

컴퓨터교육학회 논문지 2025년 제28권 제7호
<https://doi.org/10.32431/kace.2025.28.7.002>



생성형 인공지능 기반 생태전환교육프로그램 개발 연구*

Study on the Development of a Generative AI-Based Ecological Transition Education Program

송채원[†] · 김미량^{††}

Chaewon Song[†] · Miryang Kim^{††}

요약

현대사회는 기후 위기와 생태계 파괴라는 심각한 문제에 직면해 있다. 이를 해결하기 위해 행동 양식과 사고방식의 근본적인 '전환'이 필요한 시점이다. 본 연구는 생성형 인공지능을 기반으로 생태전환교육 프로그램을 개발하여 베트남 H 재외한국학교 초등학교 5~6학년 학생 38명을 대상으로 효과를 검증하였다. ADDIE 모형과 Design Thinking 절차를 기반으로 설계된 프로그램은 매직스쿨 AI, 루튼, 캔바 등 생성형 인공지능 도구를 활용해 학생들이 플라스틱 소비를 줄이기 위한 창의적인 해결 방안을 도출해 내도록 구성되었다. 특히 학생들은 생성형 인공지능과 협력하여 친환경적인 아이디어를 구체화하고, 실제 문제 해결 과정에서 높은 몰입도와 창의성을 발휘하였다. 연구 결과 학생들의 생태 리터러시와 인공지능에 대한 태도에서 모두 긍정적인 변화가 나타났으며, 프로그램 만족도 또한 높았다. 결론적으로 본 연구는 인공지능 기술과 환경문제를 통합한 학습 경험을 제공하여 생태 시민 양성에 기여할 수 있음을 입증하였다.

주제어 인공지능교육, 생성형 인공지능, 생태전환교육, 생태 리터러시, 환경교육, 재외한국학교

ABSTRACT

Modern society is facing serious problems of climate crisis and ecosystem degradation. To solve these problems, a fundamental "transition" of behavior and mindset is needed. This study developed an ecological transition education program based on generative artificial intelligence and tested its effectiveness on 38 students in grades 5-6 at H Overseas Korean School in Vietnam. Based on the ADDIE model and the Design Thinking process, the program was designed to help students come up with creative solutions to reduce plastic consumption by using generative AI tools such as Magic School AI, Luton, and Canva. In particular, students collaborated with generative AI to materialize their eco-friendly ideas and demonstrated high levels of engagement and creativity in the real-world problem-solving process. The results of the study showed positive changes in students' ecological literacy and attitudes toward AI, and high levels of satisfaction with the program. In conclusion, this study demonstrated that providing a learning experience that integrates AI technology and environmental issues can contribute to the development of ecological citizens.

Keywords AI Education, Generative AI, Ecological Transition Education, Ecological Literacy, Environmental Education, Overseas Korean Schools

†정회원 리라초등학교 교사
 (현 호치민시한국국제학교 파견 교사)
 ††중신회원 성균관대학교 사범대학 컴퓨터교육과
 교수(교신저자)
 논문투고 2025년 02월 14일
 심사완료 2025년 05월 19일
 게재확정 2025년 05월 19일
 발행일자 2025년 07월 02일

* 본 논문은 제1저자의 성균관대학교 교육대학원 석사 학위논문 일부를 발췌하여 정리·재구성한 것임.

* 본 논문은 2025년 KCE 동계학술대회 "인공지능 기반 생태전환교육 프로그램 개발 및 적용 - 재외한국학교 초등학교를 대상으로 -"의 제목으로 우수논문상을 수상한 발표 논문을 확장한 것임.

1. 서론

지구온난화 현상을 넘어 바야흐로 기후 대위기의 시대이다. 플라스틱이 만연한 현대인의 삶은 환경 보호의 주제로서의 정체성을 망각하기 쉽다. 그러므로 미래 세대에게 기후 위기, 생태계 파괴, 에너지 문제를 인식시키고, 생각과 행동 양식의 전환을 이끄는 적극적인 기후 변화 교육이 절실히 필요한 시점이다.[1] 그러나 현재 이루어지고 있는 환경 교육이 실제로 학습자의 인식 변화나 행동 변화를 의미 있게 끌어내고 있는지에 대해서는 재검토가 필요하다. 기존의 환경교육은 일회적이며 체험 중심적이고, 무엇보다도 환경 문제가 인간에게 끼칠 영향에 대한 연결고리 탐색이 부족하기 때문이다. 조진희(2020)의 연구에 따르면 기후변화의 시스템적 특성을 고려한 시스템 사고 적용 교육은 드물며, 복잡한 환경 문제를 다루는 데 있어 시스템 사고의 중요성이 강조되고 있음에도 불구하고 이를 반영한 환경교육의 시도는 여전히 부족한 실정[2]이다. 따라서 학생 스스로 개인과 집단의 행동이 환경에 어떤 영향을 미치는지 이해하고, 환경적으로 책임 있는 삶의 방식이 건강하고 지속가능한 생태계에 기여할 수 있다는 점[3]을 내면화함으로써 개인과 환경 간의 연결고리를 인식할 수 있는 교육 기회를 확대해야 한다. 이러한 교육적 함의를 달성하는 데 필요한 교육이 바로 생태전환교육이다. 생태전환교육은 현재의 환경 및 사회·경제적 위기에 대응하여 삶을 위한 모든 분야에 생태적 전환을 추구하는 교육이다[4]. 생태전환교육을 통해 인간 중심적 사고를 벗어나 생태를 중심으로 인간과 환경 간의 연결고리를 찾고, 지속 가능한 친환경적인 삶을 추구할 수 있다. 더 이상 환경교육은 동식물에 대한 미안함과 ‘공생’이라는 윤리적인 삶의 추구, 막연한 위기의식 속에서 이루어져서는 안 된다. 눈앞에 당면한 기후 위기의 문제를 실감할 수 있는 구체적인 방식에서 이루어져야 한다.

한편, 인공지능의 기술이 날로 발전함에 따라 학교 현장에서의 교육적 요구 또한 증대하고 있다. 2022 개정 교육과정에 따르면 정보통신기술 매체를 활용하여 교수·학습 방법을 다양화하고, 학생 맞춤형 학습을 위해 지능정보기술을 활용할 수 있으며, 모든 교과목의 깊이 있는 학습에 기반이 되는 언어·수리·디지털 기초 소양을 모든 교과를 통해 함양할 수 있도록 수업을 설계할 필요가 있다.[5] 환경문제는 복잡하고 다원적인 요인이 얽혀 있어 단선적인 설명이나 단순 지식 암기로는 충분히 이해되기 어렵다는 점에서 유례없는 환경문제에 직면하고 있는 학생들에게 인공지능 교육과 생태전환교육의 만남은 피해 갈 수 없는 숙명이다. 인공지능 도구는 시나리오 분석, 인과관계 탐색과 같은 복합적 사고를 시각화하고 지원하는 데 효과적이기 때문이다. 따라서 인공지능은 환경문제에 대한 인식을 넘어 실천 방법을 구상하고 실행 계획을 수립하는 능력까지 확장된 환경교육을 가능하게 하는 매개 도구로 기능할 수 있다. 국내 연구에서도 이를 뒷받침하는데, 김중균·김경연(2023)은 초등학생을 대상으로 AI 기반 교과융합 환경교육 프로그램을 적용한 결과 환

