

디지털 커뮤니케이션 채널로서의 AI 교사보조로봇: 발명교육에서의 초등학생 인식 변화 탐색

(AI Teaching-Assistant Robots as Digital Communication Channels: Exploring Students' Perceptual Changes in Invention Education)

장형운*, 이민구**

(Hyoungwoon Jang, Mingu Lee)

요약

본 연구는 발명교육에서 학생들이 AI 교사보조로봇과의 디지털 커뮤니케이션을 통해 인식에 어떤 변화가 일어나는지를 탐구하였다. 사용된 교사보조로봇은 대화형 AI 모듈, 음성인식 및 생성 기능, 디스플레이 인터페이스를 탑재하였으며, 인터뷰이·아이디어 촉진자·종합자의 역할 기반 커뮤니케이션을 지원하였다. 연구 참여자는 S시 소재 6학년 27명이며, 6주간의 발명교육 프로그램에 참여하였다. 수업 녹화, 면담, 산출물을 분석하여 학생 반응 및 인식을 범주화하였다. 프로그램 초기에 학생들은 로봇에 대한 기대와 호기심을 보였으나, 응답 지연과 오류로 인한 불신도 드러났다. 동시에 기능 개선 요구와 긍정적 피드백을 제시하여 능동적 학습자이자 로봇의 공동 설계자로서 커뮤니케이션에 참여하는 양상이 확인되었다. 본 연구는 교사보조로봇이 단순한 학습 도구를 넘어 학생과의 새로운 디지털 커뮤니케이션 채널로 기능할 수 있는 가능성을 보여주며, 디지털 네트워크의 진화와 교육적 활용 가능성을 제시한다. 이를 통해 디지털 커뮤니케이션 기반 학습 환경 설계에 실질적 시사점을 제공하고자 한다.

■ 중심어 : 발명교육 ; 교사보조로봇 ; 디지털 커뮤니케이션 ; 사회적 구성주의; 인공지능(AI)

Abstract

This study examined how elementary students' perceptions changed through digital communication with an AI teaching-assistant robot in invention education. The robot, equipped with a conversational AI module, speech recognition and synthesis, and a display interface, supported roles as an interviewee, idea promoter, and moderator. Twenty-seven sixth graders from an elementary school in S City participated in a six-week program. Initially, students showed both curiosity and distrust due to delays and errors, but they also suggested improvements and gave positive feedback, engaging as active learners and co-designers. The findings highlight the robot's potential not only as a learning tool but also as a digital communication channel, offering implications for designing communication-based learning environments.

■ keywords : Invention Education ; Teaching-Assistant Robot ; Digital Communication ; Social Constructivism ; Artificial Intelligence

1. 서론

디지털 혁신을 주도하는 생성형 AI는 교육 현

장에도 깊숙이 침투하며, 새로운 학습 도구이자 커뮤니케이션 채널로 주목받고 있다. 2022년 개정 국가교육과정 역시 디지털 소양 강화를 강조함으로써, 전통적인 교육 방식의 한계를 인식하

* 정회원, 서울대초등학교

** 정회원, 서울대학교

본 논문은 2024년 한국발명진흥회의 지원을 받아 수행된 연구이며, 2024년 한국감성과학회 국제학술대회(ICES)에서 발표한 논문을 수정·보완한 것임.

접수일자 : 2025년 08월 28일

게재확정일 : 2025년 09월 17일

교신저자 : 이민구 e-mail : hybop@snu.ac.kr

는 동시에 디지털 기술 기반의 새로운 교육 환경 가능성이 모색되고 있다[1].

발명교육은 학생들이 창의적으로 사고하고 아이디어를 도출하여 구체화하는 전 과정을 통해 문제해결능력을 기르는 것을 목표로 한다. 하지만 현장에서는 학생들의 학습 속도와 흥미, 능력 차이로 인해 단위 시간 내 모든 학생에게 효과적인 교육을 제공하기 어려우며, 물리적 실습이나 직접적 경험에 제약이 있거나 교사가 모든 학생에게 지속적인 피드백을 제공하기에도 한계가 있다[2].

최근에는 AI 기술, 특히 챗봇을 활용한 교육 보조 도구의 가능성이 부각되고 있다. 예를 들어 챗봇은 학생의 개별적 특성을 반영한 맞춤형 피드백, 학습 활동 관리, 정서적 교감 등의 측면에서 장점을 제공하며, 구성주의적 접근에서 강조하는 능동적 학습과 상호작용 중심의 학습 환경 구현에 유용하다[3]. 로봇이 교사의 역할을 보완하며, 학생과의 맞춤형 상호작용을 가능하게 하는 디지털 커뮤니케이션 채널로 기능할 수 있다는 가능성이 제기되고 있는 것이다. 이러한 관점은 AI가 일반 산업뿐 아니라, 교사의 반복적·정형적 업무를 자동화하여 창의적 수업 설계에 집중할 여유를 제공할 수 있다는 기대를 뒷받침해 왔다[4-7].

실제 연구 사례로는 자연어 처리 기반 챗봇을 교과 수업에 적용한 결과, 학생들의 AI 기술에 대한 긍정적 수용성이 높아지고 부정적 인식 감소가 보고된 바 있다[8]. 이는 AI 기반 챗봇이 학생들의 정의적 태도에 긍정적인 영향을 미칠 수 있음을 시사한다. 또한 테크봇이라는 교육용 챗봇을 개발하여 학습자를 대상으로 적용한 결과, 학습 만족도가 높았고 정의적 측면에서 긍정적 효과를 실증적으로 확인한 연구도 존재한다[9].

선행 연구들은 주로 일반적인 교과 교육의 효과성을 보는 양적 연구를 중심으로 이루어졌다. 아이디어의 발산 및 수렴을 통한 문제해결을 목적으로 하는 발명교육에 대해서 심층적으로 분

석한 연구는 거의 없으며, 대부분의 AI 활용 연구가 중학생 이상의 연령을 대상으로 이루어졌다[10, 11]. 이는 AI를 포함한 디지털 기기 활용에 지나치게 의존할 시에 취약한 청소년에게 미칠 부정적 영향에 대한 우려가 여전히 제기되고 있기 때문이다[12]. 이에 여러 시도교육청에서는 초등학교의 발달 단계를 고려하여 AI 활용 지침을 제정하고 있으며, 특히 초등학교(만 13세 미만 또는 14세 미만)의 경우 생성형 AI 활용에 대해 학부모의 동의를 필수 조건으로 설정하는 지침도 제시되었다[13-15]. 이러한 제한과 지침은 급변하는 기술 환경에서 교육적 AI 활용에 대한 논의가 단순한 양적 검증에서 나아가, 심층적인 연구로 확장될 필요성을 제기한다. 특히 초등학교의 발명 수업의 장면에서 학생들이 무엇을 경험하는지, 그 과정에서 어떻게 대처해 가는지 등을 제대로 이해할 필요가 있다. 즉, 초등학교와 교사보조로봇과의 상호작용을 디지털 커뮤니케이션 경험으로 보고 심층적으로 해석할 필요가 있다. 이를 위한 연구 방법으로는 질적 사례연구가 유용한데, 학생들의 경험을 풍부하게 기술하고 해석할 수 있다는 장점이 있다. 특히 발명과정에서는 창의적 사고뿐만 아니라, 상호작용이 중요하게 작용하므로 이를 포착할 수 있는 연구 방법 중 하나가 질적 사례연구가 될 수 있다.

