

로봇 기반 STEAM 교육 프로그램이 유아의 과학적 태도 및 과학적 문제해결력에 미치는 효과

김승옥*

본 연구는 로봇 기반 STEAM 교육 프로그램이 유아의 과학적 태도와 과학적 문제해결력에 미치는 효과를 분석하고자 하였다. 연구대상은 서울과 충남 지역의 어린이집 3곳에 재원 중인 5세 유아 43명(실험집단 23명, 비교집단 20명)이었다. 실험집단에는 6주간 총 18차시의 로봇 기반 STEAM 교육 프로그램을, 비교집단에는 코딩 중심 로봇활동을 적용하였다. 수집된 자료는 SPSS WIN 21.0 프로그램으로 신뢰도 검증, 기술통계, 독립표본 t-검증을 실시하였다. 그 결과, 첫째, 실험집단은 비교집단보다 과학적 태도에서 유의미한 긍정적 향상을 보였다. 특히 자진성과 적극성, 개방성, 끈기성, 협동성 등의 하위요인에서 뚜렷한 변화가 나타났다. 둘째, 과학적 문제해결력 또한 실험집단이 비교집단보다 유의하게 향상되었으며, 하위요인 중 문제의 발견 및 진술, 결론 짓기 영역에서 긍정적인 변화를 보였다. 본 연구는 로봇 기반 STEAM 교육 프로그램이 유아의 과학적 태도 형성과 과학적 문제해결력 향상에 효과적인 교수·학습 전략임을 확인하였다.

주제어 : 로봇, STEAM, 과학적 태도, 과학적 문제해결력, 유아

논문 투고일: 2025. 11. 02. 최종심사일: 2025. 11. 20. 게재확정일: 2025. 12. 26.

* 이 논문은 2024학년도 한국성서대학교 학술연구조성비에 의해 연구되었음

** 한국성서대학교 영유아보육학과 조교수

Corresponding Author: Kim Seung Ok, Korean Bible University, 32 Dongil-ro 214-gil, Nowon-gu, Seoul, Korea. 01757. E-Mail : ecefun@bible.ac.kr

I. 서론

현대 사회는 인공지능(AI), 빅데이터, 로봇공학, 사물인터넷(IoT), 증강현실(AR) 등 첨단 과학기술이 급속히 발전하면서 제4차 산업혁명이라는 초연결 사회로 진입하고 있다. 기술의 융합은 물리적·생물학적·디지털 영역 간 경계를 허물며 새로운 형태의 혁신을 촉발하고 있으며, 그에 따라 미래 인재에게 요구되는 역량 또한 빠르게 변화하고 있다. 세계경제포럼(World Economic Forum, 2016)과 경제협력개발기구(OECD, 2023)는 미래사회를 살아갈 인재에게 융합적 사고력, 창의적 문제해결력, 데이터 리터러시, 기술 활용 능력 등을 핵심 역량으로 제시하며, 유아기부터 디지털 리터러시와 융합적 사고 역량을 기를 수 있는 교육적 접근의 필요성을 강조하고 있다.

유아교육 현장 역시 디지털 전환(Digital Transformation)의 흐름 속에서 빠르게 변화하고 있다. 과거 교사 중심의 전달식 수업에서 벗어나 탐구·상호작용 중심의 참여형 디지털 교수·학습 환경으로 이동하고 있으며(장현진, 2024), 실감형 학습 콘텐츠, 상호작용 기반 디지털 도구, AI 기반 진단 시스템을 활용한 활동이 증가하고 있다(윤지영, 2022). 이러한 변화는 유아의 몰입, 동기, 창의적 사고를 촉진하는 것으로 보고된다. 나아가 유아교육의 초점도 디지털 기술을 단순하게 사용하는 수준에서 나아가 기술을 매개로 사고하고 탐구하며 문제를 해결하는 디지털 리터러시 함양으로 확장되고 있다(강정원·김용익·김승옥, 2025).

교육의 방향 또한 단편적 지식 전달에서 벗어나, 인간의 가치를 존중하고 창의성과 개성을 발휘하는 융합형 인재를 양성하는 쪽으로 변화하고 있다. 융합형 인재란 다양한 분야의 지식과 기술을 통합적으로 이해하고, 타인과 협력하며 문제를 합리적으로 해결할 수 있는 사람을 의미한다(교육과학기술부·한국과학창의재단, 2012). 이러한 관점에서 STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) 교육은 실제적 문제 상황을 중심으로 다학문적 지식을 통합하여 사고의 확장을 유도하고, 새로운 해결 전략을 구성하도록 돕는 핵심 교육 접근으로 주목받고 있다. 특히 STEAM 교육의 통합적 특성은 융합적 사고력과 창의적 문제해결력을 신장시키는 데 효과적인 미래지향적 교육 모델로 강조되고 있다(김성원·김수진·김영민·박혜숙·김현정·김남희, 2012). 또한 긍정심리 기반의 WISE-CANDY 교수·학습 모델(이진아·이소희, 2022)과 같이 유아의 창의성과 사고력을 체계적으로 지원하려는 시도가 증가하면서 융합 교육의 중요성은 더욱 부각되고 있다.

유아 로봇 교육의 이론적 기반은 Papert(2000)의 구성주의에 기반한다. Papert는 로봇을 활용한 조작-실행-반성의 과정이 학습자가 지식을 능동적으로 구성하도록 돕는다고 보았다. 로봇은 추상적인 과학·기술 개념을 유아가 직접 조작하며 이해할 수 있도록 돕는 매체로, 즉각적인 피드백을 통해 탐색, 오류 수정, 문제해결을 반복적으로 시도하게 한다(Sullivan & Bers, 2016). 또한 로봇의 ‘명령-반응’ 구조는 순서화, 예측, 디버깅 등 컴퓨팅 사고(Computational Thinking)의 기초 요소를 자연스럽게 습득하도록 하며(Bers, 2018), 로봇의 움직임 변화를 관찰·조정하는 과정은 관찰-추론-검증이라는 과학적 탐구의 순환 구조를 경험하게 한다(Zviel-Girshin, 2025). 특히 실물 조작 기반 Tangible Programming은 화면이나 키보드 대신 블록·카드 등 물리적 조작물을 배치해 로봇 명령을 구성하는 방식으로, 유아의 발달 수준에 적합한 직관적 코딩 환경을 제공한다(Bers & Horn, 2010). 이러한 실물 기반 코딩은 높은 몰입도와 지속적인 참여를 유도하는 것으로 보고되었다(Sapounidis, Ourda, Rapti & Tsingidou, 2025; Tselegkaridis, Sapounidis & Stamovlasis., 2023).

또한 로봇 기반 활동은 STEAM의 다섯 영역을 하나의 활동 맥락에서 통합할 수 있는 강점을 지닌다. 로봇의 구조와 움직임은 과학적 탐구(S), 센서·명령 활용은 기술적 이해(T), 경로 설계와 기능 조합은 공학적 설계(E), 스토리텔링이나 표현 활동은 예술적 창의성(A), 반복 실행과 패턴 분석은 수학적 추론(M)을 확장한다. 즉, 로봇은 한 가지 활동 안에서 다양한 인지적·기술적 요소를 자연스럽게 연결하는 STEAM 교육의 중심 매체로 기능한다(Zviel-Girshin, 2025; Sung, Lee, & Chun, 2023).

