items |
|-------------------------------------|-----------------------------|-----------------|
| Statistical analysis competency     | Data understanding          | 3               |
|                                     | Data collect preparation    | 5               |
|                                     | Data analysis               | 6               |
|                                     | Data evaluation             | 4               |
| Communication competency using data | Data expression             | 3               |
|                                     | Communication based on data | 4               |

### 3.4 분석 방법

프로그램 전후 데이터 리터러시 향상 효과를 검증하기 위해 대응표본 t-검정(Paired t-test)을 실시하고 효과 크기(Effect size)를 산출하였다. 대응표본 t-검정의 정규성 가정을 충족하는지 확인하기 위해 사전-사후 차이 점수에 대해 Shapiro-Wilk 검정을 실시하였다. 그 결과 통계량  $W = .932$ ,  $p = .071$  ( $p > .05$ )로 나타나 정규성 가정을 충족하였다. 또한 데이터 리터러시의 하위 요인별 t-검정의 반복 실시로 인한 제1종 오류 누적을 통제하기 위해 하위 요인 분석에 Holm-Bonferroni 순차 기각 절차를 적용하여 보정된 p 값을 산출하였다. 또한, 효과크기는 소표본에서 효과 크기가 과대추정되는 정적 편향을 보정한 Hedges'  $g$ 값과 95% 신뢰구간(Confidence Interval, CI)을 제시하였다. 질적 자료인 학생 면담 결과는 개방 코딩을 실시한 뒤 수업에 대한 좋은 점, 부족한 점, 개선할 점으로 범주화하여 분석하였다[20].

## 4. 연구 결과

### 4.1 내적 타당화 결과

내적 타당화는 개발된 초기 프로그램의 학술적 타당성과 현장 적용 가능성을 점검하고 수정 및 보완하기 위해 전문가가 심층 검토 방식으로 수행하였다. 검토 준거는 (1) 프로그램 목표 및 내용이 데이터 리터러시 함양 및 2022 개정 교육과정의 지향에 부합하는지, (2) 각 단계에 배치된 생성형 AI의 협력 역할이 해당 탐구 활동 및 인지 부하 조절이라는 설계 의도에 부합하는지, (3) 교수학습 자료가 일반계 고등학생의 수준과 수업 운영 여건에 비추어 적절한지의 세 차원으로 구성하였다. 검토진은 각 준거에 대해 정성적 의견을 제시하였다.

수집된 정성 피드백은 검토 준거를 분석틀로 삼아 ‘목표 및 내용 체계’, ‘생성형 AI 협력 설계’, ‘교수·학습 자료’의 세 범주로 정리하였다. 복수의 검토진이 공통으로 제기한 의견을 우선적으로 반영하였으며, 상충하는 의견은 연구진 협의를 거쳐 본 연구의 설계의 이론적 근거에 비추어 채택 여부를 판단하였다.

전문가 검토 의견 및 수정은 Table 4와 같이 이뤄졌다. 목표 및 내용 체계 면에서 교육 내용이 데이터 처리 및 분석에 치우쳐 있다는 의견을 받았다. 이를 개선하기 위해 12차시의 차시 구성을 실천적 탐구 모델의 4단계에 명시적으로 매핑하였다. 또한, 생성형 AI의 협력을 통해 데이터 처리 및 분석에서 코딩 등에 걸리는 시간 및 인지 부하에 도움을 줌으로써 학습자가 데이터 기반 해석에 초점을 맞추도록 구조화하였다. 생성형 AI의 협력 설계 면에서 생성형 AI가 파이썬 코드를 모두 작성할 경우 인지적 외주화가 발생할 수 있다는 의견을 받았다. 이를 개선하기 위해 AI가 제안한 코드는 학생이 반드시 비판적으로 사고 후 사용하는 개입 절차를 거치도록 활동지에 추가하였다. 또한, 교수학습 자료 면에서 생성형 AI의 도움에도 일반계 고등학생들이 실제 공공 데이터 전부의 결측치나 이상치를 처리하기엔 시간 및 인지 부하가 클 수 있다는 의견을 받았다. 이를 개선하기 위해 일부 데이터를 전처리하는 작업을 수행하는 활동을 통해 데이터 전처리의 목표를 인지하고 작업을 수행할 수 있는지 확인 후, 시간이 부족한 학습자에게 전처리가 완료된 학습용 데이터를 제공할 수 있도록 설계하였다.

