



노벨 엔지니어링과 피지컬 컴퓨팅 기반의 초등학교 국어과 융합 프로그램 개발 및 효과성 분석*

Development and Effectiveness Analysis of an Integrated Korean Language Program Based on Nobel Engineering and Physical Computing for Elementary School Students

홍연진[†] · 김한성^{††}

Yeunjin Hong[†] · Hansung Kim^{††}

요약

본 연구는 노벨 엔지니어링과 피지컬 컴퓨팅을 융합한 초등학교 국어과 수업 프로그램이 학생들의 문제해결능력과 교과 흥미도에 미치는 영향을 분석하는 데 목적이 있다. 이를 위해 초등학교 4학년 학생 83명을 대상으로 총 6차시의 수업을 설계·운영하고, 사전·사후 검사를 통해 효과를 분석하였다. 연구 결과, 교과 흥미도는 전체적으로 유의미한 향상을 보였으며 상황에 의해 촉발된 흥미, 지속된 상황적 흥미, 개인적 흥미 촉진, 발전된 개인적 관심의 모든 하위 요인에서 통계적으로 유의미한 변화가 나타났다. 반면 문제해결능력의 경우 전체 평균 점수는 상승하였으나 통계적으로 유의미하지 않았고, 하위 영역 중 비판적 사고에서만 통계적으로 유의미한 차이가 확인되었다. 정성적 분석에서는 다수의 학생이 협업 활동과 로봇 제작 과정에서 흥미와 성취감을 경험했다고 응답하였으며 일부 학생은 발표 자료 구성 및 역할 분담에서 어려움을 겪은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 본 연구의 융합형 국어 수업이 학습자의 흥미를 유도하고 수업 참여를 촉진하는 데 효과적이며 일부 사고 역량 향상에도 기여할 수 있음을 시사한다.

주제어 피지컬컴퓨팅, 문제해결능력, 노벨 엔지니어링, 융합수업, 교과흥미도

ABSTRACT

This study aimed to analyze the effects of an integrated Korean language class program—combining Nobel Engineering and physical computing—on elementary school students' problem-solving abilities and interest in the subject. To this end, a six-session program was designed and implemented with 83 fourth-grade students, and pre- and post-tests were conducted to assess its effectiveness. The results showed a statistically significant overall increase in students' interest in the subject. All sub-factors—interest triggered by the situation, maintained situational interest, promotion of personal interest, and development of individual concern—demonstrated statistically significant improvements. On the other hand, while the overall mean score for problem-solving ability increased, the change was not statistically significant, except for the subdomain of critical thinking, which showed a meaningful difference. Qualitative analysis revealed that many students reported experiencing enjoyment and a sense of achievement during collaborative activities and the robot-making process. However, some students faced challenges in organizing presentation materials and dividing roles. These findings suggest that the integrated Korean language class in this study effectively stimulated students' interest and encouraged class participation, and it also contributed to the development of certain thinking skills.

Keywords Physical Computing, Problem-Solving Ability, Novel Engineering, Fusion or Integrated Classes, Subject Interest

†정회원 서울시교육청 초등교사
 ††중신회원 고려사이버대학교 소프트웨어공학과 교수(교신저자)
 논문투고 2024년 12월 07일
 심사완료 2025년 06월 25일
 게재확정 2025년 07월 02일
 발행일자 2025년 09월 17일

* 본 논문은 제1저자의 대학교 고려사이버대학교 융합정보 대학원 석사학위논문 일부를 발췌하여 요약, 정리한 것임.

1. 서론

1.1 연구배경

초등학교 중학년 단계의 국어교육은 학생들의 언어능력 발전과 전반적인 학문적 성취에 중요한 역할을 한다[1]. 이 단계에서 학생들은 다양한 문체와 표현 방식을 이해하고 이를 통해 언어적 사고 능력을 확장하게 된다. 국어교육은 문학 작품을 감상하면서 감정 표현과 비평적 사고를 기르며 이러한 과정은 논리적인 글쓰기 능력으로 이어진다[1]. 더 나아가 국어교육은 학생들의 언어적 창의성을 발달시키고 인문학적 사고를 촉진해 학문적 성취와 개인적 성장을 동시에 이루게 하는 중요한 교육적 역할을 한다[2]. 그러나 현재의 국어교육에는 몇 가지 문제점이 존재한다. 첫째, 학생들의 언어능력 차이를 고려한 개별화된 교육이 부족해 일부 학생들이 교육에서 소외될 수 있다. 둘째, 교육 환경이 디지털화되고 있음에도 불구하고 여전히 전통적인 국어교육 방법을 고수하는 경우가 많아 이는 학생들의 현대적 학습 양상에 부합하지 않을 수 있다. 셋째, 교과 중심의 교육이 이루어지면서 학문적 호기심과 창의적 문제해결능력을 충분히 촉진하지 못하고 있다[3].

창의 융합 교육은 문해력과 문제해결능력을 통합하여 학생들이 다양한 지식 영역을 융합해 문제를 해결하고 창의적인 아이디어를 발전시키는 것을 목표로 한다[4]. 문해력은 다양한 정보를 종합하고 분석하는 과정에서 향상되며 이를 바탕으로 문제를 식별하고 해결책을 모색하는 과정에서 문제해결능력이 강화된다. 이러한 교육적 접근은 학생들이 독창적이고 유연하게 지식을 활용하여 다양한 도전에 대처할 수 있는 역량을 키우는 데 기여한다[5].

국어교육과 독서교육은 인문학적 상상력을 키우고 소프트웨어 교육은 과학적 상상력과 호기심을 자극하는 기초 교육으로 창의융합인재를 육성하는 핵심 요소로 강조되고 있다[4]. 그러나 융합 수업에 대한 이해와 실천의 중요성이 강조됨에도 불구하고 교사들의 융합 교육에 대한 인식 부족, 교과 간 협력의 어려움, 교육과정의 제약 등 다양한 실천적 장애물이 존재한다[6].

이에 따라 본 연구는 학교 현장에서 교사들이 적용 가능한 구체적인 국어과 융합 프로그램을 개발하고 이에 대한 효과성을 검증하는 것에 연구의 목적이 있다. 이를 위해 스토리텔링 기법인 노벨 엔지니어링(Novel Engineering)과 피지컬 컴퓨팅을 융합한 수업을 통해 학생들이 다양한 문제를 발견하고 창의적으로 해결하는 경험을 제공하고자 한다.

1.2 연구문제

본 연구의 목적은 노벨 엔지니어링과 피지컬 컴퓨팅을 융합한 국어과 수업 프로그램 개발과 효과성에 있다. 이를 위해 다음과 같이 크게 두 가지 연구문제를 설정하고 연구를 수행하고자 한다.

1.2.1 피지컬 컴퓨팅을 활용한 노벨 엔지니어링 기반의 국어 수업이 학생들의 문제해결능력 향상에 영향을 미치는가?

