

교구로봇을 활용한 활동이 유아의 논리-수학적 지식과 창의적 문제해결능력에 미치는 영향

The Effect of Activities using Hands-on Robots on Logic-Mathematical Knowledge and Creative Problem-Solving Ability of Young Children

김 상 언¹, 김 상 희⁺, 장 지 은²

Sang-Un Kim¹, Sang-Hee Kim⁺, Jee Eun Jang²

Abstract Robots are used in early childhood education as a new instructional media, and educational activities using robots have been increased. So the purpose of this study is to investigate the effect of educational activities using hands-on robots on logic-mathematical knowledge and creative problem-solving ability of young children. The total number of subjects was 43, and they were all five-year-old children. The experimental group and control group did activities with hands-on robots and general free activities, respectively. Results using ANCONA have shown that the activities with hands-on robots positively affected logic-mathematical knowledge and creative problem-solving ability of young children. These meaningful results have shown the possibility of early childhood educational use as the effectiveness of hands-on robots has come out.

Keywords Early Childhood Education, Hands-on Robots, Logic-Mathematical Knowledge, Creative Problem Solving Ability, Instructional Media

1. 서 론

오늘날 인간과 인간이 연결되는 초 연결사회에 적응하기 위해서는 변화의 흐름에 맞는 인재 육성이 요구되고 있으며 이를 위해 새로운 교수학습 매체와 교육환경의 변화가 나타나고 있다. 이러한 변화의 추세에 맞추어 교육현장에서는 미래의 창의적인 인재양성을 위한 로봇교육이 단계적으로 운영되고 있으며 로봇을 교수매체로 활

용한 ‘로봇활용교육’이 시도되고 있다^[1]. 로봇활용교육은 로봇을 활용한 모든 교수학습활동을 의미하는 것으로 사용자가 로봇의 부품을 활용하여 창작활동을 하는 교구로봇(Hands-on Robot)과 지능형 로봇을 활용한 교사보조로봇(Educational Service Robot)으로 구분된다. 교구로봇은 로봇의 설계, 조립, 구동 및 제어하는 활동을 통해 구체적인 학습경험을 제공하는 것을 의미한다. 교사보조로봇은 서비스 로봇으로 학습보조 및 교사역할을 수행하는 로봇을 통해 교육을 지원하는 학습을 의미한다^[2]. 교사보조로봇은 유아교육현장에 보급, 활용되면서 유아에게 매력적인 교수매체로 여겨지며, 교사와의 관계증진과 유아의 사회·정서 발달에 효과가 있다는 연구가 있다^[3].

교구로봇 활동은 조립형 블록인 로봇 부품을 직접 조

Received : Mar. 21. 2017; Revised : Jun. 16. 2017; Accepted : Jul. 3. 2017

※This project was carried out with the support of the research fund of the Robot Industry Promotion Agency in 2016.

⁺Corresponding author: Early Childhood Education, Kongju National University (sanghee@kongju.ac.kr)

¹Early Childhood Education, Kongju National University (sangun369@hanmail.net)

²Educational Technology, Ewha Womans University (jjeeeun@gmail.com)

립하며 만들고 스스로 만든 로봇을 작동시켜 보는 활동으로 전개되며 구체적이고 점진적으로 심화되어 가는 과정을 통해 다양한 지식과 논리적 사고의 향상을 경험한다¹⁴. 또한 학습자가 스스로 문제 해결을 위한 방안을 계획하고, 로봇의 조립 및 수정의 반복 과정을 거치면서 응용력과 창의적인 아이디어를 산출 할 수 있다. 이러한 일련의 과정을 거치면서 창의적 문제해결능력이 향상된다¹⁵. 교구로봇의 연구는 유아교육에서는 미흡한 실정이나, 초등교육 환경에서는 활발히 진행되고 있다^{16,7}.

유아는 직접적인 경험에 의한 구체적인 조작과 대상에 대한 폭넓은 이해로 논리-수학적 지식이 향상된다¹⁸. 유아의 논리-수학적 지식을 향상시키기 위한 활동을 계획할 때는 4가지의 기준이 충족되어야 한다. 첫째, 물리적 경험을 바탕으로 사물의 움직임에 관한 활동이 이루어져야 한다. 둘째, 물리적 경험은 유아 자신의 행위를 통해 사물의 움직임을 만들어 낼 수 있어야 한다. 셋째, 유아 자신이 사물에 대한 행위를 변화시킬 수 있어야 한다. 넷째, 나타나는 사물의 반응이 관찰가능하고, 즉각적으로 이루어져야 한다⁹. 또한, 유아는 블록을 조립하면서 크기나 모양의 차이뿐만 아니라 수량, 면적, 길이, 다양한 위치와 각도에 맞춘 일대일 대응 등의 구체적 조작을 경험하면서 논리-수학적 지식을 습득하게 된다^{8,10}. 한편, 사물에 의한 환경(TUI, tangible user interface), 그래픽 환경(GUI, graphical user interface), 사물과 그래픽을 접목한 하이브리드 환경(HUI, hybrid user interface)에서 유아의 반응을 비교 분석한 연구가 있다. 연구한 결과, 유아는 발달 특성상 사물의 구체적이고 물리적인 조작을 통해서 주변 환경과 상호작용 하였을 때 프로그래밍에 대한 이해가 보다 긍정적으로 나타남을 보고하였다¹¹.