이에 본 연구에서는 이러한 기존 연구들을 바탕으로, AI 챗봇을 교사 보조 도구로 발명교육에 적용하고, 학생들의 인식 변화를 질적으로 탐색하고자 한다. 이를 통해 학생들이 로봇과의 커뮤니케이션에서 느낀 흥미, 기대, 피드백 경험뿐만 아니라 의사소통의 어려움, 반응의 한계, 음성 인식 문제 등도 함께 탐색하며, 디지털 커뮤니케이션 및 사회적 구성주의의 관점에서 AI 교사보조로봇의 교육적 가능성 및 한계를 입체적으로 조명하고자 한다.

II. 이론적 배경

가. 사회적 구성주의

구성주의는 학습자가 능동적으로 지식을 구성하고, 문제 해결 과정을 통해 의미를 만들어가는 학습 이론이다. 특히 사회적 구성주의는 지식 생산 과정뿐만 아니라 학습자 집단에서 언어를 매개로 한 구성원들 간의 상호작용이 중요하다고 본다[16]. 이러한 사회적 구성주의에 바탕한 연구들은 학습에서의 언어와 문화의 역할, 학생 간 대화의 중요성, 의미 교섭의 매개 역할을 하는 타인의 역할을 강조한다[17]. 개인은 혼자서 학습한다기보다는 다른 사람들과 상호작용을 통하여 새로운 지식을 재구성해 나가기 때문이다. 따라서 학생들이 스스로 지식을 구성하기 위해서는 학습 활동에 능동적으로 참여해야 하고, 언어적 상호작용을 강화하는 학습 전략이 필요하다[18]. 이는 디지털 커뮤니케이션이 활성화되고 있는 시대적 흐름에서도 필수적이다.

이러한 전략 중 하나로 챗봇은 즉각적 피드백을 제공함으로써 학생들의 문제 해결 능력을 증진시킬 수 있다는 점에서 구성주의적 접근과 맥을 같이한다. 본 논문에서는 챗봇이 발명 교육에서 학생들의 문제 해결 능력을 증진시키는 도구로 어떻게 활용될 수 있는지를 구성주의의 맥락에서 분석하고자 하였다.

나. 교사보조로봇

교사와 학생 간 쌍방향 체감형 교육을 지원하거나 자체 교육콘텐츠로 학습의 보조 역할을 수행하는 로봇을 교사보조로봇이라 한다[19]. 교사보조로봇의 설계에서는 단순한 지식 전달을 넘어 정서적 커뮤니케이션과 개인화된 지원, 그리고 강화학습을 통한 지속적 개선이 중요한 요소로 제기된다. 최근의 연구들은 교육용 로봇 연구에서 정서적 커뮤니케이션이 학생들의 자기조절 학습에 긍정적인 영향을 미친다고 강조하였으며, AI 학습 로봇의 친밀도에 영향을 미치는 요인으로 로봇의 외형, 감성 문장, 학습 피드백 선호도 등을 분석한 바 있다[3, 8, 19, 20]. 모바일

애플리케이션이 현장의 관리 및 상호작용 도구로 활용된 연구[21]와 같이, 발명교육에서도 스마트 기기 기반 인터페이스는 로봇의 접근성과 실효성을 높일 수 있는 것이다. 특히 교육 프로그램과 도구 설계에서 학습자의 접근성은 교사보조로봇 개발 과정에서도 중요한 고려 요소임을 시사한다. 이러한 맥락은 챗봇 설계에도 적용될 수 있으며, 예컨대 표정 표현이나 비언어적 의사소통 기능을 통합함으로써 사용자 경험을 더욱 풍부하게 할 수 있다.

또한 전 세계적으로 널리 사용되고 있는 AI 교과서에서는 교사보조로봇과 같은 지능형 에이전트 설계에서 강화학습의 중요성을 강조하며, 학습 환경과 사용자 피드백을 반영한 지속적 개선이 필요함을 주장한 바 있다[22].

기술적 측면에서는 자연어 처리(Natural Language Processing, NLP) 기반의 인공지능 기술이 핵심 역할을 수행하는 연구들이 활발히 이루어지고 있다. 대규모 언어모델(LLM)의 발전은 챗봇이 학습자의 질문을 이해하고 추론하여 자연스럽게 응답하는 것을 가능하게 하였으며, 이는 몰입감 있는 학습 환경 조성에 기여한다. NLP는 직관적인 학습 도구 개발에 중요한 기반이 되며, 교육 분야에서 혁신적인 학습 경험을 촉진할 수 있다고 보고되고 있다[23]. 이처럼 로봇의 자연스러운 커뮤니케이션은 학습자의 참여도와 동기 부여를 높이는 데 기여할 수 있다. 이러한 접근은 교사보조로봇이 사용자 경험을 학습하면서 고도화된 피드백과 디지털 커뮤니케이션 채널을 제공할 수 있음을 시사한다. 학습자의 사용 환경을 고려한 접근성 설계가 중요한 것이다.

기존에 발명교육과 유사한 맥락에서 디지털 도구 및 ICT 보조장치는 다각도로 활용되어 왔다. 예를 들어 발명영재 학생들은 ICT가 중요하고 여겼지만 활용 수준이 낮다고 보고 되었으며[24], 스마트폰 및 태블릿 등의 디지털 도구는 발명교육이 과학 수업에 효과적으로 통합되도록

촉진한다[25]. 그러나 이러한 연구들은 프로그램 수준에서의 통합 현황이 주로 다루어져, 학생과의 상호작용적 요소 및 인식과 같은 세부적인 분석이 풍부하게 이루어지지 못한 한계가 있다.

반면 교사보조로봇은 AI 기술을 활용하여 학습자의 개별화된 요구에 대응하고, 정서적·인지적 디지털 커뮤니케이션을 동시에 지원함으로써 초·중·고 교육 현장에서도 효과적인 보조 도구로 기능할 수 있는 가능성을 제시하고 있다.