Table 4. Expert Feedback and Revision

| Criteria                | Feedback                                                                       | Revision                                                                                                   |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Goal & Contents         | ·Data convergence education might focus too much on acquiring technical skills | ·Mapping the 12-session curriculum to the 4 stages of the PIM model                                        |
| AI collaborative design | ·Cognitive outsourcing in data analysis                                        | ·Adding a mandatory 'Intervention' step in the worksheets requiring students to critically verify the code |

| Criteria            | Feedback                                                                                                                                                     | Revision                                                                                                                                                          |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Teaching & Learning | ·Imposing excessive temporal and cognitive load on general high school students to pre-process all missing values in real-world public datasets from scratch | ·Adjusted the difficulty of the practice by providing basic educational datasets with initial preprocessing completed for each domain as supplementary materials. |

## 4.2 최종 개발 프로그램

최종 개발된 프로그램은 Table 5와 같으며, 실천적 탐구 모형의 촉발·탐색·통합·해결 네 단계에 기반한 12차시로 구성되었다. 각 단계에는 해당 탐구 활동을 지원하는 생성형 AI의 협력 역할이 배치되었다. 프로그램은 생물·경영·환경 분야의 전문 지식을 담은 데이터를 활용하도록 설계되었다. 분야별로 생물은 DNA 구조 데이터, 경영은 상권 분석 데이터, 환경은 COVID-19 관련 데이터를 제공하였다. 활용 도구는 ChatGPT Plus를 사용하였다.

Table 5. Final Data Education Program

| Stage (Period)     | Topic                                               | Activities                                                                                                                                 | Role of Generative AI                                                                                                                                                                                            |
|--------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Triggering (1-4)   | Understanding Data Science and Python Basics        | · Exploring trends in big data and AI technologies by domain<br>· Understanding and practicing basic Python syntax                         | Scenario Generator (Cognitive presence) – presenting career/job-change scenarios to support inquiry direction and motivation                                                                                     |
| Exploration (5-8)  | Basics of Control Statements and Data Preprocessing | · Practicing Python control statements and list data structures<br>· Acquiring basic usage of libraries (e.g., Pandas) and data refinement | Data Interpreter (Cognitive presence) – assisting with data preprocessing<br>Critical Thinker (Cognitive presence) – summarizing the definition and causes of a social problem for students to critically verify |
| Integration (9-10) | Domain Data Visualization and Interpretation        | · Implementing visualization using Matplotlib and Folium<br>· Analyzing real-world domain data and designing projects                      | Data Interpreter (Cognitive presence) – mitigating programming barriers                                                                                                                                          |

| Stage (Period)     | Topic                                    | Activities                                                                                                                   | Role of Generative AI                                                                                            |
|--------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Resolution (11-12) | Sharing Deliverables and Mutual Feedback | <ul style="list-style-type: none"> <li>Analyzing project results</li> <li>Group presentations and mutual feedback</li> </ul> | Feedback generator (Teaching presence) – providing rubric-based feedback to support multifaceted self-reflection |

\* Social presence was implemented through human peer collaboration (team-based inquiry, group presentations, mutual feedback) rather than generative AI.

촉발 단계(1-4차시)에서는 각 분야에 적용되는 AI 기술 동향을 탐색하고 데이터 과학을 이해하기 위한 파이썬 기초 실습을 진행하였다. 이 단계에서 생성형 AI는 탐구 방향 설정을 돕는 시나리오 생성자로 협력하도록 설계되었다. AI는 디지털 신기술로 인한 직무 변화 동향과 요구되는 핵심 역량에 관한 시나리오를 제공하였으며, 학습자는 AI와의 질의응답을 통해 자신의 진로 흥미가 실제 직무와 어떻게 연결되는지 확인하고 자신의 관심 분야에 따라 탐구 방향을 결정하였다.