창의적 문제해결능력에 관련된 선행연구를 살펴보면, 유아가 창의적으로 문제를 해결하기 위해서는 문제를 새롭게 발견(문제의 이해)하고, 정의하며 새로운 해결책(아이디어의 생성)을 이끌어내기 위한 대안(계획 및 실행)을 찾아보면서 비판적 사고를 할 때 창의적 문제해결능력이 향상된다고 보았다¹². 또 다른 연구에서는 5-6세 유아의 컴퓨터 프로그래밍 활동에 의한 문제해결 과정을 살펴 본 연구에서, 유아는 다양한 명령어를 사용하여 캐릭터를 원하는 곳에 위치하도록 하는 활동을 통해 유아의 수학적 개념과 창

의적 문제해결력이 향상 되는 것으로 나타났다¹³.

그러나 유아를 대상으로 한 교구로봇 활동에 대한 연구는 초기 수준에 있는 상태이며 이를 적용한 실험연구는 찾아보기 힘든 실정이다. 따라서, 지금까지 보고된 연구 자료를 근거로 하여 로봇교육의 연구영역을 확장하여 유아교육에서의 교구로봇에 대한 효과 검증이 필요하다.

본 연구에서 교구로봇을 활용한 활동 프로그램의 교수-학습과정은 인식하기, 탐색하기, 탐구하기, 활용하기의 과정이다. 논리-수학적 지식은 인식하기, 탐색하기와 연계되며⁸, 창의적 문제해결능력은 인식하기, 탐색하기, 탐구하기, 활용하기의 전 과정에서 문제의 이해, 아이디어의 생성, 계획 및 실행의 과정과 연계된다¹². 이러한 과정들은 일상생활에서 쉽게 접할 수 있는 문제 상황을 논리적으로 인식하고 탐색하며 유아 스스로 문제해결에 대한 창의적인 방법을 계획하고 실행하여 평가하도록 하여야 한다^{8,14}. 즉, 유아는 이러한 과정 속에서 다양한 시행착오의 경험으로 논리수학적 지식의 향상과 창의적인 문제해결방안을 제시할 수 있게 된다¹⁵.

이에 유아를 대상으로 교구로봇을 활용한 활동을 구성하고 시행하여 유아의 논리-수학적 지식과 창의적 문제해결능력에 미치는 영향을 알아보고자 한다. 본 연구를 통해 교구로봇에 대한 유아교육현장의 적용 가능성과 교구로봇을 활용한 활동의 진행 및 교수지원에 대한 시사점을 도출하고자 한다. 이에 따라 다음과 같은 연구 문제를 설정하였다.

연구문제 1. 교구로봇을 활용한 활동이 유아의 논리-수학적 지식에 미치는 영향은 어떠한가?

연구문제 2. 교구로봇을 활용한 활동이 유아의 창의적 문제해결능력에 미치는 영향은 어떠한가?

2. 연구방법

교구로봇을 활용한 활동이 유아의 논리-수학적 지식과 창의적 문제해결능력에 미치는 영향을 알아보기 위해 A유치원의 만 5세유아 총 43명을 대상으로 교구로봇을 활용한 활동을 시행하고 활동 사전과 사후에 검사를 실시하여 자료를 수집하였다.

2.1 연구대상

본 연구의 대상은 A유치원 만 5세 2학급으로 사전에 교사와 학부모의 동의를 받았다. 유아는 능동적 참여를 통해 친숙하고 충분한 사전 경험을 가지고 주변환경과 상호 작용하며 추론 능력과 새로운 개념의 획득이 가능한 시기이다¹⁶⁾. 특히, 만 5세 유아를 선정할 이유로는 전 조작적 사고 단계와 구체적 사고 단계의 나이로 다양한 활동을 통해 개념을 학습하며, 직접적이고 구체적인 사물을 통한 학습이 가장 효과적인 시기이기 때문이다¹⁷⁾. 본 연구 대상은 실험집단 20명과 통제집단 23명으로 구성하였으며, 사전에 실험집단과 통제집단의 담임교사와 학부모를 통해서 교구로봇 경험이 없는 유아임을 확인하였다. 또한, 블록형 조립 로봇의 활동과 유사한 블록형 교구(레고)의 사용유무를 확인한 결과 각반에는 블록형 교구(레고)가 자유선택영역에 비치되어 있었다. 두 집단의 유아가 거주하는 지역은 유치원과 인접해 있고, 사회적 경제적 지위가 비슷한 집단이다. 실험집단은 남아 12명, 여아 8명으로 구성하였으며, 통제집단은 남아 14명, 여아 9명으로 구성하였다. 집단별 평균월령을 살펴보면 실험집단은 75.45개월, 통제집단은 75.47개월로 두 집단의 월령에 유의한 차이가 없는 것을 확인할 수 있다. 연구대상 유아의 집단별 평균월령 구성은 Table 1과 같다.

2.2 검사도구

2.2.1 논리-수학적 지식 검사도구

논리-수학적 지식 검사는 가드너의 다중지능 이론에 기초한 Shearer (1995)의 유아 다중지능 발달평가를 조혜진(2001)이 번안한 것으로 논리-수학적 지식 부분을 본 연구의 맥락에 맞추어 수정·보완하였다^{18,19)}. 수정·보완된 검사도구는 유아교육 교수 1인과 로봇교육 자문교수 1인의 타당도 검증 과정을 거쳐 사용하였다. 수정된 내용의 예를 제시하면 다음과 같다. “사물이 ‘왜/어떻게’

작동하는지에 대해 관심을 갖고 이해하려고 노력합니까?”의 문항을 연구 맥락에 맞추어 “배터리나 모터, 바퀴가 ‘왜/어떻게’ 작동하는지에 대해 관심을 갖고 이해하려고 노력합니까?”로 수정하였다.