다. 디지털 커뮤니케이션

디지털 커뮤니케이션은 단순한 정보 전달을 넘어, 소스가 채널을 통해 목적성을 갖고 프로그래밍된 메시지를 주고받는 구조를 말한다[26]. 이러한 정의는 본 연구에서 AI 교사보조로봇이 단순한 도구가 아닌 소통을 매개하는 디지털 커뮤니케이션 플랫폼으로 기능할 것을 제안한다.

실제로 로봇은 단순 매개체가 아니라 커뮤니케이션의 파트너로 간주될 수 있다. 특히 디지털 환경에서 사회적 존재감을 강조하는 사회적 존재감 이론은 학생들이 로봇과 커뮤니케이션할 때 느끼는 친밀감과 몰입을 통해 로봇이 단순 매개체가 아닌 사회적 주체가 될 수 있는 가능성을 강조한다[27, 28]. 이 외에도 커뮤니케이션의 과정에서는 발신자, 채널, 수신자, 잡음, 피드백과 같은 요소들이 복합적으로 작용하는데[29, 30], 초등학생들의 디지털 커뮤니케이션 경험 및 맥락 속에서는 이런 요소들이 어떻게 나타나지도 심층적으로 살펴볼 필요가 있다.

III. 연구 방법 및 절차

가. 연구 참여자 및 연구 맥락

본 연구는 초등학교 발명 수업에서 활용한 AI 교사보조로봇에 대한 학생들의 인식을 탐색한 질적 사례연구이다. 이를 위해 S시 소재 초등학교 6학년 한 학급을 대상으로 한 발명 수업을 연

구 사례로 선정하였다. 해당 학급의 학생은 총 27명이었으며, 남학생 13명과 여학생 14명으로 이루어졌다. 5~6명이 1개 모둠으로 총 5개 모둠으로 편성되었으며, 모둠 내 학생 구성이 고정된 상태로 6주에 걸쳐 발명교육이 이루어졌다. 연구의 목적 및 내용에 대해 충분히 안내한 후에는 14세 미만인 연구 참여자들의 생성형 AI 사용, 초상권, 수업 산출물에 대한 사용 동의를 학부모로부터 획득하였다. 윤리적 고려를 위하여 법적 보호자의 동의를 받았는데, 가정 통신문 및 사전 연구 동의서를 통하여 상세한 안내가 이루어졌다. 연구 전에는 학생들에게 안전·윤리 교육을 3차시 실시하였으며, 학교 관리자의 공문을 통한 승인 하에 모든 연구가 이루어졌다. 사전 연구자 및 외부 자문을 통해 사전 안전성이 충분히 확보된 후에도 교사보조로봇의 활용 전에는 시연을 통해 간접 체험을 우선 하도록 시범을 보인 후, 연구 참여자들이 직접 조작할 수 있도록 안전성을 충분히 검토하였다.

자료 수집 과정에서 학생들을 1A~6E로 익명 기호화하였다. 기호는 모둠의 번호와 자리 배치상 칠판이 있는 정면에서 우측 상단부터 시계방향 순서대로 알파벳을 조합하여 부여하였다.

연구 참여자들은 발명교육이나 로봇 활용 교육에 참여한 경험이 없었기에 해당 프로그램에서의 인식 변화를 확인하기에 적절하다고 보았다. 연구 참여에 대한 사전 동의를 획득한 해당 학급의 학업 성취도는 S시에서 상위 수준이며, 학업에 대한 열의가 전반적으로 높은 편이었다.

나. 연구 절차

(1) 교사보조로봇의 개발

교사보조로봇의 하드웨어는 상용 스마트폰(안드로이드 OS 10)과 고성품 봉제인형에 결합한 것으로, 터치스크린과 음성 인식이 편리하게 구성하였다. 로봇은 학생들과 눈을 맞추고 커뮤니케이션할 수 있는 150mm × 100mm × 300mm(W × D × H) 크기 내에서 부드러운 인공

모 표면의 연결 봉제로 설계되었다. 교실 환경에서의 활용성을 극대화하기 위해서 1kg 이하의 가벼운 무게로 제한하였고, 설치와 보관이 편리하도록 인형의 상단 부분 안에 스마트폰을 넣어 결합하였다(그림 1 참고).



그림 1. 프로그램에 활용한 교사보조로봇

소프트웨어는 대화를 지원하는 자연어 처리(NLP) 알고리즘으로, Open AI의 API Key를 발급받아 안드로이드 OS용 삼성 인터넷 브라우저에서 커뮤니케이션할 수 있게 설계되었다. 음성과 터치를 결합한 사용자 친화적 인터페이스로, One Click 이벤트 핸들러를 활용하였다. 예를 들어 학생이 로봇의 화면을 터치하면 이를 인식하여 로봇의 마이크가 활성화되었고, 학생의 질문이 끝나면 음성 인식을 종료하고 Speech to Text(STT)기술을 통해 음성을 텍스트로 변환하였다. 음성인식을 원활하게 하기 위해서 인식 과정은 프론트엔드 웹페이지에서 수행하였다.

변환된 텍스트는 연결된 OpenAI API(GPT-3.5 turbo 모델)로 내부 파이프라인 백엔드에서 답변을 생성하였다. 해당 내용은 다시 Text to Speech(TTS)기술을 통해 음성으로 다시 프론트엔드 웹페이지에서 변환되어 로봇의 스피커를 통해 출력되도록 설계하였다.

로봇과 연구 참여자의 커뮤니케이션은 공동 연구자의 적극적인 모니터링 하에 이루어졌다. 초등학교생의 학년 수준과 교과 내용을 반영하기 위해서는 RAG 기술과 사전 프롬프트 엔지니어링을 적용하였는데, 이는 한국발명진흥회에서 제공한 AI 발명교사 보조로봇 배치파일을 활용하였다[31]. Open AI사의 거대언어모델에서 2015

및 2022 개정 교육과정 범위의 초등학교 교과 과정 내의 단어들로 제한된 맞춤형 언어 모델의 부분집합 데이터베이스에 학생들의 질문에 대한 답을 구하는 챗봇 형태의 커뮤니케이션을 구성하였다. 이 커뮤니케이션의 과정에서 학생들의 음성 데이터와 활동 로그는 기록에 남지 않도록, 일회성 데이터로 처리하여 저장 불가능하게 설정하였다.