피지컬 컴퓨팅을 융합한 국어 수업은 학생들에게 실제 물리적인 도구와 소프트웨어를 활용하여 피지컬 컴퓨팅을 경험하게 함으로써 국어 교육에 새로운 교수법으로서의 역할을 제공한다. 이러한 교육 방법은 추상적인 국어 교육의 문제점을 해결하기 위한 하나의 방법으로 교구를 이용해 구체물을 만드는 과정을 통해 확산적 사고를 경험하는 기회를 제공하고 동시에 창의적으로 문제를 해결하는 과정을 촉진한다[7]. 이에 노벨 엔지니어링을 기반으로 한 피지컬 컴퓨팅 국어 수업은 학생들의 국어적 역량뿐만 아니라 문제해결능력 측면에서도 긍정적인 영향을 미칠 것으로 기대한다.

1.2.2 노벨 엔지니어링을 활용한 피지컬 컴퓨팅 융합 수업이 국어 과목에 대한 흥미에 영향을 주는가?

노벨 엔지니어링을 기반으로 한 융합 수업은 학생들의 학습 태도와 해당 교과목에 대한 흥미에 긍정적인 변화를 주는 것으로 확인되고 있다[8]. 피지컬 컴퓨팅을 활용한 수업 또한 학습자들 학습 흥미에 영향을 주는 것으로 보고 되고 있다[9]. 이에 노벨 엔지니어링과 피지컬 컴퓨팅을 융합한 국어 수업을 더욱 흥미롭게 만들고 학생들이 자발적으로 참여하며 학습하는 데 도움을 줄 것으로 기대한다[10].

2. 이론적배경

2.1 노벨 엔지니어링(Novel Engineering)

Novel Engineering은 미국 Tufts University의 CEO에서 개발된 융합 교육 모델로 문학작품을 통해 인문학적 소양을 키우고 공학적 사고력을 발전시키는 것을 목표로 한다. 학습자는 다양한 책을 읽고 주인공이 직면한 문제를 이해한 후 이를 공학적으로 해결하는 방법을 고안하며 창의성, 문제 해결 능력, 협업 능력 등을 배양한다. 이러한 수업은 학생들의 몰입도와 흥미를 높이고 독해력 향상에도 기여한다[10]. 노벨 엔지니어링 수업은 장편소설, 수필, 단편 동화 등 다양한 도서를 활용할 수 있으며 적절한 도서를 선택하는 것이 교육적 효과를 극대화하는 데 중요하다[4]. 노벨 엔지니어링의 유연한 수업 형태는 모든 학생이 참여할 수 있도록 설계되어 있으며 21세기에 필요한 기술을 습득하는 데도 유용한 방법으로 평가받고 있다. 노벨 엔지니어링 수업 단계에 대해 M.Portsmore and E.Milto는 Table 1.과 같이 다섯 단계로 제안하고 있다[5, 11].

한국의 노벨 엔지니어링연구회[10]는 M. Portsmore and E. Milto[11]가 제시한 절차보다 세분화하여 Table 2.와 같이 8단계로 소개하였다.

Table 1. Novel Engineering Stages by Portsmore & Milto[11]

Activity	Specifics
Problem recognition	Examining the difficulties and challenges faced by characters in the book to identify and recognize problems.
Defining the scope of the problem and designing solutions	Thinking about what can be done to solve the problem.
Testing solutions and feedback	Planning solutions and sharing intermediate results for mutual feedback.
Improving solutions	Improving the intermediate results to produce the final product.
Sharing the final product	Expressing the final product in various ways.

한편, 노벨 엔지니어링은 교육과정에 통합할 수 있으며 독해력 향상과 학생들의 참여를 촉진하는 데 유익한 방법으로 평가된다. 김병섭[5]은 학생들이 노벨 엔지니어링을 활용해 문제를 인식하고 해결하는 과정에서 창의적 문제해결능력을 자연스럽게 강화할 수 있다는 결과를 보여주었다. 또한 노벨 엔지니어링 기반의 VR 저작도구 활용 교육은 융합적 사고와 창의적 능력 향상에 중요한 영향을 미치며 안전교육과의 융합으로 창의적 문제해결력과 안전의식도 향상시킬 수 있음을 보여준다. 노벨 엔지니어링을 활용한 교육은 문제 인식과 해결 과정에서 창의적 문제해결능력, 의사소통, 융합적 교육, 자기 주도적 문제해결능력 등 다양한 측면에서 긍정적인 효과를 나타낸다[13].

2.2 피지컬 컴퓨팅

피지컬 컴퓨팅이란 소프트웨어와 하드웨어를 결합하여 아날로그 세상을 감지하고 반응하는 상호 작용형 시스템을 만드는 것을 의미한다[14]. 피지컬 컴퓨팅의 작동 원리를 살펴보면 센서, 마이크로컨트롤러, 액추에이터, 소프트웨어를 활용하여 디지털 시스템과 물리적 환경이 상호작용하도록 설계된 기술이다. 센서가 온도, 빛, 소리 등의 데이터를 감지하면 마이크로컨트롤러가 이를 분석하고 프로그래밍된 명령에 따라 액추에이터(모터, LED 등)를 작동시켜 반응을 생성한다. 이러한 과정은 소프트웨어와 하드웨어의 결합을 통해 자동화된 시스템을 구현하며 사용자는 프로그래밍을 통해 원하는 기능을 제어할 수 있다.

교육에서는 추상적인 개념을 창의적으로 표현하고 이를 구체적인 결과물로 구현하는 데 컴퓨팅 원리를 적용한다. 피지컬 컴퓨팅 도구는 로봇형, 모듈형, 보드형으로 구분되며, 각기 다른 장단점을 가진다[15]. 이러한 수업은 학생들의 컴퓨팅 사고력, 창의성, 문제 해결 능력 등 다양한 역량을 향상시켜 전반적인 학습 경험에 긍정적인 영향을 미친다.

Table 2. Novel Engineering Stages by the Nobel Engineering Research Society[10]

Unit	Phase	Activity
1	Reading a book	Everyone reads a book together. The teacher selects a book that aligns with the lesson's objectives and guides the students to think about the situations the characters face as they read.
2	Problem recognition	Students start with group activities or work individually before forming a group. The key to this process is to focus on a specific problem or situation through brainstorming, helping them recognize the issue.
3	Designing a solution	Students form groups with those who have a similar understanding of the problem, or they focus on specific ideas or perspectives within the group from the beginning. Once the problem situation becomes clear, they design practical and feasible solutions.
4	Creating a creation	Students create works using the available educational tools. They may design their creations to align with the objectives of the subjects they wish to integrate, and they express their ideas by making tangible objects.
5,6	Presentation and feedback	Students share the solutions they or their group have developed with everyone. During the presentation and feedback process, they identify areas for improvement.
7	Solution upgrade	Based on the feedback received, students improve their work. Ultimately, they share the enhanced results and express their thoughts, completing the entire process.
8	Story reconstruction	The beginning and end of Novel Engineering are connected to the humanities. Students take time to recreate how the story changes through the transformations brought about by the problems they have solved, thereby enhancing their understanding of the humanities.

