

초등학교에서 로봇활용이 과학 학습동기에 미치는 효과

박정호*

A Study on The Effect of Science Learning Motivation Using Robot in Elementary School

Jung-Ho Park *

요약

새로운 교육기술도구인 교육용 로봇은 K-12 교육에서 많은 인기를 얻어가고 있다. 특히 로봇은 STEM 관련 교과의 학업성취와 학업능력에도 효과적이라고 보고되고 있다. 하지만 지금까지 수행된 대부분의 로봇활용 연구는 정규교육과정 밖에서 실시되어왔다. 본 연구는 한국의 초등학교 과학수업에서 로봇활용이 과학교과의 학습동기에 미치는 영향을 분석하였다. 연구에 참여한 초등학생은 4, 5학년 121명이었으며 실험집단은 로봇을 활용한 과학수업을 실시하였고 통제집단은 전통적방식의 과학수업을 실시하였다. 집단별 사전 사후 학습동기를 비교하기 위해 공변량 분석을 실시하였으며 실험집단의 학생은 추가적으로 인터뷰가 병행되었다. 연구결과 실험집단은 통제집단보다 학습동기가 유의미하게 향상되었으며($p < .05$), 로봇활용수업에 대한 긍정적인 응답도 확인되었다. 본 연구는 향후 정규교육과정에 로봇을 활용하는 연구에 중요한 역할을 할 수 있을 것이다.

▶ Keywords : 로봇활용교육, 학습동기, 인터뷰

Abstract

Much research has been conducted in educational robot, a new instructional technology, for K-12 education. Several studies have shown that educational robot provides effective learning opportunities for students in both content areas of STEM(science, technology, engineering, and mathematics) and critical academic skills, such as collaboration, problem solving and communication skills. However, most studies to date on applications of educational robots have been conducted outside the formal education setting. This study analyzed the influence of using robots in an elementary school science class in Korea with regard to science learning motivation. A total of 121 students in fourth and fifth grades participated in the study. The experimental group

•제1저자 : 박정호

•투고일 : 2014. 3. 17, 심사일 : 2014. 4. 11, 게재확정일 : 2014. 5. 12.

* 도이초등학교(Doi Elementary School)

was taught using robots in the science class, while the control group was taught using traditional methods. Analysis of covariance (ANCOVA) was conducted to compare the between-group differences in learning motivation before and after the experiment; an interview was also conducted for the experimental group. The study results showed a significant improvement ($p < .05$) in both learning motivation in the experimental compared with the control group. There was also positive response to learning with a robot. This study will play an important role in research on the use of educational robot in formal education in the future.

▶ Keywords : Robot Based Education, Learning Motivation, Interview

I. 서 론

국제학업성취도평가인 TIMSS 2007, PISA 2009결과에 따르면, 대한민국은 수학 및 과학교과의 학업성취도 결과는 상위수준에 랭크되어 있지만[1][2], 우리나라 학생들의 과학 학습에 대한 자신감, 태도 등의 학습동기 요인은 국제평균에 비해 매우 낮게 나타났다[3]. 즉 높은 학업성취도에 비해 과학에 대한 자신감, 흥미, 즐거움 등은 상대적으로 낮은 문제 점을 드러냈다.

학습 동기는 학습을 지속시키고 성취도 향상에 영향을 미치는 중요한 변수이며[4], 개념변화과정에도 영향을 미친다고 알려져 있다[5]. 또한 과학에 대한 흥미는 미래에 과학과 관련한 교과 및 진로선택에 중대한 영향을 줄 수 있어[6], 학생들에게 과학에 대한 흥미를 갖게 하는 것은 중요하다고 할 수 있다.

로봇은 기본적으로 추상적인 과학의 개념과 원리를 실제적으로 표현하고 적용해보는 기회를 제공할 수 있다. Bers(2009)에 따르면 로봇은 즉각적인 피드백을 제공하는 핸즈온 도구로서 속력, 공전, 에너지 등의 추상적인 개념을 이해하는데 효과적으로 사용될 수 있다고 하였다[7].

우리는 정규 과학교과학습에 실제적이며 유의미한 학습경험을 제공하기 위해 핸즈온 도구인 로봇을 활용하였다.

그럼 과학수업에서 로봇은 어떻게 활용될 수 있겠는가?

최근 K-12 교육에서 로봇의 활용은 대중화 되고 있으며[8], 로봇의 다양성과 기술적 발전은 유치원에서 대학생까지 활용 범위를 넓히고 있다.

지금까지 수행되어온 선행연구에 의하면 로봇은 STEM

교과 학습에 효과적이며[9][10], 창의성, 문제해결능력, 협력학습 등의 학업능력을 향상시킨다고 알려져 있다. 또한 로봇의 활용은 높은 수준의 학습흥미와 학습자 참여를 이끌어 낼 수 있는데, 초·중등 교사를 대상으로 한 설문조사에서도 로봇은 학교급과는 상관없이 능동적인 학습자 참여를 유도하고 강한 학습동기, 협동 및 팀워크 활동 경험을 제공하는 것으로 나타났다[11].

한편 로봇활용연구에 대해 Barker & Ansoerge(2007)는 아직까지 교수학습의 도구로써 로봇을 활용한 연구 편수가 적다는 것을 지적하고 양적 한계는 로봇이 교육에서 유의미한 결과를 가져온다고 설명하기에는 아직 이르다고 하였다[9]. 이것은 학습도구로써 로봇의 교육적 효과를 평가하기 위해서는 보다 많은 실험연구가 수행되어야 함을 의미한다. 또한 수행된 연구를 자세히 들여다보면 연구대상이 대부분 중등학생이었으며 정규교육과정 외의 방과후 로봇캠프를 통해 많이 실시되었다. 즉 초등학생을 대상으로 정규 과학교육과정의 교수 학습 도구로 로봇을 활용한 연구는 찾기가 쉽지 않다. 이에 관해 Equich(2007)는 정규교육에서 로봇을 활용한 연구가 폭넓게 실시되지 못한 것은 로봇구입의 경제적요인, 교사연수 연구규모 등의 제약을 이유로 들었다[12]. 더욱이 로봇을 교구로 활용하여 정규 과학교과 학습동기 향상을 시도한 연구는 아직 실시되지 않았다.

본 연구는 초등학교 과학수업동기 신장을 위해 핸즈온 도구인 로봇을 활용한 연구를 수행하였다. 그리고 로봇활용수업에 대한 학습자 인식을 알아보기 위해 추가로 인터뷰를 병행하였다.

