

# 2년간의 추적 연구를 통한 Physical Computing 기반의 STEAM 프로그램의 효과

김석희<sup>†</sup> · 유현창<sup>††</sup>

## 요 약

국제 학업 성취도인 PISA2007, TIMSS 2011에 의하면 우리나라 학생들의 수학, 과학 학업성취도는 최상위에 해당하지만, 관련 태도가 낮다는 결과가 나왔다. 또, 사회에 만연한 이공계 기피현상, 초중고에서 점점 사라지고 있는 정보과학 교육의 현실을 반영하는 학습 경험을 제공해야 할 필요성이 제기되었다. 이러한 필요성에 의해 본 연구자는 2012년에 Physical Computing 기반의 STEAM 프로그램을 개발하고 그 효과를 연구하였다. 그 결과 과학적 문제해결력, 과학적 태도, 인성 등에서 향상되는 결과를 얻었다. 본 연구에서는 2012년 연구의 후속연구이다. STEAM 프로그램을 적용하여 향상을 가져온 4학년 학생들이 1년 후에 STEAM 교육을 받지 않았을 때 학생들에게 어떤 변화가 생겼는가를 연구하였다. 분석 방법은 4학년 초, STEAM 교육을 받은 4학년말, STEAM 교육을 받지 않은 5학년말의 검사 결과를 비교하였다. 그 결과 과학적 탐구에 대한 태도를 제외한 모든 영역에서 STEAM 교육을 받지 않은 5학년말은 4학년 초에 비해 향상이 없는 결과를 얻었다. 이것은 STEAM 교육의 필요성에 대한 역설적인 증거라고 할 수 있다.

주제어 : Physical Computing, STEAM 교육, Two-year follow-up study

## Two-year Follow-Up Study on Effects of STEAM Education Program Based on Physical Computing

sug hee kim<sup>†</sup> · Heon Chang Yu<sup>††</sup>

### ABSTRACT

By PISA 2007, TIMSS 2011, Korean high school students had high academic achievement to science and mathematics, while they had low attitude. Prospective college students are increasingly avoiding natural science and engineering. Moreover, the opportunities to learn to computer science in middle and high school are disappeared rapidly. The necessity of STEAM program based on Physical computing arise under these situation. Therefore, we developed STEAM program and studied the effects of the program in 2012. The result showed that students' scientific interests and attitude, scientific problem solving ability, scientific creative problem solving ability, personality test for children, and satisfaction of school life were enhanced. This study is follow-up study for the same students who improved every domain of the measurements. They were administered pre-test at start of 2012, post-test at end of 2012, and delayed post-test at the end of 2013, on same test. The result of the study showed that only attitude to Scientific Inquiry was enhanced, but there was no significant result on the other domain of the test in comparison with start of 2012. But this result demonstrate the effect of STEAM education conversely.

**Keywords** : Physical Computing, STEAM education, Two-year follow-up study

<sup>†</sup> 정 회 원: 호암초 교사

<sup>††</sup> 종신회원: 고려대 교수(교신저자)

논문접수: 2014년 1월 24일, 심사완료: 2014년 2월 28일, 게재확정: 2014년 3월 19일

\* 본 논문은 2013년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국과학창의재단의 지원을 받아 수행된 성과물임

## 1. 연구의 필요성 및 배경

2010년 초에 인터넷 포털사이트 다음([www.daum.net](http://www.daum.net))에서 조사한 어린이들의 장래 희망을 조사한 결과, 과학자는 19위를 차지하였다. 장차 과학자나 연구원이 되고 싶다고 생각하는 중.고교생이 100명 중 단 2명뿐인 것으로 조사됐다[11]. 엔지니어. 건축가. 컴퓨터 전문가 등 기술직도 100명 중 6.9명에 그쳤다. 사회 전반에 만연한 이공계 기피현상이 청소년층에도 널리 퍼져 있기 때문이란 분석이다[6].

또, 한국산업기술재단은 전국 15개 지역 중. 고교생 2,175명을 상대로 벌인 진로선택 조사 결과에 따르면 청소년이 원하는 직업을 유형별로 나눌 때, 교수 및 교사 등 교육계가 26.5%로 가장 많았고, 의사, 약사, 한의사 등 의료계가 15.9%로 나타났다. 그러나 과학자와 연구원이 되고 싶다는 청소년은 2%에 불과하다는 결과를 발표하였다[8].

