

# 로봇 활용 수학학습이 학습태도 및 문제해결능력에 미치는 영향

박정호<sup>†</sup> · 김철<sup>††</sup>

## 요 약

지식정보화시대에 로봇은 현 시대가 요구하는 창의성 신장, 문제해결력 그리고 긍정적인 학습동기유발에 효과적인 도구라는 국내외의 다양한 연구결과가 발표되고 있다. 본 연구는 교수·학습 환경 개선 측면으로 수학교과 학습에 로봇을 학습교구로 활용함으로써 교육적 효과를 검증하는데 목적이 있다. 초등학교 수학과 교육과정 및 로봇 프로그래밍 내용을 분석한 후 로봇통합 수학프로그램을 개발하였으며 초등학교 5학년 수학과 학습에 총 16차시에 걸쳐 투입하였다. 연구결과 전통적인 방식의 비교집단보다 로봇을 활용한 실험집단에서 학습태도 및 문제해결력이 높게 나타났다. 이것은 로봇 프로그래밍을 활용한 수학 학습이 문제해결력을 향상시켰으며, 긍정적 수학 학습경험을 제공한 것으로 보인다.

주제어 : 로봇, 학습태도, 문제해결능력

## The Effects of Robot Based Mathematics Learning on Learners' Attitude and Problem Solving Skills

Jung Ho Park<sup>†</sup> · Chul Kim<sup>††</sup>

### ABSTRACT

A lot of studies in and outside the country says that robots can become an effective tool in developing creativity, problem solving skills and positive learning motivation in the knowledge and information era. This study aims to verify the educational effect of robots in mathematics education by applying robots to mathematics education as a learning tool in an effort to improve the teaching/learning environment. For this study, the mathematics curriculum of elementary school and robot programming were analyzed and then a robot integrated mathematics program was developed. The developed program was applied to the mathematics education of an elementary school year 5 over 16 times. The result of the study showed that the experimental group which used the robot integrated program has better learning attitude and problem solving skills than the group which used the traditional method. The result also showed that the mathematics activities that used robot programming contributed to developing problem solving skills and provided positive mathematics learning experience.

**Keywords** : Robot, Learning Attitude, Problem Solving Skills

---

<sup>†</sup> 종신회원: 도이초등학교 교사  
<sup>††</sup> 정회원: 광주교육대학교 컴퓨터교육과 교수(교신저자)  
논문접수: 2010년 04월 25일, 심사완료: 2010년 09월 03일

### 1. 연구의 필요성 및 목적

구성주의 이론에 의하면 학습자는 타인과 공유하고 반성할 수 있는 외부 인공물을 제작하는 활동에 적극적으로 참여하게 될 때 창의적인 사고를 하게 되고 상징적이고 추상적인 많은 개념들을 쉽게 이해할 수 있다고 하였다[1].

이와 같은 도구 중 하나인 로봇은 지식정보화 시대의 기술공학 발전의 산물로서 설계, 조립, 조작을 기본 활동으로 하는데 현 지식정보화 시대가 요구하는 창의성 신장, 문제해결력 그리고 긍정적인 학습동기유발에 효과적인 도구라는 국내외의 다양한 연구결과가 발표되고 있다 [2][3][4][5]. 또한 교육적 활용에서 전통적인 교재, 시청각 기자재, 웹기반 ICT 학습도구보다 학업성취도, 학습내용에 대한 집중도, 관심도 측면에서 효과적인 도구로 알려지고 있다[6]. 하지만 이와 같은 긍정적인 효과에 비해 국내의 일반적인 로봇 활용 측면을 보면 방과 후 특기적성 교육, 영재교육기관, 사설학원 등에서의 프로그래밍 학습 도구, 일부 로봇경진대회 준비를 위한 도구로 소수의 학습자에 제한되어 있으며 정규교과과정의 테두리 밖에서 이루어지고 있다.

이에 비해 해외의 경우는 로봇 활용이 사고하고 학습하는 일반적 능력을 신장시키는데 도움이 될 수도 다는 관점에서[7], 제어 기술 활동과 결합하여 유년기 학습경험에 포함되어야 한다고 주장하고 있다. 예로 영국의 교육과정은 지식과 학습 지원을 위해 프로그래밍이 가능한 장난감 형태의 로봇활용을 유치원 단계에서 학습교구로 활용을 제안하고 있으며, 초등학교의 수학 교과에서는 학습자가 위치인식과 측정을 위해 로봇을 활용한 간단한 명령어를 설계하고 수행 후 결과를 확인할 수 있는 내용을 포함하고 있다[8]. 그중 Roamer는 로봇을 초등학교 정규교과에 활용한 대표적인 사례로서 학습자 연령, 교과, 교사수준, 학습활동단위, 학습시간 등 다양한 조건에 따른 교과활용 커리큘럼을 제공하고 있다[9]. 수학교과에 활용되고 있는 주제는 Dancing Turtles, Roamer pentathlon, Compass Direction 등이 있고 기술교과에는 Make a Windmill, Homes, Journeys, Creating a TV star 등이 있다. 또한