피지컬 컴퓨팅의 핵심은 학생들이 직접 설계하고 제작하며 프로그래밍하는 과정을 통해 디지털 기술과 현실 세계를 연결하는 경험을 제공한다. 단순한 코드 작성에서 벗어나 하드웨어 요소를 직접 조작함으로써 보다 직관적으로 프로그래밍 개념을 이해할 수 있다. 이러한 과정은 문제 해결 과정을 시각화하고, 즉각적인 피드백을 받을 수 있다.

위에서 살펴본 바와 같이 피지컬 컴퓨팅과 노벨 엔지니어링 관련한 다양한 효과성 연구가 이루어졌다. 그러나 아직 노벨 엔지니어링과 피지컬 컴퓨팅을 융합한 국어 수업에 대한 구체적인 연구는 부족하며 이러한 융합 교육이 실제로 학생들의 학습 성과와 능력에 미치는 영향을 체계적으로 분석하는 연구가 필요하다.

2.3 창의적 문제해결능력

창의적 문제해결능력은 개인이나 집단이 복잡하거나 어려운 상황에 직면했을 때 적절한 방법으로 문제를 인식하고 분석하며 이를 해결하기 위한 전략을 개발하고 실행하는 능력을 말한다[10]. 이는 문제 상황을 이해하고 문제의 본질을 파악하며 다양한 관점과 정보를 종합하여 해결책을 도출하는 과정을 포함한다. 문제해결능력은 창의성, 분석력, 의사소통 능력, 협력 능력 등 다양한 기술과 역량을 요구하며 실생활에서의 다양한 상황에서 유용하게 활용된다. 한편, Treffinger & Isaksen[16]은 문제에 대해 다양한 해결책이 존재할 수 있음을 인정하며 창의적인 사고와 문제 해결에 필요한 다양한 접근 방식으로 정의했다.

창의적 문제해결능력을 구성하는 요소는 학자마다 다른 연구 결과가 존재한다. 조석희[17]은 일반영역의 지식과 기능, 특정 영역의 지식과 기능, 확산적 사고, 논리 비판적 사고, 동기적 요소의 5가지로 구분한다. 일반영역의 지식과 기능은 여러 상황에서 적용 가능한 사고전략, 기억전략, 메타인지 전략, 문제해결 전략 등을 포함하며 모든 학습 영역에 영향을 준다. 특정 영역의 지식과 기능은 특정 분야에서의 문제해결과 목표 달성에 필요한 기억 전략과 메타인지 전략을 강조한다. 확산적 사고는 브레인스토밍과 같은 창의적 사고 전략을 통해 독창적인 아이디어를 탐색하며 논리적·비판적 사고는 쌍비교분석법, 하이라이팅 기법 등으로 문제를 명확히 하고 해결책을 구체화하는 데 필수적이다. 마지막으로 동기적 요소는 내재적 동기와 자기효능감, 자기 조절을 포함하여 학습자의 동기와 학습 전략을 강화한다.

3. 프로그램의 개발 과정 및 내용

3.1 프로그램의 목적 및 방향

국어 과목은 언어의 아름다움과 힘, 인간의 생각과 감정을 표현하는 수단으로서의 가치를 탐구하는 과목이다[18]. 이를 통해 인간의 본성과 삶의 의미를 깊이 있게 이해할 수 있다. 더불어 글의 논리 구조를 이해하고 분석하는 능력을 향상시켜 공학의 복잡한 개념을 명확하게 설명하고 효과적으로 전달하는 데에도 중요한 역할을 한다. 이러한 능력은 공학 분야에서 필수적이며 국어 과목을 통해 이를 기를 수 있다.

본 수업에서는 국어 과목과 노벨 엔지니어링을 연계하여 선정된 책을 통해 피지컬 컴퓨팅 활동을 설계하여 학생들이 국어 과목에 대한 흥미를 향상시키고 문제해결능력을 키울 수 있도록 다음과 같이 총 다섯 가지의 설계 방향을 적용하였다.

첫째, 국어 과목의 성취 영역과 노벨 엔지니어링 단계를 연계하기 위해 교육부 고시 제 2022-33호의 국어과 교육과정 중 읽기와 문학 영역을 중심으로 노벨 엔지니어링 단계에 맞는 성취 기준을 설정한다.

둘째, 선정된 책의 독후 활동을 국어 성취 영역에 연계하기 위해 책의 내용을 깊이 있게 사고할 수 있는 활동을 진행한다. 이를 위해 학생들이 단순한 사실 확인을 넘어 인물의 동기, 주제의 의미, 사건의 상징성 등을 탐구하는 질문을 생성한다. 책 속 인물을 분석하고 그들의 행동과 선택을 학생 자신의 경험과 연결해 본다. 이야기 속 다른 등장인물의 관점에서 같은 사건을 재구성하여 다양한 시각에서 사고하고 분석할 수 있는 기회를 제공한다.

셋째, 책에서 발견한 문제를 해결하기 위해 학생들은 피지컬 컴퓨팅 활동을 통해 사고를 확장시킨다. 학생들은 구체물을 제작하고 발표하며 자신의 아이디어를 구체적으로 표현하는 경험을 할 수 있으며 상호 피드백을 통해 견해 차이를 존중하고 발전시키는 경험을 할 수 있도록 한다. 이때 학생들이 스크래치 기반의 직관적인 언어를 사용할 수 있도록 피지컬 도구(HW)로 스파이크 프라임을 활용할 수 있도록 한다. 위 과정은 Fig 1.과 같다.

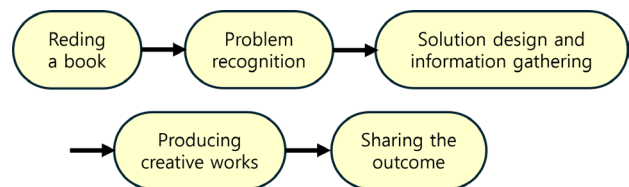


Figure 1. Stages of Novel Engineering Class[11]

끝으로 수업에서는 팀워크와 협력을 강조하여 학생들이 팀을 이루어 공동의 문제를 해결하는 경험을 할 수 있도록 한다. 서로의 아이디어를 나누고 토의하며 공동의 목표를 달성하는 과정을 통해 더 큰 성취감을 느낄 수 있도록 하는데 주안점을 둔다. 또한 노벨 엔지니어링을 기반으로 학생들은 디지털 도구와 로봇 교구를 활용하여 21세기에 필요한 디지털 기술과 도구에 익숙해지는 경험을 쌓을 수 있도록 패들렛과 워드클라우드 활동을 고려한다.

3.2 도서 선정

도서는 김병섭[5]에서 제시한 도서 선정 기준을 고려하여 “지구를 아프게 하는 탄소발자국”을 선정했다.

이 책은 지구 환경과 관련된 다양한 문제의 요인을 넓게 다루며 기후 문제의 원인을 탐구하고 통합적으로 이해할 수 있는 내용을 포함하고 있다. 또 문제 해결을 위한 방안을 제시하고 미래에 대한 고민을 유발할 수 있으며 신재생 에너지를 활용한 다양한 공학적 창작물을 피지컬 컴퓨팅을 통해 구현할 가능성이 있다고 판단한다.