경소양(인지·정의·행동 영역)과 AI 역량(이해·활용) 모두에서 유의미한 향상을 확인하였다.[6] 한편, 생성형 인공지능을 직접적으로 활용하여 기후위기 문제를 풀어나가는 연구 사례는 아직 미비하다. 따라서 학생들에게 적합한 인공지능 도구를 활용한 생태전환교육 프로그램 개발이 필요하다. 본 연구는 베트남 호찌민시에 있는 H 재외한국학교에서 실시되었다. 연구 대상 학생들은 모두 한국인 학생이지만, 베트남에서 살아가는 재외국민이라는 공통점이 있다. 베트남은 배달 문화가 활발하고 비교적 일회용품에 대한 규제 또한 없어 플라스틱 소비량이 전 세계적으로 많은 국가 중 하나이다. 그래서 베트남에 살고 있는 학생들은 학교 교육이 아니라면 친환경적 사고를 자연스럽게 학습하기 어렵다. 따라서 본 연구를 통해 베트남에서 발생할 수 있는 다양한 환경 문제를 탐색해 보며 동시에 이를 한국 학생들에게 일반화하여 적용할 수도 있을 것이다.

본 연구의 목적은 생성형 인공지능 기반 생태전환교육 프로그램이 초등학생의 생태 리터러시 및 인공지능에 대한 태도 형성에 미치는 영향을 분석하는 데에 있다. 이를 위해 살펴볼 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 생성형 인공지능 기반 생태전환교육 프로그램이 초등학생의 인공지능에 대한 태도에 어떠한 영향을 미치는가?

둘째, 생성형 인공지능 기반 생태전환교육 프로그램이 초등학생의 생태 리터러시에 어떠한 영향을 미치는가?

셋째, 생성형 인공지능 기반 생태전환교육 프로그램이 재외한국학교 학생들에게 어떤 교육적 의미가 있는가?

2. 이론적 배경

2.1 생성형 인공지능

2.1.1 생성형 인공지능의 개념

생성형 인공지능(Generative AI)은 주어진 데이터를 학습해 새로운 콘텐츠를 생성하며 창발적 능력(Emergent abilities)으로 사전에 학습한 데이터나 규칙을 넘어서는 창의적이고 유연한 응답을 제공한다[7][8]. 생성형 인공지능은 기존의 전통적인 인공지능이 데이터를 분석하거나 패턴을 인식하는 데 초점이 맞춰진 것과 달리 창의적이고 유연한 응답을 생성하는 데 특화되어 있다.

생성형 인공지능은 주로 딥러닝을 기반으로 새로운 콘텐츠를 생성하는 특화된 기술이다. 이러한 기술을 통해 인공지능은 텍스트 및 이미지 데이터를 학습하여 인간의 기존 창작물을 모방하거나 독창적인 결과물을 생성할 수 있다. 생성형 인공지능이 만들어내는 창작물의 유형에 따라 분류해 보면 다음 [Figure 1]과 같다.

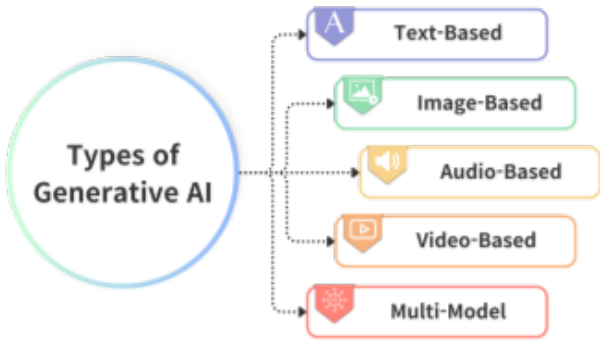


Figure 1. Types of Generative AI

텍스트 생성형 인공지능은 자연어 처리(NLP) 기술을 활용하여 사람과 유사하게 글을 쓰거나 질문에 답할 수 있으며 이미지 생성형 인공지능은 입력된 설명을 기반으로 창의적인 그림이나 사진을 만들어낼 수 있다. 멀티 모달 생성형 인공지능은 여러 모달리티(텍스트, 이미지 등)를 통합적으로 이해하고 이를 바탕으로 새로운 데이터를 생성하는 인공지능이다. 대표적인 예로는 텍스트 생성 도구인 ChatGPT, 이미지 생성 도구인 DALL-E, 음악 생성 도구인 Suno AI, 비디오 생성 도구 Runway 등이 있다.








2.1.2 생성형 인공지능의 교육적 활용

교육 현장에서 생성형 인공지능을 활용한다면 학생들의 창의적 글쓰기, 프로젝트 기반 학습 등 학생 중심의 학습 경험을 제공하는 유용한 교육 도구가 될 수 있다. 생성형 인공지능 활용의 교육적 함의를 학습자, 교사, 교육 자원의 측면에서 살펴보면 첫째, 생성형 인공지능은 대화형 인터페이스를 통해 학습자가 적극적으로 질문하고 탐구할 수 있는 환경을 제공한다. 둘째, 생성형 인공지능은 교사가 지식 전달자에서 학생들의 전인적 성장을 촉진하는 안내자, 상담자로 역할을 전환하도록 돕는다[9] 셋째, 생성형 인공지능을 통해 다양한 학습 자료를 생성 및 번역할 수 있어 언어 장벽을 넘어 학습 자원을 공유하는 기회를 제공한다.

한편, 이러한 교육적 함의를 달성하기 위해서는 생성형 인공지능의 올바른 활용과 이에 대한 적절한 지도 및 윤리적 고려가 필수적으로 선행되어야 한다. 먼저, 생성형 인공지능은 때때로 오류 또는 할루시네이션(Hallucination, 허구적 정보 생성)을 포함할 가능성이 있으므로 제공하는 정보의 정확성과 신뢰성에 대한 검증이 필요하다. 다음으로 학생들이 생성형 인공지능에 과잉 의존하지 않고 비판적 사고를 함양하기 위한 지도 방안이 마련되어야 한다. 마지막으로 생성형 인공지능은 개인정보 보호 등 윤리적 이슈를 내포할 수 있으므로 학생들에게는 생성형 인공지능을 사용할 때 저작권법을 준수하고 생성된 콘텐츠가 타인의 권리를 침해하지 않도록 주의해야 한다는 점을 교육해야 한다. 이러한 점을 고려하여 교사는 생성형 인공지능의 활용을 수업의 보조 수단으로 설계하고, 학습자의 지식과 역량을 확장하는 방향으로 활용 방안을 계획해야 한다. 한편, 교육 현장

에서 자주 활용되는 생성형 인공지능 도구가 제시한 연령 제한 규정과 그에 따른 초등학교의 활용 여부를 정리하면 다음 [Table 1]과 같다.