탐색 단계(5-8차시)에서는 데이터 분석에 필요한 파이썬 제어문과 라이브러리를 학습한 뒤 데이터 처리를 실습하며 분야별 문제를 탐색하였다. 학습자는 데이터 정제에 필요한 리스트 자료구조와 Pandas, Matplotlib, Folium 등 라이브러리의 기초 사용법을 익혀 데이터 처리를 실습하였다. 이 단계에서 생성형 AI는 실제 공공 데이터를 일반계 고등학생이 전처리하는 데 드는 시간 및 인지 부하를 조절하는 데이터 해석자로서 기능하도록 설계하였다. 이후 관심 분야가 같은 학습자끼리 팀을 구성하여 데이터 기반 문제 탐색을 수행하였으며, 이 단계에서 생성형 AI는 문제의 맥락적 타당성을 점검하도록 돕는 비판적 사고자로 설계하였다. 학습자는 AI가 요약한 사회적 문제의 정의와 원인을 검토하고, 자신의 교과 배경지식과 정보 검색을 바탕으로 그 내용을 비판적으로 검증하였다.

통합 단계(9-10차시)에서는 제공된 분야별 데이터를 활용하여 가설을 설정하고, 이를 검증하기 위한 데이터 분석 결과를 도출하였다. 학습자들은 가설을 뒷받침하기 위해 변수를 정의하고 데이터를 추출하여 보고서를 작성하였으며 이에 필요한 시각화 자료를 생성하였다. 이 단계에서 생성형 AI는 데이터 해석자로서 프로그래밍의 기술적 장벽을 완화하는 역할을 수행하였다. 다만 학습자가 AI의 산출물을 단순히 복사·활용하는 인지적 외주화를 방지하기 위해 AI가 제안한 코드를 학습자가 반드시 비판적으로 검증하는 개입 단계를 필수적으로 수행하도록 하였다. 이에 따라 학습자들은 시각화의 적절성과 데이터 왜곡 여부, 가설 검증 부합 여부를 주체적으로 판단하여 최종안을 작성하였다.

해결 단계(11-12차시)에서는 프로젝트 결과를 보고서로 제작하고 피드백을 수행하였다. 이 단계에서 생성형 AI는 학습자의 자기 평가를 돕는 피드백 생성자로 기능하였다.

학습자는 평가 루브릭에 기반하여 설계된 AI로부터 보고서 초안에 대한 피드백을 받아 분석 과정을 다면적으로 성찰하였고, 이를 반영하여 최종 보고서를 완성하였다.

학습자의 생성형 AI 활용은 활동지에 구조화된 프롬프트 가이드라인에 따라 이루어졌다. 가이드라인은 탐구 단계별로 프롬프트 유형, 예시 문장, 활용 목적을 제시하였으며, 학습자는 예시를 참고하여 자신의 탐구 맥락에 맞는 질문을 직접 작성하고 AI의 답변을 요약·검토하도록 구조화되었다. 예를 들어, 촉발 단계에서는 시나리오 기반 질문과 직무 설명 프롬프트(예: "이 이야기 속 환경 데이터 분석가가 역할을 수행하기 위해 필요한 역량이나 활동을 설명해줘.")로 진로 연계 탐구 방향 설정을 지원하였다. 통합 단계에서는 응용 프롬프트(예: "이 데이터를 어떤 그래프로 표현하면 좋을 까?")로 시각화 설계를 지원하였다.

### 4.3 외적 타당화 결과

#### 4.3.1 데이터 리터러시 향상 효과

학생들의 데이터 리터러시 변화를 알아보기 위해 IBM SPSS 26을 활용하여 대응표본 t-검정(Paired t-test)을 실시하였다. 효과크기는 소표본에서 과대추정되는 편향을 보정하는 Hedges' g로 산출하였으며, 추정의 정밀도를 함께 보고하기 위해 95% 신뢰구간(Confidence Interval, CI)을 제시하였다. 분석 결과는 Table 6과 같다.