논리-수학적 지식 검사는 실험집단과 통제집단의 담임교사가 자신이 담당하는 유아들을 대상으로 검사를 진행하였다. 검사지의 문항은 총 8개의 문항으로 구성되어 있으며, 채점방법은 Likert 5점 척도를 사용하여 ‘매우 그렇다’는 5점을, ‘전혀 그렇지 않다’는 1점을 준다. 점수가 높을수록 논리-수학적 지식이 높은 것을 의미하며 문항내적 일치도(Cronbach's α)를 산출한 결과 .80으로 나타났다.

2.2.2 창의적 문제해결능력 검사도구

창의적 문제해결능력 검사는 Treffinger (1989)가 제시한 창의적 문제해결능력 3가지 활동요소를 가지고 이선영(2006)이 작성한 검사도구를 사용하였다^{20,21)}. 검사내용은 3가지 활동요소의 ‘문제의 이해’, ‘아이디어의 생성’, ‘행위를 위한 계획’으로 구분되어 있으며, 각 활동요소와 관련된 문항은 각각 2개씩으로 총 6개 문항으로 구성되어 있다.

‘문제의 이해’ 요인은 문제 상황을 듣고 유아가 무슨 일이 생겼는지 생각나는 대로 이야기 하도록 하였다. ‘아이디어의 생성’ 요인은 문제 상황을 어떻게 해결할 수 있을지에 대해 다양하고 독특한 방법을 생각나는 대로 이야기 해 보도록 하였다. ‘행위를 위한 계획’ 요인은 가장 좋은 해결방안을 선택하여 자세한 그림을 그리고 산출물에 이름을 붙이도록 하였다.

Likert 5점 척도를 사용하였으며, 활동 요소별로 교사가 제시한 문제에 대해 적극적으로 발견 및 표현하고 아이디어를 제안하면 5점, 교사의 질문에 반응을 보이지 않거나 아이디어를 제안하지 않으면 1점으로 채점하였다. 창의적 문제해결능력 검사 중 아이디어 생성 요인의 문항 예시를 제시하면 “다양한 아이디어를 제시하는가?”와 같다.

창의적 문제해결능력 검사는 연구자가 실시하고 검사평가는 연구자와 훈련된 검사자가 함께 진행하였다. 검사는 일대일 면접을 통해 이루어졌으며 검사를 실시할 때 유아가 글씨를 쓰지 못할 경우 유아가 말한 내용을 그대로 옮겨 적도록 하였다. 유아에게 문제 상황의 그림을 보여주며 간단한 설명을 해준 후에 유아가 문제 상황을 어떻게

Table 1. Participants

Group	N	Boy	Girl	Mean of months
Experimental group	20	12	8	75.45
Control group	23	14	9	75.47
Total	43	26	17	75.46

해결할지 자유롭게 생각하게 한 뒤에 이를 언어로, 그림으로 표현하도록 하였다. Cronbach's α 를 산출한 결과 .76으로 나타났으며, 연구자간 일치도는 84%로 나타났다.

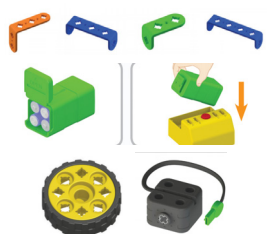


2.3 연구절차

본 연구를 실시하기에 앞서 예비연구에서는 교구로봇 현장 적용의 용이성을 확인하고자 하였다. 이에 활동의 시간과 그룹의 구성을 일부 수정하였으며 유아 수준에서의 검사 도구의 적합성을 확인하여 유아교육 교수 1인, 로봇교육 교수 1인의 타당도 검증과정을 거쳤다. 창의적 문제해결능력의 검사지 평정은 연구자와 유아교육 박사 과정의 유치원 현장에서 10년 이상의 교육경력을 가진 1명의 교사와 함께 실시하였다. 이를 위하여 총 2회에 걸쳐 검사결과에 대한 정확성과 신뢰도를 높이기 위해

서 연구 검사자를 훈련하였다. 논리-수학적 지식의 평정은 실험집단과 통제집단의 담임교사가 실시하였으며, 검사를 수행하기 위한 훈련을 실시하였다. 교구로봇을 활용한 활동을 시작하기 전에 유아의 논리-수학적 지식과 창의적 문제해결능력을 가지고 사전검사를 실시하였다. 창의적 문제해결능력은 훈련을 받은 연구자가 자유선택활동시간에 교실과 분리된 조용한 장소에서 검사를 진행하였으며 유아 한 명당 약 7분 정도 소요되었다.