Table 2. Age restrictions for generative AI and whether it can be used with elementary school students(2024)

Generative AI	Age restriction	Utilization status
ChatGPT 	<ul style="list-style-type: none"> Prohibited for use under the age of 13 Parental or legal guardian consent required for users under the age of 18 	Elementary school students are not allowed to use it directly
Wrtn 	<ul style="list-style-type: none"> Parental consent required for users under the age of 14 	May be used with consent from a legal guardian
SUNO AI 	<ul style="list-style-type: none"> Prohibited for use under the age of 13 Parental or legal guardian consent required for users under the age of 18 	Elementary school students are not allowed to use it directly
Magic School 	<ul style="list-style-type: none"> Users under the age of 13 may use it with consent from a parent or guardian (including teachers) 	May be used under the supervision and guidance of a teacher
Canva 	<ul style="list-style-type: none"> Users under the age of 13 may use it for educational purposes with consent from a parent or guardian (including teachers) 	May be used under the supervision and guidance of a teacher
CLOVA X 	<ul style="list-style-type: none"> Restricted to users aged 19 and above 	Elementary school students are not allowed to use it directly
Gemini 	<ul style="list-style-type: none"> Only users aged 13 and above can sign up for a Google account (14+ in Korea) 	Elementary school students are not allowed to use it directly

2.2 생태 리터러시

리터러시(Literacy)는 단순히 정보를 이해하고 처리하는 능력을 넘어 개인과 사회의 상호작용 속에서 특정 맥락에 적응하고 이를 변화시키는 도구로 작동한다. 이러한 리터러시의 확장된 개념을 생태학적 관점으로 적용한 것이 바로 생태 리터러시(Ecological literacy)이다. 생태 리터러시는 인간이 단순히 자연환경에 적응하거나 이를 소극적으로 받아들이는 것을 넘어 생태적 시스템을 이해하고 이를 적극적으로 변형 및 유지하며 지속 가능한 삶의 방식을 추구할 수 있는 능력을 의미한다[10][11]. 한편, 교육학적 관점에서 생태 리터러시의 개념을 구체화한 Orr(1992)는 생태 리터러시를 단순한 지식 습득을 넘어 생태적 책임감과 윤리적 실천을 포함

하는 삶의 방식으로 보아야 한다고 강조한다.[12] 기존의 논의를 종합할 때, 포괄적인 개념인 생태 리터러시는 크게 세 가지 차원, 지식, 정서, 실천으로 범주화할 수 있다[13]. 본 연구는 생태 리터러시를 ‘생태 시스템에 대한 이해를 바탕으로(지식) 생태 의식과 책임감을 갖추고(정서) 지속 가능한 미래를 위해 주체적으로 행위하는 능력(실천)’으로 정의한다. 이는 단순히 생태적 지식의 축적이 아니라 생태적 윤리를 바탕으로 개인과 공동체가 지속 가능한 삶을 추구하는 역할을 포함한다.

2.3 생태전환교육

환경교육은 인간을 중심으로 대상을 다양하게 인식하면서 접근하는 교육이라면 생태교육은 한 개인이 자신과 세계와의 관계를 인식하고 상호작용하면서 인류가 자연과 함께 공동운명체로 살아가도록 탐색하는 교육이다[14]. 생태전환교육은 환경교육이라는 협소한 개념에서 생태교육이라는 포괄적인 개념으로 전환하려는 과도기적 용어로 생태교육을 포함하는 표현으로 이해될 수 있다. 우리나라 생태전환교육은 국제적 흐름에 따라 기후위기, 생태계 파괴와 같은 문제를 해결하기 위해 단순한 환경교육을 넘어선 포괄적이고 체계적인 접근 방식을 채택하게 된다. 2020년에 발표한 「생태전환교육 중장기 발전계획(2020-2024)」에서는 생태전환교육의 개념을 “기후위기 시대를 극복하기 위해 인간중심적 사고에서 벗어나, 인간과 자연의 공존과 지속가능성을 위해 인간의 생각과 행동 양식의 총체적 변화를 추구하는 교육”이라고 정의하였다. 이처럼 생태전환교육의 중요성이 대두됨에 따라 2021년 교육기본법에서는 기후 변화 환경교육과 관련하여 “국가와 지방자치단체는 모든 국민이 기후 변화 등에 대응하기 위하여 생태전환교육을 받을 수 있도록 필요한 시책을 수립·실시하여야 한다[15].”라는 내용이 신설되었다. 한편, 각 시도교육청에서도 환경교육 관련 계획을 발표하였는데, 이 중 ‘생태전환교육’을 직접적으로 언급하며 개념 정의를 제시하고 있는 교육청은 서울특별시, 인천광역시, 경상남도이다. 다음 [Table 2]는 해당 시도교육청의 생태전환교육 정의를 표로 나타낸 것이다.

Table 2. Definition of Ecological Transition Education from the City's Environmental Education Planning Document

Office of Education	Definition of Ecological Transition Education
Seoul Metropolitan Office of Education	Education based on environmental education as defined in Article 2, Paragraph 1 of the "Act on the Promotion and Support of Environmental Education," which aims to pursue a comprehensive transition in individual thoughts and behaviors, as well as organizational culture and systems, for coexistence between humans and nature and a sustainable life.

Incheon Metropolitan Office of Education	Education that responds to climate change and environmental disasters, and pursues a comprehensive transition in individual thoughts and behaviors, as well as organizational culture and systems, for coexistence between humans and nature and a sustainable life.
Gyeongsangnam-do Provincial Office of Education	Education that responds to climate change and environmental disasters, promotes coexistence between the environment and humans, and drives ecological transitions at all levels for a sustainable life.

이를 종합해 보았을 때 생태전환교육은 기후 변화와 환경 문제에 대응하며 지속가능한 삶과 인간-자연의 공존을 목표로 하는 교육이다. 또한 개인의 행동 변화뿐만 아니라 조직과 사회 시스템의 변화를 포함한 총체적인 접근 방식을 추구하고자 한다.

2.4 베트남의 환경문제 및 환경교육

베트남에서 환경오염의 주요 원인은 인구증가율과 도시화 및 산업화의 가속화, 그리고 환경교육 및 문화인식이 부족한 점 등을 들 수 있다[16]. Jambeck et al.(2015)에 따르면 베트남은 매해 약 300만 톤의 플라스틱 쓰레기를 배출하고 있으며, 매년 약 28~73만 톤의 플라스틱 폐기물을 해양으로 배출하는데 이는 세계에서 네 번째로 많은 양이다.[17] 이러한 점에서 베트남의 플라스틱 쓰레기 문제는 시급하게 논의되어야 할 사회문제라고 할 수 있다. 이에 대응하기 위해 베트남 당국은 환경교육을 국가적 의제로 삼고 있다. 베트남의 환경교육은 환경보호법 제정을 계기로 1990년대부터 베트남 정부의 환경문제와 환경보전·보호 인식을 향상하기 위한 교육, 연수 활동에 관한 관심과 투자가 확산되었다[18]. 그러나 환경교육은 여전히 독립적인 과목으로 정착하지 못한 상황이며, 전문 교사와 교육 자료의 부족으로 인해 그 실효성이 제한적이라는 평가를 받고 있다[18]. 이제는 환경문제에 대한 학습자들의 인식을 효과적으로 변화시키고, 지속가능한 삶에 대한 태도와 실천을 함양할 수 있는 생태전환교육이 필요한 시점이라고 할 수 있다.