Table 6. Paired t-test Result of Data Literacy

| Test | N  | M    | SD   | t     | p     | Hedges' g [95% CI] |
|------|----|------|------|-------|-------|--------------------|
| Pre  | 28 | 2.75 | .313 | 7.106 | .000* | 1.65 [1.01, 2.27]  |
| Post | 28 | 3.38 | .431 |       |       |                    |

\* $p < .001$

학생들의 데이터 리터러시 평균은 프로그램 적용 전 2.75점에서 적용 후 3.38점으로 상승하였으며 통계적으로 유의미한 향상이 관찰되었다( $t = 7.106$ ,  $p < .001$ ). 사전-사후 변화의 효과크기(Hedges' g)는 1.65(95% CI [1.01, 2.27])로 매우 큰 효과( $g > 1.2$ )에 해당한다[21].

데이터 리터러시의 하위 영역별 분석 결과는 Table 7과 같다. 하위 요인에 Holm-Bonferroni 순차 기각 절차를 적용한 결과, 모든 요인이 보정 후에도 통계적으로 유의하였다(보정  $p < .001$ ). 효과크기는 데이터 이해  $g = 1.49$ (95% CI [0.81, 2.17]), 수집 준비  $g = 1.22$ ([0.67, 1.78]), 분석  $g = 1.54$ ([0.83, 2.24]), 평가  $g = 1.23$ ([0.70, 1.76]), 표현  $g = 1.27$ ([0.64, 1.91]), 의사소통  $g = 1.18$ ([0.63, 1.71])로 산출되어 모두 큰 효과( $g > 0.8$ ) 이상을 보였다[21]. 또한 모든 요인에서 신뢰구간의 하한이 0보다 충분히 크게 나타나 사전-사후 변화의 방향이 일관되게 정적임을 뒷받침하였다.

Table 7. Paired t-test Result of Data Literacy

| Sub-factor          | Test | N  | M    | SD   | t     | p      | Hedges' g<br>[95% CI] |
|---------------------|------|----|------|------|-------|--------|-----------------------|
| Data Understanding  | Pre  | 28 | 2.72 | .385 | 6.359 | < .001 | 1.65<br>[1.01, 2.27]  |
|                     | Post | 28 | 3.31 | .384 |       |        |                       |
| Collect Preparation | Pre  | 28 | 2.58 | .472 | 5.730 | < .001 | 1.22<br>[0.67, 1.78]  |
|                     | Post | 28 | 3.28 | .629 |       |        |                       |
| Data Analysis       | Pre  | 28 | 2.67 | .410 | 6.375 | < .001 | 1.54<br>[0.83, 2.24]  |
|                     | Post | 28 | 3.39 | .497 |       |        |                       |
| Data Evaluation     | Pre  | 28 | 2.73 | .399 | 6.042 | < .001 | 1.23<br>[0.70, 1.76]  |
|                     | Post | 28 | 3.35 | .566 |       |        |                       |
| Expression          | Pre  | 28 | 2.92 | .440 | 5.335 | < .001 | 1.27<br>[0.64, 1.91]  |
|                     | Post | 28 | 3.52 | .475 |       |        |                       |
| Communication       | Pre  | 28 | 2.89 | .393 | 5.183 | < .001 | 1.18<br>[0.63, 1.71]  |
|                     | Post | 28 | 3.44 | .491 |       |        |                       |

p-values are Holm-Bonferroni adjusted; all  $p < .001$

### 4.3.2 학습자 반응

본 교육 프로그램의 실효성과 향후 개선점을 확인하기 위해 참여 학습자와의 면담을 통해 주관적 반응을 수집하여 분석하였다. 면담은 수업의 효과 및 개선점에 초점을 맞춰 진행되었다. 응답 데이터를 범주화한 결과는 다음과 같다.