여러 선행연구에 따르면 로봇 기반 활동은 유아의 과학적 태도와 문제해결력 발달을 촉진하는데 효과가 있다고 일관되게 보고되고 있다. 유아는 로봇이 자신의 기대와 다르게 작동할 때 그 원인을 탐색하고 수정하는 과정에서 호기심, 자신성, 끈기성, 판단유보, 협동성 등 과학적 태도의 핵심 요인을 자연스럽게 경험한다(이경민, 2000; 이건우·유구중, 2019; 이은정, 2018; 최진령·이연승, 2017; 김형재·송민서·홍순옥, 2016). 또한 로봇 기반 활동은 문제 발견-가설 설정-탐색-검증-결론 도출이라는 과학적 문제해결 과정을 실제적 맥락에서 경험하도록 한다(권혜림, 2012; Tegano, Sawyers, & Moran, 1989). 더 나아가 협력, 의사소통, 창의성, 비판적 사고 등 사회적·인지적 발달에 긍정적 영향을 미친다는 연구도 보고되고 있다(Çakır, Korkmaz, Idil, & Uğur-Erdogmus, 2021; Mioduser & Kuperman, 2020).

그럼에도 국내 연구에서는 스마트 디바이스를 활용한 STEAM 교육 프로그램이 유아의 과학적 태도와 과학적 문제해결력에 미치는 효과를 검증한 사례는 있으나(김래은·송민서·현혜정, 2024), 로봇을 기반으로 한 STEAM 교육의 효과를 다룬 연구는 여전히 부족하다.

특히 5세 유아를 대상으로 로봇 기반 활동이 유아의 과학적 태도와 과학적 문제해결력의 두 영역 세부 요인에 어떤 변화를 가져오는지를 체계적으로 분석한 연구는 드물며, 로봇의 교육적 특성과 STEAM 융합 논리를 함께 고려한 연구 역시 충분히 이루어지지 않았다(이우리, 2018; 이경진·이상수, 2017).

이에 본 연구는 로봇 기반 STEAM 교육 프로그램이 5세 유아의 과학적 태도와 과학적 문제해결력에 미치는 효과를 실증적으로 분석하고, 각 하위 요인의 변화 양상을 구체적으로 고찰하고자 한다. 이를 통해 유아기 융합적 사고력 및 과학적 탐구력 함양을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

본 연구의 연구문제는 다음과 같다.

연구문제 1. 로봇 기반 STEAM 교육 프로그램은 유아의 과학적 태도에 어떠한 효과가 있는가?

연구문제 2. 로봇 기반 STEAM 교육 프로그램은 유아의 과학적 문제해결력에 어떠한 효과가 있는가?

II. 연구방법

1. 연구 대상

본 연구의 대상은 사회·경제적 여건이 유사한 서울과 충남 지역의 3개 어린이집에 재원 중인 5세 유아 43명으로 선정하였다. 이 중 실험집단은 23명, 비교집단은 20명으로 구성하였다. 유아의 평균 월령은 실험집단이 70.26개월($SD=2.83$), 비교집단이 71.00개월($SD=3.85$)로 나타났으며, 두 집단 간 유의한 차이는 없었다($t(41)=-.72, p>.05$). 성별 구성은 실험집단의 경우 남아 11명(47.8%), 여아 12명(52.2%)이었으며, 비교집단은 남아 10명(50.0%), 여아 10명(50.0%)으로 고르게 분포하였다. 집단별 연구대상의 배경은 <표 1>과 같다.

<표 1> 집단별 연구대상의 배경

구분	성		월령		t
	남 N(%)	여 N(%)	M	SD	
실험집단 (n=23)	11(47.8)	12(52.2)	70.26	2.83	-.72
비교집단 (n=20)	10(50.0)	10(50.0)	71.00	3.85	

2. 연구 도구

1) 유아의 과학적 태도

본 연구에서는 로봇 기반 STEAM 교육 프로그램이 유아의 과학적 태도에 미치는 효과를 측정하기 위해 유경숙(1999)의 평가 준거를 바탕으로 이경민(2000)이 개발한 과학적 태도 검사 도구를 사용하였다. <표 2>와 같이 이 도구는 호기심, 자진성과 적극성, 솔직성, 객관성, 개방성, 비판성, 판단유보, 협동성, 끈기성의 9개 하위 요인으로 구성되며, 각 요인당 3문항씩 총 27문항으로 이루어졌다. 각 문항은 5점 평정척도로 평가하며, 총점 범위는 27점에서 135점으로, 점수가 높을수록 과학적 태도가 높음을 의미한다.

검사는 유아 3~4명으로 구성된 소집단을 대상으로 ‘비밀상자’ 활동을 통해 실시하였다. 상자에는 클립, 나무 블록, 자동차 바퀴, 톱니바퀴, 플라스틱 공, 볼링공 등이 포함되었으며, 유아는 상자를 흔들어서 소리를 듣거나 냄새를 맡고, 손을 넣어 촉감을 탐색하는 등의 활동을 수행하였다. 연구자는 유아의 자연스러운 상호작용을 관찰한 뒤, 항목별로 평정하였다. 본 도구의 신뢰도(Cronbach’s α)는 .93으로 매우 높은 수준으로 나타났다.

<표 2> 유아의 과학적 태도 문항 구성과 신뢰도

영역	내 용	문항수	신뢰도
호기심	새로운 대상에 대해 흥미를 가지고 자주 질문하며, 관심을 기울여 문제의 원인을 알아보려는 태도	3	.73
자진성과 적극성	활동에 능동적으로 참여하고, 문제 해결을 위해 적극적으로 임하며, 의문을 해결하려 노력하는 태도	3	.68
솔직성	실험의 과정이나 결과에서 관찰이나 예상 결과를 있는 그대로 표현하고, 어려움을 솔직히 드러내며 결과를 왜곡하지 않는 태도	3	.79

객관성	관찰한 대로 정직하게 표현하고, 실험 결과에 근거해 결론을 내리며, 다양한 해결책을 모색하는 태도	3	.78
개방성	다른 사람의 의견을 수용하고, 실패에 좌절하지 않으며, 다양한 의견을 듣고 받아들이는 태도	3	.70
비판성	타인의 의견에 대해 비판적으로 판단하고, 성급히 결론을 내리지 않으며, 대안을 제시하는 태도	3	.67
판단유보	충분한 근거자료를 탐색하고, 여러 가능성을 고려하며, 확실한 근거를 가지고 판단이나 결론을 내리는 태도	3	.73
협동성	집단 활동에서 서로 협의하고 도와 맡은 역할을 이행하는 태도	3	.69
끈기성	실패한 실험을 반복하고, 해결되지 않은 문제에 지속적으로 도전하며, 다음 문제도 해결하려 태도	3	.82
계		27	.93