다행인 점은 친환경적인 움직임이 확산됨에 따라 베트남에서도 환경을 고려한 운영 방식을 채택한 음식점과 친환경 가게들이 점차 증가하고 있다는 것이다. 대표적인 사례로 피자 포피스(Pizza 4P's)의 경우 로컬 식재료를 사용하는 팜투테이블(Farm-to-Table) 방식을 도입하여 식재료의 운송에서 발생하는 탄소 배출량을 줄이고, 배달 포장 용기를 플라스틱 대신 생분해가 가능한 소재를 이용하고 있다. 또한 호찌민시 빈탄군에 위치한 Lại Đây Refill Station은 재활용 용기를 가져오면 그램 수에 맞춰 샴푸, 컨디셔너, 바디워시 등을 구매할 수 있는 리필 스테이션을 운영함과 동시에 폐기물에서 추출한 원료로 만든 세제, 생분해가 용이한 생활용품 등을 판매하고 있다. 다양한 재화뿐만 아니라 플라스틱 쓰레기가 발생하지 않는 친환경 파티 플래닝 서비스를 제공하고 있다. 호찌민시 4군에 있는 Cà phê ống은 플라스

틱 컵 대신 대나무 컵을 테이크아웃 용기로 활용하며 소비자로부터 반환받는 등 플라스틱 포장 용기의 사용을 줄이고 있다. 아래 [Figure 2]는 해당 사업체를 조사하기 위해 직접 방문하거나 포장하여 촬영한 사진이다.



Figure 2. Eco-friendly restaurants and shops in Ho Chi Minh City, Vietnam

한편, 재외에 있는 한국학교라는 특수한 상황에서 생태 전환교육을 적용함에 있어서 국내와는 다른 환경적 요인을 지니고 있음을 고려하여야 한다. 베트남은 사계절 대신 건기와 우기만 존재하는 열대 기후를 특징으로 하며, 대중교통 수단인 지하철이나 버스보다 오토바이가 주요 교통수단으로 널리 사용되는 나라이다. 오토바이를 타는 대신 걸어서 등교하기와 같은 한국 환경교육에서의 친환경 행동을 제안할 수 있다. 하지만 이는 기온이 높을 때는 체감온도 50도에 육박하기도 하는 베트남에서 학생의 건강과 안전을 해치는 선택이 될 수도 있다. 생태 시민들은 사회적 실천의 기회를 적절히 이용할 수 있어야 한다. 한편 정치 제도나 국가, 기업, 지자체 등도 생태발자국을 발생시키는 주체이며, 이들이 지속가능하지 않은 생활을 지지하는지 검토해야 한다. 다시 말해 개인의 친환경적 실천도 중요하지만 오토바이를 타고 다닐 수밖에 없는 상황을 비판적으로 바라보고, 개선하려는 시도 또한 의미 있는 생태전환교육이 될 수 있는 것이다. 정부에 대중교통의 활성화 정책을 제안하는 등의 활동이 예시가 될 수 있다.

3. 연구 방법

3.1 연구 대상

본 연구 프로그램의 대상은 베트남 호찌민시 소재의 H 재외한국학교 초등학교 5, 6학년 학생 38명이며 인원 구성은 [Table 3]과 같다.

Table 3. Basic information about participants

	Composition of participants		Total
	Male	Female	
Gender	21	17	38
Grade	5th	6th	
	18	20	

5, 6학년을 연구 집단으로 선정한 이유는 본교의 5학년

이상의 학생들은 주 1회 AI 교과 수업을 통해 블록 코딩에 대한 기본 지식이 형성되어 있고, 캔바와 같은 발표 자료 제작 도구를 사용해 본 경험이 있으므로 8차시 분량의 단기 프로젝트 수업 기간 동안 효과성 검증을 위한 수업 도구 사용 경험에만 집중할 수 있을 것으로 기대했기 때문이다. 또한 본 수업은 2022 개정 교육과정과 연계되어 있기는 하나 생태전환교육이라는 범교과적 학습 주제를 다루므로 특정 학년 교과 내용과 연계되는 내용의 수업은 아니다. 그러므로 두 학년이 함께 수업을 할 수 있으며 후에 다양한 학년으로 확장하여 적용할 가능성을 염두에 두었다. 학년 및 성별이 고르게 분포되어 연구 결과의 편향성이 발생할 가능성이 작고, 연구 결과의 신뢰성을 높일 수 있었다.

또한 본 연구는 생명윤리위원회(IRB: Institutional Review Board)의 심의를 거쳐 승인받았다. 인간 대상 연구의 윤리적 기준에 따라 연구 대상자 모집과 선정, 서면 동의 절차, 실험 진행 과정에 대한 심의가 진행되었다. 연구 참여자들에게는 실험 시작 전 연구 절차와 데이터 수집에 대해 서면 및 구두로 충분히 설명하였으며, 서면 동의를 통해 참여 여부를 확정하였다. 이후, 동의서를 작성한 참여자들만을 대상으로 실험이 진행되었다.

3.2 연구 절차

3.2.1 프로그램 개발 모형

본 연구는 인공지능 기반 생태전환교육 프로그램을 개발하기 위하여 교수설계의 대표적인 모형인 ADDIE 모형(Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation)을 기반으로 Design Thinking의 문제 해결 과정을 융합하여 적용되었다. ADDIE 모형은 체계적이고 논리적인 단계로 학습 설계 과정을 제공하지만, 학습자의 학습 정서나 경험에 대한 깊이 있는 공감 단계가 부족할 수 있다. 반면 Design Thinking 모형은 공감을 바탕으로 학습자의 실제 요구와 문제를 깊이 이해하도록 돕기 때문에, ADDIE 모형의 분석 단계와 결합하여 학습자 중심성을 강화할 수 있다. 또한 ADDIE 모형은 구조화된 과정으로 효율성을 높이는 데 강점을 가지지만, 창의적인 해결 방안 도출에는 제한적일 수 있다. 반면 Design Thinking 모형의 아이디어 도출(Ideate) 단계는 창의적이고 혁신적인 해결 방안을 모색하도록 도와주며, 이를 ADDIE의 개발 단계에 적용하면 더욱 독창적인 학습 경험을 설계할 수 있을 것이다. 다음 [Figure 3]은 ADDIE 모형과 Design Thinking 모형을 융합한 모델 시각화한 그림이다.