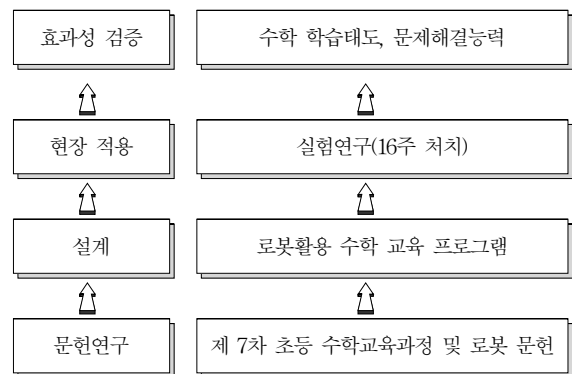
호주의 ICT 학습혁신센터는 유치원과 초등학교에서 프로그래밍 로봇인 Bee-Bot 활용한 교수방법을 포함하는 별도의 문서를 출판하였으며[10], 미국의 카네기멜론 로봇아카데미는 수학과 과학에 흥미와 영감을 주기 위해 LEGO 로봇을 활용하고 있다[11].

이와 같이 로봇틱스는 로봇 자체로서 뿐만 아니라 과학, 기술, 엔지니어링 그리고 수학의 일반적인 주제의 조작적 학습에 효과적인 도구로 알려져 있다[12]. 특히 로봇 교구는 수학적 개념 이해의 확장 및 사고력 신장에 효과적인 도구이며, 명령어 입출력을 통한 논리적 사고, 문제해결활동을 수반하는 프로그래밍 학습활동은 수학교과 성격과 밀접한 관계를 갖는다고 볼 수 있다. 즉, 로봇은 논리와 추론에 적합한 학습도구라 할 수 있으며 직접경험의 귀납적 방식으로 자연스럽게 수학적 개념을 발견하고, 수용할 수 있는 교수·학습 환경을 제공한다면 긍정적인 학습태도 함양과 더불어 문제해결능력의 신장을 기대할 수 있을 것으로 보인다.

이에 본 연구에서는 초등학교 5학년 정규 수학교과 학습에 로봇 프로그래밍을 통합 지도하여 학습태도 및 문제해결력 영역에서의 교육적 효과를 검증하고 정규 교육프로그램에서 로봇 프로그래밍 통합교육의 기틀을 마련하고자 한다.

### 2. 연구내용 및 방법

연구내용 및 방법은 다음 <그림 1>과 같다.



<그림 1> 연구 내용 및 방법

첫째, 문헌조사를 통해 학습태도 및 문제해결력

영역에서의 로봇활용 교육을 의의를 찾고 수학교육에서 로봇 프로그래밍 교육의 가능성을 탐색한다.

둘째, 제7차 초등학교 5학년 수학과교육과정 및 정보통신기술지침을 분석하여 로봇과 연계할 수 있는 영역 및 주제를 추출하고 로봇통합 교육 프로그램을 구안한다.

셋째, 프로그램을 현장에 적용한 후 수학교과 학습에서 로봇활용이 학습태도, 문제해결능력에 미치는 결과를 검증한다.

### 3. 관련연구

#### 3.1 수학 학습태도

수학교과는 관찰과 실험을 기반으로 하는 과학이나 사회현상을 기반으로 하는 사회교과와는 기본적으로 구별되는 수학만의 독특한 특징을 가지고 있는데, 수학적 사실을 이해하기 위해서는 순수하게 머릿속에서 조작활동이 일어나야 한다는 것이다[13]. 이러한 조작활동은 컴퓨터 활용을 통해 구체화될 수 있는데, 각, 선분, 삼각형 등의 도형을 지도함에 있어 LOGO와 GSP를 활용한 활동중심의 프로그램 운영은 학습자가 도형을 그리면서 오류를 바로 발견 및 수정할 수 있어 능동적인 학습을 유도하였다[14]. 또한 도형을 여러 번 확대하고 축소하는 과정을 통하여 도형의 성질을 익힐 수 있고, 여러 가지 도형을 반복적으로 그려봄으로써 도형 사이에 존재하는 규칙성 찾고 자신이 원하는 도형을 그려봄으로써 학생의 흥미도와 집중도를 높일 수 있다고 하였다.

로봇을 활용한 수업도 머릿속에서 사고한 내용을 구체적으로 표현할 수 있게 하고 수학적 개념을 동료들과 협력적으로 해결하는 긍정적인 학습경험을 통한 수학적 학습태도 향상에 기여할 것으로 기대된다.

#### 3.2 문제해결능력

문제해결능력은 학습자가 생활을 영위하면서 부딪치는 다양한 문제 상황을 알고리즘 사고를 통해 논리적, 합리적, 창의적으로 해결할 수 있는 능력을 의미한다.

로봇 프로그래밍은 어린이들에게 도전적이고 인지적 호기심을 자극하는 문제 상황을 제시하고 그들이 사고한 바를 컴퓨터에게 끊임없이 가르치고 교정하는 기회를 제공할 수 있으며 오류를 처리하는 활동을 통하여 자연스럽게 문제해결활동을 경험하게 한다[15][16]. 따라서 수학교과 학습과정에서 로봇을 활용한 프로그래밍 학습경험의 제공은 문제해결력 향상에 기여할 것으로 보인다.

#### 3.3 로봇활용 교육

로봇교육 프로그램에 참여하는 학습자의 주된 활동은 로봇모형 제작이나 키트 조립인 경우가 대부분이며 최근에는 로봇 조립에 치중한 활동보다는 학습자의 성숙도나 수준별 단계에 따라 로봇의 움직임을 제어하는 프로그래밍 학습으로 교육과정이 다양화 되고 있다[17].