2) 유아의 과학적 문제해결력

유아의 과학적 문제해결력을 측정하기 위해 Tegano, Sawyers, Moran(1989)이 개발하고 장경혜(1994)와 김남희(2015)가 수정·보완한 도구를 사용하였다. <표 3>과 같이 이 도구는 유아가 문제 상황을 인식하고 해결해 나가는 전 과정을 관찰할 수 있도록 구성된 활동 과제이다. 문제해결 과정은 ‘문제의 발견 및 진술’, ‘아이디어 제안 및 적용’, ‘결론 짓기’의 세 단계로 구성되며, 총 여섯 개의 하위 단계로 세분화된다. 1단계인 문제의 발견 및 진술은 유아가 제시된 문제에 주의를 기울이고 흥미를 느끼며 문제 상황을 설명하는 과정으로, 0~9점의 범위에서 평가한다. 2단계 아이디어 제안 및 적용은 문제 해결을 위한 아이디어를 생성하고 이를 실제로 적용하는 단계로, 0~6점의 범위를 갖는다. 3단계 결론 짓기는 문제 해결 후 결론을 도출하는 과정으로, 0~3점의 범위를 갖는다. 총점은 0~18점으로, 점수가 높을수록 과학적 문제해결력이 우수함을 의미한다.

검사는 ‘호루라기와 주사기 놀이’(사전활동)와 ‘공기로 움직이는 자동차 놀이’(사후활동)로 구성하였다. 활동에는 호루라기, 주사기, 풍선, 자동차, 바퀴, 빨대 등의 자료를 사용하였으며, 유아는 이를 활용해 문제를 인식하고 해결 방안을 탐색하며 자신의 생각을 표현하였다. 검사는 유아 3~4명으로 구성된 소집단을 대상으로 진행하였으며, 활동 전에는 흥미 유발을 위한 이야기 나눔을 실시하였다. 이후 유아가 자유롭게 탐색하고 해결하도록 하였고, 교사는 자연스러운 상호작용을 방해하지 않는 범위 내에서 관찰을 통해 평정하였다. 본 연구에서 사용된 과학적 문제해결력 검사 도구의 신뢰도(Cronbach’s α)는 .78로 나타났다.

<표 3> 유아의 과학적 문제해결력 문항 구성과 신뢰도

단계	영역	내 용	문항수	신뢰도
1. 문제의 발견 및 진술	문제 인식	주의 집중 여부	3	.78
	흥미 표현	자발적 탐색 여부		
	문제 설명	자신의 말로 문제 설명		
2. 아이디어 제안 및 적용	아이디어 제안	해결을 위한 아이디어 수와 다양성	2	
	아이디어 적용	제안한 아이디어 적용		
3. 결론 짓기	결론 짓기	실험 결과를 설명하는 능력	1	

3. 연구 절차

1) 예비연구

연구 도구의 타당성과 프로그램의 적절성을 검토하기 위해 2024년 5월 7일부터 9일까지 본 연구에 참여하지 않은 5세 유아 10명을 대상으로 예비연구를 실시하였다. 예비 활동 과정에서 유아들의 흥미와 몰입도는 높았으나, 활동 시간이 다소 길어지는 경향이 나타났다. 이에 본 검사에서는 대집단 활동을 정해진 시간 내에 진행하고, 도입 및 마무리 활동은 자유놀이 시간을 활용하여 유연하게 운영하도록 조정하였다. 예비 검사에서는 과학적 태도와 과학적 문제해결력에 대한 유아의 반응과 이해도를 확인하고, 교사의 발문 적절성, 채점 기준의 명확성, 검사 방법 및 소요 시간의 타당성을 점검하였다. 그 결과, 도구의 내용과 구성, 절차 모두 적절하다고 판단되어 본 검사에서도 동일한 방식으로 적용하였다.

2) 검사자 훈련

연구의 신뢰성을 확보하기 위해 실험집단과 비교집단의 검사를 담당할 검사자를 대상으로 사전 훈련을 실시하였다. 훈련 내용에는 연구의 목적과 절차, 유아 대상 질문 및 반응 유도 방법, 관찰 및 기록 요령, 검사 시 유의사항 등이 포함되었다. 특히 과학적 문제해결력 평가에서 요구되는 세 단계, ‘문제의 발견 및 진술’, ‘아이디어 제안 및 적용’, ‘결론 짓기’ 와 여섯 개 하위 영역(문제 인식, 문제 설명, 아이디어 제안, 아이디어 적용, 결론 도출)에 대한 평가 기준을 공통적으로 이해하도록 하였다. 또한 평가자 간의 관찰 기준 일치도를 높이기 위해

반복 훈련을 병행하였다. 사전검사와 사후검사에는 연구자와 검사자가 함께 참여하여 평가의 일관성과 신뢰도를 확보하였다. 검사자 간 신뢰도는 급내상관계수(ICC)를 통해 산출하였으며, 그 값은 .81로 높은 수준의 일치도를 보였다.

3) 프로그램 개발

로봇 기반 STEAM 교육 프로그램은 유아의 발달 수준과 흥미를 고려하여 구성하였다. 본 프로그램에 사용된 OLLO 로봇은 유아가 직접 부품을 결합하며 구조를 이해할 수 있도록 설계된 블록형 3차원 조립 구조를 갖추고 있다. 코딩 기능을 지원하는 제어기를 기반으로 블록을 활용한 로봇 제작, 블록 코딩, 무선 조종, 모터 구동, 빛·동작 센서 활용, 언플로딩(unfolding) 코딩 등 다양한 기능을 수행할 수 있는 교육용 로봇이다. 이러한 조작 기반 설계는 유아가 실험·탐구·수정의 과정을 반복하는 가운데 공학적 사고와 기초 코딩 개념을 자연스럽게 습득하도록 돕는다.

프로그램은 유아의 일상생활과 밀접한 주제를 중심으로 6주간 진행되도록 구성하였으며, 각 주제는 ‘상황 제시’, ‘창의적 설계’, ‘감성적 체험’의 세 단계로 이루어졌다. 이러한 단계별 활동을 통해 유아가 로봇을 활용한 탐색과 놀이를 경험하며, 호기심을 확장하고 과학적 개념과 문제해결에 대한 이해를 심화할 수 있도록 설계하였다. 예를 들어, ‘사진을 찍어요’ 활동에서는 카메라의 원리를 탐색하고 로봇을 활용해 사진기를 제작하며, ‘반갑지 않나요, 인사해요’ 활동에서는 로봇을 이용해 인사 동작을 표현하고 움직임 제어하는 과정을 통해 로봇의 기능과 구조를 이해한다. 프로그램의 내용은 유아교육 전문가 3인과 현장 교사 3인으로 구성된 전문가 집단의 자문을 거쳐 검토하였다. 자문에서는 프로그램의 내용 적절성, 발달 수준 부합성, 흥미 유발 요소, 안전성 등을 중심으로 논의하였으며, 그 결과 모든 활동이 연구 목적과 유아의 발달 특성에 적합한 것으로 확인되었다. 다음 <표 5>는 <표 4>에서 제시한 로봇 기반 STEAM 교육 프로그램 활동 중 하나인 ‘우리 동네를 소개해요’ 주제의 구체적인 활동 계획안을 제시하였다.