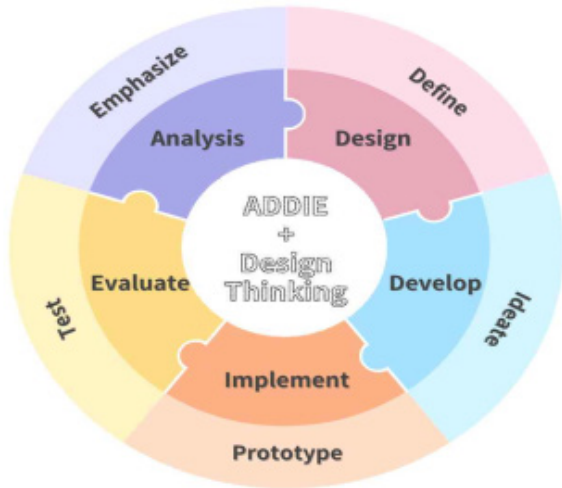


Figure 3. Visualization of a Model Integrating the ADDIE and Design Thinking Frameworks

분석 및 공감 단계에서는 설문조사를 통해 학생들의 출발점을 분석하고, 5·6학년 담임교사들에게 학생들의 평소 수업 활동과 선호하는 교수법에 대한 정보를 수집하였다. 또한 디지털 기자재 활용 가능 여부를 점검하여 연구 표본수를 확정하였다. 설계 및 문제 정의 단계에서는 2022 개정 교육과정을 기반으로 주제를 설정하고, 환경문제 중 ‘플라스틱 소비 줄이기’를 핵심 과제로 선정하였다. 학생 수준과 흥미를 고려해 프로그램 난이도를 조정하고, 블록 코딩 및 생성형 인공지능 도구를 활용하였다. 개발 및 아이디어 도출 단계에서는 플라스틱 소비를 줄이는 사례를 조사하고, 블록 코딩과 생성형 AI 활용 예시 작품을 제작하였다. 또한 생태 리터러시와 인공지능 태도를 측정할 검사 도구를 선정하였다. 적용 및 프로토타입 단계에서는 전문가 검토를 통해 수업지도안을 수정·보완하고, 일부 수업을 적용하여 학습자 수준과 흥미를 점검하였다. 수업 전후로 생태 리터러시와 AI 태도 사전·사후 검사를 실시하였다. 평가 및 테스트 단계에서는 프로그램 효과성을 검증하기 위해 만족도 조사를 실시하고, 학생 결과물에 관한 후속 연구를 통해 프로그램을 개선하였다.

3.2.2 전문가 수업 타당도 검사

본 연구는 2022 개정 교육과정과 연계한 생태전환교육 프로그램을 개발하여 교육적 타당성을 확보하고자 하였다. 이에 2022 개정 교육과정에서 수업에 적용할 성취기준을 사회, 도덕, 실과, 국어 교과에서 각각 선정하였다. 또한 수업 프로그램의 타당도를 검증하기 위해 수업 전문가 11인에게 타당도 검사 설문을 요청하였다. 전문가 집단의 구성은 중등 정보 교과 교사를 포함하여 AI·SW 교육 및 생태전환교육에 관한 수업 관심도가 높은 경력 5년차부터 14년차의 초등교사를 선정하여 검토를 의뢰하였다. 타당도 검사 결과 개발 방향, 적합성, 체계성 등 9가지 영역을 확인할 수 있는 문항에서 모두 CVR 값이 1.0으로 나타났으며 이는 프로그

램의 설계와 구성 요소가 명확한 학습 목표를 충족하며 실제 교육 현장에서 효과적으로 적용될 수 있음을 입증하였다. 한편, 개방형 문항 중 프로그램 개선이 필요한 부분에 대한 응답 결과를 고려하여 학습목표를 중심으로 핵심적인 성취기준을 다시 선정하고, 수업에 활용되는 생성형 인공지능(매직스쿨 AI)의 안전성 검사 결과를 검토하였으며 학생들이 학습 내용 간의 연관성을 잘 인지할 수 있도록 확인 질문과 복습 퀴즈를 적절히 활용하였다.

3.2.3 생성형 인공지능 도구 선정

본 연구에서 활용한 온라인 플랫폼 및 에듀테크 도구들은 초등학교 학생들의 학습 참여를 유도하고 수업의 효과를 높이는 데 중점을 두고 선정되었다. 수업에서 가장 중점적으로 활용한 매직스쿨 AI는 교사와 학습자가 생산적인 학습 환경을 조성하도록 설계된 교육용 생성형 인공지능 플랫폼이다. 매직스쿨 AI의 장점은 학생들이 로그인 없이 교사가 제공하는 링크를 통하여 입장할 수 있으며 교사는 대시보드를 활용해 학생-인공지능 간의 상호작용을 실시간으로 모니터링하고, 사용 권한을 제한할 수 있어 학생들이 인공지능 기술을 부적절하게 활용하는 것을 방지할 수 있다는 것이다. 또한 개인정보 보호와 법적 기준을 엄격히 준수하고 있기 때문에 학생들이 비교적 안전하게 사용할 수 있다.

3.2.4 프로그램 효과성 검증 도구

본 연구에서 프로그램의 효과성을 검증하기 위해서 인공지능에 대한 태도, 생태 리터러시, 프로그램 만족도 검사를 각각 실시하였다. 먼저 인공지능에 대한 태도 검사는 김성원, 이영준(2020)이 개발한 ‘중학생의 인공지능에 대한 태도 검사 도구’를 김은경(2022)이 초등학교 학생에게 타당도를 확보하도록 수정한 검사 도구를 활용하였다. 다음으로 생태 리터러시 검사는 박현진(2023)이 개발한 ‘초등학교 생태 리터러시 측정 도구’를 검사 도구로 선정하였다. 프로그램의 장단점 및 효과성을 입체적으로 검토하기 위해 프로그램 만족도 조사 또한 실시하였는데, 프로그램의 난이도, 흥미 등을 묻는 객관식 문항과 수업 후 달라진 점, 소감 등을 묻는 주관식 문항으로 이루어져 있다.

3.3 생성형 인공지능 기반 생태전환교육 프로그램

본 연구는 인공지능 기반 생태전환교육 프로그램을 총 8차시로 개발하였으며, 인쇄된 활동지를 사용하지 않는 페이퍼리스(Paperless) 수업이다. 프로그램명은 ‘지구를 지키는 AI 미래 사업가’로 학생들이 사업가의 관점에서 친환경 아이디어를 도출해보는 것을 목표로 하고 있다. 수업 프로그램의 개요는 아래 [Table 4]와 같다.

Table 4. Overview of the Lesson Program

	Topic	Learning Content
1	Exploring connections between myself and the ecological environment	<p>Activity 1: Exploring the connection between "me" and the ecological environment</p> <ul style="list-style-type: none"> - Use Padlet Sandbox to explore the connections between humans and the ecological environment <p>Activity 2: Is humanity at risk if the dodo bird goes extinct?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Learn about the impact of biodiversity on humanity through a video
2	Animals are losing their homes due to the climate crisis	<p>Activity 1: Habitats destroyed by the climate crisis</p> <ul style="list-style-type: none"> - Watch a video about how animal habitats are being destroyed by the climate crisis <p>Activity 2: Meeting AI team member Dr. Reina (Magic School)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Learn how to design a LEGO robot using Generative AI in Magic School
3	Using LEGO to create habitats for animals	<p>Activity 1: Designing animal habitats with Spike Essential</p> <ul style="list-style-type: none"> - Discuss with a partner how to create animal habitats <p>Activity 2: Assembling animal habitats with Spike Essential</p> <ul style="list-style-type: none"> - Use Spike Essential to create animal habitats
4	Choosing inconvenience to prevent the climate crisis	<p>Activity 1: Convenient choices lead to the climate crisis!</p> <ul style="list-style-type: none"> - Learn about everyday examples of convenient choices that cause the climate crisis <p>Activity 2: What choices should we make?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plan and present sustainable and eco-friendly lifestyle choices
5	Understanding the value of using less and using wisely	<p>Activity 1: Plastic, the main culprit of the climate crisis</p> <ul style="list-style-type: none"> - Watch a video about why reducing plastic consumption is more important than recycling <p>Activity 2: Learning about examples of reducing plastic use</p> <ul style="list-style-type: none"> - Explore examples of restaurants and stores in Vietnam practicing plastic reduction
6	Brainstorming eco-friendly ideas to change our lifestyle	<p>Activity 1: Learning how to use Generative AI responsibly</p> <ul style="list-style-type: none"> - Learn about the ethical issues that may arise when using Generative AI - Learn questioning techniques to get desired answers from Generative AI <p>Activity 2: Brainstorming eco-friendly ideas to change our lifestyle (1)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Think about local environmental resources and their characteristics - Use Magic School to generate eco-friendly ideas
7	Developing eco-friendly ideas to change our lifestyle	<p>Activity 1: Brainstorming eco-friendly ideas to change our lifestyle (2)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Learn how to generate images using Generative AI - Use Ryutten to develop eco-friendly ideas further <p>Activity 2: Creating a presentation for eco-friendly business plans (1)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Use Canva to create presentation materials for eco-friendly ideas

