

교육용 로봇을 활용한 STEM 통합교육의 효과성 연구

송정범*, 신수범**, 이태욱***

A Study on Effectiveness of STEM Integration Education Using Educational Robot

JeongBeom Song*, SooBum Shin**, TaeWuk Lee***

요약

이 연구의 목적은 교육용 로봇을 활용한 STEM 통합교육이 수학 교과의 태도 수준 향상에 미치는 영향을 검증하는데 있다. 이러한 목적을 달성하기 위하여 다음과 같은 가설을 설정하였다. 교육용 로봇을 활용한 STEM 통합교육과 기존 전통적인 수학 학습에 의한 초등학생들의 수학 교과 태도 수준에는 유의미한 차이가 있을 것이다. 이와 같은 가설을 검증하기 위하여 초등학교 1학년 56명을 대상으로 이질 통제 집단 전후 검사 설계 방식을 적용하였다. 연구의 결과로 이 연구의 가설은 채택 되었으며, 교육용 로봇을 활용한 STEM 통합교육은 초등학생의 수학 교과 태도 수준 신장에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 향후 다양한 교과의 지식과 활동을 교육용 로봇을 매개로 통합·융합할 수 있는 교육활동이 필요하다.

Abstract

The purpose of this research is to verify the influence of STEM integrate education using educational robots on improvement of the level of attitude towards Mathematics. The following hypothesis was formulated in order to achieve this purpose: There will be a meaningful difference in the level of attitude towards Mathematics between elementary school students educated by STEM integrated education with robots and by the traditional method of teaching Mathematics. To prove this hypothesis, 56 of first grade students were tested under the nonequivalent control group in the pretest-posttest designs. As a result of the study, it is showed that STEM integrated education has a positive effect on promoting the level of elementary school students' attitude towards Mathematics. Therefore, we need the instructional activities which can combine the knowledge gained from a variety of curriculum with activities by using educational robots.

▶ Keyword : 교육용 로봇(Educational Robot), STEM 통합교육(STEM Integration Education), 수학과 태도(Mathematics Attitude)

• 제1저자 : 송정범 교신저자 : 이태욱

• 투고일 : 2010. 03. 17, 심사일 : 2010. 03. 17, 게재확정일 : 2010. 05. 30.

* 공주교육대학교부설초등학교 교사 **공주교육대학교 컴퓨터교육과 교수 ***한국교원대학교 컴퓨터교육과 교수

※ 이 논문은 2010년 한국컴퓨터정보학회 제41차 동계학술대회에서 발표한 논문("교육용 로봇을 활용한 수학적 실험의 효과성 연구")을 확장한 것임

I. 서론

국내에서의 교육용 로봇의 활용 분야는 크게 컴퓨터교육, 기술·공학교육으로 나눌 수 있었다. 컴퓨터교육에서는 추상적이며, 코딩의 다양한 문법적 오류[1]로 기피하는 프로그래밍 교육을 효율적으로 조력할 수 있는 도구로, 기술·공학교육에서는 아이디어를 설계하고 구현하는 과정을 학습하는 도구로 활용 되어왔다[2][3][4][5].

하지만 최근 국외에서는 교육용 로봇이 다양한 교과교육 영역과 문제해결과정에서 적극적으로 활용하고 있다.

이에 의하면 교육용 로봇과 함께 수학, 과학, 기술적 원리를 학습하게 되면 학생들은 수학, 과학, 기술, 공학교과 흥미를 신장시킬 수 있고 그 개념을 좀 더 쉽게 이해할 수 있다고 한다[6][7][8]. 또한 교육용 로봇은 팀별 의사소통을 통한 협력학습까지 조장할 수 있는 종합적인 학습 환경을 제공할 수 있다고 한다.

STEM(Science, Technology, Engineering and Mathematics) 통합교육은 미국에서 태동한 21세기 새로운 교육 아젠다로 과학, 기술, 공학, 수학교육을 통합하여 교육하는 것을 의미한다. STEM 통합교육은 과학, 수학, 공학, 기술 등 과목의 흥미도와 학생들의 기술적 소양을 높이기 위한 대안적 교육이며 더 나아가 여러 교과에서 활용이 가능한 맥락적 지식 및 실생활 문제해결력의 증진을 지향하고 있다[9]. 이러한 흐름은 국가경쟁력 확보에 과학, 기술, 공학, 수학교과 지식의 절대적으로 필요하며 이를 통합적으로 교육했을 때의 효과가 더 높다는데 기인하지만, '체계적인 교육 프로그램이 부족하다'는 데 의견을 같이 하고 있다[10][11].

이런 이유에서 미국에서는 STEM 통합교육을 조장하고 촉진하기 위한 혁신적인 프로그램에 로봇교육이 포함되어 있다[12]. 미국 Maryland Eastern Shore 대학에서 실시한 STEM 교육 프로그램 운영결과에 의하면 로봇교육프로그램을 적용한 후 학생들은 팀으로 활동하는 능력 및 기술혁신의 탐색과 창의성, 다른 분야로부터 얻게 되는 지식과 정보를 통합하는 능력, 기계적인 설계, 전기 기구학, 컴퓨터의 상승적인 통합효과가 적절하게 향상된 것으로 나타났다[13].