3.3 차시별 지도계획

노벨 엔지니어링 기반 국어교육 지도계획은 Table 3.과 같다. 구체적으로 살펴보면, 1차시(노벨 엔지니어링:책읽기)에서는 학생들이 책을 제대로 읽고 이해할 수 있도록 수업을 설계한다. 특히 학생들의 문해력을 고려해 독서 후 다음과

같은 활동을 통해 다양한 형태로 내면화 할 수 있는 기회를 제공한다. 첫째, 기후변화에 관한 동기를 부여하기 위한 영상을 시청 후 우리 생활 속에서 발생하고 있는 사례를 탐색하는 활동을 한다. 둘째, 기후와 날씨에 대한 개념과 필자가 말하고자 하는 기후변화의 원인과 결과, 건강한 지구를 위해 우리가 할 수 있는 일에 대해 브레인스토밍으로 표현하는 활동을 실시한다. 셋째, 브레인스토밍한 내용을 공유보드를 활용해 표현할 수 있도록 한다. 넷째, 공유보드에 작성한 브레인스토밍 결과물을 바탕으로 서로의 의견을 공유하고 논한다. 다른 학생들의 게시글을 살펴봄과 공통점과 차이점을 발견하며 사고를 확장 시킨다.

2차시(노벨 엔지니어링:문제 인식)에서는 Tooning을 이용해 ‘미래의 지구 모습 상상하기’ 활동을 진행한다. 학생들이 1차시 내용을 기반으로 만화를 제작하면서 이야기의 배경, 캐릭터의 감정, 상황 전개 등을 고려할 수 있도록 지도한다. 이때, 다음과 같은 세단계를 통해 수업을 진행하도록 한다.

첫째, 학생들이 풍성한 내용을 구성할 수 있도록 기후변화 필터 웹을 활용해 온도변화에 따른 환경의 다양한 변화양상을 관찰하도록 한다. 둘째, 나의 생각과 다른 학생들의 견해 차이를 이해하고 공감과 반박을 통해 사고를 확장한다. 셋째, Tooning AI 툴을 이용해 기온 상승에 따른 다양한 상황을 프롬프트에 입력하여 만화를 제작한다.

Table 3. Step-by-Step Reading Instruction Direction Applying Novel Engineering and Korean Language Achievement Standards

Novel Engineering stage	Learning Topic (Achievement Standards)	Instructional Content
Reading a Book (Lesson 1)	Reading a Book Effectively	Reading 'The Carbon Footprint that Hurts the Earth' - Understanding the Tone, Scenes, Character Traits, and Main Content of the Text (Reading Strategically by Underlining, Taking Notes, Ranking Importance, etc.)
Problem Identification (Lesson 2)	Inferential Reading (Problem Identification)	Create questions about the text and predict answers. Relate to your background knowledge. Infer meaning from your experiences. Use photos or illustrations for meaning. Predict word meanings and event sequences through questions. Check your understanding with questions
Solution Design and Information Gathering (Lesson 3)	Critical Reading	Develop the ability to read texts critically. Explore various solutions to problems by comparing the author's opinions with your own. Evaluate the validity of the author's opinions. Assess the credibility of the content through information comparison by exploring texts or materials from various media

Novel Engineering stage	Learning Topic (Achievement Standards)	Instructional Content
Creation of Artifacts (Lessons 4 and 5)	Reading with Future Predictions	Recognize that the world within the work reflects the real world. Understand the situations, backgrounds, and events in the work to predict future scenarios
Sharing of Results (Lesson 6)	Effective Delivery	Understand the effects and functions of various modes of expression. Express thoughts and feelings in diverse ways and share opinions with friends. Use sensory expressions to effectively convey your thoughts

3차시(노벨 엔지니어링:해결책 설계)에서는 이전 시간에 학습한 기후변화의 원인과 문제를 다각적으로 인식하고 해결책을 탐색하는 활동을 진행한다. 국제적, 각 나라별, 개인적인 관점에서 다양한 해결책을 찾아보며 기후변화 보고서를 작성한다. 이후 기후변화에 대한 지식을 스스로 찾고 습득하며 데이터수집, 문제분석, 해결 방법 등의 조사를 통해 전반적인 기후변화 현황과 영향을 파악한다. 이러한 과정을 바탕으로 학생들이 환경보호와 지속 가능한 삶에 대한 중요성과 인간의 책임감 등을 느끼고 알 수 있도록 기후변화보고서를 작성하도록 지도한다.

4, 5차시(노벨 엔지니어링:창작물 제작)에서는 Fig 2.의 로봇 교구를 활용하여 창의적인 역량을 강화시킨다. 창의적 역량 강화를 위해 문제 중심 학습(PBL)을 적용하여 교사는 특정 상황을 기반으로 과제를 만들어 학생들에게 부여한다. 학생들은 스스로 목표를 설정하고 역할을 분담하며 문제를 해결하기 위해 모둠에서 협업 또는 개별적으로 노력한다. 교사는 정답을 제공하지 않고 계속된 질문을 통해 학생들의 사고가 확장될 수 있도록 유도하며 메타 인지적 코칭을 통해 창의성을 유발한다. 또한 역동적인 모둠활동을 통해 학생들이 자율적으로 로봇을 설계하고 제작하는 과정에서 발생하는 다양한 문제들을 긍정적으로 인식하고 해결하는 능력을 기를 수 있도록 지도한다. 학생들은 로봇의 디자인과 기능에 대한 자유로운 아이디어를 시도해보며 실패를 통해 새로운 아이디어를 도출하고 발전시키는 과정을 경험한다. 프로그래밍하여 구체물을 작동시키고 다양한 기능을 구현하는 활동을 통해 문제해결능력, 창의성, 협업 능력을 강화하고 수업에 대한 흥미를 높일 수 있도록 지도 한다.