8	Sharing eco-friendly ideas to change our lifestyle	<p>Activity 1: Creating a presentation for eco-friendly business plans (2)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Use Magic School to get feedback on presentation materials (e.g., typos, awkward expressions, vocabulary) <p>Activity 2: Presenting AI future entrepreneur projects to save the Earth</p> <ul style="list-style-type: none"> - Listen to other teams' presentations, provide feedback, and make revisions
---	--	---

1차시는 ‘나’와 ‘생태 환경’ 사이의 연결고리를 탐색하며 인간뿐 아니라 동식물의 관점에서 생태계를 이해한다. 패들렛을 활용해 생태 환경이 밀접하게 연결되어 있음을 인식하고, 멸종위기종 관련 영상을 통해 생물다양성의 중요성을 배운다. 2차시는 기후위기로 인해 동물 서식지가 파괴되는 문제를 공감하고, 매직스쿨 AI를 활용해 멸종위기 동물과 서식지를 레고로 구현하는 방법을 탐색한다. 3차시는 스파이크 에센셜 레고로 멸종위기 동물과 서식지를 표현하며 시각화 작업과 공유를 통해 환경문제에 대한 감수성을 기른다. 4차시는 인간의 행동이 기후위기를 유발하는 사례를 분석하며 개인 행동 변화의 중요성을 인식한다. 5차시는 플라스틱 소비가 기후위기에 미치는 영향을 알아보고 플라스틱 사용을 줄이기 위한 시스템적 변화를 의논한다. 6~8차시는 워튼(Wrtn)의 ppt 초안 생성 기능을 활용해 친환경 아이디어 발표 자료의 초안을 만들었다. 또한 캔바를 활용하여 발표 자료를 시각화 및 공유하며 환경문제 해결 방안을 구체화한다.

4. 연구 결과

4.1 사전·사후 분석 결과

4.1.1 생태 리터러시 사전·사후 검사 결과

인공지능 기반 생태전환교육 프로그램이 초등학교 5, 6학년 학생들의 생태 리터러시 향상에 미치는 영향을 검증하기 위해 실험집단 38명의 생태 리터러시 사전·사후 검사를 대응 표본 t-검정으로 실시하였으며, 분석 결과는 아래 [Table 5]와 같다.

Table 5. Comparison of Pre- and Post-Test Results for Ecological Literacy in the Experimental Group

	Test	M	SD	t	p
Ecological Literacy	Pre	3.986	0.509	-4.327	0.0001
	Post	4.298	0.479		

S u b c a t e g o r i e s	Ecological Citizenship Awareness	Pre	3,558	0,864	-4.804	0,000
		Post	4,074	0,786		
	Eco- Friendliness	Pre	3,684	0,691	-3.761	0,0006
		Post	4,047	0,665		
	Recognition of Human-Nature Interdependence	Pre	4,546	0,519	-1.504	0,141
		Post	4,664	0,482		
	Awareness of Nature's Rights	Pre	3,789	0,604	-2.692	0,011
		Post	4,211	0,578		
	Environmentally Friendly Actions	Pre	3,729	0,622	-1.817	0,077
		Post	4,053	0,603		
	Respect for Life	Pre	4,316	0,601	-1.885	0,067
		Post	4,684	0,540		

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

생태 리터러시 전체 분석 결과, 사전 평균 점수는 3.986, 사후 평균 점수는 4.298로 0.312점 향상되었으며, 유의확률 p값은 0.000(p<.001)로 통계적으로 유의미한 차이를 보였다. 이는 인공지능 기반 생태전환교육 프로그램이 초등학생들의 생태 리터러시 향상에 긍정적인 영향을 미쳤음을 나타낸다. 하위 영역별로 살펴보면, 생태 시민 의식 영역은 사전 평균 3.558에서 4.074로 0.516점 상승하며 가장 큰 변화를 보였고, p값은 0.000(p<.001)로 유의미했다. 생태 친화성 영역은 3.684에서 4.047로 0.363점 향상되었으며, p값은 0.000(p<.01)로 나타났다. 자연 권리 인식 영역은 3.789에서 4.211로 0.422점 상승(p=0.000, p<.001), 친환경 행동 영역은 3.729에서 4.053으로 0.324점 상승(p=0.002, p<.01), 생명 존중 영역은 4.316에서 4.684로 0.368점 상승(p=0.000, p<.001)하며 모두 유의미한 차이를 보였다. 반면, 인간-자연 유기성 인식 영역은 4.546에서 4.684로 0.138점 상승했으나, p값이 0.145로 통계적으로 유의미하지 않았다. 종합적으로, 생태 리터러시 전체와 대부분의 하위 영역에서 유의미한 개선이 확인되었다. 특히 생태 시민 의식에서 가장 큰 향상이 나타난 것은 학생들이 실천적 행동과 아이디어 창출 활동에 적극적으로 참여했기 때문으로 보인다. 반면, 인간-자연 유기성 인식에서 유의미한 차이가 없었던 이유는 생태계 내 상호작용에 대한 충분한 공감 과정이 부족했기 때문일 것이다. 따라서 후속 연구에서는 서식지 파괴의 생태적 변화를 시뮬레이션하거나 다양한 멸종위기 동물 사례를 통해 상호작용과 인간 활동의 영향을 구체적으로 보여주는 활동이 필요하다.

4.1.2 인공지능에 대한 태도 사전·사후 검사 결과

인공지능에 대한 태도 사전·사후 검사도 마찬가지로 대응 표본 t-검정으로 실시하였으며, 분석 결과는 아래 [Table 6]과 같다.