한편 PISA, TIMSS 국제 성취도 분석 결과 수학성취도와 수학 흥미도, 교과서의 흥미도 설문분석 결과를 살펴보면 학업 성취도에 있어서는 선두권을 유지하지만, 수학과에 대한 흥미, 수학과에 대한 자신감, 가치 인식 수준 등 정의적 태도는 평균 이하로 나타났다[14].

이렇게 수학과에 대한 흥미와 가치 인식 수준과 같은 정의

적인 영역의 하락은 현재의 수학교육이 문제풀이 중심이며 완성된 수학 지식을 학생들에게 교수하는 방식의 문제점에 기인한 것으로 보고 있다[15]. 그러므로 수학과 교육과정에서도 문제해결 과정에서 구체적 조작도구(공학도구)의 활용을 적극 권장하고 있는 추세이다[16]. 이는 학생들에게 추상적으로 인식되고 있는 수학의 지식이나 개념의 학습과 문제해결과정에서 발달단계에 부합하는 로봇을 포함한 구체적 조작이 가능한 교구를 수학 학습에 적극 활용하여 실제로 체험하는 경험의 필요성을 의미하는 것이다. 이를 통해 수학과에 인지적인 영역인 수학적 사고력, 의사소통력, 문제해결력, 귀납적 사고력을 신장하고 아울러 수학과에 정의적 영역인 수학과에의 가치, 흥미, 태도 등의 함양이 가능할 것으로 판단된다. 하지만 각 교과 학습에 교육용 로봇의 도입이 성공적이며 효과적인 학습을 보장하는 것은 아니기에 교육용 로봇을 활용하였을 때 효과적일 수 있는 각 교과, 단원, 차시에 해당하는 교육과정 분석과 적절한 교수학습 설계가 선행되어야 하겠다.

따라서 이 연구에서는 교육용 로봇의 종합적인 환경을 수학과에 문제해결 상황에 적용하여 학습자들의 수학교과에 정의적인 인식 수준의 향상 정도를 실증적으로 검증하고자 한다.

II. 관련 연구

1. 교육용 로봇 피코 크리켓

국내에서 개발되어 교육에 활용되는 로봇의 종류에는 KAIST와 산학협동으로 개발한 '카이로봇', 지능교육로봇연구회에서 만든 '로보로보', 주니어로봇교육연구소의 지원을 받아 벤처기업에서 만든 'MI로봇', 하늘아이에서 만든 교육용 로봇 키트인 '아이로보(I-ROBO)' 등이 있다.

국외에서 개발되어 교육에 활용되는 로봇의 종류에는 레고사에서 만든 '마인드스톰', 캐나다 토론토에 기반을 둔 벤처기업인 Playful Invention Company에서 만든 '피코크리켓' 등이 있다.

이 연구에서 선택한 로봇은 토론토에 기반을 둔 벤처기업인 Playful Invention Company에서 만든 '피코크리켓'이다. 피코크리켓(Pico Cricket)은 블록 조립형이어서 조립이 간단하고 프로그램으로 동작을 가능하며 가격이 비교적 적당한 편이다[17]. 특히, 이 연구의 대상이 초등학교 1학년 학생들이므로 학생들에게 친숙한 블록 형태인 피코크리켓을 선택하였으며, Light Sensor(라이트 센서)만을 활용하여 미리 완성되어진 교구를 준비하여 수업을 진행하였다.



그림 1. 피코크리켓 구성요소
Fig 1. Components of PicoCricket

2. STEM 통합교육 연구 동향

STEM 통합교육은 과학, 수학, 공학, 기술 등 과목의 흥미도와 학생들의 기술적 소양을 높이기 위한 대안적 교육이며 더 나아가 여러 교과에서 활용이 가능한 맥락적 지식 및 실생활 문제해결력의 증진을 지향하는 것이다[18]. 이러한 흐름은 국가경쟁력 확보에 과학, 기술, 공학, 수학교과 지식의 절대적으로 필요하며 이를 통합적으로 교육했을 때의 효과가 더 높다는 데 기인한다.

국내의 STEM 통합교육의 연구는 아직까지 기술교육과 중심으로 이루어지고 있다. 국외에서는 과학, 기술, 공학, 수학을 통합한 STEM 통합교육의 대표적인 연구자 중의 한명이 M. Sanders이다. Sanders(2006)는 technology teacher education conference에서 STEM 통합교육의 정당성, STEM 통합교육 프로그램의 구성, STEM 교육의 개발 및 보급 등을 심도 있게 분석하였다. 2007년에는 Wells와 공동으로 STEM 교육의 필요성을 역사적·이론적·경제적·정치적 배경 측면에서 연구하였다. 2009년에는 The Technology Teacher에 'STEM, STEM Education, STEM mania'를 발표하여 통합적 STEM 교육을 소개하였다[19].

한편 국내에서는 김진수(2008)가 미국의 STEM 교육의 등장 배경과 국내에 도입 필요성에 대해 소개하였으며, STEM 교육 모형을 설계하여 제시하였다. 특히 STEM 교육 모형은 기존 학문 통합 유형 분류 모형인 다학문, 간학문, 탈학문 통합교육 모형을 기본으로 하여 다음 그림 2와 같이 STEM 통합교육 모형을 설계하였다.