(2) 발명교육 프로그램의 개발 및 적용

발명교육 프로그램은 교사보조로봇의 사회·정서적 특징을 반영한 디자인적 사고 프로세스를 참고하여 개발하였다[32]. 디자인적 사고 프로세스는 발명교육의 다양한 접근 방법 중에서도 국내외에서 타당성이 검증되었으며, 공감 단계를 강조하여 문제 상황에 대한 다양한 관점에서의 이해가 가능한 장점이 있다[32, 33]. 특히 학생들이 발명 초기 단계에서부터 교사보조로봇과 커뮤니케이션하기 위해서는 인지적 상호작용뿐만 아니라, 공감과 같은 정서적 상호작용을 포함한 프로그램이 효과적일 것으로 보았다.

본 연구에서는 교사보조로봇의 단계별 적용에 따른 학생의 인식을 파악하기 위하여 공감과 문제정의, 아이디어 발상, 시제품 제작과 평가의 3단계로 설정하고, 단계별 5차시 또는 6차시로 총 16차시를 구성하였다. 프로그램은 연구자가 발명교육 전문가 1인, 과학교육 전문가 1인과 협의하여 개발하였고, 이후 발명교육 인증제 교사 2인의 자문과 피드백을 수렴하여 프로그램을 수정·보완하면서 타당성을 확보하였다[34]. 다음은 수업의 단계와 각 단계별 구체적인 교수·학습활동이다(표 1).

표 1. 교사보조로봇을 활용한 발명교육 프로그램 내용

수업 단계	차시	교수학습활동	로봇의 역할
공감과 문제정의	1	발명의 필요성 인식	질의응답자 (Interview-ee)
	2~3	발명문제를 로봇에게 제시하고 공감하며 의미 교환하기	

	4~5	해결할 문제를 선택하기	
아이디어 발상	6~8	로봇과 브레인스토밍을 통해 아이디어 생성, 확장, 피드백	아이디어 제공 촉진자 (Idea Promoter)
	9~10	발명품의 구상도(스케치) 작성	
시제품 제작과 평가	11~12	제작 준비하기(재료, 제작방법)	아이디어 종합자 (Evaluator Moderator)
	13~15	시제품 제작하기	
	16	최종 발명품 발표하고 평가하기	

발명교육 프로그램은 교사 경력 12년 이상이며, 석사학위를 소지한 연구자가 대표 연구자로서 답임을 맡은 연구 참여자 학급에 6주동안 적용하였다. 학생들은 일주일에 한 번 2~3시간동안 본 프로그램에 참여하였다.

본 연구는 변수를 조작하지 않고 수업의 자연스러운 상황을 관찰하는 질적 사례연구방법을 채택하였는데, 로봇 활용과 외부인인 공동 연구자의 교실 진입에 불편이나 위화감을 느낄 수 있다고 보았다. 이에 수업 적용 이전부터 공동 연구자와 연구 참여자 간 라포 형성을 위해 노력하였고, 로봇 또한 교실 앞에 배치해 두어 미리 적응할 수 있게 하였다.

다. 자료 수집 및 분석 방법

본 연구를 위한 자료 수집은 크게 세 종류의 질적 자료를 대상으로 이루어졌다. 다양한 종류의 자료 수집은 자료 분석에 앞서서 연구의 타당성 및 신뢰성을 높일 수 있는 삼각 검증법의 취지를 따른 것이다[35].

첫째, 전체 수업 및 각 소집단의 수업 상황을 녹화한 수업 녹화본 자료를 수집하였다. 연구자는 교사보조로봇에 대한 학생의 반응을 보다 정확하게 파악하기 위해 교실의 앞, 뒤에 휴대폰 카메라 2대를 설치하였다. 수업 녹화본은 말뿐만 아니라 교사보조로봇과의 비언어적 상호작용을 상황 맥락적으로 해석하기에 적합한 자료가 되었다. 보조적으로 학생 발화를 기록하기 위해서는 녹음기를 사용하였다. 5개의 모듈별로 녹음기를 책상 중앙에 한 대씩 배치하였다. 연구자는

수업 녹화본에서 추출한 전사 내용을 재차 들으면서 학생들의 교사보조로봇에 대한 인식을 파악할 수 있었다.

둘째, 프로그램 진행 전후에 7개 주관식 문항으로 구성된 교사보조로봇 인식과 관련한 설문을 실시하였다. 연구자는 수업 녹화본을 확인하여 교사보조로봇과의 커뮤니케이션에서 특징적인 모습을 보인 학생을 6명씩 파악한 뒤, 해당 학생들과 5~7분간 면담하였으며 면담 내용을 모두 녹음하였다. 해당 심층 면담은 연구자 노트, 수업 전사자료, 프로그램 전후 주관식 문항 설문지에서 파악한 학생들의 인식을 정확하게 파악하기 위하여 실시하였다. 면담은 2024년 10월 일과 중 쉬는 시간에 이루어졌으며, 반구조화된 형식으로 진행되었다.

셋째, 매 수업 단계에서 학생들이 제작한 발명 관련 산출물이다. 산출물은 학생들이 교사보조로봇과 상호작용하면서 기록한 문제 상황 관련 개별 학습지와 아이디어 구상도, 종이로 만든 시제품을 모두 포함하였다. 연구 참여자의 모든 산출물은 휴대폰 카메라로 촬영한 후, 스캔하여 분석이 가능한 전자문서의 형태로 저장하였다.

본 연구는 학생들의 인식이 어떻게 나타나는지를 심층적으로 파악하기 위해 질적 사례연구 방법을 적용하였다[36]. 연구자는 분석을 위하여 첫째, 지속적 비교 방법으로 다양한 종류의 질적 자료를 반복적으로 읽으며 범주를 도출하였다[37]. 둘째, 공통성이 있는 범주들을 나열하고 보다 상위 범주로 통합하였다. 셋째, 각 범주의 속성을 분석하여 해당 범주를 구성하는 요소가 무엇이고, 어떤 수업 상황과 맥락에서 해당 범주가 발현되었는지 등을 파악하였다.

IV. 연구 결과 및 논의

교사보조로봇을 활용한 발명수업에 참여한 학생들의 반응과 인식을 분석한 결과, 단순히 긍정적·부정적 평가가 아니라, 디지털 커뮤니케이션

과정에서 사회적 존재로서 로봇을 수용하고 재구성하는 단계적 변화로 나타났다. 이는 사회적 구성주의적 관점에서 학생들이 AI를 일방적으로 수용하는 것이 아니라, 기존 경험과 수업 맥락 속에서 새로운 지식을 재구성하고, 상호작용을 통해 디지털 커뮤니케이션 경험을 조정하는 과정으로 이해할 수 있다. 학생들의 교사보조로봇 관련 인식은 크게 다음과 같은 세 가지 측면으로 변화하였다.