Table 6. Comparison of Pre- and Post-Test Results for Attitude toward Artificial Intelligence in the Experimental Group

		Test	M	SD	t	p
	Attitudes Toward Artificial Intelligence	Pre	3.342	0.407	-3.778	0.0006
		Post	3.692	0.486		
S u b c a t e g o r i e s	Emotional Interaction with AI	Pre	3.465	0.84	-2.275	0.029
		Post	3.886	0.799		
	Characteristics of AI	Pre	3.868	0.737	-3.606	0.001
		Post	4.421	0.599		
	Interaction with AI	Pre	3.77	0.591	-3.606	0.401
		Post	3.895	0.739		
	Social Impact of AI	Pre	2.171	0.629	-1.971	0.056
		Post	2.467	0.857		
	Communication with AI	Pre	3.592	0.787	-2.338	0.025
		Post	3.987	0.642		

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

인공지능에 대한 태도의 전체 분석 결과, 사전 평균 점수는 3.342, 사후 평균 점수는 3.692로 0.350 향상되었으며, 유의확률 p값이 0.0006(p<.001)로 통계적으로 유의미한 차이를 보였다. 이는 인공지능 기반 교육 프로그램이 초등학생들의 인공지능에 대한 태도 향상에 긍정적인 영향을 미쳤음을 시사한다. 하위 영역별로 살펴보면, 인공지능과 감정적 교류 영역에서는 사전 평균 점수 3.465, 사후 평균 점수 3.886으로 0.421 향상되었으며, p값이 0.029(p<.05)로 통계적으로 유의미한 차이를 나타냈다. 인공지능의 특성 영역은 사전 3.868, 사후 4.421로 0.553 상승하며, p값이 0.001(p<.01)로 유의미한 향상을 보였다. 반면, 인공지능과 상호작용 영역은 사전 3.770, 사후 3.895로 0.125 상승했으나 p값이 0.401(p>.05)로 유의미하지 않았다. 인공지능의 사회적 영향 영역은 사전 2.171, 사후 2.467로 0.296 향상되었으나, p값이 0.056(p>.05)로 통계적으로 유의미하지 않았다. 마지막으로, 인공지능과 의사소통 영역은 사전 3.592, 사후 3.987로 0.395 향상되었고, p값이 0.025(p<.05)로 유의미한 차이를 보였다. 종합적으로, 본 연구의 교육 프로그램은 학생들이 인공지능에 대해 긍정적인 태도를 형성하는 데 효과적이었다. 감정적 교류 영역에서는 생성형 AI와의 대화를 통해 AI를 '소통할 수 있는 존재'로 인식하게 했고, 특성 영역에서는 AI의 문제 해결 능력을 경험하게 하여 이해도를 높였다. 의사소통 영역에서는 AI와의 언어적 상호작용이 반복되며 프롬프팅 능력이 향상된 것으로 보인다.

4.2 프로그램 만족도 조사 결과

본 연구 수업을 실시한 후 교육 프로그램에 대한 학생들의 반응을 정성적으로 살펴보고자 프로그램 만족도 조사를 실시하였다. 설문 문항은 총 5개의 항목으로 구성되었으며, 프로그램에 대한 흥미, 이해도, 참여 유도를 각각 5점(매우 그렇다) ~1점(매우 아니다)의 리커트 척도를 기반으로 조사

하였다. 조사 결과는 [Table 7]과 같다.

Table 7. Program Satisfaction Survey Results (N=38)

Question	Content	Response	Frequency	Percentage(%)
1	Was the AI-based ecological transition education program interesting?	Strongly Agree	24	63.16
		Agree	12	31.58
		Neutral	2	5.26
		Disagree	0	0
		Strongly Disagree	0	0
2	Was the difficulty level of the AI-based ecological transition education program appropriate?	Strongly Agree	18	47.37
		Agree	17	44.74
		Neutral	3	7.89
		Disagree	0	0
		Strongly Disagree	0	0
3	Did this program increase your interest in ecological transition education?	Strongly Agree	17	44.74
		Agree	19	50.00
		Neutral	2	5.26
		Disagree	0	0
		Strongly Disagree	0	0
4	Did this program increase your interest in AI education?	Strongly Agree	14	36.84
		Agree	17	44.74
		Neutral	7	18.42
		Disagree	0	0
		Strongly Disagree	0	0

객관식 응답 중 ‘매우 그렇다’와 ‘그렇다’라고 응답한 학생의 수를 긍정적인 응답으로 보고 설문 결과를 분석하였다. 프로그램 흥미도를 알 수 있는 1번 문항에서 94.74%의 학생들이 프로그램을 흥미롭게 느꼈음을 알 수 있다. 이는 프로그램의 주제가 대다수 학생의 관심을 끌었다는 긍정적인 신호로 해석할 수 있다. 다음으로 프로그램 난이도 적절성을 알 수 있는 2번 문항에서 92.11%의 학생들이 프로그램의 난이도를 적절하다고 평가했다. 이는 프로그램의 난이도가 대부분 참가 학생의 수준에 맞았다는 것을 보여준다. 다음으로 생태전환교육의 관심도 변화를 알 수 있는 3번 문항에서 94.74%의 학생들이 긍정적으로 답변하여 프로그램이 생태전환교육에 관한 관심을 효과적으로 촉진했음을 알 수 있다. 마지막으로 인공지능교육의 관심도 변화를 알 수 있는 4번 문항에서 긍정적인 답변은 81.58%로 인공지능교육에 관한 관심도 역시 높게 나타났다.

4.3 프로그램 활동 결과물

수업 프로그램은 나와 생태 환경 사이의 연결고리를 탐

색하고, 생태계의 모습을 레고 블록 코딩 교구로 표현하고, 기후위기의 주범인 플라스틱 소비를 줄일 수 있는 친환경 사업 아이디어를 구체화해 보는 흐름으로 이어진다. 아래 [Figure 4]는 학생들의 활동 결과물 중 일부이다.



Expressing connections to the ecological environment using Pad let Sandbox



Representing animals and habitats using Spike Essential (block coding LEGO toolkit)



Developing eco-friendly ideas using Magic School AI, Wrtn, and Canva

Figure 4. Student Activity Products

5. 연구 후속 활동

본 연구의 수업 결과물인 친환경 프로젝트 아이디어 제안서를 베트남 환경 단체 RE·THINK PLASTIC VIETNAM이 주최하는 IDEA Challenge에 공모하였다. 이 대회는 8~25세 청소년과 청년들이 플라스틱 소비 및 폐기물 감소를 위한 프로젝트를 제안하는 대회로, 초등학교 56학년 학생들은 11~14세 부문에 지원하여 프레젠테이션 형태로 아이디어를 제출하였다. 총 10팀 중 4팀이 결선에 진출했으며, 결선 진출 팀은 멘토링을 통해 아이디어를 수정·보완한 뒤 영어 발표와 포스터 전시로 아이디어를 발표하였다. 그 결과 Plarec 팀의 “Plastic 7 Color Marks” 아이디어가 우수 프로젝트로 선정되어 1000만동의 지원금을 수상하였다. 초등학생으로서 결선 진출 및 수상한 점은 의미가 있으며, 생성형 AI와 협력해 시작된 프로젝트가 학생들의 수정과 보완을 통해 구체화되며 생태 리터러시를 기르는 과정이 되었다. 아래 [Figure 5]은 대회 포스터 및 대회 참가 사진이다.



Figure 5. Photos of Competition Participation

6. 결론 및 제언

본 연구는 인공지능 기반 생태전환교육 프로그램을 개발하여 베트남 호찌민시 H 한국국제학교 5, 6학년 학생 38명을 대상으로 적용하고 효과성을 검증하였다. 사전·사후 검사를 통해 생태 리터러시와 인공지능에 대한 태도 변화를 설문 조사하고, SPSS를 활용해 표본 t-검정으로 정량적으로 분석하였으며, 프로그램 만족도 조사를 통해 정성적으로 분석하였다.