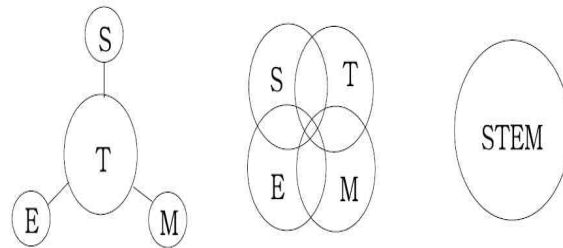


그림 2. 김진수의 STEM 교육 통합 유형
Fig 2. STEM education integration type

이 모형에 의해 STEM 교육은 통합교육의 일환임을 명확하고, 뚜렷하게 나타내어 이후 STEM 교육의 실천적 프로그램 개발에 시사점을 주었다.

또한, 문대영(2008)은 초·중등 교육과정과 공학 교육 관련 문헌을 토대로 모형을 설계하고 공학 교육 분야 전문가 10명을 대상으로 타당도를 검증하여 STEM 통합 접근 모형을 설계하였다[20]. 이 모형은 STEM 관련 교과의 개념, 탐구 방법, 지식 구조와 영역을 구조화하여 제시하였으며, 각 교과의 내용 지식 부분과 탐구 방법을 통합하여 조망하는 데 시사점이 되었다.

최유현·문대영 외 3인(2008)은 'STEM 기반 발명영재 교육 프로그램 개발과 적용 효과'에 대한 연구를 수행하였다[21]. 이 연구는 STEM 기반의 발명영재교육 프로그램을 개발하고 그 효과를 알아보기 위해 수행되었다. 특히 개발한 STEM 기반의 발명영재교육 프로그램은 Renzulli의 심화학습 3단계와 문대영(2008)의 'STEM 통합 접근의 사전 공학 교육 프로그램 모형 개발' 연구에 의해 소개된 STEM 통합 접근 모형을 기반으로 하였다.

배선아(2009)는 '공업계열 전문계 고등학교 전기·전자·통신 분야의 활동 중심 STEM 교육프로그램 개발'에 대한 연구를 수행하였다[19]. 이 연구는 전문계 고등학교 교육 현장에 적용이 가능한 STEM 교육 프로그램을 개발하였다는 데 의의가 있다.

이 연구에서 살펴본 국내의 STEM 통합교육 관련 기존 연구를 정리한 결과, 다음과 같은 시사점을 얻을 수 있었다.

우선, STEM 교육 기존 연구는 기술교육 전문가 중심으로 수행되어 왔으며 미국을 중심으로 활발하게 진행되고 있으나 실천적인 교육 프로그램 개발과 관련한 연구는 아직까지 이루어지지 않고 있다. 한편, 국내의 경우는 STEM 교육에 대한 연구가 시작되는 단계로 STEM 교육의 개념과 필요성, 국내의 도입이 필요한 이유에 대한 논의가 시작되었다. 최근에는 STEM 교육을 통합적인 관점에서 살필 수 있는 모형에 대한

연구가 수행되고 있는 실정이나, 전문계 고등학교 및 발명 영재 대상의 연구를 제외하고는 실질적인 STEM 교육 프로그램이 전무한 편이다. 더욱이 STEM 교육 프로그램의 실질적인 효과성에 대한 연구는 전무하다. 따라서 STEM 관련 교육을 강화할 수 있는 다양한 교육적인 접근이 필요하며 그 효과성에 대한 경험적인 연구가 필요한 시기이다.

3. 교육용 로봇과 STEM 통합교육

로봇교육에 관련된 기존 연구내용을 살펴보면 교육에서 로봇의 활용에 대한 필요성을 공감하고 있으며, 국내에서는 실과, 기술과, 컴퓨터교과에서 활용하기 위한 다양한 노력이 보이고 있다. 또한 예비 교사에게 적용하기 위한 교육 과정안 연구도 실시하였다.

교육용 로봇의 효과성에 관한 국내 연구 논문[2][3][4][12]을 기초로 이 연구에 시사하는 바를 도출하면 다음과 같다.

첫째, 교육용 로봇을 정규 교과 교육과정에 연결하고자 하는 연구들은 대부분 교육용 로봇이 지닌 특성이 교과 학습에 효과적일 수 있다는 가능성에 관한 의견이 많은 편이다. 특히 초등학교 실과, 중등 정보 교과와의 연계성에 관한 연구가 많았는데 이는 체험·제작중심의 실과교육, 컴퓨터과학중심의 정보교육이라는 교과가 지니는 성격이 로봇과 연결하기에 수월하기 때문으로 사료된다. 하지만 특정 교과에 활용할 수 있는 학습 도구로 교육용 로봇을 학교 현장에 도입하기에는 비교적 고가이기 때문에, 다양한 교과에 활용할 수 있는 연계성을 찾는 것이 필요하다.

둘째, 최근 STEM 통합교육의 교구로, 교육용 로봇의 활용 가능성에 대하여 논한 연구 결과물[22]들이 속속 발표되고 있는데 아직까지는 학교 현장에서 일반화될 수 있는 연구 결과물은 없는 실정이다. 따라서 정규 교과 학습에 로봇을 활용하는 연구들이 계속해서 시도되어야 하며, 특히 실험 연구로 그 효과성에 대한 연구가 지속적으로 수행되어야 하겠다. 또한, 교육용 로봇을 교과 학습에 활용할 수 있는 구체적인 방안과 이를 교수할 수 있는 교육 프로그램의 개발이 시급하다.