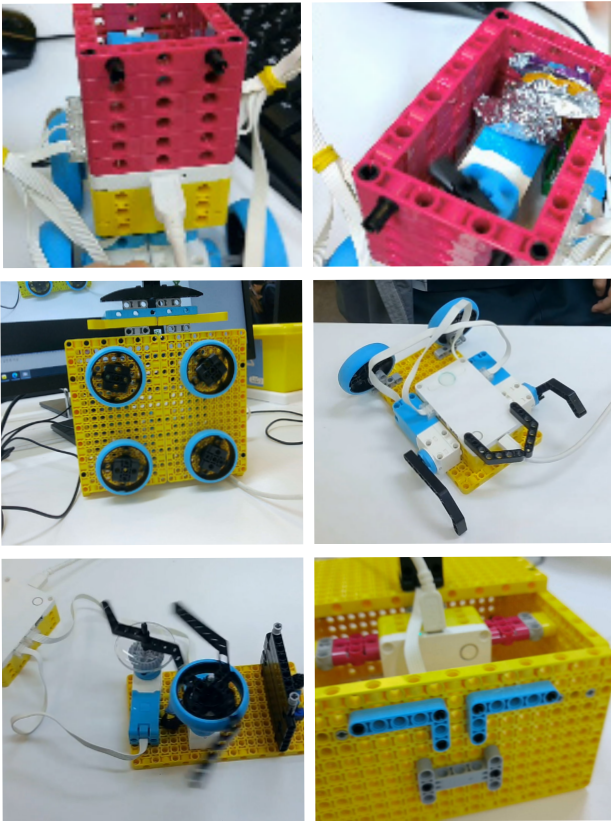


Figure 2. Lessons 4 and 5
- Student Ideas Using Spike Prime

6차시(노벨 엔지니어링:결과물 공유)에서는 모둠에서 수행한 기후변화 대응 방법에 대한 결과물을 효과적으로 발표하기 위한 방법을 연구한다. 학생들은 자신의 생각을 명확히 전달하기 위해 필요한 요소를 고민하고 ppt, 쇼츠, 보드 등 다양한 매체를 활용하여 감각적으로 표현한다. 이를 통해 학생들은 자신의 아이디어를 효과적으로 전달하고 다른 모둠의 피드백을 수용하고 반영하면서 사고의 확장과 창의성이 향상되는 과정을 경험한다.

4. 연구방법

4.1 연구대상

본 연구는 초등학교 4학년 83명(남 35명, 여 48명)을 대상으로 한다. 연구 대상 학급은 3학년 때부터 창의적 체험 시간에 크롬북과 다양한 로봇 교구를 활용했던 학급으로 디지털 리터러시에 익숙한 학생들이다.

4.2 연구절차

본 연구에서 설계한 노벨 엔지니어링과 피지컬 컴퓨팅을 활용한 국어 수업의 효과성을 살펴보기 위해 다음과 같이 분석을 실시하였다.

첫째, 본 연구에서 설정한 두 가지 연구문제(문제해결능력, 교과흥미도)를 확인하기 위해, 대응 표본 t검정을 활용

하여 분석을 실시하였다. 이때, 문제해결능력과 교과흥미도 설문지의 사전/사후 평균 차이가 정규분포를 띄는지 확인하기 위해 Shapiro-Wilk 검정을 시행하였으며, 정규성에 만족하는 것을 확인하였다.

둘째, 정량적 분석의 한계를 보완하기 위해 수업 이후 학생들을 대상으로 수업에 대한 피드백을 서면으로 받았으며, 이를 참고해 첫 번째 단계에서 진행된 분석 결과와 종합하여 본 연구의 시사점을 논의하였다.

4.3 검사도구

본 연구에서 설정한 첫 번째 연구문제를 확인하기 위해, 한국교육개발원에서 발간한 ‘간편 창의적 문제해결능력 검사지’를 활용하였다[10]. Table 4.와 같이 창의적 문제해결능력 검사 도구 4개의 영역을 변인으로 설정하여 이를 측정하고, 대응표본 T검정을 통해 변화가 유의미한지 분석한다. 각 영역별 5문항 리커트 척도로 구성되어 있으며 검사 도구의 신뢰도(Cronbach's alpha)는 0.746로 양호한 것으로 나타났다.

Table 4. Creative problem-solving assessment tool

Classification	Number of questions
Self-confidence and independence	5
Divergent thinking	5
Critical and logical thinking	5
Motivational thinking	5
Total	20

두 번째 연구 문제를 확인하기 위해 Brain Motivation Research Institute[19]에서 개발한 교과흥미 검사를 본 연구에 맞게 재구성해서 사용한다. 해당 검사 도구는 Table 5.와 같이 4가지 요인(상황에 의해 촉발된 흥미, 지속된 상황적 흥미, 개인적 흥미 촉진, 발전된 개인적 관심)과 20문항으로 구성되어 있다. 상황에 의해 촉발된 흥미는 수업이나 활동을 통해 학생들의 흥미가 순간적으로 유발된 정도를 의미하며 지속된 상황적 흥미는 수업 전반에 걸쳐 이러한 흥미가 얼마나 유지되었는지를 나타낸다. 개인적 흥미 촉진은 학습 활동이 학생들의 내재적 흥미를 자극하고 유도하는데 미친 영향을 의미하며 발전된 개인적 관심은 학습 과정을 통해 학생들의 개인적 흥미가 얼마나 심화되고 발달하였는지를 보여주는 지표이다. 검사 도구의 신뢰도(Cronbach's alpha)는 0.909로 매우 양호한 것으로 나타났다.

본 연구에서는 검사 신뢰도 분석 및 평균 차이 검증을 위해 jamovi를 활용하였다. 동일한 집단을 대상으로 두 시점의 변화를 비교하기 위해 대응표본 T-검정을 실시하였으며

이를 통해 사전-사후 점수 차이가 통계적으로 유의한지 분석했다.

Table 5. Interest Assessment Tool for Subjects

Classification	Number of questions
1.Situational Interest Triggered by Context	5
2.Sustained Situational Interest	5
3.Promotion of Personal Interest	5
4.Developed Personal Interest	5
Total	20

5. 연구결과

5.1 문제해결능력 사전/사후 분석 결과

5.1.1 문제해결능력 전체 사전/사후 분석 결과

Table 6. Changes in Problem-Solving Ability Pre- and Post-Scores

Classification	Pre-Survey		Post-Survey		t
	M	SD	M	SD	
Problem-Solving Ability	3.638	.529	3.774	.591	1.830

Table 6. 결과와 같이 문제해결능력 사전 검사 평균이 3.638, 표준편차는 .529이다. 사후 검사 평균은 3.774이며 표준편차는 .591이다. 사후 문제해결능력의 평균이 상승했으나 통계적으로 유의미하지는 않았다.

5.1.2 하위요인별 분석 결과

Table 7. Analysis Results by Factor

			Corresponding Difference		t
			Mean	Standard Deviation	
1.Divergent Thinking	사전	3.74	0.10	0.044	-1.25
	사후	3.84			
2.Critical Thinking	사전	3.62	0.35	0.08	-3.21*
	사후	3.97			
3.Learner Knowledge	사전	3.51	0.05	0.071	-0.09
	사후	3.56			
4.Motivational Factors	사전	4.17	0.08	0.042	-1.10
	사후	4.25			

p<.05

각 요인별 사전/사후 차이 분석 결과 Table 7.에서 확인할 수 있듯이 사후 평균이 사전 평균보다 높아졌음을 알 수 있다. 피지컬 컴퓨팅을 활용한 국어 수업은 비판적 사고 능력(Critical Thinking)에서 유의미한 차이(p<.05)가 나타났다.

5.2 교과흥미도 변화 사전/사후 분석 결과

5.2.1 교과흥미도 전체 사전/사후 분석 결과

Table 8. Reliability Analysis Results of Subject Interest

Classification	Pre-Survey		Post-Survey		t
	M	SD	M	SD	
Subject Interest	3.563	.7696	3.901	.7050	2.995**

**p<.01

교과흥미도의 사전 검사 평균은 3.563, 사후 3.901로 평균 차이는 0.338로 측정되었으며, 통계적으로 유의미한 차이(p<.01)를 Table 8.에서 확인할 수 있다.