가. 로봇 활용 초기: “기대와 탐색의 대상”

(1) 정보 제공에 대한 기대

학생들은 AI 로봇이 방대한 지식을 제공할 수 있다는 기대를 품고 있었다(표 2 참고). 학생 4A는 “우리 은하의 지름은 몇 파섹(pc)이야?”라고 질문하며 AI의 응답을 기대하였다. 이는 문제 인식 단계에서는 발명과 직접적으로 관련되지 않은 질문이었으며, AI의 지식 제공 기능에 대한 기대에서 비롯된 것이었다. 이때 로봇은 옆 친구의 큰 목소리로 인하여 음성 인식에 오류가 발생하여 응답을 하지 않았고, 4A는 이에 대해 실망을 드러냈다. 그럼에도 불구하고 4A는 로봇에게 지속적으로 같은 질문을 시도하면서 정보 제공에 대해 기대하는 모습을 보였다.

표 2. 학생들의 “기대와 탐색” 응답 분류 예시

학생	응답 내용	응답 범주
4A	“우리 은하의 지름은 몇 파섹이야?”	로봇에 대한 기대
4C	“다음번엔 더 길고 정확하게 말할 것 같다.”	
3A	“다음주에 만나면, 더 발전되어 있을 것 같다.”	
4B	“로봇이 정말 귀엽다. (수업 후) “로봇과의 소통이 즐거웠다.”	로봇에 대한 탐색
4C	“너 몇 살이야?”	
2D	“너 파란색 좋아해? 아니면 빨간색?”	

이와 같은 학생들의 인식은 프로그램의 사전 설문지에도 동일하게 나타났다. 다음은 로봇에 대한 인지적 기대를 갖고 있었던 학생들의 응답

내용이다.

학생 4A: 로봇이 얼마나 많은 것을 알고 있는지 한번 물어보고 싶다.

학생 1A: AI는 아는 것이 많으므로 우리에게 지식을 줄 수 있을 것이다.

학생 3D: 아마도 로봇이 똑똑하니까 발명에 대해 많은 아이디어를 줄 것 같다.

(2) 호기심에 의한 적극적 탐색



그림 2. 교사보조로봇을 적극적으로 탐색하는 학생 4B

그림 2와 같이 학생 4B는 로봇을 “귀엽다”고 표현하며 여러 번 쓰다듬고 반복적으로 질문하며 조작하는 모습을 보였다. 4B는 휴대폰 액정으로 이루어진 화면을 터치해 보면서, 로봇의 표정 변화에 박수를 치며 즐거워하기도 하였다.

학생들은 AI를 지식 제공의 자원으로의 기대를 갖고 호기심의 대상으로 로봇을 활용하기 시작하였다. 이처럼 학생들은 교사보조로봇을 단순한 도구가 아닌 탐구와 호기심의 대상으로 인식하였다. 또한 이러한 경향은 학생들이 처음에는 로봇을 지식 자원이자, 새로운 디지털 커뮤니케이션 파트너의 대상으로 인식하면서, 단순한 미디어 채널이 아닌 학습 파트너로 인식하는 것으로도 볼 수 있다[20, 27].

나. 로봇 활용 중: “한계와 불신의 대상”

(1) 응답 지연의 한계

학생들은 AI 로봇과의 커뮤니케이션 과정에서 기기 작동상의 제약과 응답의 불완전성을 경험

하였다. 특히 학생들이 한계를 느낀 부분은 응답이 즉각적으로 이루어지지 않는다는 점이었다. 예를 들어 학생 2C는 로봇의 음량 문제로 어려움을 겪었다. 활동 과정에서 로봇의 스피커 음량에 만족하지 못한 학생 2C는 로봇의 응답을 더 잘 듣기 위해 여러 차례 귀를 가까이 가져가며 집중하였다. 이 과정에서 귀를 로봇에 가져다 대는 동안 로봇의 터치패드가 우발적으로 눌러 일시적인 오작동이 발생하기도 하였다. 이후 2C는 교사보조로봇 활용을 완전히 포기하고, 교실 내에 비치된 별도의 태블릿 PC를 활용하여 정보를 검색하기 시작하였다.

다음의 그림 3은 2C가 교사보조로봇의 기능상 한계를 느끼고 일반적인 포털 사이트 검색을 통해 작성한 구상도이다. 흥미롭게도 2C는 교사보조로봇과의 질문과 응답을 기다리지 않고 태블릿 PC로 정보를 즉각적으로 검색하였는데, 같은 시간동안 그런 4B의 스케치보다 오히려 더 구체적이고 상세함을 알 수 있다. 사후 면담에서도 2C는 교사보조로봇을 활용하는 것보다 검색이 훨씬 빠르다고 응답하며, 로봇의 기능상 한계를 강조하였다. 이는 디지털 커뮤니케이션 채널로서 AI 교사보조로봇이 갖는 응답 지연 시간이 가진 한계를 보여주며, 이를 학생들이 분명히 인식하고 있었음을 시사한다.

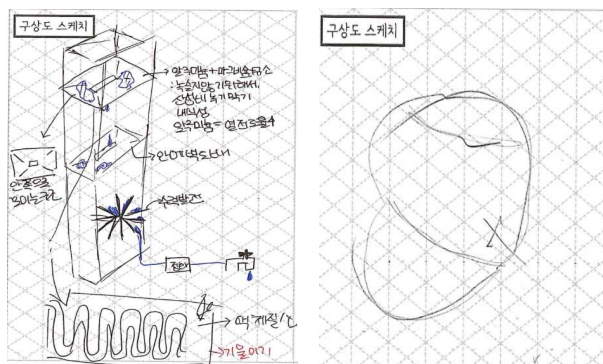


그림 3. 2C학생의 로봇을 활용하지 않은 구상도(왼쪽)과 4B학생의 로봇을 활용한 구성도(오른쪽)

한편, 같은 모듈의 학생 2A는 “자기가 말하고 싶을 때만 말한다”며 커뮤니케이션을 포기하였

다. 또 다른 학생 2B는 AI가 수업에서 “검색이 안 되고 어려웠다”라고 응답하였다. 이는 커뮤니케이션의 핵심 속성 중 원활성(smoothness)이 충족되지 못한 상황으로 해석할 수 있다[26].

이와 같은 학생 응답을 종합하면, 학생들은 공통적으로 응답 지연의 기술적 한계를 경험하고 있었다. 이는 프로그램 초기 단계에서 학생들이 가졌던 인지적·정서적 기대와는 상반되는 결과였다(표 3 참고).