본 연구의 또 다른 배경으로 학교현장에서 점점 더 줄어들고 있는 정보 교과와 관련한 학습경험이다.

학교현장에서 정보과학교육은 교육부에서 발간한 교육정보백서에 의하면 2010년부터 중고등학교에서 정보과학교과의 채택비율이 현저히 줄어들고 있음을 보여 주고 있다[5][7][8]. 또한 초등학교에 창의재량활동으로 이루어지고 있는 정보과학교육 역시 컴퓨터 활용 위주이며 이마저도 여러 이유로 다른 교육활동에 자리를 내어주고 있는 형편이다. 이는 초·중고등학생들이 정보 관련 학습경험을 받을 기회가 줄어들었다는 것을 시사하고 있다.

미국 노동부는 2020년까지 고급 컴퓨팅 일자리가 80만개 이상 창출될 것으로 전망하고 있다. 이 중 STEM(Science, Technology, Engineering, and Mathematics)과 관련하여 창출되는 일자리의 약 50% 이상이 정보과학과 수학이 융합된 직업일 것이라고 예측하고 있다. 현재 대부분의 주에서는 컴퓨팅 인력의 61%만이 미국 내의 졸업생으로 충원되고 있는 실정으로, 컴퓨팅 인력이 부족한 상태이다. 컴퓨팅 인력의 부족 원인으로 미국은 초·중등 교육에서 정보과학 교육의 쇠퇴를 꼽고 있으며, 2009년부터 초·중·고등학교 교육과정

정보과학을 필수교과로 지정하고 예산 확보를 골자로 하는 “정보과학 교육 결의안”을 채택해 왔다.

이러한 국내외적인 환경은 초, 중, 고 학교 현장에서 다양한 맥락으로 컴퓨팅을 경험할 수 있는 교육프로그램을 제공하는 것이 요구된다고 할 수 있다.

교육부는 우리나라 국가 경쟁력의 자산인 미래 과학기술 발전을 주도할 창조적이고 융합적인 인재 양성을 위해 초중등교육단계에서 STEAM(Science, Technology, Engineering, Art, & Mathematics) 교육을 통하여 과학, 기술, 공학, 수학의 학습내용을 핵심 역량 위주로 재구조화하여, 과목 간 연계와 예술적 기법을 접목하는 정책을 제안하였다[6][9]. 그러나 백운수에 의하면 창의적인 인재 양성에 초점을 맞추고 있는 STEAM 교육에 대한 이해와 구체적인 청사진이 미흡하다고 지적하였다[10]. 특히 STEAM 교육에 관한 연구와 이를 뒷받침할 실천적 연구가 절실하다고 하였으며, 기존 통합교육이 가지는 문제점은 통합의 가치에 대하여 구체적으로 밝히는 노력이 매우 부족하므로 학교교육현장에서 STEAM 교육의 필요성과 가치를 드러낼 수 있는 다양한 실천적 증거가 필요하다고 하였다[10].

학습에 관한 연구에 의하면 개인적인 흥미, 경험, 열정은 나중에 직업 선택과 진로선택에 연결된다고 한다. 그러므로 이공계기피현상을 해결하기 위해서 과학수업은 학생의 관심과 흥미와 연결되는 경험을 제공해야 한다[15][16][17].

이러한 연구의 필요성을 근거로 본 연구팀은 2012년에 학생의 관심과 흥미와 연결되는 경험을 제공하는 “Hands on 센서 기반 고도화된 STEAM 교육 프로그램의 효과”를 연구하였다. 그 결과 과학적 문제해결력, 과학적 태도, 인성 등의 영역에서 향상되었다는 결과를 얻게 되었다. 그러나 이러한 효과가 얼마나 지속되고, STEAM 교육을 받지 못하는 경우 학생들에게 발생하는 변화에 대한 후속연구가 필요하게 되었다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 Computational Thinking

Computational Thinking(CT)은 Jeanette Wing에 의해 제안되었으며, 읽기, 쓰기, 셈하기처럼 학생들이 기본적으로 길러야 할 기능으로 정의되었다[19]. 다음은 Chris Stephenson & Valerie Barr(2011)의 CT에 대한 조작적 정의이다[18].