4. 프로이덴탈의 수학적 과정

프로이덴탈은 네덜란드의 현실주의 수학교육학자의 대표 자로서, 수학은 완성된 수학(ready-made mathematics)을 지도하는 것이 아니라 수학적 과정(mathematising)을 지도하여야 한다고 주장하였다. 프로이덴탈의 수학적 과정은 현상이 수학을 포함한 다양한 것들의 영향을 받아서 변하고 넓어지고 깊어짐이 계속되는 과정을 뜻하며, 학습자의 능동적인 활동을 강조하는 교수-학습 이론으로 현실을 바탕으로 학습자가 잘 알고

있는 사실로부터 출발하여 반성적 사고를 통하여 내용과 형식, 현상과 본질의 교대 작용을 통해 조직화하는 과정을 말한다[23].

수학적 과정은 현실 안에 있는 여러 현상들을 수학적 수단을 사용하여 조직하고 그럼으로써 현실에 질서를 부여하는 활동을 말한다. 한차례 수학적 과정이 이루어지면 이 수학적 과정에 의해 얻어진 지식이나 개념은 현실에 응용되어 현실을 확장시키고 이렇게 확장된 현실은 새로운 수학적 수단에 의하여 재조직되는데, 이전 단계에서 조직의 수단이 되었던 지식이나 개념이 이제는 조직되어야만 할 현상이 된다. 수학적 과정은 이러한 현상과 본질의 교대작용에 의한 수준의 상승으로 이루어지며 결국 추상적이고 연역적인 구조에 이르게 된다[24].

학습에서의 수학적 과정은 크게 현실세계→(수평적 수학적 과정)→개념추출 및 반성→(수직적 수학적 과정)→추상화 및 형식화→(응용적 수학적 과정)→현실에 응용→(피드백)→다시 현실세계 환류로 나타낼 수 있으며 이를 도식으로 나타내면 그림 3과 같다.

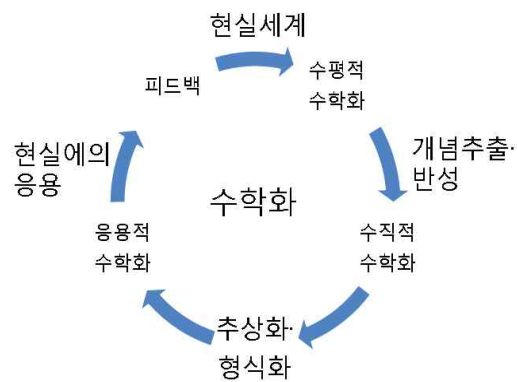


그림 3. 프로이덴탈의 수학적 과정
Fig 3. The mathematizing process of Freudenthal

한편, 프로이덴탈의 수학적 과정과 현행 수학 교과서의 학습 흐름을 비교해 보면 표 1과 같다.

표 1. 프로이덴탈의 수학적 과정과 현행 수학 교과서의 학습 흐름 비교
Table 1. Comparison of Freudenthal's Mathematizing process and the current Mathematics textbook

책구성	주변에서 찾기	활동 1 활동 2	익숙	실생활 문제 해결
수학적 과정	현실 세계	개념 추출 및 반성	추상화	현실에 응용

따라서 이미 현행 수학교과서의 학습 흐름은 현실주의 수 학인 프로이덴탈의 수산화 과정을 반영한 것으로[26] 이 연 구에서 의도하는 수학교과의 태도 수준을 신장시키기 위한 교 육 모형의 기초로 사용하고자 한다.

III. 교수·학습 설계

1. 교수·학습 내용

이 연구에서는 로봇을 활용한 STEM 교육 프로그램의 내 용 요소로 들어갈 교육과정을 분석하기 위해 분석 기준을 마련하여 그 기준에 부합하는 교육 내용을 선정하였고, 그 분석 기준은 다음과 같다.

첫째, 교육용 로봇의 활용으로 효율적으로 학습이 이루어 질 수 있는 내용이어야 한다.

둘째, 교육과정의 개념이나 지식 탐구 방법을 활용하여 로 봇을 제작할 수 있는 내용이어야 한다.

셋째, 창의성과 문제해결력 등의 사고력을 향상시키는 데 적합한 교육 내용이어야 한다.

또한 이러한 분석 기준을 기초로 교육 전문가 5인(초등교 사 3인, 로봇교육 전문가 1인, 교과교육 박사과정 1인)의 최 종 협의 과정을 통해 수행하였으며, 이에 합당한 교육 내용으 로 초등학교 1학년 수학과 '여러 가지 모양' 단원 중 4차시에 해당하는 '규칙 찾기' 주제를 선정하였다. 수업차시는 교육 과 정의 목표, 내용, 시간 배당을 참고로 하여 표 2와 같이 구분 하였다.