II. 관련 연구

1. 로봇을 활용한 과학수업 사례

과학과 관련하여 로봇을 활용한 여러 연구가 수행되었다.

첫째, 과학의 개념, 원리, 법칙의 적용에 관한 연구가 수행되었다. Bers et al(2002)의 연구는 로봇이 초등학교의 '생명의 주기', '변태', '균형'과 같은 개념 형성에 효과적임을 발견하였으며[13] Whittier & Robinson(2007)은 7-8학년의 '진화'의 법칙 이해에 로봇이 도움이 된다고 하였다[14]. 이와 같이 인지적 영역의 연구는 다른 연구자에 의해서도 수행되었다[8][9].

둘째, 정의적 영역에서 Miller et al(2008)의 연구는 물리수업에서 로봇을 이용한 그래프 그리기 및 해석하는 활동을 수행한 결과 실험집단에서 학습동기와 협력이 관찰되었다고 하였다[8]. 또한 Karahoca et al(2011)은 전기회로 학습에서 로봇 조립활동이 학생들의 학습능력과 자신감을 향상시키고 체험적으로 과학문제를 배우는데 도움을 주는 것을 확인하였다[15].

셋째, 과학탐구능력으로 Sullivan(2008)은 로봇캠프 활동 후 대부분의 학생들이 과제 해결을 위해 관찰, 측정, 조작의 사고능력과 가설 검증, 변수 통제 등의 능력을 습득하였다고 보고하였다[16]. 하지만 과학에서의 로봇의 활용이 모두 긍정적인 결과를 가져 온 것은 아니었다. Benitti(2012)는 초·중등교육에서 로봇활용연구를 체계적으로 분석한 결과 일부에서는 유의미하지 않는 연구결과를 확인하였다[17]. 예로 Williams et al(2007)의 연구는 6,8학년의 로봇캠프에서 LEGO를 이용하여 뉴턴의 운동법칙을 지도한 결과 인지적 요인은 효과적이었지만 과학탐구능력에는 큰 도움을 주지 못하였음을 확인하였다[18]. 오히려 로봇을 다루는 학생들은 과학탐구과정을 배웠음에도 문제해결을 위해 대부분 시행착오를 반복하는 경향을 나타냈다. 또한 Sullivan(2008)의 연구는 전반적인 과학탐구능력에서는 효과가 있었으나 일부 능력은 향상되지 않는 것으로 나타났다[16].

이러한 연구결과는 긍정적 교수학습 효과를 기대하기 위해서는 로봇의 교육적 기능이 과학교과의 교육내용 및 활동에 적합하여야 함을 의미한다.

국내에서도 과학교과와 관련하여 로봇을 활용한 몇 편의 연구가 수행되었다.

김철(2011)은 초등학교 과학수업에서 로봇활용 MBL 실험

활동이 과학탐구능력 신장에 유의미한 영향을 미친 것을 확인하였으며, 실험집단 학생들을 대상으로 인터뷰를 수행한 결과 로봇활용이 과학수업의 긍정적 인식을 제공하였다고 밝혔다[19].

박정호(2012)는 과학, 수학, 미술교과를 '에너지' 주제를 중심으로 재구성한 후 로봇활용 STEAM 융합수업을 실시한 결과 전통적인 교과 수업보다 과학 학습동기가 향상된 것을 확인하였다[20]. 이것은 단절된 교과 학습이 아니라 관련성 있는 융합수업의 효과이며 교수학습 도구로써 로봇의 활용 가치를 밝힌 것이라 할 수 있다.

홍기천과 심재국(2013)은 초등학교 5학년 과학의 광합성 단원의 내용과 "심해탐사로봇"이라는 창의적 주제를 가지고 로봇을 활용한 STEAM교육을 실시하였다[21]. 통계적인 연구 결과는 제시하진 못하였지만 창의성, 학습태도, 학교생활의 많은 부분에서 긍정적 효과가 학부모와 학생들의 교사면담을 통해서 확인이 되었다.

이들 선행 연구는 몇 가지 특징으로 요약될 수 있다.

첫째, 로봇은 과학교과 단독으로 활용되기 보다는 STEM 또는 STEAM 융합 활동을 위한 도구로써 활용되었다[22][23].

둘째, 로봇의 기능적 활용 측면으로 센서를 이용한 데이터 수집 활동에 쓰이거나, 창작 표현을 위한 도구로 활용되었다.

셋째, 운동과 에너지 관련 영역의 일부 단원에 국한되었다. 즉, 초등학교 과학교육과정의 4개 영역별로 로봇을 활용한 연구는 아직 수행되지 않았다.

끝으로, 동기, 성취도, 몰입 요인의 양적 연구 결과를 제시하였지만 로봇이 과학수업에 어떠한 긍정적인 영향을 미쳤는지에 대한 질적 연구는 수행되지 않았다.

이러한 측면에서 본 연구는 초등학교 4-5학년 과학교육과정의 영역별로 교수학습도구로 로봇을 활용하였으며 학생들의 인터뷰를 통해 질적 연구를 수행하였다는 측면에서 의의가 있다.

2. 과학학습동기

Glynn & Koballa(2006)에 의하면 과학학습 동기에 대한 연구는 학생들이 과학을 배울 때 왜 특정 목표를 위해 분투(strive)하는지, 얼마나 집중적으로, 오랫동안 분투하는지 그리고 이런 과정에서 무슨 감정과 느낌이 나타나는가를 조사하는 것이다[24]. 이러한 맥락에서 Barak et al(2011)은 초등학교의 과학학습동기를 측정하는데 자기효능감(self-efficacy), 실생활 관련성(connection to daily life), 흥미와 즐거움(interest and enjoyment), 중요성

(importance to the student)의 네 개의 구성요인을 활용하였다[25].

‘자기효능감’은 학습과제를 성취하는 개인적 능력을 의미하는 것으로[26], 높은 자기효능감을 지닌 학생은 과제 난이도에 상관없이 학습과제를 더 잘 수행할 수 있다고 믿게 된다. 학습자는 도전적인 문제를 해결하였을 때 일종의 성취감을 경험하는데 이것은 후속학습에 더 참여하려는 경향을 갖게 한다[27].

‘실생활 관련성’ 측면에서 많은 학생들은 현재의 삶이나 다가올 미래생활이 과학과 관련이 없다고 인식하고 있는데[28], 이러한 부정적 인식은 상급 학교 진학에서 과학과목의 등록률 저하를 초래할 수 있다. 따라서 과학에 대한 인식 제고를 위해 과학이 일상생활과 관련되었다는 것을 학습자에게 알게 하는 것은 필요하다.