로봇활용 교육의 유형은 로봇 자체에 관한 교육(learning about robots), 교구적 측면으로 로봇을 통한 교육(learning from robots) 그리고 학습도우미 측면의 로봇과 함께하는 교육(learning with robots)으로 구분할 수 있다[18].

교구적 측면의 로봇을 통한 교육은 프로그래밍, 과학, 수학, 기술의 학습 교구로서 로봇을 활용하는 것으로 로봇의 설계, 조립, 구동 및 제어하는 활동을 통해 구체적인 학습경험을 제공하는 것을 의미한다. 이와 관련한 다양한 선행연구가 수행되어 오고 있는데[2][4][16], 인지적 영역에서 실습과 직접경험을 통한 창의성, 문제해결능력신장, 정의적 영역에서 팀별 프로젝트 학습으로 인한 협동심과 사회성이 동시에 배양된다고 보고되고 있다[18]. 하지만 대부분의 연구가 정규 교육 프로그램이 아닌 방과 후, 영재교육 프로그램의 일환으로 실행되어 왔으며 정규교과 학습에 적용과는 거리가 있었다. 따라서 본 연구에서 초등학교 정규 수학교과 학습에 로봇 프로그래밍을 통합하여 프로그램 개발, 지도 및 수학학습 태도, 문제해결능력 요인을 검증하는 것은 차별성이 있다고 하겠다.

##### 3.3.1 로봇활용 수학교육

교과 통합적 측면에서 로봇활용 교육은 수학적

습을 위해 보다 효과적인 설계를 제공하는 것으로 ‘로봇을 활용을 위한 수학교육’이 아닌 ‘수학학습 목표 달성’을 위한 로봇활용 교육이어야 한다.

개정된 정보통신기술교육에 초등학교 수준의 프로그래밍교육을 언급하고 있는데, 내용체계의 3 단계에 해당하는 초등학교 고학년에게 정보처리의 이해 영역에서 프로그래밍의 이해와 기초 단원을 포함하고 있다[19]. 로봇은 프로그래밍 학습의 효과적 도구이며, 수학 교과와 학습내용과 로봇, 프로그래밍 활동이 유기적으로 결합되어 지도된다면 교과학습내용은 로봇 프로그래밍 활동의 맥락을 제공하여 유의미한 학습결과를 기대할 수 있게 할 것이다.

### 3.3.2 프로그래밍 활용 수학교육

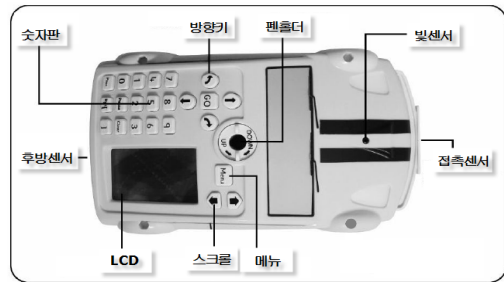
수학교육에서 프로그래밍을 하는 것은 미국 수학교사단체인 NCTM의 주장처럼 컴퓨터 프로그래밍을 도입하여 학생들이 수학에 대한 흥미와 관심을 새로운 측면에서 도울 수 있을 뿐만 아니라 문제 해결 과정의 체계적 분석, 해답의 타당성 분석, 오류 분석 등의 과정을 통하여 수학적 사고력을 강화시키려는 것이다[20].

수학교육 선진국에서는 오래 전부터 수학교육 과정에서 계산기와 컴퓨터 같은 테크놀로지의 활용을 적극 권장하였으며 LOGO와 같은 프로그래밍 활동에 관한 연구를 통해 프로그래밍 활동이 학생들의 수학적 사고력과 문제해결력, 메타인지 등 중요한 인지적 능력을 향상시킨다는 결과를 얻어냈다[21]. 즉 이미 인지하고 있는 수학적 사실이라도 프로그래밍을 위해서는 그 과정을 의식적으로 분석해서 알고리즘을 이끌어 내야 하기 때문에 프로그래밍 활동은 학생들의 문제 해결력을 신장시킬 수 있는 효과적인 방법이라 할 수 있다.

### 3.3.3 프로-봇(Pro-Bot) 활용 수학교육

자동차 형태의 교구형 로봇인 Pro-Bot은 컴퓨터 프로그램을 통해 프로그래밍이 가능함과 동시에 자동차에 부착된 Key판을 이용하여 LOGO와 동일한 절차적, 모듈별 프로그래밍이 가능하다. 또한 빛, 소리, 접촉센서가 부착되어 있어 각 센

서별 이벤트를 발생시켜 다양한 표현을 할 수 있다[22]. Pro-Bot의 주요 구성은 다음 <그림 2>와 같다.



<그림 2> Pro-Bot 구성

컴퓨터에 종속적이었던 기존의 LOGO에 비해 개인별, 모듈별 협력학습이 가능하며 빛, 소리, 접촉센서를 내장하고 있어 다양한 응용학습을 가능하게 하였다. 특히 Pro-Bot은 완성형 로봇으로 쉽게 조작방법을 익힐 수 있으며 수학교육에서 기본적인 도형그리기 학습 이외에도 맵을 응용하면 다양한 위치 탐색 게임도구로 활용될 수 있는데 주요 명칭별 특징은 <표 1>과 같다.