5.2.2 하위요인별 분석 결과

Table 9. Analysis Results by Factor

			Corresponding Difference		t
			Mean	Standard Deviation	
1.Situational Interest Triggered by Context	사전	3.04	0.05	0.045	3.21*
	사후	3.09			
2.Sustained Situational Interest	사전	3.85	0.55	0.150	3.78*
	사후	4.40			
3.Promotion of Personal Interest	사전	3.67	0.52	0.200	3.45*
	사후	4.19			
4.Developed Personal Interest	사전	3.56	0.56	0.080	3.89*
	사후	4.12			

*p<.05

Table 9.의 하위 요인별 결과를 살펴보면 모든 영역(상황에 의해 촉발된 흥미, 지속된 상황적 흥미, 개인적 흥미 촉진, 발전된 개인적 관심)에서 p<.05가 나타났다. 즉 학습자들의 관심이 수업이 진행됨에 따라 증가했다고 해석할 수 있다.

5.3 수업 만족도 정성 분석 결과

Table 10. Positive Feedback on Korean Language Classes Using Physical Computing

Classification	Positive Feedback
Collaboration with Friends	It was more enjoyable and great to create a robot about the natural environment with my friends and also discuss it.
	I felt a sense of accomplishment and pride in completing something through collaboration with my friends.
	Creating the PPT and robot together with my friends was really fun and a valuable experience.
Understanding of Learning Material	Through this activity, I learned more about the importance of global warming.
	I became more aware of global warming, and it was enjoyable. I was glad to learn more about global warming and realized that I should cherish the Earth more in the future.
	It was fascinating to learn more about the causes and solutions to global warming.
Satisfaction in the Robot Construction Process	One of the good things was that making the robot with my friends was fun, and after finishing the robot, I felt proud that I created such a robot.
	I also enjoyed learning about various sensors in the robot class and being able to apply them in real situations.
	It was great to freely talk with my friends and create what we thought of.

본 연구는 정량적 분석의 한계를 보완하기 위해 학생들을 대상으로 수업에 대한 긍정/부정 등의 피드백을 수집하였다. 크게 긍정과 부정 관점에서 각각의 피드백을 살펴보면 다음과 같다.

먼저 긍정 피드백은 Table 10.과 같이 크게 세 가지 관점으로 분류할 수 있다. 첫 번째 친구와의 협업, 이와 관련해 학생들은 세부적으로 로봇을 함께 제작하고 주제를 논의하는 과정에서 학생들은 협력의 즐거움을 경험하였으며 이를 통해 성취감과 자부심을 느꼈다. 이와 관련해 “친구들과 자연환경을 주제로 로봇을 만들고 논의하는 과정이 즐거웠다. 협력을 통해 무언가를 완성했다는 점에서 뿌듯함을 느꼈다” 등의 응답을 하였다. 두 번째, 학습 자료에 대한 이해, 학생들은 피지컬 컴퓨팅 활동을 통해 지구온난화의 원인과 해결책을 보다 깊이 이해할 수 있었으며 학습 동기가 향상되었다. “학생들은 지구온난화의 중요성을 더 깊이 배우게 되었다. 환경 보호에 대한 관심이 높아졌으며 지구를 더 소중히 여겨야겠다고 생각했다”와 같은 응답을 했다. 세 번째, 로봇 제작 과정에 대한 만족, 생들은 다양한 센서를 활용하여 직접 로봇을 제작하는 과정에서 흥미를 느꼈으며 창작 활동을 통해 성취감을 경험하였다. 이와 관련해 “친구들과 함께 로봇을 만들며 자유롭게 의견을 나눌 수 있어 좋았다. 로봇 제작이 재미있었고 완성했을 때 뿌듯함을 느꼈다”와 같은 응답이 도출되었다.

다음으로 부정 피드백과 관련해서도 table 11.과 같이 크게 세 가지 관점으로 분류할 수 있다. 첫 번째, 발표 자료의 구성, 학생들은 효과적인 발표 자료를 만들기 위해 고민했으며 특히 PPT 디자인과 내용 구성이 어려운 부분으로 나타났다. 또한 자료가 삭제될 뻔한 상황에서 복구하는 과정이 힘들었다는 응답도 있었다. 이와 관련해 “친구들의 관심을 끌기 위해 PPT를 어떻게 디자인할지 고민했다. 발표 자료에 어떤 내용을 포함할지 결정하는 데 많은 시간이 걸렸다” 등의 의견이 제시되었다. 두 번째, 로봇 제작 과정에서의 어려움, 로봇 제작 초기에는 구조를 이해하는 데 어려움을 겪었으며 시간 제약으로 인해 빠르게 제작해야 하는 점이 부담이 되었다. 또한 지구온난화 해결 방안을 찾는 과정과 코딩 문제를 해결하는 과정에서 어려움을 경험하였다. 이와 관련해 “처음에는 로봇을 어떻게 만들어야 할지 몰라서 어려웠다. 코딩 과정에서 문제가 발생했는데 해결하는 과정이 힘들었고 선생님의 도움을 받고 나서야 해결할 수 있었다” 등의 응답이 있었다. 세 번째, 친구와의 관계, 팀 활동 과정에서 의견 차이로 인해 갈등이 발생하기도 했으며 역할 분담과 책임을 다하는 것이 쉽지 않았다는 의견이 있었다. 이와 관련해 “로봇을 만드는 과정에서 의견 차이가 있어 작은 말다툼이 있었다. 역할을 나누고 각자의 책임을 다하는 것이 어려웠다” 등의 응답이 도출되었다.

정성적 피드백 분석 결과 학생들은 단순한 학습을 넘어 협력적 경험, 학습 주제에 대한 이해 그리고 로봇 제작을 통한 성취감을 언급하며 수업에 대한 만족도를 드러냈다. 특히 친구들과 협업하여 과제를 수행하고 그 과정을 통해 사회적 상호작용 능력과 문제해결 과정에 대한 주도성을 키울 수 있었음을 알 수 있다. 또한 로봇 제작이라는 활동은 추상적인 개념을 구체적으로 시각화하고 실현해 보는 경험을 제공함으로써 국어 교과 내용과 연계된 실제적 학습 효과를 도출했다.

Table 11. Negative Feedback on Korean Language Classes Using Physical Computing

Classification	Negative Feedback
Structure of Presentation Materials	I was thinking about how to design the PPT to capture my friends' attention.
	It was a bit difficult to come up with ideas, and it was also challenging to recover the PPT when it almost got deleted.
	I spent a lot of time thinking about what content should be included in the presentation materials.
Robot Construction Process	At first, I struggled because I didn't know how to build the robot, and later, I had to make it quickly due to time constraints, which made it a bit challenging.
	There are many ways to combat global warming, but it took a long time to find actions that we can easily implement in our daily lives.
	I had some issues with coding, and the process of solving them was challenging. I was relieved that my teacher helped me resolve them successfully.