‘흥미와 즐거움’ 측면에서 학습자는 학습과제에 대한 욕구, 흥미, 호기심, 즐거움 때문에 학습자가 자발적으로 학습하려는 의욕을 갖게 된다. 즉, 과제나 학습 그 자체에 재미와 흥미를 느끼고, 학습 그 자체가 궁극적인 지향점인 동기가 된다.

‘학습자에게 중요성’은 학습과제가 의미 있고 가치 있게 인식되어질 때 학습자는 능동적으로 현재의 지식과 새로운 학습경험을 통합하게 된다는 것이다. 이러한 인식은 구성주의(constructivist)이론에서는 일반적으로 받아들여진다.

III. 연구방법

1. 연구개요

본 연구는 정규 과학수업에서 도구로서 로봇의 활용이 과학학습동기에 어떠한 영향을 미치는가를 검증하고 학습자의 인식을 조사하였다. 연구 설계는 이질집단 사전사후 실험설계이며 두 집단 모두 사전 사후 과학학습동기 검사를 실시하였으며 실험집단은 실험이 종료된 후 인터뷰를 추가로 실시하였다. 독립변수는 학습도구(로봇 유무)였으며 종속변수는 학습동기였다.

2. 연구대상

연구는 2012년 경기도 H지역 로봇소양연수에 참가한 119명의 초등교사 중에서 연구 참여를 희망하는 교사 4명과 교사가 담당하고 있는 4개 학급을 대상으로 진행되었다. 무선 표집 연구는 표본의 대표성을 높이고 신뢰도 향상을 주지만 여러 연구 환경을 고려하여 기존에 편성되어 있는 집단을 활용하게 되

었다. 왜냐하면 정규교육과정의 과학수업을 위해 별도의 학급 편성을 하는 것이 한국의 교육현실에선 어렵고, 생활지도의 문제, 로봇활용 수업능력을 갖춘 초등학교 교사를 찾기가 쉽지 않았기 때문이었다. 또한 고가의 로봇교구 구입의 경제적인 이유로 실험집단은 2개반(61명)으로 제한되었다.

3. 연구절차

연구기간은 총 2012년 9월 17일부터 11월 23일까지 10주 기간 동안 수행되었다. 연구에 참여한 교사는 연구자와 함께 연구 수행절차에 대한 협의를 진행하였으며 초등학교 과학 교육과정을 분석한 후 로봇활용 수업 재구성, 소속된 학교의 행사일정을 고려한 전체 지도계획을 마련하였다.

로봇을 활용하는 교사 2명은 초등학교에서 실시된 1일 워크숍에 참여하여 수업에 활용되는 로봇을 직접 체험하는 로봇 소양교육을 받았다. 첫 수업 시작 전 3주 동안 교사는 연구진과 함께 로봇관련 자료를 준비하고 수업을 설계하였다.

연구시작 전 실험집단의 학생들은 6차시(총 240분)동안 오리엔테이션과 함께 교사와 동일한 로봇소양교육을 받았다. 내용은 로봇 구성요소 이해, 로봇 조립하기, 센서(터치, 소리, 초음파, 빛, 온도)와 모터 이용하기, 알고리즘(순서도) 배우기, 프로그래밍 등으로 구성되었다. 실험에 참여한 대부분의 학생들은 로봇을 처음 경험하는 학생들이었다. 실험집단은 3~4명이 한 팀으로 구성되었으며 노트북과 로봇을 각 1set씩 지급받았다. 수업활동 중 필수적으로 활용되는 센서, 프로그래밍 등 기능적인 부분은 수업 도입단계에서 별도의 안내를 하였다.

4. 검사도구

4.1 과학학습동기

과학학습동기 검사 도구는 대학생의 과학학습동기 측정을 위해 Glynn & Koballa(2006)가 개발한 SMQ(Science Motivation Questionnaire)를 다시 초등학교의 수준으로 수정 보완한 Barak et al(2011)의 SMQ를 활용하였다[29]. 자기효능감(self-efficacy), 실생활 관련성(connection to daily life), 흥미와 즐거움(interest and enjoyment), 중요성(importance to the student)의 4개 영역의 20문항으로 구성되었다. 학습자는 선호도에 따라 1-5단계의 리커트 척도 표기를 하도록 요구받았다. 각 영역에서 1개씩의 부정적 문항(*)이 포함되어 있었는데 통계처리 과정에서 역으로 계산하였다. 검사는 한국어로 번역한 후 3명의 과학교육 전문가 및 초등교사로부터 타당도를 검토 받았으

며 Cronbach's 0.84로 나타났다.

4.2 로봇활용수업에 대한 인식조사 - 인터뷰

과학수업에서 로봇활용에 대한 학습자의 인식을 알아보기 위해 인터뷰가 병행되었다. 연구가 종료된 후 실험집단의 학생 61명을 대상으로 사전에 준비한 질문지를 바탕으로 반구조화된 인터뷰를 진행하였다.

반구조화 질문으로 새로운 경험에 대해 좋은 것-싫은 것, 로봇의 효과성, 로봇수업에 참여도에 관한 문항이 포함되었다. 인터뷰는 연구자가 직접 진행하였으며 이해가 되지 않을 때에는 추가 질문을 하여 자세히 설명하도록 요청하였다.

인터뷰는 학습자 반응에 대해 비밀을 보장하기 위해 독립된 교사 공간에서 실시되었으며 대화를 주고받는 형식으로 진행되었다. 인터뷰 전 몇 분은 일상적인 대화로 래포를 형성하는데 사용되었으며 모든 인터뷰는 학습자 동의 후 녹취된 후 분석을 위해 문자로 기술되었다.

5. 로봇활용 과학수업 사례

컴퓨터와 같은 다른 교육 기술의 사례처럼 단지 로봇을 교실에 도입하는 것이 곧 긍정적인 결과를 의미하는 것은 아니라는 것이다[30]. 전통적인 교실수업처럼 교사의 안내에 의한 수업은 긍정적인 학습이 발생하기는 어려운 것이다. 즉, 새로운 교육도구로써 로봇이 교육에 통합되기 위해서는 정규 교육과정의 재구성성이 요구된다.

연구진은 로봇활용이 적합한 수업단원을 선정하기 위해 우선 로봇의 교육적 기능을 분석하였으며 이후 초등과학과 교육과정에서 로봇 활용이 적합한 수업단원을 결정하였다. 선정된 단원은 다음 <표 1>과 같이 4학년의 경우 '동물의 세계', '식물의 한살이', '열전달과 우리생활', 5학년의 경우 '물체의 속력', '전기회로', '용해와 용액', '태양계와 별' 단원이었다.