첫째, 초보자를 배려한 맞춤형 설명과 생성형 AI와 협력한 데이터 분석이 학습자의 데이터 교육에 대한 흥미를 높이고 코딩 등의 인지적 부하 감소에 기여한 것으로 나타났다. 학습자들은 실천적 탐구 모형에 맞춰 제작된 교수 자료와 생성형 AI 및 교사의 지원이 문제 해결에 큰 도움이 되었다고 평가했다. 특히 이러한 도움을 통해 실제 환경 데이터를 분석해 보는 경험이 학습 경험을 지속하는 데 도움이 되었음을 확인할 수 있었다.

데이터 교육이라 어렵게 느껴졌는데 초보자도 이해하기 쉽도록 교재가 구성되어 있고, 프로젝트 진행 중에도 생성형 AI와 선생님의 도움으로 프로젝트를 잘 수행할 수 있었습니다. 덕분에 실제 환경 데이터를 코딩을 통해 분석해 볼 수 있어서 매우 뜻깊은 시간이었습니다. (학생 A)

이 수업 들으면서 데이터를 처리할 수 있는 소프트웨어와 프로그래밍 언어를 AI의 안내로 어렵지 않게 사용할 수 있었습니다. (학생 B)

둘째, 학생들은 프로그램 참여를 계기로 AI와 데이터에 대한 지적 호기심이 증가하였으며, 심화 과정에 대한 강한 학습 요구가 나타났다. 학습자들은 데이터를 처리할 수 있는 언어로 파이썬을 넘어 자바스크립트, R 프로그램 등 확장된 학습 의지를 보였다. 나아가 자신의 진로와 관계된 심화 학습 주제나 sklearn과 같은 구체적인 머신러닝 모듈 사용법 등 배운 지식을 확장 및 적용하고자 하는 주도적인 태도를 보였다.

수업을 듣고 나니 프로그래밍 언어로 어떻게 데이터를 처리하는지, AI가 우리의 미래 삶에 어떤 영향들을 줄지 더욱 궁금하고 알고 싶어졌습니다. (학생 C)

파이썬 외에 자바스크립트, R 등을 더 공부해서 직접 실생활 데이터를 분석해서 필요한 앱을 한번 개발해보고 싶습니다. (학생 D)

데이터 분석 라이브러리인 sklearn 사용법을 더 알아서 앞으로 더 많은 종류와 상황에 데이터를 분석하거나 AI를 적용할 수 있는 수업을 듣고 싶어요. (학생 B)

셋째, 프로그램의 완성도를 높이기 위해 수업 시간의 확대와 운영 환경의 개선이 필요하다는 의견이 확인되었다. 제시된 교육 내용을 충분히 소화하기에는 배정된 수업 시간이 부족하다는 지적이 있었으며, 캠프로 운영되다보니 일회성으로 끝난다는 학습 외적인 환경에 대한 피드백도 수집되었다.

다른 분야의 데이터도 관심이 있었는데 모든 분량을 전부 배우기에는 수업 시간이 조금 짧은 것 같습니다. 더 깊은 교육을 위해 수업 시간을 늘려주셨으면 좋겠습니다. (학생 E)

캠프가 끝나면 더 배울 수 없다는 게 아쉽습니다. 구체적으로 계속 배울 수 있으면 좋겠습니다. (학생 A)

종합하면, 본 교육 프로그램은 학습자들의 코딩 및 데이터 분석에 대한 진입 장벽을 낮추고 높은 만족도와 후속 학습 의지를 이끌어내는 데 성공적이었다. 다만 현장 적용 시 확인된 개선 사항에 비추어 볼 때, 향후 프로그램 설계 시 학습 분량에 맞는 충분한 실습 시간 확보와 수준별 심화 프로그램 개설, 학습 몰입을 돕는 교육과정 내 프로그램 운영이 추가적으로 고려될 필요가 있다.

