

초등학교에서 로봇활용실험이 과학탐구능력에 미치는 효과

김 철

광주교육대학교 컴퓨터교육과

요 약

본 연구는 초등학교 과학수업에서 로봇활용 MBL수업을 적용 후 학생들의 과학탐구능력에 미치는 교육적 효과를 조사하였다. 또한 로봇활용 과학수업에 대한 학생들의 인식 조사 및 인터뷰가 수행되었다. 실험 집단은 로봇활용 과학 수업을 통제집단은 교과서, 실험관찰을 활용한 전통적인 과학수업을 실시하였다. 연구결과 탐구능력의 측정, 예상, 추리 세 가지 영역에서 유의미한 차이가 발견되었다($<.05$). 그러나 관찰과 분류 요소에서는 유의미한 차이는 발견되지 않았다. 로봇활용 과학실험 수업에 대한 학생들의 인식조사 결과 로봇을 통하여 과학수업에 흥미를 가지게 되었으며 쉽게 학습내용을 이해한 것으로 나타났다.

키워드: 로봇활용교육, 컴퓨터기반실험, 과학탐구능력

The Effects of the Lab Practices Using Robot on Science Process Skills in the Elementary

Chul Kim

Dept. of Computer Education, Gwangju National University of Education

ABSTRACT

This research examines educational effects on students' scientific process skills after applying a robot utilized MBL learning. Surveys and interviews concerning robot based science lessons were also conducted. The students were divided into experiment group who used the robots and controlled group who used traditional learning method with textbook and experiments. The result showed some significant differences in scientific measurement, prediction and inference($<.05$). In contrast, no significant differences were found in observation and classification. The students answered the survey that the robots helped them understand science better and made science lessons more interesting.

Keywords: Robot Aided Learning, Microcomputer Based Laboratory, Science Process Skill

- 이 논문은 2011년도 광주교육대학교 학술연구비 지원에 의한 것임
논문투고: 2011-10-10
논문심사: 2011-10-10
심사완료: 2011-12-16

1. 연구의 필요성 및 목적

로봇학(robotics)에 대한 대중적 관심은 지난 수 년 동안 지속적으로 증가하여 왔으며 로봇학은 교육부에서도 많은 장점들을 제공하는 것으로 알려지고 있다[16].

전 세계적으로 많은 연구자들로부터 긍정적인 평가를 받고 있는 로봇교육은 학습자에게 고차원의 사고, 창의적 표현 그리고 발견학습의 기회를 제공한다고 알려져 있다[17][20]. 이러한 로봇교육을 위해서는 학생들이 로봇을 조립하고 프로그래밍을 할 수 있도록 컴퓨터, 로봇, 그리고 부속품, 프로그램 등의 몇 개의 컴포넌트를 가진 환경을 제공되어야 한다.

최근에 로봇교육활동은 초중등교육에서 가장 인기 있는 활동으로 보고되고 있는데 프로그래밍 학습을 지원하는 도구로서의 위상을 넘어 STEM이라고 일컬어지는 과학, 기술, 공학, 수학 등의 교과와 언어, 예술의 다양한 교과학습에도 활용되고 있다[3][5][15]. 특히 초등학교에서의 로봇은 과학교과와 접목되어 많은 연구가 시도되고 있다[2][13][21].

제7차 교육과정에서는 초등학교 과학과의 목표를 자연현상과 사물에 대하여 흥미와 호기심을 가지고 과학의 지식체계를 이해하며, 탐구 방법을 습득하여 올바른 자연관을 가지는데 있다고 제시하여 과학교육에서 탐구 능력 신장의 중요성을 강조하고 있다.

과학과 탐구과정은 관찰, 분류, 측정, 예상, 추리 등의 기초 탐구과정과 문제인식, 가설설정, 변인통제, 자료해석, 결론도출, 일반화 등의 통합탐구과정으로 구분되는데 초등학교 수준에서는 기초탐구과정을 학습 내용과 관련시켜 지도하도록 강조하고 있다.

최근에 과학수업에서는 전통적인 과학실험이 자료수집에 많은 시간을 소모하고 자료에 대한 해석과 토론에 대한 충분한 탐구를 수행하지 못했다는 지적과 함께 과학탐구능력 신장의 도구로서 MBL (Microcomputer Based Laboratory)과 같은 방법이 시도되고 있다[6].

MBL은 컴퓨터와 센서, 인터페이스를 통하여 자료를 수집함으로써 실험을 실행함과 동시에 그 결과를 그래프나 도표의 형태로 제시하고 그 결과를 분석하는 방식이다.

이와 같은 MBL의 활용은 과학수업에서 로봇

(robot)과 몇 가지 유사점을 갖는다.

첫째, 실험도구 측면에서 컴퓨터, 센서를 활용하고 표나 그래프를 이용한 결과를 해석하는 MBL활동은 로봇의 빛, 소리, 터치, 초음파, 온도 센서 등을 이용한 자료수집 후 결과를 해석하는 활동과 동일하다.

둘째 학습방법 측면으로 MBL과 로봇 모두 교사중심의 수업진행이 아닌 학습자가 주도적으로 실험을 설계하고 탐구하는 학습을 지원한다.