프로그램 처치는 2016년 10월 5일부터 11월 17일까지 7주 동안 주 2회로 총 13차시의 실험집단 활동과 통제집단 활동이 실시되었다. 실험 집단에는 본 연구를 위해 교구로봇을 활용한 활동 프로그램 총 13차시를 연구자가 직접 실시하고, 통제 집단에는 일반적인 자유선택활동을 실시하였다. 실험집단의 프로그램 구성은 Table 2

Table 2. Courses using hand-on robots

Level	Lesson	Robot	Educational Objectives	Level content
Level 1	1	Robot	- Knowing that a robot is also useful for human. - Expressing robots that children want to make in creative ways.	- Using blocks, put together a robot based on an assembly drawing. - Simple motions and creative modification are possible using a battery, motor, wheels and two light sensors.
	2	Make a robot	- Exploring the types and characteristics of hand-on robots and discussing how to use them safely. - Putting together robots in creative ways.	
	3	Giraffe robot	- Exploring the battery that can easily be found around children. - Putting together robots and choose where to put LED sensors on their own.	
	4	Fire truck1	- Knowing that a motor moves wheels. - Conducting that wheel and LED light work when energy is transferred by using batteries.	
	5	Fire truck2		
Level 2	6	Beetle robot1	- Knowing that CPU functions as a human brain. - Be able to input the desired data through CPU to move a robot	- Putting them together experiencing various directions, such as up, down, right, left, front and backside. - Color change and creative motions of a robot are possible using battery, light sensor, and CPU
	7	Beetle robot2	- Be able to know the function of LED sensors and run a beetle robot.	
Level 3	8	Tractor1	- Knowing the function of the coding block and coding board, and being able to input the desired data. - Coding the motion of the tractor creatively and moving it.	- Download activities are possible with various sensors and input blocks. - Expand creative activities, and active interaction between young children is possible.
				

와 같다.

프로그램 처치가 끝난 후 사전검사와 같은 방법으로 논리-수학적 지식과 창의적 문제해결능력의 사후검사를 실시하였다.

2.4 교구로봇을 활용한 활동

본 연구에서 유아에게 제공되는 교육용 교구로봇은 L사의 교구로봇으로 교구와 조립도 및 시청각 자료를 가지고 활동이 이루어졌다. 관련된 교수자료는 L사에서 개발한 교사지도안을 바탕으로 연구자가 수정·보완하였다. 연구자가 프로그램 시안을 작성 후 유아교육 전공 교수 1인, 유아교육 전문가 1인, 로봇교육 자문 교수 1인, 유아교육 경력 27년 이상인 현장 교사 1인의 내용 타당도 검증을 거쳤다. 이는 황면중(2015)의 유아 교구로봇 활동 중에서 조립의 어려움, 장시간 집중력 필요, 센서 및 모터 등의 기능 이해에 대한 어려움을 고려한 프로그램이 개발되어야 한다는 내용을 근거로 하였다^[22]. 예비 연구를 통해 적용가능성을 확인하고 내용과 방법을 확정하였다.

교구로봇을 활용한 활동을 전개하기 위한 교수학습모형은 논리-수학적 지식 향상 관련 프로그램^[8], 교수학습 방법 및 창의적 문제해결능력 향상 관련 프로그램^[12,15]을 토대로 유아의 교구로봇 활동 수준^[22]을 고려하여 계

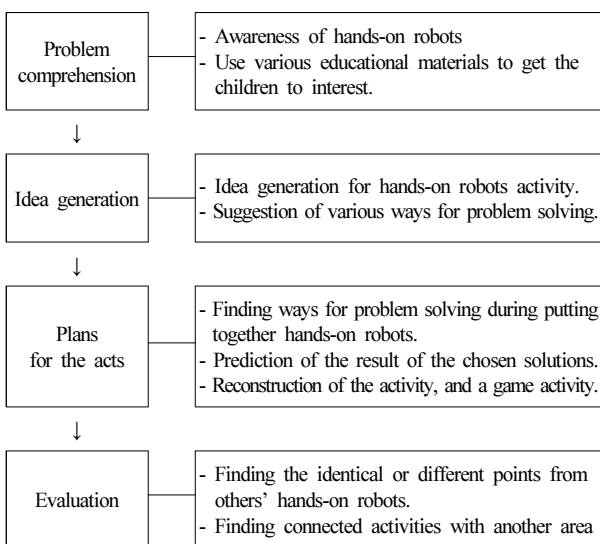


Fig. 1. Activity stages of hands-on robots

획하였다. 교구로봇을 활용한 활동 단계는 Fig. 1과 같다.

총 13차시의 교구로봇을 활용한 실험집단 활동의 구체적인 내용을 살펴보면 크게 3단계로 진행된다. 1단계는 로봇을 조립하여 움직여 보는 과정, 2단계는 로봇 부품을 활용하여 로봇을 다양하게 움직여 보는 과정, 3단계는 코딩과정을 통하여 로봇을 창의적으로 움직여 보는 과정이며 기초적인 1단계부터 심화단계인 3단계까지의 수준별 내용으로 구분된다. 즉, 로봇을 조립하고 스스로 움직이는 과정을 통하여 로봇교육의 기초적인 지식을 습득하고 이를 응용할 수 있는 기회를 제공하고자 하였다. 교구로봇을 활용한 활동 프로그램의 교수학습 지도안의 예를 제시하면 Table 3과 같고, 유아들의 활동 사진은 Fig. 2와 같다.

Fig. 2의 윗부분에 있는 두개의 사진은 유아들이 로봇을 조립하는 과정과 완성된 로봇을 들고 있는 모습이다. 아랫부분에 있는 두개의 사진은 완성된 로봇을 가지고 또래 친구들과 함께 배터리, 센서 등을 사용하여 로봇을 다양하게 움직이는 모습이다.