<표 1> Pro-Bot 명칭별 기능

명칭	기능 및 특징	
숫자판	각도, 길이 입력	
센서	빛	밝거나 어두울 경우 이벤트 발생시킴
	소리	소리 인식 후 이벤트 발생
	접촉	전·후방에 충격이 가하면 이벤트 발생시킴
방향키	전진, 후진, 좌·우 방향전환 선택	
펜 홀더	붓을 삽입하여 이동경로를 그릴 수 있음	
메뉴	프로그래밍 조작관련 메뉴 제공	
LCD	입력한 프로그래밍 정보 및 편집 상태 표시	

Pro-Bot은 LOGO 프로그래밍언어의 명령을 따르므로 프로그래밍 교육 및 수학교과 학습에 적합하며 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

첫째, 시각화를 위한 로봇으로 초등학교에서 지도되고 활용되는 모든 종류의 기하학적 그래프를 그릴 수 있다.

둘째, 탐구할 수 있는 환경적 측면으로 다른 멀티미디어 소프트웨어와 달리 로봇을 활용하여 시

각적 대상에 대하여 사고 및 탐구활동을 직접적인 조작으로 구현할 수 있도록 해준다.

셋째, 인지적 발달단계 측면에서 로봇에 사용되는 명령어는 학습자의 신체적 행동과 쉽게 일치된다. 사각형을 그릴 때 프로그래밍에 익숙하지 않는 학습자도 명령어를 쉽게 해석하고 유추할 수 있다.

넷째, 반성적 사고 측면으로 로봇 구동을 위해 사용되는 언어가 신체 동조적, 절차적, 재귀적이기 때문에 학습자로 하여금 자신의 생각을 분석 및 종합하게 하고 해결절차를 간결하게 표현할 수 있는 능력을 길러준다.

기존의 LOGO 프로그래밍 언어와 Pro-Bot을 비교하여 제시하면 <표 2>와 같다.

<표 2> LOGO와 Pro-Bot 비교

구분	LOGO	Pro-Bot
특징	컴퓨터 기반의 프로그램으로 기하 학습에 활용	이동, 정지, 방향전환, 회전을 할 수 있는 자동차 형태의 로봇으로 수학, 과학교육 활동에 활용됨
센서	없음	접촉, 빛, 후방, 소리센서를 활용한 다양한 응용 가능
학습형태	개별학습	개별 및 협동학습
프로그래밍	절차적 프로그래밍 언어, 키보드 활용 정보 입력	절차적 프로그래밍 언어, Key판 및 USB 활용 컴퓨터와 연동
활용 영역	수학(기하), 프로그래밍	수학(기하, 수와연산, 측정, 문제해결 등), 과학(에너지), 프로그래밍

### 3.4 로봇활용 수학교육 프로그램

#### 3.4.1 로봇활용 수학교육 프로그램 설계

프로그램 설계를 위해서는 로봇의 기능, 프로그래밍, 수학교육과정을 종합적으로 분석하여 기계적인 조작활동이나 프로그래밍 코드 위주의 학습보다는 수학적 탐구와 개념 형성에 집중할 수 있도록 해야 한다. 따라서 개념형성에 필요한 교수 학습 환경을 마련하는 것은 매우 중요한 부분이라 할 수 있는데, 이를 위해 수학과 교육과정 분석 후 로봇 프로그래밍 활용 가능 영역 및 주제를 추출하고 문제해결활동 중심으로 학습내용을 재구성한다. 또한 인지(cognitive) 중심의 기존 수학교육을 넘어 수학이 내재된 로봇 프로그래밍을 통해 다양한 수학 탐구 활동을 경험하고 수학의 유용성 및 심미성을 구체적으로 체험할 수 있는 학습경험

을 제공한다.

#### 3.4.2 수학교육과정 분석

초등학교 수학과 교육과정은 ‘수와 연산’, ‘도형’, ‘측정’, ‘확률과 통계’, ‘규칙성과 함수’의 5개의 영역으로 이루어져 있는데 LOGO 프로그래밍 언어를 계승한 ProBot은 기하 및 함수영역과 밀접하게 관련되어 있다. 하지만 보조교구인 매트를 활용하면 5개 영역에 다양하게 활용가능하다. 프로그래밍 학습내용이 포함된 정보통신기술 지침의 3단계 학습내용을 고려하고 로봇과 통합이 용이한 교육내용을 담고 있는 초등학교 5학년 수학교육과정을 중심으로 분석하여 로봇활용 방안을 제시하면 다음 <표 3>과 같다.

<표 3> 로봇활용 수학교육과정 분석

영역	학습주제	로봇 활용 방안	비고
수와 연산	약수와 배수	배수 및 약수 위치 찾기	
	분수와 소수	크기가 같은 분수와 소수 찾기	
도형	직육면체	직육면체 전개도 작도하기	
	도형의 넓이와 둘레	다양한 도형을 작도하고 측정하기	
	도형의 합동	조건에 맞는 합동인 도형 그리기	
측정	원과 원기둥	크기가 다른 원을 그리기	
	도형의 대칭	선대칭, 점대칭 도형 그리기	
확률과 통계	넓이와 무게	크기를 예상 후 마름모 그리기	
	경우의 수	다양한 경우의 길 찾아 표시하기	
규칙성과 함수	무늬 만들기	무늬를 만들고 변형시키기	
	비례식	도형을 이용한 비례식 문제 만들기	
	비와 비율	로봇 주행을 통한 비의 값을 찾기	

#### 3.4.3 로봇활용 교육과정 재구성

전통적인 수학 교수·학습이 교과서, ICT 학습 자료를 활용하여 수학적 사고력을 신장시키는 것처럼 본 연구에서는 학습목표 달성을 위해 분석한 5학년 수학과 로봇활용 수학교육과정 분석결과를 토대로 다음 <표 4>와 같이 재구성하였다.