표 3. 학생들의 “한계와 불신” 응답 분류 예시

학생	응답 내용	응답 범주
2A	“자기가 말하고 싶을 때만 말하네.”	로봇의 한계
3B	“검색도 잘 안되고, 너무 어려웠다.”	
4A	“AI 응답 중 일부는 진짜가 아닌 것 같았어요.”	
3C	“로봇이 제 질문에 제대로 대답한 건지 잘 모르겠어요.”	로봇에 대한 불신
2B	“AI는 사람이 아닌 기계라서 믿기 어려웠다.”	
4D	“칭찬은 기뻐지만, 그게 진심인지 잘 모르겠다.”	

(2) 응답 내용에 대한 불신

응답 내용에 대한 불신은 로봇 자체에 대한 것이라기보다는 인공지능(Artificial Intelligence)에 대한 것이었다. 예를 들어, 학생 2B는 AI를 “사람이 아닌 기계라서 진짜 있는 내용인지 답변을 믿기 어렵다”라고 응답하며 응답 내용에 대한 불신을 나타내었다. 학생 4D 역시 AI가 제공하는 칭찬이 좋기는 하지만, “진심인지 잘 모르겠다”고 답변하며, 지속적인 불신을 보였다. 다음의 그림 4에는 4D의 AI에 대한 불신이 잘 드러난 응답이 드러나 있다. 4D는 수업 직후 면담에서 AI에 대한 사람들의 지나친 의존성이 무섭다고 말하면서, 위험성이 크지 않냐고 교사에게 반문하기도 했다. 이는 초등학생임에도 불구하고, 4D 인간 교사가 아닌 AI 교사보조로봇의 디지털 커뮤니케이션 매체로서를 불신의 대상으로 인식

하고 있음을 추측할 수 있다.

나는 AI의 필요성을 느끼지 못한다. 너무 위험하고
사람들이 지나치게 의존하는 것 같다.

AI가 발전하는 단계라서 대답이 명확하게
안왔다.

그림 4. 4D 학생의 AI에 대한 부정적 응답

또한 이러한 반응은 단순히 기술적(technical)인 부분에 대한 불만에 그치는 것이 아니라, 학습자가 AI 로봇의 한계를 자율적으로 탐색하고 비판적으로 수용하는 과정으로 해석할 수 있다. 구성주의적 관점에서 이는 학생들이 AI와의 커뮤니케이션 속에서 단순한 수용자가 아님을 보여준다. 학생들은 사람들의 지나친 의존, 믿음직하지 않은 정보를 제공하는 현 상태에 대해 스스로 평가하고 조정의 필요성을 느끼는 능동적 주체로 기능하고 있음을 시사한다.

다. 로봇 활용 후: “피드백과 개선의 대상”

(1) 기능 발전에 대한 긍정적 피드백

학생들은 비록 초기 경험에서 교사보조로봇의 한계를 경험했지만, AI의 발전 가능성을 긍정적으로 수용하는 모습을 보였다. 학생 2D는 “AI가 아직 어려서 말을 잘 못한다. 그래도 재미있었다”고 표현하며 AI와 소통이 어려운 상태를 긍정적으로 받아들였다. 학생 2A는 여러 시도 끝에 답변을 얻었을 때 “드디어 로봇이 말해서 뿌듯하다”고 말했고, 학생 5E는 마지막 수업 차시에서 “처음엔 답답했는데, 예전보다 로봇의 대답이 많아지고 똑똑해졌다”고 응답하여 로봇이 점차 학습하고 개선됨을 체감하였다. 또한 학생 4B는 발명 아이디어 도출 과정에서 “다이어트에 도움이 되는 영양소들을 직접 검색하기가 힘든데 도와주어서 좋았다”고 말하며, AI가 정보 검색에

실질적 도움을 주었다고 평가하였다. 수업 후에는 이 로봇과의 상호작용이 즐거웠다고 응답하여 긍정적인 피드백을 제시하였다. 이외에도 발전된 로봇의 기능에 만족한 학생 응답은 다음의 그림 5와 같다.

도(게) 신기하고
로봇이 어린이에서
성인이 된 기분이고
정보 통신이 원활해서
매게 편리하고
좋았다.

로봇이 문맥
파악을 잘 못
달라 알았는데,
주제 파악과
문맥 파악이
잘 되는게 신
했다.

그림 5. 3A(왼쪽)와 2D(오른쪽) 학생의 긍정적인 피드백

이는 로봇을 단순한 채널이 아니라 커뮤니케이션의 파트너로 인식한 결과로 볼 수 있다. 학습자가 디지털 환경 속에서 상대방의 존재를 실감할수록, 디지털 커뮤니케이션은 심화되어간다는 점에서 충분히 의미 있는 인식이라고 볼 수 있다 [26~28].

(2) 기능 발전을 위한 개선의 대상

개선 참여의 측면에서 2D 학생은 “차라리 말하기를 끝까지 기다리기보다는, 글로 보여주는 게 낫겠어요”라고 사후 면담에서 응답하였는데, 교사보조로봇의 음성 응답과 텍스트 응답을 결합하는 방식이 더 효과적이라는 개선 요구로 해석할 수 있다. 구체적인 학생 응답의 분류 예시는 다음과 같다(표 4).

처음 ‘공감과 문제정의’ 단계에서 교사보조로봇과 소통할 때, 지속적인 호기심을 보이며 몇 살이냐고 물었던 4C, 4B 학생의 경우, 사후 면담에서 수업에서 활용된 교사보조로봇의 목소리가 성인 여성의 중간톤 목소리였는데, 이에 대해 “진짜 친구처럼” 더 친근하게 느껴질 수 있도록 나이를 낮추는 것이 어떻냐고 연구자에게 제안하기도 하였다. 이는 AI의 음성 인터페이스(Voice User Interface, VUI)를 설계할 때에 성별 차이를 고려하는 것이 좋다는 기존 연구결과에서 더 나아가, 초등학생의 경우에는 연령까지

도 고려할 필요가 있음을 시사한다[10].

표 4. 학생들의 “피드백과 개선의 대상” 응답 분류 예시

학생	응답 내용	응답 범주
2E	“로봇이 훨씬 똑똑해졌다. 이전에는 답이 부족했는데, 이제는 응답이 많아졌다.”	로봇에 대한 긍정적 피드백
4B	“다이어트에 도움이 되는 영양소들을 직접 검색하기가 힘든데 도와주어서 좋았다.”	
4A	“로봇이 정말 흥미롭고 재미있었다.”	
2D	“차라리 말하기를 끝까지 기다리기보다는, 글로 보여주는 게 낫겠어요.”	로봇에 대한 개선 요구
4C	“진짜 친구 로봇처럼 목소리가 더 어려졌으면 좋겠어요.”	
3A	“너무 시끄러워서 안 들려요. 헤드셋 같은 것 없어요?”	