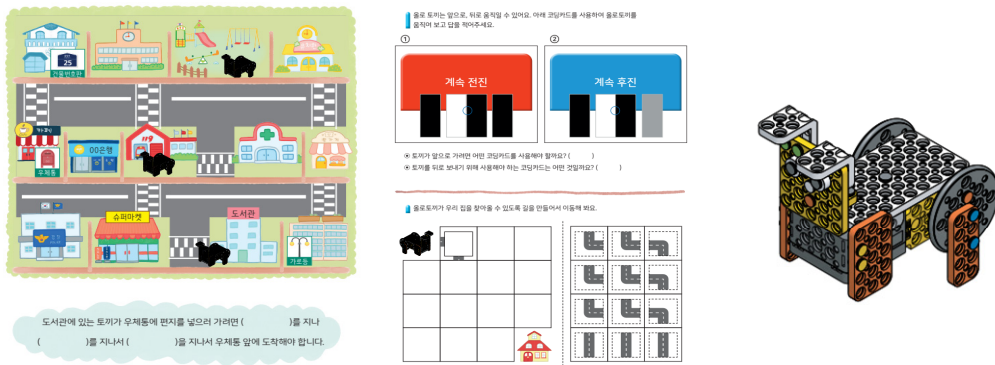
<표 4> 로봇 기반 STEAM 교육 프로그램 구성

주차	주제	STEAM 요소	단계	활동명
1	찰칵! 사진을 찍어요	T, E, A, M	1단계 상황제시 2단계 창의적 설계 3단계 감성적 체험	거울에 비친 내 얼굴: 사진기 원리 플레이트로 사진기 만들기 사진사 놀이
2	엄마 닭과 병아리	S, T, A, M	1단계 상황제시 2단계 창의적 설계 3단계 감성적 체험	닭은 곳이 있는데요! 플레이트로 엄마닭과 병아리 만들기 알에서, 새끼로 태어나는 동물
3	반갑게 인사해요	S, A, M	1단계 상황제시 2단계 창의적 설계 3단계 감성적 체험	세계 여러 나라 인사 인사하는 로봇 만들기 로봇 따라 인사해요
4	달팽이의 힘은 무엇일까?	S, T, A, M	1단계 상황제시 2단계 창의적 설계 3단계 감성적 체험	균형 잡는 오뎅이 달팽이 달팽이 로봇 만들기 종이 달팽이와 로봇달팽이 시합
5	우리 동네를 소개 해요	S, A, M	1단계 상황제시 2단계 창의적 설계 3단계 감성적 체험	우리 동네에서 볼 수 있는 것 로봇 토끼 만들기 로봇 토끼와 동네 산책하기
6	우리 동네 운동 교실	S, T, A, M	1단계 상황제시 2단계 창의적 설계 3단계 감성적 체험	내가 좋아하는 운동 운동하는 로봇 만들기 친구와 운동하는 로봇 게임하기

<표 5> 실험집단의 로봇 기반 STEAM 활동계획안 예시

구 분	내 용	
주 제	우리 동네를 소개해요	
1단계 상황제시	활동명	우리 동네에서 볼 수 있는 것
	목 표	우리 동네의 주요 장소와 특징을 탐색한다.
	활동방법	· 토끼가 동네에 놀러 왔다는 상황을 정하고, 토끼가 방문한 장소들을 함께 살펴본다. · 도서관, 놀이터, 우체국, 우체통, 주소표지판 등에 대해 알아본다. · 토끼가 우체통에 편지를 넣기 위해 도서관으로 이동하는 경로를 탐색한다.
	활동명	로봇 토끼 만들기
2단계 창의적 설계	목 표	로봇을 활용하여 우리 동네의 주요 장소를 연결하는 경로를 설계한다.
	활동방법	· 플레이트를 활용하여 로봇 토끼를 만든다. · 로봇 토끼로 우리 동네 장소까지 이동 경로를 로봇으로 움직이며 탐색한다. · 로봇을 움직여 지정된 장소로 이동한 뒤 지명을 기록한다. · 친구들과 각자 다른 장소에서 출발하여 만나기를 한다. · 토끼가 집을 찾아가는 경로를 다양한 방법으로 구성하고, 로봇 토끼를 활용해 이동한다.

구분	내용	
3단계 감성적 체험	활동명	로봇 토끼와 동네 산책하기
	목표	로봇을 이용해 우리 동네를 소개하고 친구들과 협력하는 경험을 한다.
	활동방법	<ul style="list-style-type: none"> · 로봇 토끼에게 소개해주고 싶은 우리 동네의 장소를 이야기한다. · 오늘 알아본 동네 요소(도로명주소, 우체통, 가로등 등)를 생활 속에서 찾아보는 활동으로 확장한다. · 나만의 동네 소개 그림을 완성하거나 만들기를 통해 표현하며 활동을 마무리한다.



[그림 1] 자료, 연플로그 코딩, 유아가 제작한 토끼 로봇

4) 교사 교육

프로그램이 적용될 유아반 교사를 대상으로 사전 교육을 실시하였다. 교육 내용에는 연구의 목적, 프로그램의 구성 및 활동 전개 방식, 유아의 반응에 따른 교사의 역할, 진행 시 유의 사항 등이 포함되었다. 교육은 설명 중심의 전달뿐 아니라 예시 활동, 예상 질문 제시, 질의 응답을 병행하여 교사가 프로그램의 내용을 충분히 이해하고 현장에서 효과적으로 적용할 수 있도록 하였다. 또한 필요시 활동 시연과 자료 활용 방법을 안내하여 프로그램 운영의 일관성과 실행 가능성을 높이고자 하였다.

5) 사전검사

연구 참여 유아의 사전 수준을 파악하고 실험집단과 비교집단 간의 동질성을 확보하기 위

해 2025년 5월 14일부터 16일까지 사전검사를 실시하였다. 검사는 동일한 훈련을 받은 검사자가 수행하였으며, 과학적 태도(27문항)와 과학적 문제해결력(6문항)을 측정하기 위한 도구를 활용하였다. 검사 과정은 유아의 정서적 안정과 집중을 고려하여 조용한 공간에서 개별 또는 소집단 형태로 이루어졌다. 검사 전 간단한 대화를 통해 친밀감을 형성하였으며, 활동 중에는 탐색적 질문과 시각 자료를 활용해 자연스러운 반응을 이끌었다. 연구자는 유아의 언어적·비언어적 행동을 관찰하여 기록하였고, 해석적 판단이나 유도를 배제한 채 중립적으로 반응하였다. 검사 절차는 매뉴얼에 따라 일관되게 시행하였으며, 유아의 이해 수준에 맞춰 표현을 조정하거나 시각 자료를 반복 제시하여 검사 환경을 유연하게 유지하였다. 검사 당일에는 유아의 참여 의사를 간단한 언어로 확인하였으며, 거부나 불안한 반응이 나타날 경우 즉시 검사를 중단하는 등 유아의 자발적 참여를 보장하였다.