학습주제는 ProBot 이해를 위한 4차시, 수와 연산 영역의 3차시, 도형 영역의 9차시로 총 16차시를 재구성하였으며 수학과 교육과정의 목표 달성을 위해 기본적인 수학개념을 로봇 프로그래밍을 통해 응용 및 확산할 수 있도록 관련성에 중점을 두었다.

<표 4> Pro-Bot 활용 주제 및 내용

차시	학습주제	Pro-Bot 활용 수학 교육내용
1	Pro-Bot 이해하기	<ul style="list-style-type: none"> <li>기초 명령어 이해하기(Fd, Rpt[], Rt 등)</li> <li>프로그램 편집하기(LCD 및 Key판)</li> </ul>
2	Pro-Bot 센서활용	<ul style="list-style-type: none"> <li>센서 활용하기(접촉센서, 빛센서, 소리센서)</li> </ul>
3	기본 도형그리기	삼각형, 사각형, 오각형
4	중급 도형그리기	다각형, 원, 사다리꼴, 마름모 그리기(함수 호출)
5-6	배수와 약수	<ul style="list-style-type: none"> <li>매트에서 공약수를 찾아 표시 후 수행하기</li> <li>매트에서 공배수를 찾아 표시 후 수행하기</li> </ul>
7	규칙성과 함수	다양한 무늬를 만들고 옮기기, 뒤집기, 돌리기
8	약분과 통분	매트에서 크기가 같은 분수 표시하기
9	직육면체	거냥도를 보고 전개도를 예상하여 그리기
10-13	도형의 넓이와 둘레	<ul style="list-style-type: none"> <li>다양한 직사각형을 그리고 넓이와 둘레 구하기</li> <li>■ 을 그리고 직사각형으로 나누어 넓이구하기</li> <li>넓이가 32cm<sup>2</sup>인 여러 개의 평행사변형그리기</li> <li>크기와 모양이 같은 삼각형을 2개 그리고 평형 사변형으로 변형 후 넓이 구하기</li> </ul>
14-15	도형의 합동	<ul style="list-style-type: none"> <li>세 가지 조건에 따른 합동인 삼각형 그리기</li> <li>합동인 도형의 의미 이해 후 대응점, 대응각, 대응변을 찾고 합동인 도형 그리기</li> </ul>
16	도형의 대칭	선대칭 도형 그리기

## 4. 연구 절차

### 4.1 연구 대상

본 연구의 대상은 로봇에 대한 접근성이 낮은 경기도 소재 농어촌지역의 J초등학교 5학년 2학급을 각각 실험집단(28), 비교집단(28)명으로 표집을 실시하였다. 실험집단에는 로봇활용 수학수업을 비교집단에는 교과서 및 ICT 교수·학습 도구를 활용한 전통적인 방식의 수학수업을 실시하였다. 연구에 참여한 학생은 남학생이 30명, 여학생이 26명으로 총 56명이었다.

### 4.2 연구의 설계

본 연구에서의 독립변인은 초등학교 5학년 수학교과와 '수와 연산', '도형' 단원에서 로봇활용 수업이며 종속변인은 수학 학습태도, 문제해결력이었다. 연구를 통하여 얻어진 사전, 사후 검사의 결과는 t 검증을 활용하여 로봇활용 유무에 따른 효과성 검증을 실시하였다.

### 4.3 연구의 도구

#### 4.3.1 수학 학습태도 검사도구

수학학습태도 검사를 위해 한국교육개발원(1992)에서 개발한 학업에 대한 자아개념, 태도, 학습습관 검사 내용을 수학적 성향이 유사한 문항으로 묶어 김해규·김대진(2004)이 재구성한 학습태도 검사 도구를 활용하였다[23]. 우울감, 자신감, 흥미도, 목적의식, 성취동기, 주의집중, 자율학습, 학습기술적용, 수학적 창의성의 9가지 영역에서 4문항씩 묶어 전체 36문항으로 구성되었다.

평가척도는 '항상 그렇다', '그럴 때가 많다', '보통이다', '그렇지 않을 때가 많다', '전혀 그렇지 않다'의 5단계 평가 척도를 적용하였다. 검사결과 분석을 위해 5단계 평가 척도로 구성된 변수들을 '항상 그렇다'를 5점, '그럴 때가 많다'를 4점, '보통이다'를 3점, '그렇지 않을 때가 많다'를 2점 그리고 '전혀 그렇지 않다'를 1점으로 하는 등간 척도로 변환하였으며 역추적 문항인 10, 14, 20, 21 번은 '항상 그렇다'를 1점, '그럴 때가 많다'를 2점, '보통이다'를 3점, '그렇지 않을 때가 많다'를 4점, '전혀 그렇지 않다'를 5점으로 변환하였다.