셋째, 컴퓨터를 활용함으로써 실제적인 데이터를 얻고 이 과정에서 관찰과 예상 등의 탐구 기능을 증진시켜 궁극적으로 과학 개념 및 자료 이해능력을 향상시킬 수 있다.

본 연구는 초등학교 과학수업에서 과학탐구능력 신장을 위한 도구로서 로봇의 교육적 효과를 살펴보고자 한다. 이를 위해 초등학교 4학년 과학실험 수업을 위한 로봇교구분석, 수업단원 선정, 로봇활용 수업 전략 개발 그리고 수업 적용 후 효과성 검증을 실시하였다. 또한 학습자 면담을 통해 로봇활용 과학수업에 대한 학습자의 반응을 살펴보았다.

2. 관련연구

2.1 로봇의 정의

로봇은 노동력을 대체하는 수단으로 보는 전통적인 시각에서 자율적인 동작을 하는 「지능형 로봇」으로 변모하고 있으며 외부환경을 스스로 인식(perception)하고 상황을 판단(cognition)하여 자율적으로 동작(mobility)하는 기계장치로 정의되고 있다 [11]. 그리고 로봇은 쓰이는 목적에 따라 산업 제조형, 전문서비스, 개인서비스 로봇으로 분류되고 교육용 로봇은 개인서비스 로봇의 하위영역에 포함된다고 볼 수 있다.

2.2 로봇활용교육

교육현장에서 로봇교육은 로봇학이 학습과정에서 가지는 역할에 따라 학습목표로서의 로봇학(robotics as learning object)와 학습도구로서의 로봇학(robotics as learning tool)로 구분되기도 한다[14].

전자는 로봇소양교육 후자는 로봇활용교육을 의미하는데 조혜경(2008)은 로봇활용교육을 로봇자체에 관한 기술을 가르치는 것이 아니라 특정교과 또는 범교과적 교육목표를 효과적으로 달성하기 위한 체험활동의 하나로 간단한 로봇을 만들거나, 이야기 소재로 다루거나, 예쁘게 꾸미거나 특별한 움직임을 만들어 내거나, 실험 도구로 활용 하는 등의 폭넓은 활동으로 정의하였다[10].

최근 정규교과의 학습도구로서 로봇을 활용하는 다양한 연구가 수행되어오고 있는데[13][19], 연구 결과로 창의성, 문제해결력과 같은 인지적 성장과 협동적 상호작용의 정의적 요인의 신장이 보고되고 있다.

2.3 로봇활용 과학교육

로봇을 과학교과에 적용한 사례로 Bers 외(2002)는 초등학교 저학년 학생들에게 기술적 소양 및 설계능력 향상을 위해 LEGO 로봇을 이용한 회전체를 제작하고 『곤충의 한 살이』와 관련한 사진을 회전체에 붙여 반복·연속적으로 회전시킴으로써 자연스럽게 생물의 한 살이에 대한 개념을 획득하였다고 하였다. 즉 로봇의 연속적인 동작이 『한살이』 개념 및 지식을 습득하는데 효과적이었으며 로봇의 조립과 프로그래밍 활동에 능숙하지 못한 학생들도 설계 과정에서 능동적인 역할을 수행하는 것을 확인하였다[13].

Wagner(1998)는 과학수업에서 로봇교구, 배터리 전원 교구, 전통적인 방식의 세 유형으로 실험수업을 실시한 결과 로봇을 활용한 집단에서 프로그래밍, 논리적 사고 및 과학성취도에서 높은 점수를 받은 것으로 나타났다[21].

교실에서의 로봇 활용에 관한 연구들은 문제해결능력 신장과 어린이들의 과학, 수학, 설계 개념의 이해를 확장시킨다고 하며[12] 다양한 학습능력을 가진 어린이들이 로봇과 함께 학습함으로써 더 많은 장점을 갖게 된다고 보고되고 있다[7]. 그러나 과학교과에 로봇을 활용하는데 있어 선행되어야 할 것은 교육과정 분석 후 적절한 교구로봇을 선정하고 로봇을 활용하는 전략의 개발이라 할 수 있다.

3. 연구방법

3.1 연구대상

경기도 H시에 소재하는 D초등학교 4학년 2개 학급 61명의 학생을 선정하여 과학수업에 로봇을 활용하여 연구자와 현장교사 1인이 수업을 진행하였다. 남학생 34명, 여학생 27명 중, 8명이 방과후 로봇수업 경험이 있었으며 대부분의 학생은 로봇에 대한 경험이 없었다. 연구과정 중 2명의 학생이 전출하여 사후 검사에서는 59명을 대상으로 하였다.

3.2 연구과정

본 연구는 실험연구로서 2011년 8월 29부터 9월 23일까지 매주 3시간씩 본 연구자와 1명의 현장교사가 함께 실시하였다. 학생들에게 로봇에 대한 전반적인 사항 즉 로봇의 개념, 로봇 기자재 활용법(인터페이스, 센서, 소프트웨어)에 대한 오리엔테이션을 실시하여 거부감을 줄이고 수업에 쉽게 적용할 수 있도록 유도하였다.