2.5 자료분석과 방법

교구로봇을 활용한 활동의 효과를 검증하기 위해 실험 처치 전후에 논리-수학적 지식과 창의적 문제해결능력에 대한 검사를 실시하였다. 이를 SPSS 프로그램을 이용하여 논리-수학적 지식과 창의적 문제해결능력의 사전검사와 사후검사 점수의 평균과 표준편차 등 기술 통계를 산출하였다. 또한 유아의 사전점수를 공변인으로 하는 공변량 분석(ANCOVA)을 실시하여 교구로봇을 활용한 활동의 효과를 검증하였다.

3. 결과 및 해석

3.1 유아의 논리-수학적 지식에 미치는 효과

교구로봇 활동이 유아의 논리-수학적 지식에 미치는 효과를 알아보기 위한 실험집단과 통제집단의 사전검사와 사후검사의 평균, 표준편차 및 사전검사 점수를 공변인으로 하여 수정된 사후 조정평균은 Table 4와 같다.

Table 4에 나타난 논리-수학적 지식의 결과를 살펴보면 사전점수에서 실험집단 유아의 평균 4.13, 통제집단

Table 3. Activity program teaching method example

Robot	Fire truck 2	Lesson	Lesson5
Objectives	- Being interested in the batteries. - Moving the motor using the batteries. - Decorate a fire truck with a blue and orange LED. - Make a fire truck and move wheels.		
Method	CPS	Contents	
Introduction	Problem comprehension	1. Being interested in the batteries. T: What do we eat every day to move and think? T: What does a robot need to move like a human?	
	Idea generation	1. Moving the motor using the batteries. T: What does the motor make rotated? T: What do we need to move the wheels of the motor?	
Learning Activity	Plans for the acts	1. Making a fire truck using various robot components. - Connect the orange and blue line to the battery. - Connect the line of the motor attached with the wheels to the battery. - Suggest an idea when the fire truck moves oppositely. (In order to move forward, the motor of left and right wheels should be connected to A and B, respectively. If they are connected oppositely, the robot will move oppositely. So have the children solve the problems on their own if the robot moves wrongly.) T: Why do wheels move oppositely? T: Why don't we connect the line connected to the motor in other ways? 2. Naming the fire truck made by each child remembering how the fire truck works.	
Closing	Evaluation	1. Talk about fun and difficult things	



Fig. 2. Students' activity and final works

유아의 평균 4.08로 나타났다. 또한 교구로봇 활동을 시행한 후 실험집단 유아의 사후검사 평균을 살펴보면 평균 4.64로, 통제집단 유아의 평균 4.40으로 나타나는 것을 확인 할 수 있다. 이와 같은 결과를 토대로 교구로봇 활동을 실시한 실험집단과 일반적인 누리과정을 실시한 통제집단의 사후검사 점수가 증가하였음을 알 수 있으

Table 4. The effect on logic-mathematical knowledge

Group	Pretest		Posttest		Adjusted mean	
	M	SD	M	SD	M	SE
Experimental group	4.13	.46	4.64	.40	4.63	.052
Control group	4.08	.37	4.40	.24	4.42	.049

며 실험집단 점수의 변화폭이 더 크게 나타나는 것을 확인 할 수 있다. 또한 실험집단의 조정평균은 4.63, 통제집단의 조정평균은 4.42로 얻어졌다. 교정된 사후 논리-수학적 지식이 두 집단 간에 차이가 있는지 알아보기 위하여 사전검사 점수를 공변인으로 하고 사후검사 점수를 종속변인으로 하여 공변량 분석을 실시한 결과는 Table 5와 같다.

Table 5에서 나타난 바와 같이 교구로봇 활동을 실시한 실험집단과 통제집단을 비교한 결과 논리-수학적 지식에 있어서 공변인 사전검사 점수가 사후검사 점수에 미치는 영향은 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다.

Table 5. Covariance Analysis for logic-mathematical knowledge

Variable source	SS	df	MS	F
Covariate	2.29	1	2.29	
Between-group	0.48	1	0.48	8.71**
Error	2.18	40	0.06	
Total	4.94	42		

또한 사전점수의 효과를 제거한 후에 실험집단의 논리-수학적 지식과 통제집단의 논리-수학적 지식을 비교한 결과 통계적으로 유의한 차이가 나타났다($F = 8.71, p < .01$). 이로써 교구로봇 활동은 유아의 논리-수학적 지식을 향상하는데 긍정적인 효과가 있다는 사실이 검증되었다.

3.2 유아의 창의적 문제해결능력에 미치는 효과

교구로봇 활동이 유아의 창의적 문제해결능력에 미치는 효과를 알아보기 위한 실험집단과 통제집단의 사전점수의 평균, 사후점수의 평균, 표준편차 및 사전검사 점수를 통제한 교정 점수의 평균과 표준편차는 Table 6과 같다.