표 2 학습 주제 및 학습 내용
Table 2. Learning Subject and Content

학습 주제	시간	차시	수업내용 및 활동
규칙 찾기	2	4~5/7	<ul style="list-style-type: none"> 교육용 로봇의 빛센서를 활용한 교구에서 불빛이 나오는 순서를 보고 규칙을 찾아보게 한다. 규칙을 찾아 색깔별로 배열해 보게 한다. 교육용 로봇의 빛센서를 활용하여 불빛이 나오는 순서를 수정하여 새로운 규칙을 만들어 보게 하고 다른 친구들이 제작한 불빛이 나오는 순서를 찾아보게 한다. 교육용 로봇의 빛센서를 활용하여 간이 신호등을 제작하여 본대실제 신호등의 규칙을 수확에서 경험.

2. 활동 과제의 상세화

활동 과제의 상세화는 실험 처치에 필요한 교육 내용 구성 을 위한 기초 작업이며, 학교 현장의 일반화를 돕기 위해 필 요하다. 활동 과제 상세화의 세부 항목은 관련 교육과정, 교 육 목표, 제공해야 할 사전 정보, 과제 세부 내용, 평가 방법, 유의사항으로 구성하였고, 이를 교육 전문가 집단(초등교사 3 인, 로봇교육 전문가 1인, 교과교육 박사과정 1인)에 의뢰하 여 타당성 검증을 하였으며, 구체적인 내용은 표 3과 같다.

표 3 신호등 만들기 과제의 상세화
Table 3. Detailing of making traffic lights assignment

관련 교육 과정	수학 - 규칙성 찾기 슬기로운 생활 - 횡단보도 건너기 과학 - 기초 탐구 과정 공학·기술 - 설계 및 프로그래밍
목표	<ul style="list-style-type: none"> 로봇의 전구 장치에서 발생하는 빛의 색깔의 규칙을 찾을 수 있다. 실생활 보행 신호등의 색깔 규칙을 알 수 있다. 간단한 신호등 로봇을 제작할 수 있다. 안전하게 보행 신호등을 건너는 태도를 지닌다.
사전 정보	<ul style="list-style-type: none"> 로봇의 구성품 소개 본 차시에서 사용해야 할 장치 소개 및 연결 방법 프로그래밍 도구 프로그래밍 블록 사용법 신호등을 만들기 위한 블록 사용법 로봇과 컴퓨터의 연결 방법 제작한 프로그램 실행 방법
과제 세부 내용	<p>활동 1 : 규칙 찾고 완성하기</p> <ul style="list-style-type: none"> 전구 장치를 활용하여 완성된 규칙과 미완성된 규칙을 제시하고 규칙을 찾거나 완성하게 한다. <p>활동 2 : 규칙 만들기</p> <ul style="list-style-type: none"> 전구 장치와 setlight color 블록을 활용하여 다양한 색깔의 규칙 만들고 동료의 규칙 찾아내기 <p>활동 3 : 신호등 로봇 제작하기</p> <ul style="list-style-type: none"> 실생활 보행 신호등의 규칙을 찾고 신호등 로봇을 제작하기 <p>활동 4 : 보행 신호등 간접 체험하기</p> <ul style="list-style-type: none"> 역할 놀이로 보행 신호등 간접 체험하기
평가 방법	<ul style="list-style-type: none"> 5개의 완성된 색깔 규칙을 보고 규칙 찾는지 확인 2개의 미완성된 색깔 규칙을 보고 규칙을 완성하는지 확인 간단한 규칙을 만들 수 있는지 확인 신호등 로봇을 제작할 수 있는 확인 신호등 로봇의 규칙이 잘못되어 있으면 보행 신호등의 규칙 재지도 횡단보도에서 올바른 보행을 할 수 있는지 확인
유의 사항	<ul style="list-style-type: none"> 저학년이므로 완성된 규칙 세트와 미완성 규칙 세트를 사전 제작하여 나눠줌 규칙을 만들 수 있는 'setlight color' 블록 활용 예제를 나눠줌

3. 교수·학습 모형

관련 연구에서 살펴본 프로이덴탈의 수확화 과정에 기초하여 교육용 로봇을 활용할 때 각 단계별 구체적 전략을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 수확화 과정 중 현실세계에서 개념추출 및 반성을 통해 학생들은 수평적 수확화를 경험한다. ‘수평적 수확화’란 현실 내의 문제를 형식적인 수학적 처리를 통해 문제 상황을 도식화, 기호화하여 처리하는 것을 의미한다. 이 단계에서는 실생활 내용을 포함한 동기유발이 될 수 있도록 한다.

둘째, 다음으로는 추출된 개념을 추상화·형식화 하는 단계를 통해 수직적 수확화를 경험하게 된다. ‘수직적 수확화’란 좀 더 높은 수학적 처리, 즉 수평적 수확화 이후의 수확화의 과정, 즉 문제를 해결하고 일반화하고 형식화하는 것을 의미한다. 이 단계에서는 학습자들의 발달단계에 부합하는 구체적 조작 교구인 교육용 로봇을 활용하여 추출된 개념을 실제로 조작하여 봄으로써 추상적인 단계에서의 어려움을 덜어주도록 구성한다.

셋째, 마지막으로 추상화·형식화된 개념을 현실에서 응용함으로써 ‘응용적 수확화’를 경험하게 된다. 이 단계에서는 교육용 로봇을 활용하여 추상적이고 형식적인 개념을 구체적인 조작 교구인 교육용 로봇에 투영시켜 수학적 지식을 활용함으로써 현실 세계에 수학을 가장 가까이 적용할 수 있도록 한다.