6) 프로그램 적용

프로그램 적용은 2025년 5월 19일부터 6월 24일까지 6주간 총 18차시로 진행되었다. 실험 집단에는 본 연구에서 개발한 로봇 기반 유아 STEAM 교육 프로그램을 적용하였으며, 비교 집단에는 시중 로봇 교구를 활용한 코딩 중심 로봇 프로그램을 동일 기간 동안 운영하였다. 활동은 주 3회, 회기당 약 30분씩 진행되었으며, 담임교사가 주도하고 연구자가 보조하였다. 실험집단의 활동은 탐색, 문제 해결, 협동, 창의적 표현을 포함한 문제 해결 중심의 놀이로 구성되어, 유아가 로봇을 직접 조작하며 과학적 사고력과 과학적 태도를 자연스럽게 길러갈 수 있도록 하였다.

7) 사후검사

사후검사는 2025년 6월 25일부터 27일까지 실시하였다. 검사 절차와 도구, 환경은 사전검사와 동일하게 유지하였으며, 검사자의 일관성을 확보하기 위해 동일한 평가자가 참여하였다. 검사는 유아의 정서적 안정과 집중을 고려하여 조용한 공간에서 개별 또는 소집단으로 진행되었으며, 연구자는 중립적인 태도로 유아의 언어적·비언어적 반응을 관찰하고 기록하였다.

4. 자료 분석

로봇 기반의 STEAM 교육 프로그램이 유아의 과학적 태도 및 과학적 문제해결력에 미치는 효과를 알아보기 위해 수집된 자료는 SPSS WIN 21.0 프로그램을 사용하여 분석하였다. 먼저, 수집된 자료를 부호화한 후 사용한 도구들의 문항 간 일치도를 검증하기 위해 신뢰도 (Cronbach's α)를 산출하였다. 다음으로 실험집단과 통제집단의 과학적 태도와 문제해결력에 대한 사전검사와 사후검사에서 얻은 결과에서 평균값과 표준편차를 구한 후, 각 집단별로 평균적으로 증가한 점수에 대한 독립표본 t검증을 실시하였다.

III. 연구 결과

1. 로봇 기반 STEAM 교육 프로그램이 유아의 과학적 태도 미치는 효과

로봇 기반 STEAM 교육 프로그램이 유아의 과학적 태도에 미치는 영향을 검증하기 위해 실험집단과 비교집단 간 과학적 태도 점수에 대해 독립표본 t-검정을 실시한 결과는 다음과 같이 <표 6>에 제시하였다.

<표 6> 집단별 유아의 과학적 태도 사전, 사후, 사후-사전 평균, 표준편차, 독립표본 t-검정

변인	집단(N)	사전 검사		사후 검사		사후-사전		t
		M	SD	M	SD	M	SD	
과학적태도 전체	실험(23)	2.47	.58	4.52	.45	2.05	.51	4.58***
	비교(20)	2.84	.53	4.28	.33	1.44	.32	
호기심	실험(23)	2.81	.78	4.64	.44	1.83	.67	4.05***
	비교(20)	2.92	.95	3.95	.53	1.03	.60	
자진성과 적극성	실험(23)	2.96	.68	4.72	.37	1.77	.53	3.46**
	비교(20)	3.25	.72	4.40	.43	1.15	.64	
솔직성	실험(23)	2.67	.93	4.43	.78	1.77	.71	2.15*
	비교(20)	3.23	.69	4.57	.57	1.33	.59	

변인	집단(N)	사전 검사		사후 검사		사후-사전		
		M	SD	M	SD	M	SD	t
객관성	실험(23)	2.54	.86	4.48	.66	1.94	.68	2.14*
	비교(20)	2.65	.89	4.15	.65	1.50	.67	
개방성	실험(23)	2.04	.66	4.42	.53	2.38	.65	3.57**
	비교(20)	2.85	.59	4.57	.38	1.72	.55	
비판성	실험(23)	2.04	.86	4.25	.75	2.20	.78	1.85
	비교(20)	2.45	.47	4.30	.46	1.85	.38	
판단유보	실험(23)	2.13	.73	4.42	.74	2.29	.84	2.64*
	비교(20)	2.58	.88	4.20	.68	1.62	.83	
협동성	실험(23)	2.81	.67	4.80	.28	1.99	.68	2.86**
	비교(20)	2.80	.78	4.27	.44	1.47	.48	
끈기성	실험(23)	2.20	.65	4.52	.49	2.32	.62	5.66**
	비교(20)	2.82	.83	4.13	.66	1.32	.54	

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

로봇 기반 STEAM 교육 프로그램이 유아의 과학적 태도에 미치는 영향을 알아본 결과, 실험집단은 과학적 태도 전체에서 사전 평균 2.47(SD=.58), 사후 평균 4.52(SD=.45)로 나타났으며, 비교집단은 사전 평균 2.84(SD=.53), 사후 평균 4.28(SD=.33)로 나타났다. 사전 결과에서 사후 결과 간의 증감에 대한 독립표본 t-검정 결과, 실험집단의 평균 증감값은 2.05(SD=.51), 비교집단은 1.44(SD=.32)로 실험집단이 높았으며, 두 집단 간 차이는 통계적으로 유의미하였다($t(41)=4.58, p<.001$).

과학적 태도의 하위요인별 증감값을 비교한 결과, 호기심에서는 실험집단이 평균 1.83(SD=.67), 비교집단이 1.03(SD=.60)으로 실험집단이 높았고, 두 집단 간 차이는 통계적으로 유의미하였다($t(41)=4.05, p<.001$). 자신성과 적극성에서는 실험집단의 평균이 1.77(SD=.53), 비교집단이 1.15(SD=.64)보다 높았으며 나타나 유의미한 차이가 있었으며 ($t(41)=3.46, p<.01$), 솔직성에서도 실험집단 1.77(SD=.71)이 비교집단 1.33(SD=.59)보다 높았고 집단 간 차이가 유의미하였다($t(41)=2.15, p<.01$). 또한, 객관성($t(41)=2.14, p<.05$), 개방성 ($t(41)=3.57, p<.01$), 판단유보($t(41)=2.64, p<.05$), 협동성($t(41)=2.86, p<.01$), 끈기성 ($t(41)=5.66, p<.001$)에서도 실험집단의 평균 증감값이 더 높았으며, 모두 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 반면, 비판성에서는 실험집단 2.20(SD=.78), 비교집단 1.85(SD=.38)로 실험집단이 다소 높았으나, 두 집단 간 차이는 통계적으로 유의하지 않았다($t(41)=1.85, p>.05$). 결과적으로 이러한 결과는 유아교육 현장에서 로봇 기반 STEAM 교육 프로그램이 과학적

태도 함양을 위한 유의미한 교수·학습 전략이 될 수 있음을 보여주는 결과이다.