과학수업에서 로봇은 센서와 모터를 이용한 표현활동, 측정 및 데이터 분석활동, 팀별 경쟁 활동, 실험장치 구안을 통한 과학 개념의 발견활동 등에 사용되었다.

표 1. 단원별 로봇활용 세부 내용
Table 1. Robot Using Contents on Units

영역	단원(학년)	학습내용	로봇활용내용
생명	동물의 세계	동물이 사는 곳	•동물이 서식하는 곳을 로봇으로 조립하여 만들, 센서와 모터를 이용하여 동물의 자극과 반응을 표현하기
	식물의 한살이	씨앗이 싹트는 모습 관찰하기	•빛 센서, 습도 온도센서를 이용한 실험 장치 꾸미고 시간, 빛, 온도, 습도에 따른 식물이 싹트는 변화 실험하기
운동과 에너지	열전달과 우리생활	전도, 대류, 복사	•센서기반 데이터로깅을 활용하여 열에너지 이동 실험을 하고 실험 자료의 분

			석 및 해석하기
물체의 속력	여러 가지 물체의 속력 측정하기		<ul style="list-style-type: none"> •모터 파워가 다른 여러 대의 자동차의 빠르기를 비교하고 속력개념 알기 •포터파워, 기어, 구조를 변경을 통하여 속력이 높은 자동차 제작하기
		전기회로	<ul style="list-style-type: none"> •전기가 통하는 물질과 통하지 않는 물질을 구별하는 도구를 개발하기
물질	용해와 용액	온도에 따라 물에 녹는 용질의 양	<ul style="list-style-type: none"> •온도센서, 모터가 장착된 실험 장치를 꾸미고 온도별 일정한 모터 회전수에 따른 용해되는 용질의 양 비교
지구와 우주	태양계와 별	태양주위를 공전하는 지구	<ul style="list-style-type: none"> •로봇에 스티로폼을 붙여 지구 및 행성을 표현하게 하고 태양(백열전구) 주위 공전을 라인트레이서로 표현하기

'동물의 세계' 단원은 다양한 동물의 생김새와 사는 환경을 조사한 후 동물의 서식지와 자극에 따른 반응 동작을 센서(빛, 소리, 초음파)와 모터를 이용하여 실제적으로 표현해보도록 하였다. 예로 아침이 밝아 오면 새가 날개 짓하는 동작을 표현하기 위해 센서, 사운드, 모터를 활용하여 로봇 새를 제작하였는데 빛의 양이 많음을 감지하면 녹음된 사운드 파일을 실행시키고 소리센서로 음악의 높은 음소리를 감지하면 모터를 번갈아가며 동작시켜 춤을 추는 것처럼 표현하였다.

'식물의 한살이' 단원은 식물이 싹트는 데 필요한 환경 요인을 알기 위해 센서, 데이터로깅 프로그램을 활용한 실험 장치를 꾸미고 실험 후 결과를 비교하는데 로봇을 활용할 수 있다.

'열전달과 우리생활' 단원의 물체에 따른 열전도 측정 실험에서 실험집단의 학습자에게 통제집단에게 제공된 알코올램프, 구리막대, 유리 막대, 초콜릿 외에 LEGO NXT, 온도센서, 데이터로깅 S/W, 노트북이 추가로 제공되었다. 눈에 보이지 않고 만질 수 없는 열에너지는 온도 센서를 이용하여 연속적으로 측정하고 데이터로깅 기능을 이용하여 분석할 수 있었다.

5학년의 '전기회로' 단원에서는 '전기가 통하는 물질'과 '통하지 않는 물질'의 종류를 알고 저항 값을 기초로 프로그래밍을 하여 [그림 2]와 같은 '회로검사기'를 개발하도록 하였다. 전기가 통할 때는 LED 빛이 나면서 소리가 들리도록 하고, 전기가 안 통할 경우 LED만 켜지도록 설계 및 개발되었다. 또한 [그림 3]의 '저항자동차'는 물체의 저항 값을 속력 값으로 전환하는 프로그래밍을 직관적인 경험을 통해 가질 수 있었다.

'물체의 속력' 단원에서는 교과서에 제시된 기존의 '고무줄 자동차' 대신에 '로봇 자동차'를 만들어 속력의 빠르기를 비교해보는 활동, 기어를 활용한 구조 변경을 통한 자동차의 속력을 높일 수 있는 다양한 엔지니어링 활동을 경험하였다.

‘용해와 용액’ 단원은 온도센서와 모터를 이용한 실험 장치를 꾸며주며 온도/모터 회전속도, 회전수별 녹는 용질의 양을 비교하는 실험을 실시하였다. 학생들이 유리막대로 용액을 녹이는 것보다 모터를 활용함으로 실험변인통제에 효과적이었다.

‘태양계와 별’ 단원에서는 [그림 4]처럼 흑백을 감지하여 전진하는 라인트레이서 원리를 바탕으로 태양계를 모델링하는 프로젝트를 수행하였다. 로봇은 태양계의 행성을 의미하고 라인트레이서는 태양계 공전을 표현한다. 서보모터를 이용하여 지구의 자전도 동시에 표현하도록 하였다.



그림 1. 수업장면
Fig 1. Class Scene



그림 2. 회로 검사기
Fig 2. Circuit tester



그림 3. 저항 자동차
Fig 3. Resistance Car



그림 4. 행성의 공전
Fig 4. Revolution of Planet

IV. 연구결과 및 논의

1. 과학학습동기

우리는 학습동기 분석을 위해 사전검사를 공변량으로 조절한 후 ANCOVA 검증을 실시하였다. Levene’s 등분산 검사 결과 $p > 0.05$ 로 나타난 것은 그룹에서 등분산이 가정되었으며, 집단별 사전 사후 과학 학습동기 ANCOVA 검증결과는 다음 <표 2>와 같다.

사후 ANCOVA 분석 결과 실험집단의 학습동기는 통제집단보다 높게 나타났으며 두 집단 사이에는 유의미한 차이가 존재하였다($p < .05$). 이것은 로봇을 활용한 과학수업이 전통적 수업방식보다 과학 학습동기 신장에 효과적임을 보여준다.