첫째, 2022 개정 교육과정의 인공지능 및 생태전환교육 내용을 분석해 8차시 수업 프로그램을 개발하고, 11명의 교육 전문가 검토를 통해 타당성을 확보하였다. 수업은 두 기수로 나누어 진행하여 개인 피드백을 제공하고 프로그램을 수정·보완하였다. 둘째, 프로그램은 학생들의 생태 리터러시와 인공지능 태도 향상에 긍정적인 효과를 보였다. 생태 시민 의식, 생태친화성, 친환경 행동 등에서 유의미한 변화가 있었으며, 인공지능을 소통 가능한 존재로 인식하고 의사소통 능력을 향상시키는 데도 효과적이었다. 셋째, 만족도 조사 결과, 학생들은 94.74%가 프로그램을 흥미롭다고, 92.11%가 난이도가 적절하다고 평가했으며, 환경 문제에 대한 관심과 책임감, 인공지능 기술에 대한 자신감과 흥미를 얻었다고 응답하였다. 일부 학생들은 초기 난이도를 어렵게 느꼈으나 적응 후 흥미를 느꼈다.

한편, 본 연구는 인공지능 기반 생태전환교육 프로그램의 발전과 활용을 위해 다음과 같은 제언을 제시한다.

첫째, 본 프로그램은 초등학생의 학습 특성을 고려하여

설계되었고, 생태 리터러시와 인공지능 태도에 긍정적인 영향을 미쳤다. 이를 국내외 초등학교에 적용하기 위해 교사 연수와 자료 배포 등 지원 방안이 필요하다. 둘째, 제한된 표본 크기를 보완하기 위해 후속 연구에서는 다양한 지역과 배경의 학생을 포함해 표본을 확대하고, 지역적 특성에 따른 효과 차이를 분석해야 한다. 셋째, 단기적 효과뿐 아니라 생태 리터러시와 인공지능 태도의 장기적 변화를 검증하기 위한 후속 연구가 필요하며 창의적 문제 해결 능력과 디지털 리터러시에 미치는 영향도 분석해야 한다. 본 연구는 인공지능 기술과 생태전환교육을 통해 초등학생들이 책임감 있는 사고와 디지털 소양을 갖춘 생태시민으로 성장하는 데 기여할 수 있음을 보여주었다.

참고문헌

- [1] Seoul Metropolitan Office of Education. (2024). *Basic plan for ecological transition education in 2024*. Seoul Metropolitan Office of Education. https://buseo.sen.go.kr/buseo/bu12/user/bbs/BD_selectBbs.do?q_rowPerPage=10&q_currPage=9&q_sortName=&q_sortOrder=&q_searchKeyTy2=1005&q_searchStartDt=&q_searchEndDt=&q_bbsSn=1266&q_bbsDocNo=20240206112310155&q_searchKeyTy=ttl_1002&q_searchVal=&
- [2] Jo, J. H. (2020). *The effect of systems thinking applied to climate change teaching on elementary school students* [Master's thesis]. Graduate School of Seoul National University.
- [3] Ontario Ministry of Education. (2007). *Shaping our schools, shaping our future: Environmental education in Ontario schools*. <https://heartandart.ca/wp-content/uploads/2012/04/shapingschools.pdf>
- [4] Park, S. (2022). A Curriculum Content Analysis Study on the Direction of Ecological Transformation Education. *The Journal of Curriculum Studies*, 40(3), 1-25. <http://dx.doi.org/10.15708/KSCS.40.3.1>
- [5] Ministry of Education. (2022). *2022 revised national curriculum of the Republic of Korea*. Sejong: Ministry of Education.
- [6] Kim, J.-K., & Kim, K.-E. (2023). Effects of an interdisciplinary environmental education program using artificial intelligence on elementary school students' environmental literacy and AI competency. *Korean Journal of Elementary Education*, 34(3), 195-210. <https://doi.org/10.20972/kjee.34.3.202309.195>
- [7] Brown, T., et al. (2020). Language models are few-shot learners. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 33, 1877-1901. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2005.14165>

- [8] Heo, J. W. (2024). Ethical issues of generative AI and moral educational solutions: Focusing on large language models. *KOREAN ELEMENTARY MORAL EDUCATION SOCIETY*, 88, 279-300. <http://dx.doi.org/10.17282/ethics.2024.88.279>
- [9] Sung, T. J., Si, G. J., & Choi, Y. J. (2024). A paradigm shift and the future direction of educational assessment in the era of generative AI. *Journal of Educational Evaluation*, 37(1), 1-28. <http://dx.doi.org/10.31158/JEEV.2024.37.1.1>
- [10] Capra, F. (1996). Ecological literacy. In *The web of life: A new scientific understanding of living systems* (pp. 297-304). Anchor Books.
- [11] Stone, M. K., & Barlow, Z. (2005). *Ecological literacy: Educating our children for a sustainable world*. Sierra Club Books.
- [12] Orr, D. W. (1992). *Ecological literacy: Education and the transition to a postmodern world*. State University of New York Press.
- [13] Park, J. W., & Kim, H. Y. (2016). The Concept of Ecological Literacy and its Educational Meanings. *The Journal of Educational Research*, 14(2), 105-125.
- [14] Ahn, J. B., Bae, Y. J., Lim, J. I., Jung, J. A., Jung, N. M., Jung, S. H., & Lee, S. J. (2022). *A study on building an objective system for ecological transition education and performance management(2021-33)*. Seoul: Seoul Metropolitan Office of Education Research Information Center. <https://sjeec.or.kr/bdread/policy/248?>
- [15] Republic of Korea. (2022). *Framework Act on Education* [Article 22-2].
- [16] Cho, E. R. (2018). A Study on the Vietnam Environmental Protection Law. *Korean Environmental Law Association*, 40(2), 361-402. <http://dx.doi.org/10.35769/elr.2018.40.2.012>
- [17] Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., & Law, K. L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223), 768-771. <https://doi.org/10.1126/science.1260352>
- [18] Nguyen Thi Thu Quyen. (2015). *A comparative study on the content of environmental education of Korea and Vietnam: Focusing on moral education textbook of middle school*. [Master's thesis], Academy of Korean Studies.



송채원

- 2019년 경인교육대학교 초등교육학과(교육학사)
- 2025년 성균관대학교 인공지능융합교육전공(교육학석사)
- 2020년~ 서울특별시교육청 리라초등학교 교사
- 2024년~현재 호치민시한국국제학교(파견) AI교과 전담교사

✚ 관심분야 : 생성형 인공지능, 생태전환교육, 인공지능 융합 교육

✉ codnjs@sonline20.sen.go.kr



김미랑

- 1987년 서울대학교 영어영문학과(문학사)
- 1988년 Lehigh University 교육공학전공(이학석사)
- 1998년 서울대학교 대학원 교육학과 교육방법·공학전공(교육학박사)
- 1999년~현재 성균관대학교 사범대학 컴퓨터교육과 교수

✚ 관심분야 : 컴퓨터교과교육, 온라인교수설계, 데이터기반분석, 인공지능교육

✉ mrkim@skku.edu