과학탐구능력의 차이를 검증하기위해 연구자 감독 아래 20분에 걸쳐 사전 사후 검사를 각각 실시하였으며 수업이 종료된 후 과학수업에 대한 탐구능력의 변화, 인식조사를 위한 설문 및 면담을 실시하였다.

본 연구를 통하여 얻어진 사전, 사후 검사의 결과는 t 검증을 통하여 분석하였으며, SPSS 11 통계프로그램을 이용하여 유의수준 .05에서 검증하였다.

3.3 수업단원 선정

초등학교 과학교과는 『운동과 에너지』, 『물질』, 『생명』, 『지구와 우주』의 4가지 영역으로 이루어져 있는데 4학년의 경우 로봇의 구성요소인 센서를 활용한 실험설계, 데이터 수집 및 분석의 활동에 적합한 단원은 『운동과 에너지』 영역의 『열의 전달과 우리생활』 단원이라 할 수 있다.

본 연구의 수업단원은 초등학교 4학년 2학기 『열 전달과 우리생활』 단원으로 10차시로 구성되어 있다. 이 단원은 열에너지를 비롯한 여러 형태의 에너지와

그 순환이 자연계에서 일어나는 많은 현상의 원인을 설명할 수 있는 기본 개념이므로 매우 중요하다. 다루는 개념은 열이 전달되는 방향, 진도, 물질에 따른 전도율의 차이, 기체와 액체에서의 대류, 복사, 단열 등이다.

이들 요소들은 로봇실험을 통해 연속적인 열에너지의 운동과 전달에 관한 경험적이고 실제적인 이해를 할 수 있다. 따라서 교사중심의 수업보다는 학생이 쉽게 흥미를 느끼고 탐구활동 동기를 가질 수 있도록 로봇을 활용한 과학수업 방법의 연구단원으로 선정하였다.

다음 <표 1>은 수업단원에서 차시별 로봇활용 방안을 제시한 것이다.

<표 1> 로봇활용 과학수업 단원 지도계획


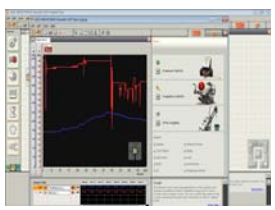
차시	주제 및 탐구 활동내용	로봇활용방안
1	<ul style="list-style-type: none"> ■ 고체에서 열은 어떻게 전달될까요? -고체에서 열이 전달되는 현상 관찰 -고체에서 열의 전달 방향 관찰하기 	열전달 실험(온도센서, 데이터로깅)
2	<ul style="list-style-type: none"> ■ 어느 것이 먼저 뜨기위질까요? -고체의 종류에 따라 열이 전달되는 빠르기의 차이를 이해 	열전달 실험(온도센서, 데이터로깅, 그래프해석)
3	<ul style="list-style-type: none"> ■ 물은 어떻게 데워질까요? -물의 움직임 설명하기 -열이 전달되는 방법을 추리하기 	온도센서 2개로 비교 실험하기
4	<ul style="list-style-type: none"> ■ 액체에서 열은 어떻게 전달될까요? -액체에서 열이 전달되는 방법을 설명 	열에너지 대류 현상 실험하기
5	<ul style="list-style-type: none"> ■ 기체에서 열은 어떻게 전달될까요? -기체에서 열이 전달되는 방법을 설명 	대류현상 실험 장치 꾸미기
6	<ul style="list-style-type: none"> ■ 햇빛을 받으면 왜 따뜻해질까요? -빛에 의한 열의 전달을 이해하기 	빛의 양과 온도 변화 실험
7	<ul style="list-style-type: none"> ■ 열의 전달을 막을 수 있을까요? -열의 전달을 막는 물질 이해하기 	단열 실험장치 꾸미기
8-9	<ul style="list-style-type: none"> ■ 나만의 보온병을 만들어 볼까요? -효과적인 보온방법을 설명하기 	간이보온기 성능 실험
10	<ul style="list-style-type: none"> ■ 단원 정리 및 되돌아보기 	

3.4 수업에 활용할 교구로봇

국내에서 활용되고 있는 로봇은 공통적으로 빛, 접촉, 소리, 초음파 센서 등이 포함되어 있는데, LEGO의 경우 온도센서를 별도로 지원하고 있다. 그리고 LEGO는 센싱을 통한 데이터를 그래프로 변환시켜주는 데이터로깅 소프트웨어를 제공한다. 따라서 「열에너지」관련 학습을 위한 온도센서와 데이터 수집을 지원하는 LEGO를 교구로봇으로 선정하였다.

다음 <표 2>는 LEGO를 활용한 과학실험 환경을 제시한 것이다.

<표 2> 로봇활용 과학실험 환경

	
실험 도구	데이터수집 프로그램

데이터수집을 위해서 Lego NXT에 온도센서를 연결하고 데이터로깅 소프트웨어를 실행하는데 특별한 프로그래밍 제어 없이 포트위치, 표현값, 측정 시간 및 간격의 간단할 설정 후 실험이 진행되었다.