## 5. 논의 및 결론

본 연구는 고등학생을 대상으로 생성형 AI 협력 데이터 교육 프로그램을 개발하기 위해 설계·개발 연구 절차를 수행하였다. 총 12차시의 교육 프로그램은 실천적 탐구 모형의 절차에 따라 촉발, 탐색, 통합, 해결의 단계로 구성하였으며, 각 단계별 인지 부하를 조절하기 위해 생성형 AI의 협력이 배치되었다. 개발된 프로그램은 전문가 집단의 심층 검토를 통해 수정·보완을 거친 후 총 28명의 고등학생을 대상으로 단일집단 사전사후검사와 면담을 통해 연구 효과를 분석하였다.

본 연구의 주요 결과에 대한 논의와 시사점을 다음과 같다. 첫째, 본 연구에서 개발한 프로그램은 전반적인 데이터 리터러시 향상에 도움이 될 수 있다. 외적 타당화 결과 학생들의 데이터 리터러시는 통계적으로 유의하게 향상되었으며, 매우 큰 효과크기( $g = 1.65$ )가 도출되었다[21]. 데이터 리터러시의 하위 영역의 역량 변화도 모두 통계적으로 유의하게 향상되었으며 모든 역량에서 큰 효과( $g > 0.8$ ) 이상을

나타냈다[21]. 이는 본 연구가 실천적 탐구 모형으로 프로젝트를 단계별로 구조화하고 각 단계에 생성형 AI를 협력자로 배치한 설계 의도와 부합하는 결과이므로 개발된 프로그램이 데이터 리터러시 함양에 적용될 가능성을 시사한다. 본 프로그램은 데이터 처리 과정에서 초심자가 경험하는 인지적 부담을 관리하기 위해 인지부하 이론[7]에 근거하여 생성형 AI의 협력 역할을 각 단계에 배치하였으며, 관찰된 전반적 향상은 이러한 설계 의도와 방향이 일치한다. 실제 학습자 면담 결과에서도 생성형 AI의 지원이 코딩에 대한 진입장벽을 낮춰주어 문제 해결과 실제 환경 데이터 분석에 깊이 몰입할 수 있었다는 긍정적인 반응을 통해 설계 의도에 부합하는 질적 반응이 관찰할 수 있었다. 다만 본 연구는 인지부하를 직접 측정하지 않았고 비교집단을 설정하지 않았으므로 이러한 관련성은 설계 의도에 대한 사후적 관찰이다. 또한 본 연구의 향상은 자기보고식 도구를 통해 측정된 것으로 학습자가 지각한 데이터 리터러시의 변화를 반영한다. 관찰된 향상이 실제 수행 능력의 변화로 해석되기 위해 향후 수행 기반 측정을 통한 확인이 요구된다.

둘째, 데이터 리터러시의 여섯 하위 영역 모두에서 사전 대비 사후 점수가 유의하게 향상되었으며, 모든 영역에서 큰 효과크기( $g > 0.8$ )가 관찰되었다[21]. 이는 본 프로그램이 특정 영역에 편중되지 않고 데이터 리터러시 전반에 걸쳐 긍정적 변화를 이끌어낼 수 있는 가능성을 보여준다. 생성형 AI를 통해 사회적 실재감을 제공하지는 않았지만, 본 프로그램은 팀 기반 문제 탐색(5-8차시), 그룹 발표와 상호 피드백(11-12차시) 등 동료 간 협력 활동으로 사회적 실재감을 구현하도록 설계하였으며, 이는 관찰된 긍정적 변화와 정합적이다. 다만 역량 향상에 대한 인과적 기여 여부는 본 연구의 설계로는 확인할 수 없으므로 후속 검증이 필요하다.