Table 6에 나타난 바와 같이 교구로봇 활동을 실시한 실험집단 유아의 전체 창의적 문제해결능력 평균점수가 사전검사에서 2.95, 사후검사에서 3.78로 향상되었으며, 통제집단 유아의 창의적 문제해결능력 평균점수는 사전검사에서 2.83, 사후검사에서 2.91로 향상되었다. 또한 실험집단의 조정평균은 3.74, 통제집단의 조정평균은 2.95로 보고되었다. 조정된 사후 창의적 문제해결능력이 두 집단 간에 차이가 있는지에 알아보기 위하여 사전 창의적 문제해결능력 점수를 공변인으로 하고 사후검사 점수를 종속변인으로 하여 공변량 분석을 실시한 결과는 Table 7과 같다.

Table 7에서 나타난 바와 같이 교구로봇 활동을 실시한 실험집단과 통제집단을 비교한 결과, 창의적 문제해결능력 전체는 두 집단 간에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($F = 12.76, p < .001$). 교구로봇 활동이 유아의 창의적 문제해결능력에 미치는 영향에 대한 연구결과를

Table 6. The effect on creative problem solving ability

Factors	Group	Pretest		Posttest		Adjusted mean	
		M	SD	M	SD	M	SE
Problem comprehension	Experimental group	3.13	0.31	3.71	0.74	3.75	0.17
	Control group	3.29	0.74	2.99	0.82	2.96	0.16
Idea generation	Experimental group	2.88	0.47	3.75	0.76	3.74	0.14
	Control group	2.82	0.60	2.93	0.50	2.94	0.13
Plans for the acts	Experiment group	2.84	0.51	3.89	0.76	3.74	0.16
	Controlled group	2.39	0.76	2.80	0.84	2.93	0.15
Total	Experimental group	2.95	0.31	3.78	0.61	3.74	0.12
	Control group	2.83	0.49	2.91	0.60	2.95	0.11

Table 7. Covariance Analysis for creative problem solving ability

Factors	Variable source	SS	df	MS	F
Problem comprehension	Covariate	5.93	1	5.93	
	Between-group	6.51	1	6.51	24.27**
	Error	10.73	40	0.27	
	Total	23.17	42		
Idea generation	Covariate	.98	1	0.98	
	Between-group	6.44	1	6.44	11.06***
	Error	23.28	40	0.58	
	Total	30.69	42		
Plans for the acts	Covariate	1.20	1	1.20	
	Between-group	6.81	1	6.81	17.70**
	Error	15.38	40	0.39	
	Total	23.39	42		
Total	Covariate	12.87	1	12.87	
	Between-group	6.28	1	6.28	12.76***
	Error	19.70	40	0.49	
	Total	38.86	42		

보다 구체적으로 살펴보기 위하여 하위요인 별로 살펴 보면, 문제의 이해($F = 24.27, p < .01$), 아이디어의 생성($F = 11.06, p < .001$), 행위를 위한 계획($F = 17.70, p < .01$)에서도 실험집단이 통제집단과 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 이는 사전 점수를 통제 한 후에도 실험집단 유아의 창의적 문제해결능력이 통제집단 유아의 창의적 문제해결능력에 비하여 통계적으로 유의한 차이를 보인 것으로, 교구로봇 활동이 유아의 창의적 문제해결능력의 향상에 효과가 있음을 나타낸다.

4. 논의 및 결론

본 연구에서는 교구로봇을 활용한 활동이 유아의 논리-수학적 지식과 창의적 문제해결능력의 향상에 어떠한 영향을 미치는지 실증적으로 검증해보고자 하였다. 유아를 대상으로 13차시로 구성 된 교구로봇을 활용한 활동을 시행하였으며 본 연구결과를 중심으로 다음과 같이 논의하고자 한다.

첫째, 교구로봇 활동을 경험한 실험집단과 통제집단 유아들의 논리-수학적 지식에 대한 집단 간 차이를 분석한 결과, 실험집단이 통제집단에 비하여 논리-수학적 지식이 통계적으로 유의하게 향상하는 것으로 나타났다. 이는 교구로봇활동 과정에서 자신이 만들고자 하는 로봇을 조립하고 실행시키는 구체적인 경험과 의도한 바와 다르게 작동할 경우에 실행된 과정을 되짚어 보는 반성적 활동을 통해서 논리-수학적 지식이 향상된다고 보고한 연구와 맥을 같이 한다²³⁾. 또한, 유아는 구체적인 물리적 경험을 바탕으로 사물의 움직임에 관한 활동이 이루어져야 하고, 직접 사물을 만들어 보면서 변화의 과정과 사물의 반응을 즉각적으로 관찰할 수 있어야 논리-수학적 지식이 향상된다는 연구자료와 같은 맥락으로 해석할 수 있다⁹⁾. 이는 구체적 사물의 움직임이 가능한 교구로봇을 가지고 블록의 다양한 위치와 방향을 정확하게 인지하여 조립하기 위해서는 반복되는 시행착오의 과정이 필요하다. 이러한 반성적 활동을 통해 논리-수학적 지식이 향상된다고 해석 할 수 있다.