2. 로봇 기반 STEAM 교육 프로그램이 유아의 과학적 문제해결력에 미치는 효과

로봇 기반 STEAM 교육 프로그램이 유아의 과학적 문제해결력에 미치는 영향을 알아보기 위해 실험집단과 비교집단의 유아의 과학적 문제해결력 대한 사전, 사후, 사후-사전에 대한 평균과 표준편차, t검증 결과는 <표 7>과 같다.

<표 7> 집단별 유아의 과학적 문제해결력 사전, 사후, 사후-사전 평균, 표준편차, 독립표본 t-검정

변인	집단(N)	사전 검사		사후 검사		사후-사전		t
		M	SD	M	SD	M	SD	
과학적 문제해결력 전체	실험(23)	1.69	.54	2.83	.21	1.14	.51	2.94**
	비교(20)	1.68	.61	2.28	.42	.60	.70	
문제의 발견 및 진술	실험(23)	1.59	.53	2.83	.26	1.23	.52	2.89**
	비교(20)	1.77	.71	2.42	.42	.65	.79	
아이디어 제안 및 적용	실험(23)	1.89	.83	2.87	.27	.98	.78	1.72
	비교(20)	1.60	.88	2.10	.66	.50	1.04	
결론 짓기	실험(23)	1.57	.79	2.78	.42	1.22	.74	2.51*
	비교(20)	1.55	.60	2.20	.41	.65	.75	

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

로봇 기반 STEAM 교육 프로그램이 유아의 과학적 문제해결력에 미치는 영향을 분석한 결과, 실험집단과 비교집단 모두 사전보다 사후 점수가 향상된 것으로 나타났으며, 특히 실험집단의 향상 폭이 더 크게 나타났다. 실험집단은 사전 평균 1.69(SD=.54)에서 사후 평균 2.83(SD=.21)으로 1.14점 증가하였으며, 비교집단은 사전 평균 1.68(SD=.61)에서 사후 평균 2.28(SD=.42)로 .60점 증가하였다. 두 집단 간 증감값에 대한 독립표본 t-검정 결과, 통계적으로 유의미한 차이가 확인되었다(t(41)=2.94, p<.01). 이는 본 프로그램이 유아의 문제해결력 향상에 효과적이었음을 보여준다.

하위요인별로 구체적으로 살펴보면, 문제의 발견 및 진술에서 실험집단은 평균 1.23(SD=.52), 비교집단은 .65(SD=.79)로, 실험집단이 유의하게 더 높은 향상 폭을 보였다($t(41)=2.89, p<.01$). 이는 로봇 활동에서 유아가 문제를 관찰하고 인식하는 과정이 명확하게 구조화되어 제공되었음을 시사하며, 프로그램이 유아로 하여금 문제 상황을 정확히 파악하고 언어화하는 능력을 향상시키는 데 기여했음을 보여준다.

결론 짓기에서도 실험집단은 평균 1.22(SD=.74), 비교집단은 .65(SD=.75)로, 실험집단이 유의하게 더 높았으며($t(41)=2.51, p<.05$), 이는 유아가 탐색 과정을 통해 도출된 정보를 종합하고, 자신만의 결론을 구성하는 능력이 향상되었음을 의미한다. 반면, 아이디어 제안 및 적용에서는 실험집단 평균 .98(SD=.78), 비교집단 평균 .50(SD=1.04)로 실험집단이 다소 높게 나타났으나 통계적으로 유의미한 차이는 없었다($t(41)=1.72, p>.05$).

이러한 결과는 종합적으로 로봇 기반 STEAM 교육 프로그램이 유아의 과학적 문제해결력 중 특히 문제 인식과 결론 도출 같은 분석적·논리적 사고 영역을 효과적으로 향상시켰으며, 유아가 과학적 사고과정을 체계적으로 경험할 수 있도록 돕는 유의미한 교수·학습 전략이 될 수 있음을 시사한다.

IV. 논의 및 결론

본 연구는 로봇 기반 STEAM 교육 프로그램이 5세 유아의 과학적 태도와 과학적 문제해결력에 미치는 효과를 검증하고, 각 하위 요인의 변화 양상을 분석하였다. 주요 연구결과를 토대로 한 논의는 다음과 같다.

첫째, 로봇 기반 STEAM 교육 프로그램은 유아의 과학적 태도 향상에 유의미한 영향을 미쳤다. 실험집단 유아는 전체 과학적 태도 점수에서 비교집단보다 통계적으로 유의한 향상을 보였으며, 특히 호기심, 자신성과 적극성, 끈기성, 협동성, 판단유보 등의 하위 요인에서 두드러진 변화를 나타냈다. 이는 로봇을 활용한 탐구 중심 학습이 유아의 과학적 태도를 긍정적으로 변화시킨다는 선행연구들(세진, 2021; 이경민, 2000; 이은정, 2018; 최진령·이연승, 2017; 김형재 등, 2016; Veziroglu-Celik et al., 2025)과 일치한다.

하위 요인별로 살펴보면, ‘호기심’의 향상은 유아가 로봇의 작동 원리를 직접 탐색하고, 오류를 수정하며, 결과를 예측하는 과정에서 탐구 동기와 내재적 흥미가 강화된 데 기인한 것으로 보인다. 이는 탐구 중심 학습이 유아의 호기심을 확장한다는 선행연구(김선화, 2015; Chaldi & Mantzanidou, 2021; Zviel-Girshin, 2025)의 결과를 지지한다. ‘자진성과 적극성’은 유아가 스스로 로봇을 제어하고 문제를 해결하는 과정에서 주도적 역할을 경험하면서 높아졌다. 이러한 결과는 유아에게 과제 통제감과 실행 자율성을 부여하면 학습 몰입이 증가한다는 Bandura(1997)의 자기효능감 이론과도 일맥상통한다. ‘개방성’과 ‘솔직성’의 향상은 협동적 탐구 활동 속에서 다양한 의견을 존중하고 자신의 생각을 자유롭게 표현할 기회가 제공된 결과로 해석된다. 이는 개방적 상호작용과 상호 존중의 분위기가 창의적 사고를 자극한다는 장내인(2014)과 Veziroglu-Celik 등(2025)의 연구결과를 뒷받침한다. 또한 ‘판단유보’가 향상된 것은 본 프로그램의 활동 구조가 정답 중심이 아닌 탐색 중심 문제 해결 과정으로 설계되어, 유아가 다양한 가능성을 고려하며 충분히 관찰하고 사고를 확장할 수 있었기 때문이다. ‘협동성’의 향상은 대부분의 활동이 소집단 중심으로 이루어져 유아들이 공동의 목표를 위해 의견을 조율하고 협력하는 경험을 반복적으로 했기 때문으로 보인다. 이는 협동적 탐구가 유아의 사회적 기술과 과학적 태도 모두를 발달시킨다는 서유진(2011)의 결과와도 맥락을 같이한다.