본 연구는 생성형 AI를 데이터 교육에 통합하여 구체적인 실천 모형에 따라 전략적으로 배치하고 적용 가능성과 유용성을 확인했다는 점에서 의의가 있으나 다음과 같은 한계를 지니며 이를 바탕으로 후속 연구를 제안한다. 첫째, 본 연구는 단일집단 사전사후 설계로 진행되어 통제집단을 설정하지 못했다. 따라서 관찰된 향상이 생성형 AI와의 협력이라는 특정 설계 요소에 기인한다는 귀인은 본 설계로 검증되지 않아 적용 가능성에 대한 탐색적 증거로 한정하여 해석되어야 한다. 또한 단일집단 설계의 특성상 관찰된 향상에는 동일 검사 재노출에 따른 검사효과와 캠프형 집중 운영에 따른 신기성 효과가 혼재되어 있을 가능성을 배제할 수 없다. 더불어 후속 연구에서는 인지부하 측정 도구를 통해 생성형 AI 협력이 학습자의 인지부하와 학습 성과에 미치는 경로를 검증할 필요가 있다. 또한, 실험에 참여한 표본 수가 비교적 소규모이며 산출된 효과 크기의 95% 신뢰구간 폭이 다소 넓게 추정되었다. 그럼에도 모든 하위 영역에서 95% 신뢰구간의 하한이  $g = 0.5$ 를 상회하여 추정의 불확실성을 감안하더라도 효과의 방향이 일관되게 정적이며 그 크기가 적어도 중간 수준 이상일 가능성을 시사한다. 따라서 향후 연구에서는 통제집단을 설정하여 AI 협력의 효과를 더욱 정밀하

게 추정할 필요가 있다.

이러한 한계에도 불구하고 본 연구는 생성형 AI를 데이터 교육에 통합하는 구체적 실천 모형을 실천적 탐구 모형에 기반하여 제시하고 그 적용 가능성을 현장에서 양적, 질적으로 확인하였다는 점에서 의의가 있다. AI를 학습 목표 도달을 위한 협력자로 설계·배치한 프로그램의 현장 적용 가능성을 양적·질적으로 확인하였으며, 충분한 시수를 확보하여 정규 교육과정 내 운영 또는 심화 학습으로의 연계라는 후속 프로그램 설계 시사점을 제공하였다. 향후 통제집단 비교 설계, 면담 등 질적 자료와 학습 과정 데이터 분석을 통해 본 프로그램의 효과와 기제를 보다 엄밀히 검증할 것을 제안한다.

## 참고문헌

- [1] Watson, P. (2021, May 6). *Why data is the new oil*. FutureScot. <https://futurescot.com/why-data-is-the-new-oil/>
- [2] Kim, H. (2025). *The Effect of Convergence AI-Based Data Analysis Education on Specialized Subject Convergence Thinking and Self-Efficacy of Vocational High School Students* [Master's thesis]. Korea National University of Education.
- [3] idsdale, C., Rothwell, J., Smit, M., Ali-Hassan, H., Bliemel, M., Irvine, D., Kelley, D., Matwin, S., & Wuetherick, B. (2015). *Strategies and Best Practices for Data Literacy Education*. Dalhousie University. <http://hdl.handle.net/10222/64578>
- [4] Ministry of Education. (2022). *General and subject-specific curriculum for elementary and secondary schools: Informatics curriculum* (Notice No. 2022-33). Ministry of Education.
- [5] Lee, J. (2024). *Analysis of elements related to data literacy presented in achievement standards of 2022 revised national curriculum* [Master's thesis]. Dankook University.
- [6] Jun, H., & Kim, J. (2026). Analysis of High School Students' Perceptions of the 'Data Science' Subject in the 2022 Revised Curriculum. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 29(1), 37-47. <https://doi.org/10.32431/kace.2026.29.1.004>
- [7] Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257-285. [https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202\\_4](https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4)
- [8] Pratschke, B. (2024). *Intelligent communities. Generative AI and education* (pp. 73-89). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-67991-9\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-031-67991-9_5)
- [9] Anderson, J., Nguyen, C., & Moreira, G. (2025). Generative AI-driven personalization of the Community of Inquiry model: Enhancing individualized learning experiences in digital classrooms. *International Journal of Information and Learning Technology*, 42(3), 296-310. <https://doi.org/10.1108/IJILT-10-2024-0240>
- [10] Richey, R., & Klein, J. (2014). *Design and development*

research: Methods, strategies, and issues. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203826034>