- 데이터를 분석하고 논리적으로 조직화
- 데이터 모델링과 시뮬레이션
- 컴퓨터가 문제를 풀 수 있도록 표현
- 가능한 문제 해결방법을 찾고, 테스트하고, 구현하는 것
- 알고리즘적 사고를 통해 해결책의 자동화
- 앞에서 언급한 과정을 다른 문제에 적용하고 일반화 하는 것

이러한 사고 능력은 미국의 국립연구평의회(NRC: National Research Council)가 2013년에 발표한 차세대과학교육과정의 틀과 일맥상통하는 면이 있다[12]. 이 표준에는 과학과 공학교육과정을 위한 다음의 8가지 실천요소를 발표하였다.

- 과학을 위한 질문과 문제의 정의
- 모형의 개발과 이용
- 탐구의 계획과 수행
- 자료의 분석과 설명
- 수학과 Computational Thinking의 이용
- 과학을 위한 설명 만들기과 공학을 위한 해결책 설계하기
- 증거를 이용한 토론
- 정보의 수집, 평가, 교류

차세대 과학교육과정의 틀은 직접적으로 CT를 포함하고, 간접적으로 자료의 분석과 설명, 정보의 습득 및 교류와 관련하여 CT의 개념을 포함한다. 그러므로 CT는 과학, 수학, 공학 교육을 관통하고 있는 핵심적인 사고기능이라 할 수 있다.

## 2.2 Physical Computing 과 STEM 교육

2006년 PISA(Programme for International Student Assessment)에서는 3년 주기로 학생들에 대한 평가를 OECD 국가들을 위주로 평가하고 있다. 우리 학생들이 미래의 기술사회에서 살아가기 위한 준비가 얼마나 되었는가에 대해서 조사한

보고서를 발표하였다. 고등학교 1학년 학생 대상의 조사 결과, 우리나라는 인터넷과 오락을 위해서 ICT를 사용하는 비율은 남자는 0.45이고 여자는 0.18로 종합으로 0.34이다. 이 수치는 OECD 종합 평균을 0으로 했기 때문에 OECD 평균보다 매우 높은 국가에 해당된다. 캐나다, 미국도 매우 높지만 일본 등은 매우 낮았다. 이러한 결과는 IT 교육관련 지수중에서 학습에 관련된 지수가 매우 낮으며, 학생들은 컴퓨터를 놀이로 주로 이용한다는 것을 의미한다[3].

컴퓨터 분야로 진학하는 학생들의 감소 현상에 대해 김기웅(2009)의 진단은 다음과 같다[2].

*“학생들의 지적 호기심을 자극하지 못하는 커리큘럼을 꼽고 싶다. 컴퓨터과학 및 소프트웨어에 대한 부정적인 이미지나 산업의 위축과 같은 외부적 요인보다 내부적 원인이 더 큰 문제라는 인식이다. 그 동안 컴퓨터는 비약적으로 파급되어 이전 가전기기로 취급된다. 어린 학생들이 오락을 위해 당구장을 찾기보단 PC방을 찾는 것이 오늘날이다. 컴퓨터 게임을 통해 화려한 그래픽과 음향을 밤새 경험해 왔던 학생들이 컴퓨터 프로그래밍 교육에서 처음 접하는 예제는 콘솔에서 “헬로월드”를 출력하는 것이고, 후반부에 도달해서도 별로 오감을 자극하는 예제는 없다. 필자를 포함한 기성세대에게는 컴퓨터가 희귀한 기계이자 경외의 대상이어서, 간단한 프로그래밍 자체가 희한한 경험이 되었지만, 지금 세대에서는 아닌 것이다.”*

Physical Computing 기반 STEAM 프로그램을 운영하는 ISOF(<http://www.isof.org/>)의 Physical Computing에 대한 설명은 다음과 같다.

*“Physical Computing은 대단히 흥미 있고, 참여하고 싶게 하는 활동이다. 이것은 사람이 비전통적인 형태의 입력과 제한 없고, 창의적으로 결정되는 출력에 의해 컴퓨터와의 상호작용을 탐구하는 것이다. 이것은 전통적인 마우스나 키보드가 아니라 인간이 감지할 수 있는 에너지 또는 사람에 의해 만들어지는 소리, 동작, 빛, 열 등을 입력으로 사용한다. 즉 입력은 인*

간의 몸과 두뇌이다. 출력은 빛, 동작 등 사람이 고안할 수 있는 다양한 형태의 결과이다.”