둘째, 교구로봇 활동에 따른 유아의 창의적 문제해결 능력을 분석한 결과, 교구로봇 활동 전후에 유아의 창의

적 문제해결능력이 유의하게 향상된 것으로 나타났다. 이는 교구로봇 활동이 창의적 문제해결능력에 긍정적인 영향을 미치며 로봇을 움직여 봄으로써 성취욕과 만족감, 희열을 느끼고 좀 더 복잡한 상황에 도전하는 자세를 길러준다고 보고한 선행연구와 맥을 같이하는 결과이다²⁴⁾. 본 연구에서는 창의적 문제해결능력의 하위 영역인, 문제의 이해, 아이디어의 생성, 행위를 위한 계획에서 모두 유의한 결과가 도출되었다. 이는 창의적 문제해결 프로그램의 모형 수업에서 유아는 문제를 새롭게 발견하고 정의하며 새로운 해결책을 이끌어내기 위해 대안을 찾아보는 과정에서 창의적 문제해결능력이 향상된다는 연구 자료를 뒷받침 하는 것이다¹²⁾. 결국 유아는 사물의 지속적인 특성을 가지고 인식, 탐색, 탐구, 활용을 반복하면서 학습의 과정을 구성한다. 이러한 경험을 많이 한 유아는 심화된 목표로 나아가며 창의적 문제해결능력이 향상되는 것을 본 연구를 통해서 알 수 있었다.

본 연구를 통해 나타난 연구결과는 유아교육에서 교구로봇을 활용한 활동이 효과가 있다는 것을 입증한 것이므로 이제까지 초등교육 수준에서 이루어졌던 교구로봇의 활동을 유아교육현장에서도 활성화하여 유아의 논리-수학적 지식과 창의적 문제해결능력에 발달이 이루어지도록 해야 할 것이다. 이상의 연구결과와 논의를 토대로 후속연구를 위해 다음과 같이 제언하고자 한다.

첫째, 본 연구에서는 유아의 발달 수준에 맞는 로봇의 이해와 로봇을 쉽게 조립하는 활동을 반복적으로 경험하였다. 유아는 교구로봇의 어려운 작동원리를 학습하기보다는 다양한 활동 경험을 통해 교육적 접근이 흥미롭게 이루어지도록 해야 한다. 그러므로 유아 수준에 맞는 교구로봇의 기초교육을 체계적으로 마련하여 이후 초등교육에서 이루어지는 로봇의 프로그래밍 교육이 적극적이고 긍정적으로 이루어질 수 있도록 해야 할 것이다. 그러기 위해서는 향후 유아의 교구로봇 활동과 관련된 연구에서 논리-수학적 지식, 창의적 문제해결능력의 변인 외에도 공간지각능력과 정의적, 사회적인 변인에 어떠한 효과가 있는지 확인해 볼 것을 제안한다. 본 연구에서는 논리-수학적 지식, 창의적 문제해결능력과 같은 인지적 능력에만 초점을 맞추었으나, 문제해결 과정에서 또래와의 상호작용 및 사회성의 발달에 초점을 맞춘

정의적 측면과 공간지각능력의 변화에도 긍정적인 영향을 미치는지 확인해 볼 필요가 있다.

둘째, 일반적인 교구로봇 활동은 높은 난이도와 교수 학습 지도안의 부재로 인하여 유아 교육현장에서 활발히 활용되지 못하고 있다. 그러므로 유아 교육현장에서 교구로봇 활동이 효과적으로 활용되기 위해서는 유아 수준에 맞는 구체적인 교수학습지도안이 개발되고 보급되어야 할 것이다. 교구로봇을 조립하고 분리하는 과정에서 자주 사용하는 ‘해체, 분리, 조립 등’의 용어와 교구로봇 필수 구성부품인 ‘배터리, 모터, CPU 등’의 어려운 용어들은 유아의 생활경험을 토대로 쉽게 이해할 수 있는 교사지도안이 개발되어야 할 것이다.

셋째, 교구로봇의 조립이 완성된 후 이루어지는 코딩과 로봇이 움직이는 활동을 위해서는 일정한 공간 확보가 필요하다. 유아들은 다양하고 빠른 속도로 움직이는 로봇을 가지고 넓은 공간에서 활동했을 때 적극적이고 긍정적인 반응이 나타났다. 이에 교구로봇의 계획단계에서 교사는 미리 공간을 확보해 놓을 필요가 있다.

넷째, 유아 수준의 교구로봇은 이미 일부 유아교육기관에서 특정 교구로봇을 도입하여 교육하고 있으며, 교구 구매에 드는 비용을 학부모가 부담하여 문제가 대두될 수 있다. 앞으로 교구로봇은 교육현장에서 교수매체로 더 많이 활용될 것이며 미래 사회의 적응력을 키워나가기 위해 교구로봇의 교육활동은 필요하다. 그러므로 이에 대한 문제 해결을 위해 국가적인 차원에서 유아의 교구로봇 활동 수준을 통일하고, 교구 구입에 드는 비용을 국가가 지원해주는 등의 현실적이고 구체적인 방안을 모색해야 할 것이다.

본 연구에서는 유아교육현장에 적용 가능한 교구로봇을 활용한 활동이 유아의 논리-수학적 지식과 창의적 문제해결능력에 미치는 영향을 규명하고자 하였으며, 교구로봇에 대한 유아교육현장의 적용 가능성을 밝혔다는 데에 의의가 있었다.