이러한 수확화 교수·학습 모형에 교육용 로봇 활용 전략을 가미함으로써 교수자는 완성된 지식을 전수를 지양할 수 있으며, 학습자는 수학의 유용성, 즐거움을 맛볼 수 있을 것이다.

IV. 연구 방법

1. 연구 가설

이 연구의 목표는 교육용 로봇을 활용한 STEM 통합교육의 수학교과 태도 수준 향상에 미치는 효과를 검증하는데 있다. 따라서 다음과 같은 가설을 설정하고 연구를 수행하였다.

가설 : 전통적인 수학·과학 교육을 실시한 집단과 이 연구에서 제안하는 교육용 로봇을 활용한 STEM 통합교육을 적용한 집단의 수학교과 태도 수준은 유의미한 차이가 있을 것이다.

2. 연구 대상

이 연구에서는 충청남도 소재의 H초등학교 1학년 대상 2

개 학급의 학생 총 56명을 대상으로 하였다. 구체적인 연구 대상의 구성 비율은 다음 표 4와 같다.

표 4. 연구 대상의 구성 비율
Table 4. Participants

	실험 집단			통제 집단		
	남	여	계	남	여	계
계	14	14	28	15	13	28

3. 실험 설계

이 연구에서는 교육용 로봇을 활용한 STEM 통합교육이 초등학생들의 수학교과 태도 신장에 미치는 영향을 분석하기 위해, 이질 통제 집단 전후 검사 설계 방식을 적용하였다. 실험집단은 교육용 로봇을 활용한 STEM 통합교육 활동을 활용한 수학 학습을 다른 한 학급은 비교집단으로 전통적인 수학 학습을 적용하였으며 구체적인 연구의 실험 설계는 그림 4와 같다.

G1	O1	X1	O2
G2	O3	X2	O4

G1 : 실험 집단, G2 : 통제 집단
O1, O3 : 사전 검사
(수학 태도 검사 : 한국교육개발원)
X1 : 교육용 로봇을 활용한 STEM 통합교육
X2 : 전통적 수학교육
O2, O4 : 사후 검사
(수학 태도 검사 : 한국교육개발원)

그림 4. 실험 설계
Fig. 4. Experiment design

4. 연구 도구 및 절차

4.1 수학과 태도 검사도구

수학과 태도 검사도구는 한국교육개발원(1992)에서 제작한 것으로 검사 시간은 60분, 문항은 40문항으로 1학년에 맞게 수정하여 활용하였다.

사전 수학과 태도 검사는 실험 집단과 통제 집단의 동질성의 여부를 확인하기 위한 것이고, 사후 수학과 태도 검사는 교육용 로봇을 활용한 STEM 통합교육이 수학적 태도 향상에 영향을 미쳤는지 알아보기 위해서 실시하였다.

수학과 태도 검사는 “교과에 대한 자아 개념”, “교과에 대한

태도”, “교과에 대한 학습 습관”으로 구성되어 있으며, 구체적인 개요는 표 5와 같다.

표 5. 수학과 태도 검사의 개요
Table 5. Outline of Mathematics Attitude instrument

영역	하위요인	문항수
교과에 대한 자아 개념	우월감-열등감	10
	자신감-자신감 결여	
교과에 대한 태도	흥미-흥미 상실	15
	목적의식-목적의식 상실	
	성취동기-성취동기 상실	
교과에 대한 학습 습관	주의 집중	15
	자율학습(능동적 학습)	
	학습기술적용(능률적 학습)	

4.2 연구 절차

먼저, 실험 집단과 통제 집단을 대상으로 수학과 태도 검사를 실시하였다. 다음으로 실험 처치는 1학년을 대상으로 정규 수학 시간을 활용하여 진행되었으며, 실험 집단은 교육용 로봇을 활용한 STEM 통합교육, 통제 집단은 전통적인 방식의 수학 교육을 진행하였다. 사후 검사는 실험 처치 직후 실시하였으며, 사전 검사와 동일한 수학과 태도 검사를 진행하였다.

한편, 설문 결과 분석을 위해서는 SPSS 14.0 통계패키지를 활용하였다.

V. 결과 분석

이 연구에서는 실험집단과 통제집단으로 구성하였으므로 먼저 두 집단에 대해 사전 검사를 실시하여 동질집단 여부를 살펴보았다. 수학과 태도의 사전 검사 결과는 표 6과 같다.

수학과 태도에 대한 사전 검사 결과, 실험 집단의 평균은 167.44점, 통제 집단의 평균은 172.25점으로 두 집단간 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다($p>.05$). 따라서 실험 집단과 통제 집단은 수학과 태도에 대한 동질집단이라고 볼 수 있다.