이 검사지의 신뢰도를 조사한 결과 Cronbach's  $\alpha$  계수는 .756이며, 각 9가지 영역별로 평균값의 차를 t 검증을 이용하여 분석하였다.

#### 4.3.2 문제해결능력 검사도구

문제해결능력 검사도구는 백선련(2008)이 PISA 2003 문제해결력 검사 도구를 번역한 후 한국의 초등학교 실정에 맞게 수정·변안한 검사 도구를 활용하였다[24]. 검사지는 의사결정 7문항, 시스템 분석 및 설계 7문항, 문제점 해결 4문항 총 18문항으로 구성되어 있으며 신뢰도는 .783로 백선련(2008)의 신뢰도 .794와 유사하였다.

검사는 문제해결력 검사 I, II로 나누어 각각 1시간(40분)씩 2시간에 걸쳐 실시하였다. 채점은 OECD(2004)의 채점기준에 의거 각 문항별로 부분점수를 부여할 수 있는지의 여부를 고려하여 문항별 배점기준 및 부분점수에 차이를 두었다. 즉, 한 문항에 여러 개의 답을 선택해야 하는 경우이거나, 개방형 서술 문항에서 정답이 아니더라도 피험자의 응답 사례에 따라 부분점수를 부여할 수 있도록 하였다. 정답의 경우는 만점을 2점, 응답 사례를 통해 부분점수를 부여할 수 있는 경

우는 1점, 오답일 경우 0점으로 하였다.

#### 4.4 연구의 절차

##### 4.4.1 실험 과정

연구기간은 2009년 4월 14부터 7월 6일까지 차시별 40분으로 총 16차시에 걸쳐 본 연구자(실험반)와 1명의 현장교사(비교반)가 각각 프로그램을 운영하였으며 실험 전·후 학습자들을 대상으로 학습태도 및 문제해결력 검사를 실시하였다.

##### 4.4.2 실험 처치

실험집단은 교사가 먼저 수학적 개념 및 로봇 조작에 관한 안내를 하고 4개의 로봇을 활용하여 모듈별로 실습을 진행하였다. 선대칭 학습에서 로봇활용 수업의 예시는 다음 <표 5>와 같다.

<표 5> 실험집단 - 로봇프로그래밍 예시

선대칭	로봇 프로그래밍 활동 예시												
	<p>선대칭 축을 기준으로 왼쪽의 도형을 보고 오른쪽에 로봇으로 작도하기</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>가</th> <th>나</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>GO 4</td> <td>GO 4</td> </tr> <tr> <td>LT 90°</td> <td>RT 90°</td> </tr> <tr> <td>GO 6</td> <td>GO 6</td> </tr> <tr> <td>RT 90°</td> <td>LT 90°</td> </tr> <tr> <td>GO 4</td> <td>GO 4</td> </tr> </tbody> </table>	가	나	GO 4	GO 4	LT 90°	RT 90°	GO 6	GO 6	RT 90°	LT 90°	GO 4	GO 4
가	나												
GO 4	GO 4												
LT 90°	RT 90°												
GO 6	GO 6												
RT 90°	LT 90°												
GO 4	GO 4												

비교집단은 ICT 학습도구를 활용한 학습내용 및 활동을 소개한 후 교과서에 제시된 수학문제를 해결하는 방식으로 진행하였다. 실험집단과 비교집단의 수업모습은 다음 <표 7>과 같다.

<표 7> 수업모습 - 실험집단 vs. 비교집단



## 5. 연구 결과 및 논의

### 5.1 수학학습태도

실험 전 학습태도 검사 결과는 다음 <표 8>과 같으며 두 집단에서 유의미한 차이는 발견되지 않았다. 또한 전체 학생에서 성별에 따른 학습태도의 차이도 나타나지 않았다.

<표 8> 학습태도 검사 결과 - 실험 전

집단	학생수	평균	표준편차	t값	자유도	유의도
실험집단	28	112.51	14.39	.102	49	.919
비교집단	28	112.08	15.96			

\* p<.05

하지만 실험처치 후 집단별 학습태도 분석 결과 <표 9>에 나타난 바와 같이 실험집단은 평균 M=129.29, 표준편차 SD=12.76, 비교집단은 평균 M=113.37, 표준편차 SD=16.74로 나타났으며, 통계적 분석 결과 p=.000으로 α=.05 수준에서 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 이것은 로봇 활용이 수학교과 학습태도 신장에 긍정적인 영향을 주었다는 것을 의미한다.

<표 9> 학습태도 검사 결과 - 실험 후

집단	학생수	평균	표준편차	t값	자유도	유의도
실험집단	28	129.29	12.76	4.42	52	.000
비교집단	28	113.37	16.74			

\* p<.05

학습태도의 하위 영역에서는 흥미도, 목적의식, 성취동기, 주의집중, 자율학습, 학습기술적용에서만 통계상 유의미한 차이가 발견되었다.

이것은 학습자가 수동적인 태도로 수학적 개념과 원리를 받아들이는 것이 아니라 적극적인 로봇을 통해 수학학습에 흥미를 느끼고 프로그래밍을 통한 학습과제 해결에 능동적으로 참여한 결과로 보인다. 또한 모듈별로 문제해결 활동을 통하여 동료와 협력하고 즐겁게 하면서 학습이 이루어지기 때문으로 보이며 교구로서 로봇활용이 학습태도 함양에 있어 긍정적인 영향을 미침을

알 수 있다.