표 2. 과학학습동기 ANCOVA 검증 결과
Table 2. Science Learning Motivation Results based on ANCOVA

구분	집단	표본	사전검사		사후검사		F	유의도
			평균	표준편차	평균	표준편차		
학습 동기	실험	61	3.06	0.72	4.03	0.62	32.06	.000
	통제	60	2.98	0.70	3.50	0.73		

통제집단은 사전검사에서 $M=2.98$ $SD=0.70$, 사후검사 $M=3.50$, $SD=0.73$ 로 평균 0.52 향상된 데 비해 실험집단은 사전검사에는 $M=3.06$ $SD=0.72$ 였으나 사후검사에 $M=4.03$, $SD=0.62$ 로 0.97 향상되었다. 즉 실험집단이 0.45 더 향상된 것으로 나타났다. 이와 같은 연구결과는 로봇 활용이 학습동기를 향상시킨다는 선행 연구결과와도 일치한다[31]. Nugent et al. (2009)은 방과후 교육활동에서 로봇이 중학생의 STEM 학습과 태도에 미치는 영향을 연구하였는데 실험집단에서 유의미하게 높은 결과를 확인하였다.

학습동기의 하위 영역별 ANCOVA검증결과는 다음 <표 3>과 같다.

표 3. 영역별 과학학습동기 ANCOVA 검증 결과
Table 3. Science Learning Motivation Results Based On ANCOVA

구분	집단	표본	사전검사		사후검사		F	유의도
			평균	표준편차	평균	표준편차		
흥미와 즐거움	실험	61	3.09	1.13	4.21	0.82	6.37	.013
	통제	60	3.00	1.10	3.78	1.03		
실생활 관련성	실험	61	3.24	1.14	3.94	0.93	12.65	.001
	통제	60	3.00	0.96	3.34	1.00		
중요성	실험	61	2.98	1.01	4.04	0.83	15.80	.000
	통제	60	2.99	0.99	3.50	1.04		
자기 효능감	실험	61	2.87	1.10	3.87	0.88	14.05	.000
	통제	60	2.89	0.94	3.36	0.95		

과학 학습동기의 하위 영역인 자기효능감, 흥미와 즐거움, 실생활 관련성, 학습자에게 중요성의 네 영역 모두에서 실험집단의 사후 학습동기는 통제집단보다 높게 나타났으며 유의미한 차이를 보였다($p < .05$). 즉 도구로서 로봇의 활용은 과학에 대한 흥미와 즐거움을 제공하였으며 실생활과의 관련성을 높이는데 효과적임이 확인되었다. 또한 과제해결을 통한 자기효능감을 향상시키고 과학탐구활동이 학습자에게 중요한 활동을 인식시키는 데 도움이 되는 것으로 나타났다.

로봇은 도전적 문제해결 경험을 제공하는데 효과적인 도구로 알려져 있는데, 로봇을 활용한 과학탐구활동이 자기효능감에 영향을 준 것으로 보인다. 또한 핸즈온 기반의 실제적인 실험활동, 학습자중심의 학습 환경의 구성이 실험집단의 학습자를 과학에 더 유의미하게 참여시키고 능동적으로 만든 것으

로 보인다.

학습자는 책상에 앉아서 보고, 듣고, 기록하는 전통적인 수업형태가 아닌 체협중심의 탐구활동과 과제해결활동에 만족감을 표시하였다. 또한 로봇을 조작하는 즐거움과 과학개념을 배우고 로봇으로 응용하는 학습경험에 흥미를 표현하였다. 그리고 학습활동에서 교구로부터의 피드백, 동료와의 협력, 교사와의 상호작용의 증가도 과학에 대한 긍정적 태도를 갖게 된 것으로 보인다.

2. 인터뷰 결과

새로운 교육기술도구인 로봇활용 수업의 만족도, 효과성, 수업참여도에 대한 인터뷰가 수행되었다. 인터뷰 분석과정에서 각 문항에 해당하는 반응을 계산하여 표 안에 빈도로 제시하거나 진술과 함께 괄호에 빈도를 표시하였다 또한 학생들의 코멘트의 예를 제시하였다.

2.1 로봇활용 과학수업에 대한 만족성

다음 <표 4>는 로봇활용과학수업에서 학생들의 만족도와 관련한 반응을 보여준다.

표 4. 로봇활용 과학수업에 대한 만족도
Table 4. Satisfaction About Robot Based Science Class

학습자 반응(N=61)	F
나는 로봇을 활용한 수업을 좋아한다 왜냐하면	49
로봇을 활용하는 것은 유용해서(useful)	37
로봇을 활용하는 것은 재미있어서(fun)	45
로봇을 활용하는 것은 사용하기 쉬워서(easy to use)	33
나는 로봇을 활용한 수업을 좋아하지 않는다. 왜냐하면	12
로봇은 많은 시간을 필요로 해서	8
로봇은 다루기 어려워서	11

61명의 참여 학생들 중 49명이 로봇활용 수업에 만족한다고 응답하였으며, 그 이유로는 재미(N=45), 유용해서(N=37), 사용하기 쉬워서(N=33)순으로 높았다.

학습의 즐거움이 학습동기에 긍정적 영향을 미친 것이라고 인터뷰를 통해 확인되었다. 많은 학습자는 로봇을 조작하고 상호작용하는데 높은 관심을 보였다. 이와 관련한 학생들의 반응은 다음과 같다.

수업에 참여한 4학년 학생 중 한명인 길우는 “처음 몇 주는 로봇을 다루는데 어려웠다. 하지만 로봇으로 동물을 만들고 움직이게 하는 활동에 곧 익숙해졌다. 나는 로봇을 이용한 공부가 재미있다고 생각한다.” 또 다른 4학년인 윤희는 “다양한 동물의 움직임을 센서와 모터로 비슷하게 표현할 수 있는 게 신기했어요. 로봇은 동물을 배우는 데 좋은 도구인 것 같아요.”

5학년 ‘물체의 속력’수업에 참여한 재경은 “스마트폰으로

조정하는 로봇 경주를 하었는데 친구들과 경쟁하는 활동이 가장 즐거웠어요. 그리고 빨리 달리는 자동차를 만들기 위해 우리는 다양한 아이디어를 논의했어요.” 또 다른 5학년 경미는 과학수업에서 도전적 과제를 해결한 후 학습자는 성취감을 통해 즐거움을 느꼈다고 하였다. “라인트레이서를 이용하여 태양계 공전모형에 꾸밀 때, 자꾸 로봇이 선 밖으로 빠져 나오거나 로봇들이 부딪히기도 했어요. 그래서 빛 센서 값을 바꾸고 공전궤도의 회전 부분을 부드럽게 하고 간격을 넓혀 문제를 해결했어요.”