표 6. 사전 수학과 태도 검사 결과
Table 6. Pre-test

집단	N	M	SD	t	p
실험집단 (G1)	28	167.44	16.98	-1.179	.244
통제집단 (G2)	28	172.25	13.07		

실험 처치 후, 두 집단 간의 수학과 태도에 대한 사후 검사를 실시하였다. 이는 이 연구의 가설의 검증하기 위한 것으로 사후 검사 결과는 표 7과 같다. 사후 검사 결과, 실험집단의 평균이 181.57점으로 통제 집단의 평균 172.90점보다 높게 나타났으며 유의미한 향상($p<.05$)을 보이고 있다. 따라서 ‘교육용 로봇을 활용한 STEM 통합교육과 전통적 수학 교육에 의한 초등학생들의 수학과 태도에는 유의미한 차이가 있을 것이다’ 라는 이 연구의 가설은 채택되었다. 이는 교육용 로봇을 활용한 STEM 통합교육이 학습자의 수학과 태도 향상에 긍정적인 영향을 준 것으로 해석할 수 있다.

표 7. 사후 수학과 태도 검사 결과
Table 7. Post-test

집단	N	M	SD	t	p
실험집단 (G1)	28	181.57	12.64	2.05	.045
통제집단 (G2)	28	172.90	18.49		

수학과 태도 수준에 대한 실험 처치의 효과를 구체적으로 확인하기 위해 사후 검사 결과를 검사 문항의 하위 영역으로 나누어 분석하였으며 구체적인 내용은 다음과 같다.

수학과 태도 수준 검사 문항은 ‘교과에 대한 자아 개념’, ‘교과에 대한 태도’, ‘교과에 대한 학습 습관’의 하위 영역으로 구분할 수 있으며, 이들 하위 영역에 대해 t-검정을 실시하였다. 수학과 태도 수준 검사의 하위 영역에 대한 사후 검사를 t-검정한 결과는 표 8과 같고, 검사 문항의 모든 하위 영역에서 통계적으로 유의미한 차이를 보이고 있음을 확인하였다 ($p<.05$).

표 8. 수학과 태도 하위 영역별 사후 검사 결과
 Table 8. A result of post-test in mathematics attitude
 classified by a subordinate domain

평가 요소	집단	N	M	SD	t	p
교과에 대한 자아 개념	실험집단 (G1)	36	45.14	2.576	3.495	.001
	통제집단 (G2)	37	42.46	3.834		
교과에 대한 태도	실험집단 (G1)	36	70.67	3.080	3.113	.003
	통제집단 (G2)	37	67.89	4.402		
교과에 대한 학습 습관	실험집단 (G1)	36	70.00	2.918	2.781	.007
	통제집단 (G2)	37	67.70	4.034		

VII. 결론

이 연구는 교육용 로봇을 활용한 STEM 통합교육을 적용한 수학 학습과 전통적 수학 학습을 비교하여 초등학생들의 수학과 태도에 미치는 효과를 분석하는데 목적을 두었다.

이 연구에서 밝혀진 결과를 근거로 한 결론은 다음과 같다.

첫째, 교육용 로봇을 활용한 STEM 통합교육을 적용한 실험 집단의 수학과 태도가 실험을 적용하기 전보다 향상되었다. 이는 이 연구에서 설계한 교수·학습이 수학과 태도 향상에 긍정적인 영향을 주는 것으로 판단된다.

둘째, 교육용 로봇을 활용한 STEM 통합교육을 적용한 실험 집단이 전통적 수학 학습을 적용한 비교 집단보다 수학과 태도 수준면에서 향상되었다. 이는 교육용 로봇을 활용한 STEM 통합교육을 적용한 수학 학습이 전통적 수학 학습보다 수학과 태도 신장에 효과적인 것으로 판단된다.

이는 학생들이 교육용 로봇을 활용해 실제로 체험해봄으로써 추상적인 수학이 어떻게 실생활에서 쓰이는지 확인해보는 과정에서 수학을 사랑하고 즐길 수 있는 수학과 태도가 함양됨을 알려주는 것이다.

따라서 이 연구를 통해 설계된 교수·학습은 전통적인 수학 학습의 문제점으로 지적되어온 정의적인 영역인 낮은 태도 수준을 해소할 수 있는 적절한 대안이 될 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] 문외식, “초등학생들이 프로그래밍 학습 시 발생하는 오류 유형 분석,” 한국컴퓨터정보학회논문지, 제 11권, 제 2호, 319-327쪽, 2006년 5월.
- [2] 송정범, 이태욱, “피코 크리켓(Pico Cricket)을 활용한 프로그래밍 교육이 문제해결력에 미치는 효과,” 한국실과교육연구학회논문지 제 14권, 제 4호, 243-258쪽, 2008년 11월.
- [3] 이은경, 이영준, “로봇 프로그래밍 교육이 문제해결력에 미치는 영향,” 한국컴퓨터교육학회논문지, 제 10권, 제 6호, 19-27쪽, 2007년 11월.
- [4] 최유현, “로봇의 교육적 활용을 위한 교육 프로그램 모형 개발,” 한국실과교육학회지, 제 16권, 제 3호, 75-90쪽, 2003년.
- [5] 이진영, 송정범, 김광열, 백성해, 이태욱, “피코 크리켓을 활용한 로봇 프로그래밍 학습이 문제해결력과 흥미에 미치는 효과,” 한국컴퓨터정보학회논문지, 제 14권, 제 2호, 17-26쪽, 2009년 2월.
- [6] Nagchaudhuri, A., and Singh, G, “Middle School Students get Introduced to Fundamentals of Engineering at the UMES-NOAA Summer Camp,” Proceedings of 2003 American Society of Engineering Education Annual Conference, Session 1170, Nashville, TN, June 2003.
- [7] Barker, B., & Anson, J., “Robotics as means to increase achievement scores in an informal learning environment,” Journal of Research on Technology Education, Vol. 39, No. 3, pp. 229-243, 2007.
- [8] Rogers, C., & Portsmore, M., “Bringing engineering to elementary school. school science learning?,” Bulletin of Science, Technology&Society, Vol. 25, No. 1, pp. 73-84, 2004.
- [9] 김진수, “기술교육의 새로운 통합교육 방법인 STEM 교육의 탐색,” 한국기술교육학회지, 제 7권, 제 3호, 1-29쪽, 2007년.
- [10] NSB, “A National Action Plan for Addressing the Critical Needs of the U.S. Science, Technology, Engineering, and Mathematics