3.5 과학수업에서 로봇활용 탐구수업 전략

탐구능력신장을 목적으로 로봇을 과학수업에 활용하기 위해서는 과학실험 수업의 일반적 절차를 이해하고 단계별 로봇활용 수업 전략을 탐색할 필요가 있다.

탐구과정이란 탐구를 수행하는데 필요한 기능이나 요소를 말하고 「과학적 과정기술」 또는 「과학 탐구요소」라고 하기도 한다.

초등학교 수준에서 다루는 탐구과정은 다음의 5가지 기초 탐구 과정이다. 각 탐구 과정별 빛, 온도, 초음파, 모터, 소리 등의 로봇센서를 활용한 전략은 다음 <표 3>과 같다.

<표 3> 탐구과정별 로봇활용전략

탐구 과정	로봇활용 전략
관찰	■ 시각적으로 구별이 어려운 자연현상을 센서를 활용한 객관적 관찰
분류	■ 실험 결과에 따라 물질을 분류하기
측정	■ 센서를 활용한 길이, 온도, 소리, 빛의 양과 관련한 실험 데이터를 수집
예상	■ 수집된 데이터의 그래프를 보고 규칙성 발견 및 향후 결과를 예상
추리	■ 그래프 해석을 통한 관찰 사실에 대한 이유를 탐구하기

과학실험활동에서 로봇은 데이터로깅(센싱, 그래프) 기능을 이용하여 관찰, 데이터 수집, 분석, 예상, 추리 등의 탐구활동을 경험하고 및 실제적이고 과학적인 실험결과를 통해 과학탐구능력을 신장시킬 수 있도록 로봇을 활용할 수 있다. 『열전달과 우리생활』 단원의 관찰, 측정, 분류, 예상, 분류, 추리 등의 탐구활동을 위해 차시별 LEGO NXT, 온도센서, 광센서, NXT-G의 데이터로깅 프로그램을 활용한 수업을 진행하였다.

3.6 수업실시

과학수업에서 로봇을 활용하는 전략은 교수학습 목적에 따라 수업의 일부 또는 전체에서 활용될 수 있는데, 본 연구는 로봇의 효과를 검증하기 위하여 차시 전반에 걸쳐 주요 실험도구로서 활용하였다.

일반적인 로봇프로그래밍 수업이 로봇 설계, 조립, 제어의 학습활동시간이 많이 필요로 한 것과는 달리 과학실험에서 로봇은 실험자료 측정, 데이터수집 및 분석을 위해 활용하므로 로봇 작동과 데이터로깅 SW다루기의 기초 소양을 습득한 후에는 로봇 조작에 많은 시간이 요구되지 않았다.

과학실험 활동은 자연현상에 대한 탐구 및 실험과정을 거쳐 규칙성의 발견 또는 개념형성이 목표이므로 탐구학습수업 모형이 적합하며 탐구학습수업모형의 단계는 탐색 및 문제 파악, 가설 설정, 실험 설계, 실험, 가설 검증, 정리 및 적용의 절차를 따른다.

교수학습과정의 전체적인 구조는 과학과의 탐구 학습 수업 모형을 기초로 과제 제시하기, 로봇실험 설계하기, 로봇실험 수행하기, 반성하기의 6단계 과정으로 다음 <표 4>와 같이 수정하였다.

<표 4> 로봇활용 과학탐구 수업과정

단계	로봇을 활용한 교수학습 활동
탐색 및 문제 파악	전시학습상기, 동기유발, 과제 제시하기
가설 설정	문제에 대한 잠정적 해답 설정
로봇활용 실험 설계	과제 해결을 위한 실험요소 분석, 실험장치 준비물 배치, 실험역할 점검,
로봇활용 실험수행	실험장치 꾸미기, 개념, 원리 찾기
가설 검증	실험 자료의 해석을 통한 가설의 성립 판단
정리 및 적용	알게 된 지식과 법칙을 정리 및 적용

실험에 대한 간단한 안내 및 탐구과제를 제시받으면 모둠구성원이 협의를 거쳐 실험을 설계하고 실험장치를 꾸밀 수 있도록 역할을 분담하였다. 실험이 끝나면 컴퓨터로 수집된 데이터를 보고 실험결과에 대하여 해석 및 토론을 하고 가설을 검증해볼 수 있도록 하였다. 또한 모둠별로 토론이 끝나면 실험보고서에 실험결과를 작성하도록 하고 각 모둠별로 발표할 시간을 주었다. 과학수업은 과학실에서 진행되었으며 로봇활용 과학실험 수업을 위해 5명씩 총 6개의 모둠을 조직하였다.

로봇활용 과학수업 지도안 예시는 다음 <표 5>와 같다.