반면, ‘비판성’에서는 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 이는 유아기의 발달 특성상 타인의 주장이나 개념을 논리적으로 반박하는 사고가 아직 충분히 형성되지 않은 점(Vygotsky, 1978)과 관련된다. 향후에는 교사의 발문 전략, 탐구 일지 작성, 친구의 의견에 대한 비교 활동 등 비판적 사고를 촉진할 수 있는 학습 요소를 추가할 필요가 있다.

둘째, 과학적 문제해결력에서도 실험집단이 비교집단보다 유의하게 향상되었다. 특히 문제의 발견 및 진술, 결론 짓기에서 긍정적인 변화가 유의미 하게 나타났다. 이는 로봇을 활용한 활동이 유아로 하여금 문제 상황을 스스로 인식하고, 다양한 해결 전략을 시도하며, 결과를 검증하는 과학적 탐구의 순환 구조를 경험한 결과로 보인다.

‘문제의 발견 및 진술’ 향상은 유아가 친숙한 이야기나 놀이 맥락에서 문제를 자발적으로 인식하고, “왜 그럴까?”라는 탐구 질문을 형성할 수 있도록 구성된 활동의 결과로 해석된다. 이는 실제 생활 맥락에서 문제를 제시하는 것이 유아의 탐구 참여를 강화한다는 윤미선(2012)과 Zviel-Girshin(2025)의 결과와 일치한다. 결론 짓기에서는 유아들이 실험 결과를 반성적으로 검토하고 자신의 언어로 설명하면서 사고의 논리성을 발달시켰다. 이는 Dewey(1933)의 반성적 사고(reflective thinking) 이론과 일치하며, 유아가 스스로 탐구 과정

을 해석하고 재구성하는 능력을 키우는 경험이 되었음을 시사한다. 반면, ‘아이디어 제안 및 적용’에서는 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 이는 아이디어를 실제로 구체화하거나 적용하는 과정이 개인의 창의적 성향, 협력 환경, 교사의 피드백 방식 등에 따라 영향을 받기 때문이다. 아이디어 적용 단계에서는 충분한 시간 확보와 교사의 개입 수준 조절이 중요하며, 반복적 시도와 피드백을 강화하는 교수전략이 향후 연구에서 보완되어야 할 것이다(권은정, 2013; 차정미, 2006). 이러한 결과는 로봇 기반 STEAM 교육 프로그램이 유아에게 문제를 인식하고, 사고하고, 실행하며, 결과를 검토하는 과학적 탐구의 전체 과정을 경험할 수 있는 학습 환경을 제공한다는 점에서 교육적 의의가 크다.

종합하면, 로봇 기반 STEAM 교육 프로그램은 유아의 탐구 동기, 자발적 참여, 협력, 인지적 유연성, 반성적 사고를 자극함으로써 과학적 태도와 문제해결력을 동시에 증진시키는 효과적인 교수·학습 전략임이 확인되었다. 이는 STEAM 교육 프로그램이 단순한 기술 학습이 아니라, 유아의 탐구적 사고력과 창의적 문제 해결력을 통합적으로 성장시키는 접근임을 실증적으로 보여준다.

이러한 연구 결과는 로봇 기반 STEAM 교육 프로그램이 유아 과학교육의 실천적 방향을 제시했다는 점에서 의의가 있다. 그러나 본 연구는 연구 설계와 표집 범위 등에서 일정한 제한점을 지니고 있으며, 이를 보완하기 위한 후속 연구가 필요하다. 이에 본 연구의 한계와 향후 과제를 다음과 같이 제시하고자 한다.

첫째, 연구대상이 서울과 충남 지역의 일부 기관으로 한정되어 있어 결과를 일반화하는데 한계가 있다. 추후 연구에서는 다양한 지역과 교육 환경을 포함한 표본 확장이 필요하다.

둘째, 본 연구는 단기 개입 프로그램의 효과를 중심으로 분석하였기 때문에 유아의 과학적 태도 및 문제해결력의 변화가 장기적으로 유지되는지를 검증하지 못하였다. 따라서 후속 연구에서는 프로그램 참여 이후의 지속적 변화를 추적하는 종단 연구가 요구된다.

셋째, 관찰 평정 중심의 평가 방식은 평가자의 주관에 개입될 가능성이 있으므로, 향후에는 다수 평가자 간 신뢰도 확보(ICC) 또는 비디오 분석 등의 보완적 방법을 병행할 필요가 있다.

참 고 문 헌

- 강정원·김용익·김승옥(2025). **미래사회와 영유아교육**. 경기: 어가.
- 교육과학기술부·한국과학창의재단(2012). **[STEAM 가이드북] 손에 잡히는 STEAM 교육**. 서울: 한국과학창의재단.
- 권은정(2013). 구성주의 이론에 기초한 물리적 지식활동이 유아의 문제해결력과 공간능력에 미치는 영향: 던지기 활동을 중심으로. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 권혜림(2012). 매개체를 제공한 물리적 과학 활동이 유아의 과학적 개념과 과학적 문제해결력, 과학 흥미도에 미치는 영향. 덕성여자대학교 대학원 석사학위논문.
- 김남희(2015). STEAM 교육 접근에 의한 발명활동이 유아의 창의성 및 과학적 문제해결력에 미치는 영향. 중앙대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김래은·송민서·현혜정(2024). 스마트 디바이스를 활용한 STEAM 프로그램이 유아의 과학적 탐구태도 및 과학적 문제해결력에 미치는 영향. **차세대융합기술학회논문지**, 8(3), 883-394. DOI : 10.33097/JNCTA.2024.08.3.883
- 김선화(2015). 스토리텔링을 통한 과학활동이 유아의 과학적 탐구능력과 과학적 태도에 미치는 영향. 경인교육대학교 교육전문대학원 석사학위논문.
- 김성원·김수진·김영민·박혜숙·김현정·김남희. (2012). **STEAM 교육의 이해**. 한국과학창의재단. 서울: 한국과학창의재단.
- 김형재·송민서·홍순옥(2016). 융합인재교육(STEAM) 기반 유아과학 프로그램이 유아의 창의성 및 과학적 문제해결력에 미치는 영향. **열린유아교육연구**, 21(10), 613-640. <http://dx.doi.org/10.20437/KOAECE21-1-2>
- 서유진(2011). 교사의 탐구적 발문을 통한 물리적 지식활동이 유아의 과학적 태도에 미치는 영향. 성신여자대학교 대학원 석사학위논문.
- 유경숙(1999). 구성주의에 기초한 밀가루 점토활동 구성방식에 따른 유아의 과학적 개념, 과정 기술 및 태도의 차이 분석. 중앙대학교 대학원 박사학위논문.
- 윤미선(2012). 창의성 증진을 위한 과학활동이 유아의 호기심 및 과학적 문제해결력에 미치는 영향. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 윤지영(2022). 실감형콘텐츠를 활용한 유아교육 연구동향 분석. **영유아교육·보육연구**, 15(2), 61-79. <https://doi.org/10.47676/kjeec.2022.15.2.61>
- 이건우·유구종(2019). 협동적 문제해결학습에 기반한 유아코딩로봇 활동이 교사 학습지원 행동과 유아의 수학적 문제해결력에 미치는 영향. **열린유아교육연구**, 24(4), 345-371. DOI : 10.20437/KOAECE24-4-15