수업이 진행될수록 대부분의 실험집단의 학습자는 워크시트의 명령어를 그대로 따라하거나 교사에게 직접적으로 묻기 보다는 팀 구성원들과 협력적 상호작용에 의존하는 모습이 자주 관찰되었는데 이것은 학습자가 로봇을 조작할 때 발생하는 즐거움과 도전적인 인지적 성취감이 지속적으로 학습동기를 자극하여 활동을 강화시킨 것으로 볼 수 있다. 또한 여러 가지 도형을 반복적으로 그려 봄으로써 규칙을 발견하고 시각적인 효과와 더불어 흥미도와 집중도가 향상된 것으로 보인다.

### 5.2 문제해결능력

실험 및 비교집단에서 18개의 문항에 대한 문제해결능력 검사 결과는 다음 <표 10>과 같으며 두 집단 모두 만점 29에 비해 일반적으로 낮은 수준이나 집단별 통계적 유의미한 차이는 발견되지 않았다.

<표 10> 문제해결능력 사전검사 - 실험 전

집단	학생수	평균	표준편차	t값	자유도	유의도
실험집단	28	10.25	3.66	.158	52	.875
비교집단	28	10.04	3.19			

\* p<.05

하지만, 16차시의 실험 처치 후 문제해결능력 검사 결과에서는 다음 <표 11>과 같이 실험집단은 평균 M=15.40, 표준편차 SD=3.54, 비교집단은 평균 M=12.92, 표준편차 SD=3.51로 α=.05 수준에서 유의미한 차이가 발생하였다.

<표 11> 문제해결능력 사후검사 - 실험 후

집단	학생수	평균	표준편차	t값	자유도	유의도
실험집단	28	15.40	3.54	2.582	52	.013
비교집단	28	12.92	3.51			

\* p<.05

이와 같은 결과는 초등학교에 프로그래밍 적용한 선행연구[2][4][25]와 동일한 연구결과로 학습주제 및 내용이 프로그래밍 활동과 적절히 결합되어 문제해결을 위한 알고리즘 설계, 조작, 평가 및 수정의 일련의 문제해결 활동을 경험하였기 때문으로 보인다. 초기에는 로봇을 단순히 조작하거나 알고리즘을 거치지 않고 바로 실행하려는 시도가 잦았으나 점차 문제해결과정에서 알고리즘이나 문제의 계산 절차를 탐색하고 나서 로봇을 활용한 문제해결활동을 수행하였다. 문제해결에 소요되는 시간은 줄어들고 프로그래밍 코딩문의 수, 구문, 함수 호출 그리고 센서의 응용과 같은 로봇제어는 다양해졌다.

## 6. 결론 및 제언

지식정보화시대에 로봇은 현 시대가 요구하는 창의성 신장, 문제해결력 그리고 긍정적인 학습동기유발에 효과적인 도구라는 국내외의 다양한 연구결과가 발표되고 있다. 또한 최근 들어 교과학습목표 달성을 위해 로봇을 활용하는 교육적 움직임이 해외로부터 형성되고 있으며, 본 연구도 이와 같은 맥락으로 실시하였다.

본 연구는 초등학교 5학년 수학교육과정 분석 후 로봇통합 교육과정 영역 및 학습주제를 추출하고 학습내용을 재구성하였으며 총 16차시에 걸쳐 현장 적용을 실시하였다.

연구결과 로봇을 활용한 실험집단의 수학 교과 학습에서 수학 학습태도, 문제해결능력 두 영역 모두에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다. 또한 학습이 진행될수록 학습자들 사이의 협력적 의사결정이 잦아졌으며 교사에게서 의존하는 학습형태를 벗어나 스스로 해결하려는 자기주도적 학습이 정착되는 모습이 관찰되었다.

이와 같은 결과는 전통적인 교재 및 ICT 도구와 더불어 직접경험을 제공하는 로봇 및 문제해결과정을 수반하는 프로그래밍 활동이 효과적인 학습교구로 활용될 수 있음을 시사한다. 그리고 로봇 학습활동에서 학습자를 몰입시키기 위한 환경 조직에 대한 다음과 같은 결론에 도달하였다.

첫째, 학습활동을 위한 넓은 공간이 확보되어야 한다. 개인 및 팀별 협의, 로봇 조작 및 수정이



이루어질 수 있는 학습 환경이 구비되어야 한다.

둘째, 학습자 모둠은 최대 3~4명을 넘지 않는 크기로 구성되어져야 한다. 원만한 협력활동이 가능하고 적절한 역할이 주어질 때 협력활동은 극대화될 수 있기 때문이다.

셋째, 학습자에게 학습과제를 부여할 때는 명확하고 학습상황과 관련성 있고 해결에 실제적이어야 한다. 매우 중요한 것은 수학적 개념 및 원리를 응용 및 발견할 수 있는 기회를 제공하는 데 있다.

여기서 연구한 결과를 토대로 향후 관련연구에 대한 제언을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 로봇의 교육적 활용이 고차원적인 문제해결력 신장에 얼마나 효과적인 것인가를 평가하는 것도 중요하지만 교과학습 환경 개선이라는 측면에서 평가하는 것도 의미가 있다. 따라서 학습자의 학습양식, 학습형태, 교수학습 방식의 차이에 따른 로봇통합 교과교육의 다양한 연구가 필요하다.