3.7 검사도구

3.7.1 과학탐구능력 검사도구

검사 도구는 권재술과 김범기(1994)가 개발한 과학탐구능력 검사지(TSPS)이다[1]. 이 검사 도구는 과학탐구능력을 기초탐구능력과 통합탐구능력으로 구분하고, 기초탐구능력으로는 관찰, 분류, 측정, 추리, 예상의 5개 탐구 요소로, 통합탐구능력으로는 자료 변환, 자료 해석, 변인 통제, 가설 설정, 일반화의 5개 탐구 요소로 구분하였다. 그리고 각 탐구 요소마다 3개의 문항을 개발하였다. 객관식의 4지 선택형으로 모두 30문항으로 구성되어 있으나, 본 연구 대상이 4학년 학생들이므로 기초 탐구 능력 검사(15문항)를 20분 동안 실시하였다.

3.7.2 로봇활용 과학수업에 대한 인식

로봇을 활용한 과학수업에 대한 학생들의 인식을 알아보기 위해서 설문지를 사용하였다. 설문은 10차시의 수업이 모두 끝난 후 실시하였으며 임희준 외(2010)의 MBL 활용 과학 수업에 대한 인식조사를 위해 사용한 설문지를 본 연구에 맞게 수정 보완하였다 [8]. 수업의 흥미, 수업내용의 이해, 실험의 편리, 상호작용, 앞으로의 기대 등의 5점 리커트 척도로 구성된 총 10개의 문항으로 이루어져 있다.

<표 5> 로봇활용 과학수업 지도안 예시

단원	1. 뜨거운 냄비	쪽수	86-87	차시	2차시
학습주제	어느 것이 먼저 뜨거워질까요?				
학습목표	고체의 종류에 따라 열이 전달되는 빠르기가 다름을 말할 수 있다.				
로봇활동	로봇 온도센서를 이용한 물질의 종류에 따라 온도변화에 차이가 있음을 실험한다.				
학습단계	학습과정	교수 학습 과정			시간
탐색 및 문제 파악	동기유발	뜨거운 음식을 먹을 때 쇠로 된 젓가락과 나무젓가락을 사용할 때의 느낌을 이야기하기			5분
	학습목표 확인	고체의 종류에 따른 열전달 빠르기 알기			
	과제 제시하기	두 가지 다른 물질로 된 프라이팬에서 요리의 차이 예상하기			
가설 설정	가설 세우기	가설을 발표하고 근거 설명하기			3분
실험 설계	준비물 확인	유리관, 구리관, 알코올램프, 초콜릿, 로봇 NXT, 온도센서, 노트북			5분
	실험 장치 준비	모둠별 역할 분담 나누기, 실험 안내 및 실험장치 꾸미기			
로봇활용 실험 수행	[실험 1] 유리관과 구리관에서 열전달 빠르기 관찰 및 실험하기	① 유리관과 구리관 준비 ② 온도센서 2개를 NXT에 연결 후 데이터로깅 소프트웨어 실행 ③ 유리관과 구리관에 같은 크기의 초콜릿을 올리고 끝부분 가열/온도측정 - 유리관과 구리관의 중간 부분에 초콜릿을 놓고 끝부분 가열하기 ④ 알코올램프 점화 후 온도 변화를 그래프로 관찰 - 4분 동안 10초 간격으로 섭씨온도 설정 후 측정 ⑤ 유리관과 구리관에서 초콜릿이 녹기 시작하는 순간 비교 - 판에 올려놓은 초콜릿을 관찰하고 기록하기 ⑥ 관찰 결과를 실험관찰에 쓰고 발표하기 ⑦ 꺾은선그래프 해석 및 정리			12분
	[실험 2] 여러 가지 고체에서 열의 전달 빠르기 비교	① 여러 가지 고체의 열전달에 대해 이야기하기 ② 로봇에 4개의 온도센서를 연결 ③ 알루미늄, 구리, 철, 유리를 동일조건으로 가열하고 온도 변화 관찰 - 4분 동안 10초 간격으로 측정, 섭씨온도 설정 ④ 실험결과 해석 및 일반화 - 물질의 종류에 따라 열전달 빠르기의 차이가 있음			8분
가설 검증 및 일반화	실험결과 발표	① 가설 검증 및 실험 결과 발표하기			5분
	생활 속에 적용된 예를 찾기	① 고체에서 열이 전달되는 빠르기 차이를 이용한 예를 찾고 발표하기			2분

3.7.3 심층면담 도구

면밀한 학습자 이해를 위해 과학수업에 대한 인식 수준이 높은 학생, 낮은 학생을 각 3명씩 총 6명을 대상으로 면담을 병행 실시하였다. 심층 면담은 이전 과학수업과의 차이점, 로봇활용 과학수업의 장단점, 수업개선을 위해 추가되어야 할 사항의 4가지 질문을 중심으로 반구조화된 면담을 진행하였다.

4. 연구결과 및 논의

4.1 과학 탐구능력 검증 결과

기초 과학탐구능력 검사지의 신뢰도 Cronbach's α 는 0.69였으며 집단별, 시기별 t 검증 결과는 다음 <표 6>과 같다.