하지만 긍정적 반응과 더불어 로봇 활용에 만족하지 않는다는 학생도 12명이 있었는데 그 이유로는 로봇 설계, 조립, 제어 등에 많은 시간이 소요되고(N=8), 로봇을 다루는데 어려웠다(N=11)는 것이었다.

“온도센서로 실험 장치를 꾸렸는데 측정이 되지 않았어요. 포트에 센서를 잘못 입력한 것을 나중에 알았어요.”

“로봇이 프로그래밍한대로 움직이지 않아 원인을 찾는데 시간이 많이 걸렸어요. 문제를 찾는 것이 복잡하고 어려워요.

“소리가 나면 빙글빙글 춤을 추는 동물의 움직임을 표현하려는데 주위가 너무 소란스럽고 센서가 너무 쉽게 반응하여 어려웠어요.”

“행성로봇이 자꾸 라인을 벗어나고 또 로봇끼리 부딪혔어요. 이것은 나를 신경질 나게 만들었어요. 결국 주행 속도를 줄여 해결했지만 너무 시간이 많이 걸렸어요.”

학습초기엔 장치 조작에 대한 이해부족으로 인한 실수, 프로그래밍에 대한 실행에 대한 질문이 많았다. 하지만 후반에는 HW나 SW에 대한 기술적 질문은 눈에 띄게 줄어드는 경향을 보였다. 이와 같은 결과는 로봇을 수업에 활용하기 전에 보다 많은 로봇활용 경험이 필요함을 의미한다.

2.2 학습도구로서 로봇의 효과성

다음 <표 5>는 수업에서 로봇의 효과에 관해 학생들이 보여준 반응 결과를 보여준다.

표 5. 과학수업에서 로봇의 효과성
Table 5. Effectiveness of Robot in Science Class.

학습자 반응(N=15)	F
나는 로봇이 효과적이라고 생각한다. 왜냐하면	53
로봇은 실제적인 방법으로 과학을 배우는데 도움을 줘서	45
로봇은 동료와 협동하고 의사소통의 기회를 제공해서	37
로봇은 정확하고 자동적으로 실험을 가능하게 해줘서	41
나는 로봇이 효과적이라고 생각하지 않는다. 왜냐하면	8
내가 로봇을 만질 수 있는 기회가 적어서	8
여러 가지 하드웨어 문제가 많아서(메모리, 프로그래밍 오류, 배터리 등)	7

과학수업에서 로봇이 효과적이라고 응답한 학생은 53명이었다. 긍정적으로 응답한 학생 중 45명은 로봇이 과학을 실제적 방법으로 배우는데 도움을 주었다고 하였으며 37명은 로봇이 동료와 의사소통 및 협동기회를 제공했다고 응답하였다. 또한 41명은 로봇을 활용한 실험장치가 정확하고 자동적인 데이터의 수집과 자료 분석에 도움이 되었다고 하였다. 자동화된 데이터 수집은 학생들이 연속적인 열에너지 흐름을 직관적으로 이해할 수 있도록 돕고 실험기구에 계속 매달려 있을 필요가 없어서 데이터 수집활동 외에 예상, 관찰, 측정, 분석, 해석 등 다양한 과학적 탐구활동에 더 많은 시간을 갖게 하였으며 변인통제에서도 도움을 제공하였다.

이와 관련한 코멘트의 예는 다음과 같다.

“책상에 앉아서 공부하는 것이 아니라 친구들과 모여서 만 들고 측정하니 대화도 많이 하고 더 재미있었어요.”

“로봇이 시간대별로 실험결과를 측정해주어 열에너지를 쉽게 쫓 수 있었어요. 또 10초마다 온도를 재었는데 로봇이 자동으로 꺾은선그래프로 그려주어 온도 차이를 쉽게 비교할 수 있었어요”

“같은 양의 백반을 녹이는데 손으로 쫓는 것이 아니라 모터가 다른 빠르기로 저어주니 정확한 것 같아요. 또 온도센서가 물의 온도가 같은 지 알려주어 정확한 실험이 되었다고 생각 해요”

“이전의 과학 수업에서는 선생님의 설명을 듣거나 TV에 나온 실험 영상을 자주 봤어요. 하지만 로봇수업은 친구들과 협력을 많이 필요로 해요. 조립하고 실험하고 또 다시 수정해야 해서 친구의 도움이 많이 필요했어요.”

학습자의 상호작용은 같은 팀 동료 뿐만 아니라 다른 팀과도 발생하는 것으로 나타났다.

“로봇 동물이 뜻대로 움직이지 않았는데 다른 팀 친구의 도움으로 해결할 수 있었어요.”

하지만 로봇이 효과적이지 않다는 부정적 반응도 8명에게서 나타났다. 주로 헨즈온 활동이 남학생 주도로 실시되어 일부 학생들은 헨즈온 활동을 수행하지 않는 경향이 있었고 이에 대한 불만을 표현하였다(N=8). 일부 모듈에서 특정 학생이 로봇을 점유하고 넘겨주지 않았기 때문이라고 하였다.

4명에서 1개의 로봇을 공유하는 것은 불가피하게 충돌(conflict)을 야기하였으며 학습자의 성별, 로봇소양 수준, 학업성취도의 차이는 불평등한 활동기회에 영향을 준 것으로 보인다. 학습 초반에는 역할분담, 흥미로운 교구에 대한 독점 욕구, 문제해결 실패로 인한 의견충돌, 책임소재로 충돌이 빈번하게 발생하였으나 점차 학습자는 어떻게 충돌을 감소시킬 수 있는지 방법을 점차 알게 되었고 그것은 또 다른 성과라

할 수 있었다. 또한 메모리 부족현상, 배터리 문제, 프로그래밍 오류 등 로봇과 관련한 작은 문제들에 대한 불만도 제기되었다(N=7).

2.3 로봇을 활용한 과학수업에 대한 참여도

다음 <표 6>은 수업에서 로봇의 효과에 관해 학생들이 보여준 반응 결과를 보여준다.

표 6. 로봇활용 과학수업에 대한 참여도
Table 6. Participation For Robot Based Science Class

학습자 반응(N=15)	F
나는 로봇활용수업에 적극적으로 참여하였다 왜냐하면	54
많은 실제적인 실험과 문제해결활동으로 이루어져서	37
추가적인 노력으로 더 좋은 실험결과를 얻는 것이 가능해서	38
나는 로봇활용수업에 적극적으로 참여하지 않았다 왜냐하면	7
로봇을 제어하는 것이 쉽지 않아서	5
내가 아니라도 다른 친구가 역할을 다해서	6

대부분의 학생이 로봇활용 수업에 적극적으로 참여하였다(N=54) 응답하였다.