또한 3A는 ‘시제품 평가’ 단계에서 교사보조로봇과 대화하다가, 음성 전달력에 대한 불만을 표현하였다. “너무 시끄러워서 안 들려요. 헤드셋 같은 것 없어요?”라고 물으며 로봇의 개선을 건의하였다. 그 결과 3A는 연구자가 제공한 헤드셋을 이용하여 로봇과 원활하게 소통할 수 있었다(그림 6). 이에 대해 3A는 스스로 “제가 잘 안 들어서 헤드셋을 달라고 한 덕분에, 소리가 좀 더 잘 들렸어요.”라고 의미를 부여하였다.



그림 6. 3A가 요구한 헤드셋을 이용하여 로봇과 적극적으로 커뮤니케이션하는 장면

3A의 경우, 로봇 활용 초기부터 정보 제공 자원으로서의 기대를 보였던 학생이었음이 연구자의 연구노트에서 드러났다. 3A의 기대는 발명교육 프로그램의 과정에서 로봇의 긍정적 피드백

및 개선 요구와도 밀접한 관련이 있을 가능성을 시사한다. 이는 초등학생들이라든가 단순히 기술을 소비하는 존재가 아니라, AI의 발전 가능성을 학습 맥락 속에서 상상하고 요구하는 로봇의 공동 설계자로 수업에 참여하고 있음을 보여준다. 구성주의적 시각에서 이는 학습자가 디지털 커뮤니케이션 환경을 수동적으로만 받아들이는 것이 아니라, 학습 과정에 필요한 개선점을 능동적으로 제안하며 로봇 발전에 참여했다는 점에서 의미가 있다[38].

V. 결 론

본 논문에서는 초등학교 발명교육에 교사보조 AI 로봇을 도입하고, 학생들의 디지털 커뮤니케이션 도구로서의 로봇과 관련한 인식을 사회적 구성주의의 관점에서 탐구하였다. 연구 결과, 학생들의 반응은 기대와 탐색, 불신과 한계, 피드백과 개선의 대상으로 단계적 변화를 보였다. 로봇 활용의 도입부에는 학생들이 AI에 기대를 표하거나, 새로운 커뮤니케이션 경험에 높은 흥미를 보였다. 특히 발명과 직접 관련되지 않은 질문을 통해 로봇의 능력을 시험하거나, 반복적인 질문을 즐거움의 차원에서 시도하는 사례도 있었다. 그러나 로봇 활용 중에 일부 학생들은 로봇의 음량 문제, 작동 오류, 불신 등으로 인해 커뮤니케이션에 어려움을 겪은 학생들도 있었다. 이러한 결과는 학생들의 AI에 대한 인지·정서적 기대 및 디지털 커뮤니케이션 과정이 로봇에 대한 인식 변화와 관련이 있음을 보여준다.

이러한 초기 인식은 로봇을 활용하는 과정에서 점차 변화해 갔으며, 프로그램의 마무리 단계에서는 로봇의 기능 발전을 위한 개선 요구로까지 이어졌다. 이처럼 학생들이 AI와의 커뮤니케이션을 통해 자기주도적으로 탐색하며 의미를 구성하는 과정은 구성주의적 학습 맥락에서 매우 주목할 만하다. 즉, 학생들은 교사보조로봇의 탐색, 불신에서 나아가 로봇의 기능 개선에도 점차

적극적으로 참여하였다. 이는 초등학교의 발명 교육에서 교사보조로봇이 단순한 지식전달 매체를 넘어 학습 경험의 확장을 제공하는 커뮤니케이션 채널로 기능할 가능성을 시사한다.

본 연구는 디지털 커뮤니케이션 채널로서의 AI 교사보조로봇이 갖는 새로운 가능성을 제시하면서도, 기술적 안정성, 응답에 대한 신뢰 등의 과제를 안고 있음을 드러냈다. 아울러 성별 외에도 연령을 고려한 음성 인터페이스 등에 대한 문제도 제기되었다. 따라서 향후 연구에서는 AI의 기술적 개선, 교사와 AI의 역할 재구조화, 학생 경험 기반의 맞춤형 활용 방안이 함께 논의되어야 한다. 또한 장기적이고 반복적인 수업 적용을 통해 AI로봇을 통한 학습이 지능적 에이전트로서의 역할, 적응적 학습 보조를 거쳐 효과적인 디지털 커뮤니케이션 학습 채널로 확장될 수 있는 가능성을 다각도로 탐색할 필요가 있다. 본 연구는 초등학교의 발명교육에 디지털 커뮤니케이션을 접목하는 시도에서 얻어진 초기적 성과와 한계를 제시하며, 디지털 시대 교육 혁신의 실천적 논의에 기초 자료를 제공한다는 의의가 있다.