<표 6> 집단간 탐구능력의 t 검증 결과

검사시기	집단	평균	표준편차	t값	자유도	유의도
사전 탐구능력	실험집단	7.65	2.43	-4.13	57	.682
	통제집단	7.96	2.14			
사후 탐구능력	실험집단	11.27	2.54	2.47	57	.016*
	통제집단	9.56	2.76			

사전검사에서 실험집단이 통제집단보다 0.31점 낮게 나타났고, p값이 .682로 두 집단에는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으나, 사후 탐구능력검사에서 실험집단의 평균점수가 통제집단보다 1.71점 높게 나타났고, p값이 .016으로 두 집단은 5% 오차수준에서 통계적으로 의미 있는 차이가 나타났다. 이와 같이 실험집단이 통제집단보다 과학탐구능력 평균 점수가 향상된 것과 통계적으로도 유의미한 차이가 보여준 것은 로봇활용 과학실험 수업의 효과

라고 볼 수 있다.

수업을 실시하기 전 사전검사에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않아 동일한 상태에서 출발하였음을 알 수 있다. 로봇활용 수업을 처치한 후 실험집단의 평균이 11.27, 통제집단의 평균은 9.56으로 출발점에 비해 두 집단의 평균의 차이가 커졌다. 로봇활용 수업 후의 기초 탐구능력의 하위 요소의 변화 정도를 알아보기 위해 t 검증한 결과는 다음 <표 7>과 같다.

<표 7> 기초 탐구 능력 하위 t 검증 결과

기초 탐구 능력 요인		실험(N=29)		통제(N=30)		t
		M	SD	M	SD	
관찰	사전	1.62	0.90	1.66	0.95	-.183
	사후	1.72	0.88	1.76	0.93	-.184
분류	사전	1.44	0.98	1.63	0.85	-.773
	사후	2.20	0.77	2.03	0.96	.762
측정	사전	1.48	0.98	1.66	0.80	-.784
	사후	2.58	0.73	1.86	0.93	.272**
추리	사전	1.62	0.90	1.60	0.93	.084
	사후	2.41	0.68	2.00	0.83	.083**
예상	사전	1.48	0.87	1.40	0.81	.372
	사후	2.34	0.61	1.90	0.84	2.30*

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

관찰영역은 사람의 오감(시각, 후각, 청각, 촉각, 미각) 또는 감각을 확장하는 도구(현미경 등)를 사용하여 문제에 관한 자료를 수집하는 과정에서 얻게 되는 능력인데, 열에너지 단위 특성상 에너지의 흐름을 직접관찰하기 보다는 자료를 해석, 추리, 분석하는 활동이 많았기 때문으로 보인다. 그리고 10차시 로봇 수업 주제에서 어떤 목적을 가지고 사물을 그 공통적인 속성이나 조건에 따라 같은 범주로 묶어나 구분하는 분류 능력을 향상시킬 수 있는 주제가 포함되지 않았기 때문으로 보인다.

로봇활용과학수업이 과학탐구능력 변화에 미치는 영향에 있어 성별에 따라 어떤 차이가 있는가를 파악하기 위해 실험집단을 대상으로 평균차를 t검증한 결과 남자는 11.03, 여자는 11.51로 여학생의 기초탐구

능력 점수가 약간 높았지만 유의미한 차이는 발생되지 않았다(.05) 즉 남자, 여자 모두 균등하게 로봇과학 실험을 통한 탐구능력이 향상된 것이라 볼 수 있다.

4.2 로봇 활용 과학수업에 대한 학습자 인식

로봇을 활용하여 과학 수업을 실시한 후 다음 <표 8>과 같이 4개의 영역에 대한 학생들의 인식을 5점 리커트 척도를 통하여 조사하고 결과를 제시하였다.

<표 8> 과학수업에 대한 학생들의 인식

하위 영역 및 내용	평균 (표준 편차)
<ul style="list-style-type: none"> 수업에의 흥미 -로봇을 이용한 수업이 좋았다. -기존의 과학 수업과 비교해 흥미로웠다. -과학수업에 더 관심을 갖게 되고 열중하게 되었다. 	4.04 (.65)
<ul style="list-style-type: none"> 수업에 대한 이해 -수업 내용을 이해하는 것이 더 쉬웠다. 	4.32 (.83)
<ul style="list-style-type: none"> 실험의 편리 -로봇을 사용하지 않은 과학 실험보다 더 편리하였다. -실험 결과 정리가 쉬웠다. 	3.80 (.78)
<ul style="list-style-type: none"> 상호작용 -실험에 관한 이야기를 많이 했다. 	3.67 (1.02)
<ul style="list-style-type: none"> 앞으로의 활용 기대 -앞으로도 로봇을 사용하여 실험 수업을 하고 싶다. -로봇을 계속 사용하면 과학이 더 좋아질 것 같다 -로봇을 사용하면 과학 공부를 더 잘할 수 있을 것 같다. 	3.95 (.89)

분석 결과, 로봇을 통하여 과학수업에 대해 흥미와 관심을 더 가지게 되었고, 과학 수업내용을 쉽게 이해한 것으로 응답하였다. 또한 앞으로도 과학수업시간에 로봇을 이용한 실험 및 공부를 하고 싶다는 긍정적인 기대감을 나타냈다. 이와 같은 반응은 교사, 교과서 중심의 수업보다 실험 가설을 직접 세우고 토의를 통해 실험 계획하는 활동을 한 학생들이 과학에

대한 태도가 긍정적으로 변화한 연구와도 일치한다[9].