전통적 과학수업은 교사의 설명을 듣고 교과서나 실험을 통해 배우는 활동인데 반해 로봇활용수업은 실제적, 체험학습, 과제해결 활동이 많았다고 하였다(N=37). 일부 학생은 과제를 해결한 후에도 더 나은 결과를 위해 추가적 노력을 했거나 자발적으로 다른 종류의 활동을 시도하였다고 하였다(N=38). 더 나아가 좋은 실험결과를 얻기 위해 여러 번 시도하였다는 학생들에게 우리는 “어떤 주제와 관련한 활동이었는지?”, “왜 그렇게 노력하게 되었는지?”에 대해 서술해보라고 요청하였다. 다음은 이와 관련한 코멘트의 예이다.

“로봇 자동차로 속력의 개념을 배웠는데, 우리는 더 빨리 움직이는 자동차를 만들어 경주에서 이기고 싶었어요.”

“나는 실제 동물의 움직임을 센서와 모터로 표현할 수 있다는 것이 신기했어요. 움직이는 것 외에 춤추는 동작을 표현해 보고 싶었어요.”

“온도센서로 열전도를 실험을 마친 후 동료와 함께 소리센서를 이용하여 교실이 얼마나 소란스러운지 소음의 변화를 측정해 보았어요.”

마지막으로 학생들은 유사한 로봇활용수업에 더 참여하려는 의지를 나타냈으며 로봇을 구매하여 더 공부하고 싶다는 의사를 표현하였다. 이러한 결과는 대부분의 학생에게 로봇의 활용이 첫 경험이고 로봇을 조작하면서 실험 활동이 실제적으로 학습할 수 있는 기회를 제공하였기 때문으로 나타났다.

3. 로봇활용 과학수업에서 고려되어야 할 부분

첫째, 교구측면에서 수업에 활용할 교수학습 자료를 구비하여야 하는데 로봇과 같은 장비는 초기 투자비용이 많고 수업이 진행될수록 부품의 분실 및 고장 수리에 따른 유지보수 비용을 고려해야 한다. 또한 전통적인 수업에 비해 교구 준비 및 확인에 대한 사전 준비시간이 많이 소요되므로 학생들과의 호흡이 중요하겠다.

둘째, 수업 운영측면에서 학생들의 역할분담을 명확히 할 필요가 있다. 모둠의 일부 학생에 의해 로봇이 독점되게 되면 나머지 학생들은 조작, 체험 보다는 관찰위주의 수동적인 자세를 갖게 될 수도 있다. 즉, 모든 학생에게 골고루 학습참여 기회를 제공하기 위해 적절한 역할이 교대로 주어져야 하겠다.

셋째, 로봇에 대한 사전 소양교육에 소홀함이 없어야 한다. 로봇활용 경험의 부족으로 인한 지도력, 모둠별/개인별 학생의 수준 차는 40분 단위로 진행되는 과학수업에서 오히려 학습부담을 가중시킬 수 있다. 소양교육 시간은 최소 4~6시간 정도가 적합할 것으로 보인다.

넷째, 남학생들에 비해 상대적으로 기술에 대한 흥미가 떨어지는 여학생들을 위해 긍정적 참여를 유도할 수 있는 방안을 고려해야 한다.

다섯째, 로봇은 과학 교과내용을 응용하는 수준을 넘어 실제적 상황을 고려하여 확장시킬 필요가 있다. 예를 들어 데이터로깅 기능은 교과서에 제시된 실험활동 외에 하루 동안의 교실 온도 변화 측정하기와 같이 응용할 수 있다.

V. 결론 및 제언

서론에서 우리는 국제학업성취도 검사결과에서 높은 과학 학업성취도에 비해 낮은 과학학습동기를 문제점으로 제기하였다. 우리는 낮은 과학에 대한 학습동기를 학습자가 능동적으로 수업을 진행할 수 있는 학습 환경을 제공함으로써 해결할 수 있다고 믿었다. 그리고 학습 환경 개선을 위한 도구로 로봇을 활용하였다. 따라서 본 연구는 초등학교 과학교육과정을 분석한 후 로봇 적용이 적합한 단원/차시를 우선 선정하였으며 각 단원은 현장교사와 협의를 거쳐 학습자 활동 중심의 프로젝트 수업으로 재구성하였다.

연구에 참여한 학생은 경기도 H지역의 초등학교 4~5학년 121명이었으며 실험집단은 로봇을 활용한 수업을 통제집단은 전통적인 수업을 실시하였다. 주요 연구결과는 다음과 같다.

과학학습동기 검사결과 실험집단은 학습동기의 모든 영역에서 통제집단에 비해 유의미한 결과를 얻었다($p < .05$). 이러한 결과는 추후 실시한 인터뷰에서도 확인되었는데 대부분의 학생은 로봇활용 수업에 대한 만족감, 효과성, 수업참여도에 긍정적인 의견을 표현하였다. 학생들은 센서-모터를 응용한 실제적이고 문제해결과정에서 긍정적인 성취감을 경험하였으며 수업시간에 수행과제를 해결한 후에도 더 좋은 결과를 위해 추가적 노력을 하거나 다른 형태의 실험활동을 자발적으로 실시하였다. 하지만 부정적 응답을 보인 학생도 있었는데 그 이유로는 로봇 활용이 많은 시간을 필요로 하고 기능적 어려움을 들었다.

연구결과를 요약하자면 초등학교 정규 과학수업에서 로봇의 활용은 과학 학습동기에 긍정적인 결과를 보고하였다. 하지만 본 연구는 로봇을 활용한 실험집단이 2개 학급으로 규모가 작고 연구대상을 무선 표집하지 않아 연구결과를 일반화하기에는 한계가 있다고 볼 수 있다. 따라서 본 연구결과를 바탕으로 후속연구를 위한 제언은 다음과 같다.

첫째, 연구대상을 선정할 때 일반화를 제고할 수 있는 표본선정을 고려할 필요가 있다.

둘째, 학습동기 외에 로봇의 교육적 이점을 활용할 수 있는 협동심, 의사소통 등 사회적 상호능력에 대한 연구도 필요할 것으로 사료된다.

셋째, 문제해결학습, 프로젝트학습 등 타 교과내용과 통합할 수 있는 교육모형기반의 로봇활용 연구 수행도 기대된다.