- 이경민(2000). 상호작용적 교수법에 의한 과학교육이 유아의 과학적 개념, 탐구능력, 태도에 미치는 효과. 중앙대학교 대학원 박사학위논문.
- 이경진·이상수(2017). 융합인재교육(STEAM)의 국내 연구 동향 분석: 예술교육을 중심으로. **예술인문사회 융합 멀티미디어 논문지**, 7(9), 825 - 832.
<http://dx.doi.org/10.14257/ajmahs.2017.09.63>
- 이세진(2021). 유아 STEAM 교육프로그램이 만 5세 유아의 과학적 태도 및 과학적 문제해결력에 미치는 영향. 중앙대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 이우리(2018). 스마트로봇 알버트BT를 활용한 코딩교육이 만 5세 유아의 의사소통능력 및 창의성에 미치는 효과. 충신대학교 석사학위논문.
- 이은정(2018). 바깥놀이 기반 STEAM 교육 프로그램 유아의 과학적 탐구능력, 창의적 신체표현, 의사소통 능력에 미치는 효과. 광주여자대학교 석사학위논문
- 이진아·이소희(2022). 유아 창의성 증진을 위한 WISE-CANDY 코칭모델 개발. **부모교육연구**, 19(1), 85 - 108. <https://doi.org/10.36480/jpe.2022.19.1.85>.
- 장경혜(1994). 탐구학습 중심 과학교수방법이 유아의 창의성과 문제해결력에 미치는 효과. 숙명여자대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 장내인(2014). 스토리텔링 활용 ‘우리 몸’ 단원 수업이 초등학생의 학업성취도 및 과학 관련 태도에 미치는 영향. 광주대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 장현진(2024). 디지털 전환 시대 유아교실 변화에 대한 예비교사의 인식. **영유아교육·보육연구**, 17(2), 121-139. <https://doi.org/10.47676/kjeec.2024.17.2.121>
- 차정미(2006). 구성주의 이론에 기초한 과학활동이 유아의 문제해결력 및 과학 관련 태도에 미치는 영향. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 최진령·이연승(2017). 교육용 로봇을 활용한 유아기 융합인재교육(STEAM) 프로그램이 유아의 창의성 및 과학적 탐구태도에 미치는 영향. **유아교육연구**, 37(1), 153 - 178. DOI : 10.18023/kjece.2017.37.1.007
- Bandura, A.(1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: W. H. Freeman.
- Bers, M. U. (2018). *Coding as a playground: Programming and computational thinking in the early childhood classroom*. Routledge.
- Bers, M. U., & Horn, M. S. (2010). Tangible programming in early childhood: Revisiting developmental assumptions through new technologies. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 15(1), 1 - 37
- Çakar, R., Korkmaz, Ö., İdil, F., & Uğur-Erdogmuş, F.(2021). The effect of robotic coding education on preschoolers’ problem-solving and creative thinking skills. *Thinking Skills and Creativity*, 40, 100812. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100812>

- Chaldi, D., & Mantzanidou, G.(2021). Educational robotics and STEAM in early childhood education. *International Journal of Smart Education and Urban Society*, 12(2), 45 - 58. <https://doi.org/10.4018/IJSEUS.2021040104>
- Dewey, J.(1933). *How we think: A restatement of the relation of reflective thinking to the educative process*. Boston: D.C. Heath.
- Mioduser, D., & Kuperman, A. (2020). Young Children's Representational Structures of Robots' Behaviors. *Design and Technology Education: An International Journal*, 25(2), 143-159. <https://doi.org/10.24377/DTEIJ.article1284>
- OECD(2023). *OECD Learning Compass 2030: Future of Education and Skills*. OECD Publishing.
- Papert, S.(2000). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas* (2nd ed.). Basic Books.
- Sapounidis, T., Ourda, D., Rapti, S., & Tsingidou, S.(2025). The effect of tangibly programmable robots on motor creativity in preschool education. *International Journal of Early Childhood*. <https://doi.org/10.1007/s13158-025-00443-3>.
- Sullivan, A., & Bers, M. U. (2016). Robotics in the early childhood classroom: Learning outcomes from an 8-week robotics curriculum. *International Journal of Technology and Design Education*, 26(1), 3 - 20. <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9304-1>
- Sung, J., Lee, M., & Chun, B.(2023). Short-term effects of a classroom-based STEAM program using robotic kits on children in South Korea. *International Journal of STEM Education*, 10(1), 17. <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00417-8>
- Tegano, D. W., Sawyers, J. K., & Moran, J. D.(1989). Problem finding and solving in play: The teacher's role. *Childhood Education*, 66(2), 92 - 97.
- Tselegkaridis, S., Sapounidis, T., & Stamovlasis, D. (2023). Teaching electric circuits using tangible and graphical user interfaces: A meta-analysis. *Education and Information Technologies*, 29, 8647 - 8671. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12164-y>
- Veziroglu-Celik, M., Daglioglu, H. E., & Arda, T.(2025). Preschool children's scientific thinking and attitudes toward science: A robotics-based STEAM education study. *Early Childhood Research Quarterly*, 65, 115 - 130.
- Vygotsky, L. S.(1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- World Economic Forum(2016). *The Future of Jobs: Employment, skills and workforce strategy for the Fourth Industrial Revolution*. Geneva: World Economic Forum.

Zviel-Girshin, R.(2025). Enhancing early STEM engagement: The impact of inquiry-based robotics projects in early childhood. *Education Sciences*, 15(10), 1404. <https://doi.org/10.3390/educsci15101404>.

Abstract

The Effects of a Robot-Based STEAM Education Program on Young Children's Scientific Attitudes and Scientific Problem-Solving Ability

Kim, Seung Ok*

This study aims to analyze the effects of a robot-based STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) education program on young children's scientific attitudes and scientific problem-solving ability. The participants were 43 five-year-old children enrolled in three childcare centers located in Seoul and Chungnam Province, consisting of 23 in the experimental group and 20 in the comparison group. The experimental group participated in an 18-session robot-based STEAM program over six weeks, while the comparison group engaged in coding-oriented robot activities. Data were analyzed using SPSS 21.0 through reliability testing, descriptive statistics, and independent samples t-tests. The results are as follows. First, the experimental group showed a significantly greater improvement in scientific attitudes than the comparison group, with notable changes observed in sub-factors such as initiative, activeness, openness, perseverance, and cooperation. Second, the experimental group showed significantly higher scientific problem-solving ability, particularly in identifying and defining problems and drawing conclusions. These findings empirically demonstrate that robot-based STEAM education is an effective teaching and learning strategy for fostering scientific attitudes and enhancing scientific problem-solving ability in young children.

Keywords : robot-based education, STEAM, scientific attitude, problem-solving ability, young children

* Assistant Professor, Department of Child Care & Education, Korean Bible University