둘째, 국어, 과학, 음악, 미술 등 초등학교의 다양한 교과학습에 로봇을 활용할 수 있는 방안에 관한 후속 연구가 요구된다.

### 참 고 문 헌

- [ 1 ] Resnick, M., Martin, F., Berg, R., Borovoy, R., Colella, V., Kramer, et al. (1998). Digital manipulatives: new toys to think with. *In Conference proceedings on Human factors in computing systems*, 281 - 87. Los Angeles, USA.
- [ 2 ] Lindh. J., Holgersson. T(2006). Does lego training stimulate pupils' ability to solve logical problems?. *Computers & Education*, 49, 1097 - 1111.
- [ 3 ] Järvinen, E.-M. (1998). The Lego/LOGO learning environment in technology education: an experiment in a finnish context. *Journal of Technology Education*, 9(2), 47 - 59.
- [ 4 ] 유인환·김태환(2006). MINDSTORMS을 이용한 프로그래밍 학습이 창의력에 미치는 효과. *컴퓨터교육학회논문지*, 9(1), 1-11.
- [ 5 ] Iturrizaga, I. M. (2000). *Study of educational impact of the LEGO Dacta materials - INFOESCUEL A - MED*. Final report.
- [ 6 ] Han, J., Jo, M., Park, S., & Kim, S. (2005). The educational use of Proceeding of Man 2005, *IEEE International Workshop Interactive Communication*, 378-383.
- [ 7 ] Siraj-Blatchford, J., Whitebread D.(2003). *Supporting Information and Communications Technology in the Early Years*. 4th Edition, Open University Press, McGraw-Hill Education.
- [ 8 ] QCA(2003). *Information and Communication Technology Teacher's guide*, The Qualifications and Curriculum Authority.
- [ 9 ] Valiant(2010). [Online] available: <http://www.valiant-technology.com/index.php>.
- [10] ICT Learning Innovation Centre(2009). *Making your classroom buzz with Bee-Bots: Ideas and Activities for the Early Phase*, <http://www.earlyphaseicts.com>.
- [11] Robotics Academy(2010). [Online] available: <http://www.education.rec.ri.cmu.edu>.
- [12] Maja. J. M., Nathan. K, & David. F.(2007). *Materials for Enabling Hands-On Robotics and STEM Education*. In AAAI AAAI Spring Symposium on Robots and Robot Venues: Resources for AI Education
- [13] 박만구(2009). 한국 초등학교 학생들의 수학에 대한 태도 분석. *한국수학교육학회*, 42, 87-94.
- [14] 황연주(2006). 초등학교 기하도형 지도에서 van Hiele 수준이론을 근거로 하는 LOGO 프로그래밍 활용에 관한 연구. 석사학위논문, 연세대학교 교육대학원.
- [15] Kay, A. (1991). *Computers, Networks and Education, issue of Scientific American Magazine*, September, 138-148.
- [16] Disessa, A. (2000). *Changing Minds : Computers, Learning, and Literacy*. MIT Press: Cambridge, MA.
- [17] 남길현(2007). 초등학교 특기적성교육에서의 로봇교육과정 개발. 석사학위 논문, 경인교육대학교.
- [18] 신나민·김상아(2007). 로봇과 학습의 관계 맺기: 초,중,고등학생의 관점에서. *한국교육정*

보미디어학회, 13(3), 79-99.

- [19] 교육인적자원부(2006). 초·중등학교 정보통신기술교육운영지침 해설서, 교육과정자료 355.
- [20] 조한혁(2001). 인터넷 기반 마이크로월드 자바수학의 설계. 한국수학교육학회지 시리즈 E, 11, 339-353.
- [21] 황우형·김경미(2005). 객체지향형 교육용 프로그래밍 언어 ‘두리틀’의 수학 교수학습 활용 방안. 한국수학교육학회지 시리즈 E, 19(1), 215-240.
- [22] Valiant(2010). [Online] available: <http://www.terrapinLOGO.com/pro-bot.php>.
- [23] 김해규·김대진(2004). 초등수학 영재교육 프로그램에 대한 수학적 학습 태도 분석에 관한 연구. 한국수학교육학회지 시리즈 E, 18(2), 341-358.
- [24] 백선련(2008). 초등학생의 문제해결력을 위한 놀이 중심 알고리즘 교재 개발 및 적용. 석사학위 논문, 한국교원대학교.
- [25] Palumbo, D. L. & Palumbo, D. B. (1993). A Comparison of the Effects of Lege TC Logo and Problem Solving Software on Elementary Students' Problem Solving Skills. *Journal of Computing in Childhood Education*, 4(4), 307-327.

## 박 정 호



1997 서울교육대학교  
과학교육과(교육학학사)  
2008 한국교원대학교  
컴퓨터교육과(교육학박사)  
2010 ~ 현재 도이초등학교 교사

관심분야: 컴퓨터교육, 로봇활용교육

e-Mail: park0154@naver.com

## 김 철



1982 전남대학교  
계산통계학과(이학사)  
1985 전남대학교  
계산통계학과(이학석사)

1997 전남대학교 전산통계학과(이학박사)

1998 University of Washington(객원교수)

1992 ~ 현재 광주교육대학교 컴퓨터교육과 교수

관심분야: WBI, 인터넷자원관리, 멀티미디어

e-Mail: chkim@gnue.ac.kr