- [11] Mandinach, E., & Gummer, E. (2013). A systemic view of implementing data literacy in educator preparation. *Educational Researcher*, 42(1), 30-37. <https://doi.org/10.3102/0013189X12459803>
- [12] Wolff, A., Gooch, D., Caverio Montaner, J., Rashid, U., & Kortuem, G. (2016). Creating an understanding of data literacy for a data-driven society. *The Journal of Community Informatics*, 12(3), 9-26. <https://doi.org/10.15353/jociv12i3.3275>
- [13] Song, Y., Sukree, S., Kim, Y., & Lim, C. (2021). A Developmental Study of an Instructional Model and Strategies for Data-Driven Debate (DDD) to Improve Data Literacy. *Journal of Educational Technology*, 37(4), 943-982. <https://doi.org/10.17232/KSET.37.4.943>
- [14] Garrison, D., Anderson, T., & Archer, W. (2000). Critical inquiry in a text-based environment: Computer conferencing in higher education. *The Internet and Higher Education*, 2(2-3), 87-105. [https://doi.org/10.1016/S1096-7516\(00\)00016-6](https://doi.org/10.1016/S1096-7516(00)00016-6)
- [15] Garrison, D., Anderson, T., & Archer, W. (2001). Critical thinking, cognitive presence, and computer conferencing in distance education. *American Journal of Distance Education*, 15(1), 7-23. <https://doi.org/10.1080/08923640109527071>
- [16] aughan, N., Cleveland-Innes, M., & Garrison, D. (2013). *Teaching in blended learning environments: Creating and sustaining communities of inquiry*. Athabasca University Press. <https://doi.org/10.15215/aupress/9781927356470.01>
- [17] Kirschner, P., Sweller, J., & Clark, R. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86. [https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102\\_1](https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_1)
- [18] Mishra, P., Warr, M., & Islam, R. (2023). TPACK in the age of ChatGPT and generative AI. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 39(4), 235-251. <https://doi.org/10.1080/21532974.2023.2247480>
- [19] Fan, Y., Tang, L., Le, H., Shen, K., Tan, S., Zhao, Y., Shen, Y., Li, X., & Gašević, D. (2025). Beware of metacognitive laziness: Effects of generative artificial intelligence on learning motivation, processes, and performance. *British Journal of Educational Technology*, 56(2), 489-530. <https://doi.org/10.1111/bjet.13544>
- [20] Creswell, J. (2014). *A concise introduction to mixed methods research*. SAGE Publications.
- [21] awilowsky, S. (2009). New effect size rules of thumb. *Journal of Modern Applied Statistical Methods*, 8(2), 597-599. <https://doi.org/10.22237/jmasm/1257035100>



#### 이다겸

- 2013년 광주교육대학교 초등교육(교육학사)
- 2023년 한국교원대학교 일반대학원 초등컴퓨터교육(교육학 석사)
- 2026년 한국교원대학교 일반대학원 컴퓨터교육(교육학 박사)
- 2013년~전남광주통합특별시(광주) 교사

✚ 관심분야 : 정보교육, 인공지능교육, 융합교육, 학습과학

✉ gyeomdalee@gmail.com



#### 이소율

- 2007년 춘천교육대학교 초등교육(교육학사)
- 2017년 한국교원대학교 일반대학원 초등컴퓨터교육(교육학 석사)
- 2020년 한국교원대학교 일반대학원 초등컴퓨터교육(교육학 박사)
- 2010~2020 강원도교육청 교사
- 2020~2022 한국교원대학교 컴퓨터교육과 Post-Doc.
- 2022~2023 순천향대학교 교육대학원 조교수
- 2023~현재 강원대학교 교육대학원 조교수

✚ 관심분야 : 정보 · SW · AI · 디지털 교육, 융합교육, 교사교육

✉ soyulyi@kangwon.ac.kr