전통적 과학실험 보다 실험데이터 수집이 쉬웠다고 응답하였으며 자료 분석과 결과 정리에 긍정적 반응을 나타내었다. 그리고 실험에 관한 이야기를 많이 했다는 응답이 나왔는데, 로봇이 초등학생들의 실험 통제 및 실험 수행에 효과적이며 의사소통활동을 촉진한 것으로 보인다.

로봇활용과학수업에서 성별에 따른 인식 차를 알아보기 위해 카이제곱-검증(χ^2) 비교를 한 결과 수업에의 흥미도, 실험의 편리, 상호작용의 세 항목에서는 남학생이 여학생보다 높게 나타나고 수업내용의 이해, 앞으로의 기대에서는 여학생이 남학생보다 높은 반응을 나타냈다. 하지만 유의미한 인식 차이는 발견되지 않았다(.05). 이러한 결과는 프로그래밍 수업에서 로봇을 활용한 연구에서 성별 차에 따른 적절한 교수전략의 필요성을 제안한 연구와는 상반되나[4] 로봇활용수업에서 성별에 따른 학생의 몰입도에 미치는 효과를 조사한 김경현(2011)의 연구결과와 일치한다[2].

이와 같은 결과는 남학생들에 비해 상대적으로 기술에 대한 흥미가 떨어지는 여학생들의 과학기술에 대한 흥미도 신장을 위한 도구 즉, 과학기술분야의 성비불균형 문제를 해결하는 데 로봇의 교육적 의의를 찾게 한다.

4.3 학습자 면담 결과

로봇활용 과학수업이 종료된 후 전통적 과학수업과의 차이점, 로봇활용 과학수업의 장단점, 수업개선을 위해 추가되어야 할 사항을 중심으로 학습자 면담한 결과는 다음과 같다.

기존의 과학수업과의 차이에 대해서는 선생님의 안내에 따라 실험을 따라하고, 실험관찰에 기록했던 전통적인 수업에 비해 로봇활용 과학수업에서는 직접 노트북, 프로그램, 센서를 이용하여 실험 자료를 수집하고 분석, 그래프를 해석하는 활동이 있어 흥미로웠다고 응답하였다. 또한 실험이 간단하고 연속적인 값을 측정할 것을 다른 모듈과 비교해보는 활동도 많았다고 하였다.

로봇활용 과학수업의 장점으로는 노트북과 온도센

서를 사용한 새로운 실험환경이 새로웠으며 시간이 흐름에 따라 온도의 측정 값 그리고 물질에 따른 값의 변화가 지속적으로 표와 그래프로 표현되는 것이라 하였다. 또한 조작방법이 간단하고 실험결과의 정리도 자동적이라 효과적이었다고 응답하였다. 남학생의 경우 실험에서 센서를 연결, 실험장치 꾸미기, 프로그램 실행 등에 놀라움을 나타낸 반면 여학생들은 자동으로 실험결과가 처리되고 그래프로 표현되는 것에 긍정적인 반응을 보였다. 실험에 있어 그래프는 학생들에게 데이터의 변환, 분석 등의 기술적 향상뿐만 아니라, 실험결과 해석과 토의에 있어서도 효과적인 표현 수단이었다.

수업에서의 단점도 나타났는데 NXT 컨트롤러의 메모리가 차면 프로그램과 통신이 원활하지 않았으며, 자주 메모리를 비워주어야 하는 번거로움과 셋서, 화씨의 온도설정, 측정 간격 설정 등의 소프트웨어 조작의 미숙함에서 오는 실수 등을 토로하였다. 또한 로봇이 자동적으로 데이터를 측정해주니 실험과정에서 지루한 면을 나타내었다. 데이터수집 과정에 대한 교사의 적극적인 보조학습이 필요함을 시사한다. 수업에 대해 낮은 인식을 보인 학생은 모듈의 일부 학생에 의해 로봇이 독점되어 나머지 학생들은 조작, 체험 보다는 관찰위주의 활동이 많았다는 불만을 표출하였다. 이것은 모듈내 역할부여 시 순환의 필요성을 의미한다.

과학수업의 개선을 위해서는 온도와 빛의 양을 측정하는 로봇 센서뿐만 아니라 다양한 로봇센서를 활용하기를 희망하였다. 그리고 그래프의 종류가 적은 선 그래프 하나밖에 없는데 다른 형태로 선택할 수 있는 기능이 있기를 원하였다.

5. 결론 및 제언

본 연구는 초등학교 과학수업에서 로봇활용 전략을 개발하고 적용 후 학생들의 과학탐구능력에 미치는 교육적 효과를 조사하였다. 또한 로봇활용 과학수업에 대한 학생들의 인식 조사 및 인터뷰가 수행되었다. 수업단원은 초등학교 4학년 2학기 「열전달과 우리생활」 단원 10차시였다. 실험 집단은 로봇활용 과학수업을 통제집단은 교과서, 실험관찰을 활용한 전

통적인 과학수업을 실시하였다.