Education System" 2007.

[11] NSF, "Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science," NSF Report, 2002년.

[12] 조해경, 박강박, 한정해, 민덕기, 고국원, "교육+로봇: 비전과 액션 플랜," 정보과학회지, 제 26권, 제 4호, 55-64쪽, 2008년.

[13] Nagchaudhuri, A., and Singh, G., "Middle School Students get Introduced to Fundamentals of Engineering at the UMES-NOAA Summer Camp," Proceedings of 2003 American Society of Engineering Education Annual Conference, Session 1170, Nashville, TN, June 2003년.

[14] 한국교육과정평가원, "PISA 2003 결과 분석 연구: 수학적 소양 읽기 소양 과학적 소양 수준 및 배경변인 분석 -2004년도 OECD 학업성취도 국제 비교 연구 - PISA 2003 평가 결과 분석 연구," 연구보고 RRE 2004-2-1, 2004년.

[15] 한국교육과정평가원, "국제 학업성취도 평가(TIMSS/PISA)에서 타난 우리나라 중·고등학생의 성취 변화의 특성," 연구보고 RRE 2008-3-1, 2008년

[16] 교육인적자원부. "수학과 교육과정 해설서," 서울 : 교육인적자원부, 2007.

[17] 송정범, 이태욱, "성별이 차이를 고려한 로봇 프로그래밍 학습이 여중학생의 몰입수준과 문제해결력에 미치는 효과," 한국컴퓨터교육학회논문지, 제 12권, 제 1호, 45-55쪽, 2009년 2월.

[18] 송정범, "STEM 통합교육을 위한 교실친화적 로봇교육 모형 및 프로그램 개발에 관한 연구," 한국교원대학교 박사학위 논문, 2010년 2월.

[19] 배선아, "공업계열 전문계 고등학교 전기·전자·통신 분야의 활동 중심 STEM 교육프로그램 개발," 한국교원대학교 박사학위논문, 2009년 8월.

[20] 문대영, "STEM 통합 접근의 사전 공학 교육 프로그램 모형 개발," 공학교육연구, 제 11권, 제 2호, 90-101쪽, 2009년.

[21] 최유현, 문대영, 강경균, 이진우, 이주호, "STEM 기반 발명영재교육 프로그램 개발과 적용 효과," 한국기술교육학회, 제 8권, 제 2호, 143-164쪽, 2008년.

[22] 신나민, 김상아, "로봇과 학습의 관계 맺기: 초,중,고등 학생의 관점에서," 교육정보미디어연구, 제 13권, 제 3호,

79-99쪽, 2007년.

[23] 이영란, 이경화, "Freudenthal의 수학적 학습지도론에 따른 무리수 개념 지도 방법의 적용 사례," 수학교육학 연구, 제 16권, 제 4호, 297-312쪽, 2006년.

[24] 강홍규, "Dewey의 경험주의 수학교육론 연구," 서울대학교 대학원 박사학위논문, 2003년

[25] 정영옥, "Freudenthal의 수학적 학습-지도론 연구," 서울대학교 대학원 박사학위논문, 1997년.

[26] 송정범·이태욱, "교육용 로봇을 활용한 수학적 실험의 효과성 연구," 제 41차 한국컴퓨터정보학회 동계학술대회발표논문, 351-354, 대전보건대학, 한국, 2010년 1월.

저 자 소개



송 정 범
 1998~2007.02 : 초등학교 교사
 2001 : 공주교대 교육학석사
 2010 : 한국교원대학교 교육학박사
 현 재 : 공주교육대학교부설초등학교
 교사
 관심분야 : 컴퓨터교육, 로봇교육,
 STEM 통합교육



신 수 범
 1991 : 인천중앙초등학교 교사
 2002 : 한국교원대학교 교육학박사
 2002 : 한국교육학술정보원 선임연구원
 현 재 : 공주교육대학교 컴퓨터교육과
 교수
 관심분야 : 컴퓨터교육, e-learning



이 태 욱
 1978 : 서울대학교 과학교육과(이학사)
 1982 : 미국 플로리다 공과대학
 (전산학 이학석사)
 1984 : 미국 플로리다 공과대학
 (전산교육학 Ph. D.)
 현 재 : 한국교원대학교 컴퓨터교육과
 교수
 현 재 : 정보교육국민연합 위원장
 관심분야 : 컴퓨터교육, 저작도구,
 지식공학