References

- [1] M.A. Choi, S.Y. Shin, and M.R. Kim, “Exploring the possibility of robot in education through case study,” *The Journal of Korean Association of Computer Education*, vol. 13, no. 1, pp. 155-158, 2009.
- [2] H.S. Lee, J.H. Han and M.H. Jo, “Effect analysis of learning with a robot for improving creativity in the regular curriculum of elementary school,” *Korean Society for Child Education*, vol. 22, no. 2, pp. 19-35, 2013.
- [3] J.S. Lee, K.J. Yoo, and M.K. Kim, “An effect of a free-choice activities program using intelligent robot at early childhood educational institutions on young children’s social-emotional development,” *KOAECE*, vol. 17, no. 3, pp. 111-132, 2012.
- [4] Y.C. Jun, “A video case study of a robotics science box project in an after-school elementary classroom”, *Teacher Education Research*, vol. 54, no. 3, pp. 381-392, 2015.
- [5] J. Park, “The effect of creative problem solving model on elementary students’ creativity: application of robot assembling program,” M.S thesis, Graduate School of Education Seoul National University, 2016.
- [6] C. Kim, “An analysis of domestic research trend and educational effects in relation to robot education,” *Journal of the Korean Association of Information Education*, vol. 16, no. 2, pp. 233-243, 2012.
- [7] J.H. Kim and S.H. Moon, “A survey on after-school robot teacher’s perception of robot education in elementary school,” *The Journal of Korea Elementary Education*, vol. 21, no. 1, pp. 117-133, 2010.
- [8] D.H. Jung, “A study in the development of logic-mathematical thinking of 5 year old children through physical knowledge activities based on empirical-inductive task type, hypothetical-deductive task type,” M.S thesis, Graduate School of Duksung Woman’s University, 2014.
- [9] C. Kamii and R. DeVries, *Physical knowledge in preschool education: implication of piaget’s theory*, New York: Teachers College Press, 1993.
- [10] E.S. Shin, H.J. Kim, and S.M. Lee, “Logic-mathematical thinking at age 1-2 in slope activities,” *The Korean Society for Early Childhood Teacher Education*, vol. 18, no. 1, pp. 225-246, 2014.
- [11] A. Strawhacker and M.U. Bears, ““I want my robot to look for food”: Comparing kindergartner’s programming comprehension using tangible, graphic, and hybrid user interfaces,” *International Journal of Technology and Design Education*, vol. 25, pp. 293-319, 2015.
- [12] S. B. Lee, “The effects of a block play activity program on preschool children’s geometric and spatial sense,

- and creative problem solving,” *The Journal of Early Childhood Education*, vol. 30, no. 1, pp. 95-119, 2010.
- [13] G. Fessakis, E. Gouli, and E. Mavroudi, “Problem solving by 5-6 years old kindergarten children in a computer,” *Computers & Education*, vol. 63, pp. 87-97, 2013.
- [14] Y.U. Cho, “The effect of STEAM education based on art education on children’s problem solving skills, self-efficacy and communication abilities,” M.S thesis, Konkuk University, 2015.
- [15] S.J. Kim, “Development and effectiveness of creative problem solving program for cultivating young children’s creativity and character,” Ph.D. dissertation, Graduate School of Sungkyunkwan University, 2015.
- [16] L. Vygotsky, “Interaction between learning and development” In *M. Gauvain & M. Cole (Eds.), Mind and Society (pp. 79-91)*. Cambridge, MA, Harvard University Press, 1978.
- [17] J. Piaget, *The origins of intelligence in children*, New York: International Universities Press, 1952.
- [18] C.B. Shearer, “The multiple intelligences and MIDAS subscales,” 1995. [Online], <http://www.angelfire.com/oh/themidas/eachmi.html>
- [19] H.J. Cho, “Maternal beliefs about child rearing and children’s multiple intelligences,” M.S thesis, Graduate School of Education Yonsei University, 2002.
- [20] D.J. Treffinger, *Student invention evaluation kit*. Honeoye, NY : Center for Creative Learning, 1989.
- [21] S.Y. Lee, “The effect of science creativity program utilized Creative Program Solving (CPS) for young children on creativity and creative problem solving ability,” M.S thesis, Soongsil University, 2006.
- [22] M.J. Hwang, “A survey on parents’ cognition in the robotics education for kindergarten and elementary students,” *Journal of Korea Robotics Society*, vol. 10, no. 2, pp. 53-06, 2015.
- [23] H.M. Rim, I.S. Choi, and S.S. Noh, “A study on the application of robotic programming to promote logical and critical thinking in mathematics education,” *The Mathematical Education*, vol. 53, no. 3, pp. 413-434, 2014.
- [24] Y.K. Bae, “Robot programming education model in ubiquitous environment for enhancement of creative problem-solving ability,” Ph.D. dissertation, Graduate School of Korea National University of Education, Chung-Buk, 2006.



김 상 연

- 2007 한국방송통신대학교 유아교육과(교육학사)
- 2013 배재대학교 교육대학원 상담심리교육전공(교육학석사)
- 2016 국립공주대학교 일반대학원 유아교육과 박사수료

관심분야: 아동발달, 피지컬 컴퓨팅, 로봇활용교육



김 상 희

- 1982 이화여자대학교 가정관리학과(문학학사)
- 1984 이화여자대학교 일반대학원 아동학전공(문학석사)
- 1987 이화여자대학교 일반대학원 아동학전공(문학박사)
- 1987~현재 국립공주대학교 유아교육과 교수

관심분야: 가족관계, 아동발달, 로봇기반교육



장 지 은

- 2008 건국대학교 서울 매체전공 학사
- 2014 이화여자대학교 일반대학원(정보)영재교육전공(교육학석사)
- 2017 이화여자대학교 교육공학과 박사수료

관심분야: 뉴미디어기반학습, 피지컬 컴퓨팅, 로봇활용교육