연구결과 탐구능력의 측정, 예상, 추리 세 가지 영역에서 유의미한 차이가 발견되었다(<.05). 그러나 관찰과 분류 요소에서는 유의미한 차이는 발견되지 않았다. 로봇활용 과학실험 수업에 대한 학생들의 인식 조사 결과 로봇을 통하여 과학수업을 진행한 결과 과학에 대해 흥미와 관심을 더 가지게 되었고, 수업내용을 쉽게 이해한 것으로 응답하였다. 또한 앞으로도 과학수업시간에 로봇을 이용한 실험 및 공부를 하고 싶다는 긍정적 기대감을 나타냈다.

로봇을 활용한 실험은 학생들이 자연을 대면하고 실제 데이터를 수집하는 실제적인 과학수업을 가능하게 하였으며 예측과 실험결과를 비교함으로써 즉각적인 피드백과 동료와의 상호작용을 촉진할 수 있어 과학 교육과정 개선에도 중요한 의의를 가졌다고 볼 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] 권재술, 김범기(1994), 초중등학생들의 과학탐구 능력 측정도구의 개발, 한국과학교육학회지, 14-3, 251-264.
- [2] 김경현(2011), 로봇활용수업이 학생의 학습몰입 향상에 미치는 효과, 컴퓨터교육학회논문지, 14-2, 1-12.
- [3] 박정호, 김철(2011), 초등학교에서 로봇활용 미술 수업이 창의성 신장에 미치는 효과, 정보교육학회논문지, 15-2, 277-286.
- [4] 배영권(2007), 성별의 차이를 고려한 로봇프로그래밍 교수전략에 관한 연구, 컴퓨터교육학회논문지 10-4, 27-37.
- [5] 송정범, 이태욱(2011), 교육용 로봇을 활용한 STEM 통합교육이 학업성취, 교과태도에 미치는 효과, 한국정보교육학회, 15-1, 11-22.
- [6] 신명경, 여상인, 이승민(2008), 초등 과학수업에서의 MBL 적용에 따른 학생의 과학탐구능력의 변화 연구, 국제과학영재학회지, 2-2, 165-173.
- [7] 유승환, 문외식(2007), 수월성 교육을 위한 로봇 프로그래밍 교육과정 개발과 적용, 한국정보교육학회 11-1, 59-66.
- [8] 임희준, 최선미, 강석진, 여상인(2010), 초등 과학수업에 적용한 MBL 수업의 효과와 학생 및 교사의 인식 조사, 초등과학교육, 29-1, 102-111.
- [9] 조현준, 양일호, 정재훈, 신애경, 손정주(2008), 과학 실험 수업에 대한 초등학생들의 인식 분석, 한국초등과학교육학회, 27-2, 117-133.
- [10] 조혜경, 박강박, 한정혜, 민덕기, 고국원 (2008). 교육+로봇:비전과 액션 플랜.정보과학회지, 26-4, 55-64.
- [11] 지식경제부(2008), 지식경제부 신성장동력기획단 신산업분과 로봇소위원회(2008), 로봇발전전략(안), 지식경제부.
- [12] Bauerle, A. & Gallagher, M. (2003). Toying With Technology: Bridging the Gap Between Education and Engineering. In C. Crawford et al. (Eds.), Proceedings of Society for Information Technology and Teacher Education International Conference 2003, 3538-3541.
- [13] Bers, U., Ponte, I., Juelich, C., Viera, A., and Schenker, J. (2002), "Teachers as Designers: Integrating Robotics in Early Childhood Education," In: Information Technology in Childhood Education Annual, AACE, VA. 123-145.
- [14] Dimitris, A.(2009). Teacher Education on Robotics-Enhanced constructivist Pedagogical Methods, Published 2009 by school of Pedagogical and Technological Education(ASPETE) ISBN 978-960-6749-49-0, <http://www.terecop.eu/>
- [15] Eguchi, A. (2007). Educational Robotics for Elementary School Classroom. In R. Carlsen et al. (Eds.), Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2007, 2542-2549.
- [16] Johnson, J (2003). Children, robotics, and education, Artificial Life and Robotics, 7-1, 16-21.
- [17] Mauch, E. (2001). 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, 74-4, 211-213.
- [18] Papert, S. (1993). Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas (2nd ed.). New York, NY: Basic Books.
- [19] Piger, G. (2001), "Early years roaming," Micromath, 172-2, 10-13.
- [20] Resnick, M. (1990). MultiLogo: A study of children and concurrent programming. Interactive Learning Environments, 1-3, 153-170.
- [21] Wagner, S. P. (1998). Robotics and children: Science achievement and problem solving. Journal of Computing in Childhood Education, 9-2, 149-192.

저 자 소 개

김 철



1997 전남대학교 전산통계학과 (이학박사)
1998 University of Washington (객원교수)
1992 - 현재 광주교육대학교 컴퓨터교육과 교수
관심분야 : 인터넷자원관리, 교육용콘텐츠, 메타데이터, 스마트교육
e-mail : chkim@gnue.ac.kr