Classification	Negative Feedback
Friend Relationship	While building the robot, there were some differences in opinion that led to minor arguments, and resolving them was a bit challenging.
	It was challenging to divide roles and fulfill our responsibilities.

6. 결론

본 연구는 초등학교 국어과 수업에 노벨 엔지니어링과 피지컬 컴퓨팅을 융합한 프로그램을 적용하고, 해당 수업이 학생들의 문제해결능력과 교과 흥미도에 미치는 효과를 분석하는 데 목적이 있다. 이를 위해 초등학교 4학년 학생을 대상으로 총 6차시 수업을 운영하였으며 수업 전후의 검사와 정성적 피드백을 통해 수업의 효과성을 검토하였다.

주요 연구 결과는 다음과 같다. 첫째, 교과 흥미도는 사전보다 사후에 통계적으로 유의미하게 향상되었으며 모든 하위 요인(상황에 의해 촉발된 흥미, 지속된 상황적 흥미, 개인적 흥미 촉진, 발전된 개인적 관심)에서 고른 상승을 보였다. 이는 단순한 국어 교과 지식 습득을 넘어서 노벨엔지니어링 기반의 문제해결 활동과 피지컬 컴퓨팅을 결합한 실천적 수업 설계가 학습자의 인지적·정서적 참여를 촉진했음을 보여준다. 특히 학생들이 이야기 속 상황을 해결하기 위해 로봇을 직접 제작하고 이를 구현하는 과정에서 교과 내용이 학생 개인의 경험 및 감정과 연결되었고 이는 교과 흥미도 향상에 주요하게 적용하였다.

이러한 결과는 로봇을 활용한 수업이 학생의 학습 몰입도를 유의미하게 향상시키며 이는 로봇이라는 매체가 과제 중심의 실천적 학습 환경 속에서 학습자의 내적 동기와 흥미를 효과적으로 유발할 수 있음을 통해 확인할 수 있다[22]. 즉 본 수업에서의 흥미도 향상은 단순한 활동의 재미 때문이 아니라 NE의 구조적 문제 해결 절차와 피지컬 컴퓨팅의 구체적 구현이 결합된 융합적 접근에 기인한 것으로 몰입을 촉진하는 매체로서의 교육적 가능성을 지닌다.

둘째, 문제해결능력은 전체 점수에서 통계적으로 유의미한 차이는 나타나지 않았으나 하위 영역 중 비판적 사고에서는 유의미한 향상이 확인되었다. 이는 학생들이 이야기 속 문제를 재해석하고 다양한 관점에서 해결 방안을 탐색하며 제작물로 구현하는 과정이 비판적 사고를 자극했기 때문으로 분석된다. 특히 단순한 문제해결을 넘어 이야기 맥락에 대한 이해, 관점 전환, 문제 구조화 등의 복합적 인지 활동이 동반된다는 점에서 본 활동의 교육적 의의가 크다고 볼 수 있다. 이러한 연구 결과는 기존의 연구들과도 맥락을 같이 한다. 피지컬 컴퓨팅 수업이 초등학생의 컴퓨팅 실천 능력을 촉진하며 이 과정에서 문제 해결을 위한 사고가 활발히 이루어진다고 보고하였다[23]. 특히 NE의 체계적 사고 틀과 피지컬 컴퓨팅 기반의 실천적 활동이 복합적 문제 상황 속에

서 학습자의 고차 사고 능력을 자극하고 확장시킨다는 점에서 본 연구의 결과와 일치한다.

본 연구는 단순히 NE와 피지컬 컴퓨팅을 병렬적으로 적용한 것이 아니라 융합을 통해 상호 보완적 시너지 효과가 발휘된 것을 사전·사후 분석 결과를 바탕으로 확인할 수 있다. 선행 연구에 따르면 피지컬 컴퓨팅 수업이 초등학생 컴퓨팅 실천 능력을 촉진하며 이 과정에서 문제해결을 위한 사고가 활발히 이루어진다고 보고하였다[23]. 또한 NE 기반의 수업이 학습자의 창의적 문제해결 능력 향상에 효과적임을 밝혔다[24]. 이러한 선행 연구들은 각각의 단일 적용만으로 인지적 몰입, 감정적 몰입, 결과물 구현이라는 학습 과정의 전 주기를 포괄하기는 어렵다는 한계를 보여줬으나 본 연구에서는 학습자가 NE의 스토리를 기반으로 문제상황을 주체적으로 구조화 하도록 하였고, 피지컬컴퓨팅 활동을 통해 해당 해결 방안을 감각적으로 실현함으로써 스토리텔링 기반 문제해결과 피지컬컴퓨팅 활동이라는 두 교육적 접근의 강점이 유기적으로 연결되었다. 학생들은 추상적인 문제 인식과 구체적 구현 사이의 인지 간극을 좁힐 수 있었으며 이는 단순한 병행이 아닌 통합적 사고 및 실천의 상호작용으로 이해될 수 있다.

이러한 결과는 문제해결능력이 단일한 능력이라기보다 하위 요소 간의 상호작용 속에서 발현된다는 점을 고려할 때 향후 연구에서는 문제해결능력의 하위 요소별 세분화 및 장기적 추적 관찰이 필요함을 시사한다. 후속 연구에서는 다음과 같은 방향을 제시한다.

첫째, 제작 기반 활동 난이도, 수업에서 제시되는 이야기나 맥락의 구성 방식, 협업 구조 등 NE와 피지컬 컴퓨팅 구성 요소들이 문제해결능력 향상에 미치는 영향을 체계적으로 분석하기 위해 보다 정교한 변인 통제 연구가 요구된다. 둘째, 정량적 분석 외에도 학생 면담, 수업 참여 관찰, 수업 영상 분석 등 다양한 질적 자료를 수집함으로써 학생의 인지 변화 과정을 다각도로 조망할 수 있는 혼합 연구가 요구된다.

이러한 분석을 통해 본 연구에서 제안한 이야기 기반 피지컬 컴퓨팅 융합 국어 수업이 학습자의 교과 흥미를 높이고 문제해결능력 중 일부 인지적 요소에 긍정적 영향을 줄 수 있음을 확인할 수 있었다. 특히 학생들의 수업 후 피드백에서 친구와의 협업, 직접 제작한 결과물을 활용한 발표 활동 등이 인상 깊은 활동으로 언급되었으며 이는 NE를 기반으로 설계한 본 수업이 학습자의 자발적 참여와 성취 경험을 유도했음을 시사한다. 따라서 본 연구는 국어 교과의 학습 내용에 실천적·창의적 요소를 결합한 융합형 수업의 가능성을 탐색했다는 점에서 향후 다양한 교과 간 융합 수업 개발 및 문제해결 중심 수업 설계에 실질적인 시사점을 제공한다.