참고문헌

- [1] M.O. Martin, I.V.S. Mullis, and P. Foy, Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College, 2008.
- [2] OECD. (2010). PISA 2009 Results: What Students Know and Can Do - Student Performance in Reading, Mathematics and Science(Volume I) <http://dx.doi.org/10.1787/9789264091450-en> 9
- [3] K.S. Kim, and Y.C. Lee. "The Impact Factors and Longitudinal Change of Interest on Scientific Subject," Journal of Science Education, Vol. 33, No. 1, pp. 100-110, 2009.
- [4] J.D. Napier, and J.P. Riley, "Relationship between affective determinants and achievement

- in science for seventeen-year-olds," *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 22, No. 4, pp.365-383, 1985.
- [5] P.R. Pintrich, R.W. Marx, and R.A. Boyle, "Beyond cold conceptual change: The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change," *Review of Educational Research*, Vol. 63, pp.167-199, 1993.
- [6] A.S. Sinclair, "Prediction making as an instructional strategy: Implications of teacher effects on learning, attitude toward science, and classroom participation," *Journal of Research and Development in Education*, Vol. 27, No. 3, pp. 153-161, 1994.
- [7] M.U. Bers, "Blocks to robots : Learning with technology in the early childhood classroom," New York, NY: Teachers College Press, 2009.
- [8] D.P. Miller, I.R. Nourbakhsh, and R. Sigwart, "Robots for education," New York, NY:Springer-Verlag, pp. 1283-1301, 2008.
- [9] B.S. Barker, and J. Ansoorge, "Robotics as means to increase achievement scores in an informal learning environment," *Journal of Research on Technology in Education*, Vol. 39, No. 3, pp.229-243, 2007.
- [10] C. Rogers, and M. Portsmore, "Bringing engineering to elementary school," *Journal of STEM Education*, Vol. 5, pp. 17-28, 2004.
- [11] T. Lough, and C. Fett, "Trends in robotics education: How teacher observations of male and female robotics students are changing over time," *TIES Magazine*, pp. 22-33, 2004.
- [12] A. Eguchi, "Educational Robotics for Elementary School Classroom In R. Carlsen et al. (Eds.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2007* (pp. 2542-2549). Chesapeake, VA: AACE. Retrieved from <http://www.editlib.org/p/24977>.
- [13] U. Bers, I. Ponte, C. Uelich, A. Viera, and J. Schenker, "Teachers as Designers: Integrating Robotics in Early Childhood Education," In: *Information Technology in Childhood Education Annual*, AACE, VA. pp. 123-145, 2002.
- [14] L.E. Whittier, and M. Robinson, "Teaching evolution to non-English proficient students by using lego robotics," *American Secondary Education*, Vol. 35, No. 3, pp. 19-28, 2007.
- [15] D. Karahoca, A. Karahoca, H. Uzunboylu, "Robotics teaching in primary school education by project based learning for supporting science and technology courses," *Procedia Computer Science*, Vol. 3, pp. 1425-1431, pp. 2011.
- [16] F.R. Sullivan, "Robotics and science literacy: thinking skills, science process skills and systems understanding," *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 45, No. 3, pp. 373-394, 2008.
- [17] F. B. Benitti, "Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review," *Computers & Education*, Vol. 58, pp. 978-988, 2012.
- [18] D. Williams, Y. Ma, L. Prejean, G. Lai, and M. Ford, "Acquisition of physics content knowledge and scientific inquiry skills in a robotics summer camp," *Journal of Research on Technology in Education*, Vol. 40, No. 2, pp. 201-216, 2007.
- [19] C. Kim, "The Effects of the Lab Practices Using Robot on Science Process Skills in the Elementary," *Journal of The Korean Association of Information*, Vol. 15, No. 4, pp. 625-634, 2011.
- [20] J.H. Park, "A Study on Application of STEAM education with Robot in Elementary School," *Journal of The Korea Society of Computer and Information*, Vol. 17, No. 4, pp. 19-29, 2012.
- [21] K.C. Hong, and J.K. Sim, "A Study of STEAM Education for Elementary Science Subject with Robots," *Journal of The Korean Association of Information*, Vol. 17, No. 1, pp.83-91, 2013.
- [22] S.Y. Sin, "Factor Analysis of Elementary School Student's Learning Satisfaction after the Robot utilized STEAM Education," *Journal of Korea*

- Association of computer Education, Vol. 15, No. 5, pp. 11-22. 2012.
- [23] J.B. Song, S.B. Sin, and T.W. Lee, "A Study on Effectiveness of S'TEM Integration Education Using Educational Robot," Journal of The Korea Society of Computer and Information, Vol. 15, No. 6, pp. 81-89, 201
- [24] S.M. Glynn, and T.R. Koballa, "Motivation to learn college science," Handbook of college science teaching, Arlington, VA: National Science Teachers Association Press, pp. 25-32, 2006.
- [25] M. Barak, T. Ashkar, and Y.J. Dori, "Learning science via animated movies: Its effect on students' thinking and motivation," Computers & Education, Vol. 56 pp. 839-846, 2011.
- [26] A. Bandura, "Self-efficacy mechanism in human agency," American Psychologist, Vol. 37, pp. 122-147, 1982.
- [27] E. Mauch, "Using technology innovations to improve the problem-solving skills of middle school students: Educators' experiences with the Lego Mindstorms robotic invention system," The Clearing House, Vol. 74, No. 4, pp. 211-13, 2001.
- [28] A. Kadlec, and W. Friedman, "Important, but Not for Me: Parents and Students in Kansas and Missouri Talk about Math, Science, and Technology Education," A Report from Public Agenda. Public Agenda, 2007.
- [29] M. Barak, T. Ashkar, and Y.J. Dori, "Learning science via animated movies: Its effect on students' thinking and motivation," Computers & Education, Vol. 56, pp. 839-846, 2011.
- [30] D. Alimisis, and C. Kynigos, Constructionism and Robotics in education. Teacher Education on Robotic-Enhanced Constructivist Pedagogical Methods, pp. 11-26, 2009.
- [31] G. Nugent, B. Barker, N. Grandgenett, and V. Adamchuk, "The use of digital manipulatives in k-12: robotics, GPS/GIS and programming. In Frontiers in education conference," FIE '09.

39th IEEE, pp. 1-6, 18-21. 2009.

저 자 소 개



박 정 호

1997: 서울교육대학교
과학교육학과 학사

2002: 아주대학교
컴퓨터교육학과 교육학석사.

2008: 한국교원대학교
초등컴퓨터교육학과 교육학박사

2013: Tufts University CEEO
Research scholar

현 재: 도이초등학교 교사

관심분야: 컴퓨터교육, 로봇교육,
프로그래밍교육

Email : jhpark0154@gmail.com