REFERENCES

- [1] 황유리, “생성형 AI 활용 교과 융합 교육 프로그램 개발,” *융합과학기술사회연구*, 제2권, 제2호, 11 - 15쪽, 2023년
- [2] 임형규, 이춘식, “초등학교의 발명에 대한 태도,” 석사학위논문, 인천: 경인교육대학교 교육대학원, 2012년
- [3] 콕소나, 이동규, 이민구, 한정혜, 김명석, “강화 이론에 근거한 보조 로봇 인터랙션 디자인에 관한 연구: 로봇에 대한 인상과 선호도 측정을 중심으로,” *한국디자인학회*, 97 - 106쪽, 2007년
- [4] W. Holmes, M. Bialik, and C. Fadel, *Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning*, Centre for Curriculum Redesign, 2019.
- [5] R. Luckin, W. Holmes, M. Griffiths, and L.B. Forcier, *Intelligence Unleashed: An Argument for AI in Education*, Pearson Education, 2016.
- [6] OECD, *OECD Digital Education Outlook 2021: Pushing the Frontiers with Artificial Intelligence*, Blockchain and Robots, OECD Publishing, 2021.
- [7] 강현중, 이준욱, 강성수, “스마트 디바이스 기반의 농업환경관리 지원 서비스,” *스마트미디어저널*, 제1권, 제1호, 65 - 72쪽, 2011년
- [8] 구덕희, 이금화, “자연어처리 기반 챗봇을 활용한 교육프로그램이 인공지능 기술 태도에 미치는 효과,” *한국정보교육학회지*, 제27권, 제4호, 443 - 452쪽, 2023년
- [9] 임미가, “챗봇 튜터를 활용한 AI 융합 발명 교육 프로그램 개발,” *대한공업교육학회지*, 제47권, 제2호, 198 - 222쪽, 2022년
- [10] 신종규, 강준모, 박영진, 김상호, “음성 인터페이스와의 상호작용에서 AI 음성이 성별에 따른 사용자의 감성 만족도에 미치는 영향,” *한국감성과학회지*, 제25권, 제3호, 127 - 134쪽, 2022년
- [11] O. Zawacki-Richter, V.I. Marín, M. Bond, and F. Gouverneur, “Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education - where are the educators?,” *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, vol. 16, no. 1, p. 39, 2019.
- [12] R. Eirich, B.A. McArthur, C. Anhorn, C. McGuinness, D.A. Christakis, and S. Madigan, “Association of screen time with internalizing and externalizing behavior problems in children 12 years or younger: A systematic review and meta-analysis,” *JAMA Psychiatry*, vol. 79, no. 5, pp. 393 - 405, 2022.
- [13] 전라북도교육청, *생성형 AI, 교사와 함께 수업을 디자인하다*, 전라북도교육청, 2023년 12월 18일
- [14] 경기도교육청, *생성형 인공지능 활용 교육 가이드라인 (초등학생용·교사용)*, 경기도교육청, 2025.
- [15] 서울특별시교육청, *학교급별 생성형 AI 활용 지침: 초·중·고 대상 안내*, 서울특별시교육청, 2023년 8월 19일
- [16] L.S. Vygotsky, *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*, Harvard University Press, 1978.
- [17] W.W. Cobern, “Contextual constructivism: The impact of culture on the learning and teaching of science,” *Proc. of Theoretical Bases for Science Education Research Symposium, Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, Lake Geneva, WI, Apr. 1991.
- [18] 최병순, 신애경, “한국과 영국의 소집단 Thinking Science 활동에서 나타난 학생의 언어적 상호작용 특성과 교사의 도움 비교,” *초등과학교육*, 제25권, 제4호, 363 - 373쪽, 2006년
- [19] 윤무현, 주다영, “AI 학습 로봇의 친밀감 영향 분석,” *한국감성과학회지*, 제27권, 제2호, 69 - 80쪽, 2024년
- [20] H. Ackermann, A.L. Lange, V.V. Hafner, and R.

- Lazarides, "How adaptive social robots influence cognitive, emotional, and self-regulated learning," *Scientific Reports*, vol. 15, no. 1, p. 6581, 2025.
- [21] 황정환, 여현, "유비쿼터스 측사 구현을 위한 스마트폰 어플리케이션 개발," *스마트미디어저널*, 제1권, 제1호, 81 - 88쪽, 2011년
- [22] S.J. Russell and P. Norvig, *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, 4th ed., Pearson, 2021.
- [23] R. Sajja, Y. Sermet, M. Cikmaz, D. Cwierny, and I. Demir, "Artificial Intelligence-Enabled Intelligent Assistant for Personalized and Adaptive Learning in Higher Education," *Information*, vol. 15, no. 10, p. 596, 2024.
- [24] Lee, J., and K. Park, "A study on the perceptions of invention-gifted students regarding ICT," *Journal of Gifted/Talented Education Research*, vol. 24, no. 3, pp. 463 - 477, 2014.
- [25] Dalela, S., and M.S. Ahmed, "Systematic review of invention education research landscape: state of the discipline and future directions," *Frontiers in Education*, vol. 9, p. 1284442, Jun. 2024.
- [26] M. El-Astal and H. El-Youssef, "What is digital communication? Developing a conceptual definition of the term," *Forum for Linguistic Studies*, vol. 7, no. 1, pp. 471 - 479, 2025.
- [27] J. Short, E. Williams, and B. Christie, *The Social Psychology of Telecommunications*, Wiley, London, 1976.
- [28] J.F. Hoorn, "Theory of Robot Communication: I. The Medium is the Communication Partner," *International Journal of Humanoid Robotics*, vol. 17, no. 6, Article 2050026:1 25, 2020.
- [29] C.E. Shannon and W. Weaver, *The Mathematical Theory of Communication*, University of Illinois Press, 1949.
- [30] 임성재, 이지형, 구본기, 이길행, "3D 휴먼 모델링 및 변형 기술 동향," *스마트미디어저널*, 제1권, 제1호, 41 - 48쪽, 2011년
- [31] AI 발명교사 보조로봇 설치 및 실행법 (2024), <https://www.ip-edu.net/home/kor/board.do?menuPos=81&act=detail&idx=56300&pageIndex=1> (accessed Oct., 25, 2024).
- [32] 이도현, 윤지현, 강성주, "과학 교육에서 초,중등학생의 집단 창의성 함양을 위한 디자인적 사고 프로세스의 제안 및 타당성 검토 연구," *한국과학교육학회지*, 제35권, 제3호, 443 - 453쪽, 2015년
- [33] 이도현, 윤지현, 강성주, "중등 과학 영재들의 집단 창의성을 돕기 위한 전략으로서 디자인 사고 프로그램의 가능성 탐색," *현장과학교육*, 제10권, 제2호, 151 - 171쪽, 2016년
- [34] 장형운, 심준구, 이도현, 이경표, 이민구, "교사보조로봇을 활용한 발명교육 프로그램 개발 및 효과성 검증," *한국감성과학회 국제학술대회(ICES)*, 175 - 175쪽, 2024년
- [35] J. Corbin and A. Strauss, *Basics of Qualitative Research: Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory*, Sage Publications, 2014.
- [36] S.B. Merriam, "The case study in educational research: A review of selected literature," *The Journal of Educational Thought (JET)/Revue de la Pensée Educative*, pp. 204 - 217, 1985.
- [37] B.G. Glaser and A.L. Strauss, *Grounded Theory: Strategien qualitativer Forschung*, Bern: Huber, 1998.
- [38] D.C. Phillips, "Coming to grips with radical social constructivisms," *Science & Education*, vol. 6, no. 1 - 2, pp. 85 - 104, 1997.

저 자 소 개

**장형운(정회원)**

2013년 경인교육대학교 교육학과 학사 졸업.

2018년 서울대학교 사범대학원 교육학과 석사 졸업.

2024년~ 서울대도초등학교 교사 재직

<주관심분야 : 발명교육, 지식공유, AI 활용 교수학습자료, 초등교육, 디자인적 사고>

**이민구(정회원)**

2007년 KAIST 산업디자인학과 학사 및 석사 졸업.

2020년 서울대학교 융합과학기술대학원 지능형융합시스템학과 박사 졸업.

2019년~ 서울대학교 사범대학/AI연구원 객원조교수

<주관심분야 : EdTech, Data기반 의사결정, 스마트팩토리>