그러나 단기간의 수업 개입으로는 문제해결능력 전반의 균형 있는 향상을 기대하기 어려웠으며 일부 학생은 로봇 제작의 기술적 난이도나 역할 분담의 어려움 등으로 인해 수업에 어려움을 느끼기도 하였다. 따라서 향후 문제 해결에 필

요한 사고 요소들을 보다 정교하게 구성하고 협업 활동과 기술 활용을 보다 친숙하고 유의미하게 경험할 수 있도록 설계할 필요가 있다. 또한, 장기적이고 전략적인 수업 운영을 통해 문제해결능력 전반의 심화와 확장이 가능하도록 연계 방안을 마련해야 할 것이다.

본 연구는 초등 국어 교과 수업에 NE와 피지컬 컴퓨팅을 융합한 실험적 접근을 시도했다는 점에서 의의가 있으며 향후 국어 교과 기반의 창의적 융합 수업 설계 및 학습자 중심 수업 개발의 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

참고문헌

- [1] Jeong, S. (2013). *Effects of book discussion utilizing literary appreciation methods on writing skills of middle school students*, Seoul City University Graduate School of Education.
- [2] Um, H. (2017). *Early Literacy Education in Korea*. *Journal of Elementary Korean Education*, 63, 83-109. <https://doi.org/10.22818/jeke.2017..63.83>
- [3] Han, Y. (2010). *A Study on the Sequence of the Reading Curriculum in the elementary Schools in Korea*, Chungnam National University Graduate School, 370 edition (22). <https://iii.ad/91c9f2>
- [4] Kim, J., & Moon, S. (2021). Development of an AI Education Program based on Novel Engineering for Elementary School Students. *Korean Journal of Elementary Education*, 32(1), 425-440. <https://10.20972/kjee.32.1.202103.425>
- [5] Kim, B. (2020). *The Effect of Novel Engineering on Reading skills, Problem Solving and Engineering Creativity*. Korea National University of Education, Chungcheongbuk-do, South Korea.
- [6] Kim, J., Kim, S., & Yang, J. (2020). Teachers' perceptions of convergence classes: Concepts, difficulties, and suggestions. *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 20(12), 373-400. <https://doi.org/10.22251/jlcci.2020.20.12.373>
- [7] Kim, B., kim, H., & Lee, W. (2010). Analysing differences of learning motivation according to learning styles in project-based Programming Learning. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 13(5), 15-27. <https://doi.org/10.32431/kace.2010.13.5.002>
- [8] Kim, J. (2024). The effect of novel engineering-based Artificial Intelligence Education Program on convergence attitude of the gifted students in computing convergence. *Journal of The Korea Society of Computer and Information*, 29(9), 307-316. <https://doi.org/10.9708/jksci.2024.29.09.307>
- [9] Kim, C., & Hur, K. (2017). Application of physical computing education using Arduino devices in elementary school subjects. *The Journal of Education*, 37(1), 183-197. <https://doi.org/10.25020/je.2017.37.1.183>
- [10] Yang, H., & Taeyoung, K. (2021). The effect of the physical computing convergence class using novel engineering on the learning flow and the creative problem solving ability of elementary school students. *Journal of The Korea Association of information Education*, 25(3), 557-569. <https://doi.org/10.14352/jkaie.2021.25.3.557>
- [11] Portsmore, M., & Milto, E. (2018). Novel Engineering in Early Elementary Classrooms. In: English, L. & Moore, T. (Eds.) *Early Engineering Learning*(pp. 203-223). Early Mathematics Learning and Development. Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-10-8621-2_10
- [12] Hong, J. (2019). Development and application of SW Fusion Safety Education Program applying novel engineering. *Journal of the Korea Institute Of Information and Communication Engineering*, 23(2), 193-200. <https://>

doi.org/10.6109/jkiice.2019.23.2.193

- [13] Lee, H., Jeong, K., & Paik, S. (2021). The Development of Instructional Model for Convergence Education based on Teachers' Practices. *Journal of Curriculum Integration*, 15(3), 49-72. <https://doi.org/10.35304/JCI.15.3.03>
- [14] Koo, D., & Woo, S. (2018). The development of a micro:bit-based Creative Computing Education Program. *Journal of The Korean Association of information Education*, 22(2), 231-238. <http://dx.doi.org/10.14352/jkaie.2018.22.2.231>
- [15] Yoo, P. (2010). Comparison of perceptions of robot-based instruction between elementary school teachers and students. *Journal of Korean Association for Educational Information and Media*, 16(4), 631-653.
- [16] Isaksen, S., & Treffinger, D. (1985). *Creative Problem Solving: The Basic Course*. Bearly Limited.
- [17] Jo, S. (2013). Verification of the dynamic interaction among components of creative problem solving. *Korean Journal of Thinking Development*, 9(2), 47-69.
- [18] Ministry of Education. (2015). *Curriculum for Elementary and Secondary Schools*. Ministry of Education Notice No. 2015-80 [Appendix 1]. Ministry of Education.
- [19] Kwon, J. (2012). *The predictive relationships among achievement goals, subject interest, self-regulated learning, and academic achievement*, Korea University Graduate School of Education. <https://doi.org/10.23186/koa.000000033831.11009.0000652>
- [20] Park, T. (2018). Developing and applying design principles for a physical computing program based on Creative Problem Solving Methodology. *Journal of Educational Technology*, 34(3), 817-847. <https://doi.org/10.17232/KSET.34.3.817>
- [21] Kim, D., Kim, M., & WangWon, L. (2013). Factors associated with the breadth of interest toward various subjects in a school curriculum. *Korean Journal of Sociology of Education*, 23(3), 31-58. <https://doi.org/10.32465/ksocio.2013.23.3.002>
- [22] Kim, K. (2011). The Effects of the Robot Based Instruction on Improving Immersion Learning. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 14(02), 1-12. <https://doi.org/10.32431/kace.2011.14.2.001>
- [23] Min, S., & Kim, M. (2019). A study on elementary students' computational practices in physical computing classes. *Journal of The Korea Association of Computer Education*, 22(3), 1-13.
- [24] Hong, K., Lee, W., & Kim, S. (2020). The effects of Novel Engineering on improving creative problem-solving skills. *Journal of Industrial Convergence Research*, 18(3), 83-89.



홍연진

- 2024년 고려사이버대학교 융합정보대학원(융합 정보석사)
- 2010년~현재 서울시교육청 초등교사
- ✦ 관심분야 : 이러닝(E-learning), 컴퓨터 기반 협력 학습(CSCL), 교수설계(Instructional Design)
- ✉ inloveyj@gmail.com



김한성

- 2005년 공주사범대학 컴퓨터교육과(이학사)
- 2014년 고려대학교 일반대학원 컴퓨터교육학과(이학 박사)
- 2013년~2020년 교육부 산하 한국교육학술정보원(선임연구원)
- 2020년~2022년 과기부 산하 소프트웨어정책연구소(선임연구원)
- 2022년~현재 고려사이버대학교 소프트웨어공학과 조교수
- ✦ 관심분야 : 정보교육, SW·AI 교육정책, 정보(SW·AI) 윤리, 디지털 리터러시
- ✉ khs4u4u@gmail.com