앞서 언급한 기존의 컴퓨터교육 커리큘럼의 문제점을 해결할 수 있는 것이 physical computing 이라고 할 수 있다. 미국을 중심으로 STEM 교육에서 Physical Computing을 적용한 여러 프로그램들이 있다. 특히 미국 전역에 걸쳐 100여개 이상의 IT 기반 STEM 프로그램을 운영하는 ITEST(<http://itestlrc.edc.org/itest-projects>)에서도 Physical Computing 기반 프로그램들을 찾을 수 있다. 또한, NYU-Poly에서도 미국 뉴욕주의 중고등 학생들을 대상으로 CrEST ([http://crest.poly.edu/?page\\_id=215](http://crest.poly.edu/?page_id=215))을 운영하여 학생과 교사들에게 좋은 반응을 이끌어내고 있다.

### 2.3 Hands On STEAM 프로그램의 효과

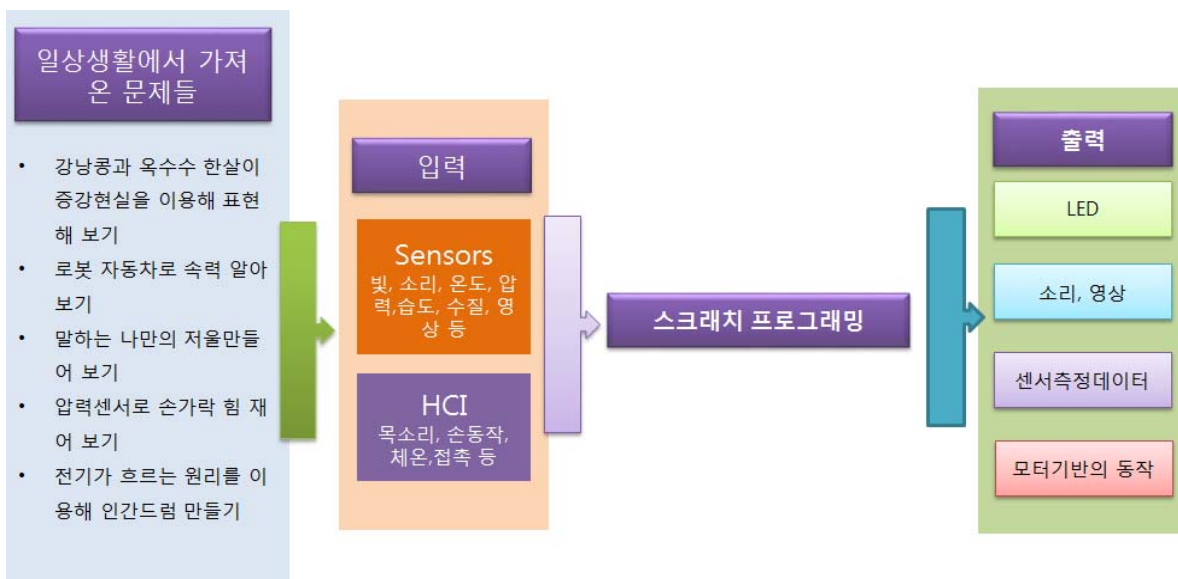
본 연구자들은 2012년에 학교현장에서 첨단과학을 체험할 수 있는 직접 만드는(Hands on) 센서를 활용하는 STEAM 프로그램을 구안하여 초등학교 4학년 110명의 학생들에게 적용하고 그 효과를 연구하였다. STEAM 교육의 효과를 연구하기 위해 과학적 태도 검사, 아동 인성검사, 과학적 문제해결력 검사, 창의적 과학문제 해결검사, 교육과정 만족도 검사를 실시하였다. 그 결과 측정된 모든 영역에서 STEAM

교육처치에 의해 향상되었다는 것을 확인하였다. 특히, 과학적 태도와 교육과정 만족도에서 향상된 결과를 얻었다. 이렇게 향상이 확인된 4학년 학생들이 2013년에는 STEAM 교육을 받지 못하게 되었다. 이러한 변화, STEAM 교육을 연속적으로 받지 못하게 되었을 때의 학생들의 변화는 후속 연구의 필요성을 시사한다.

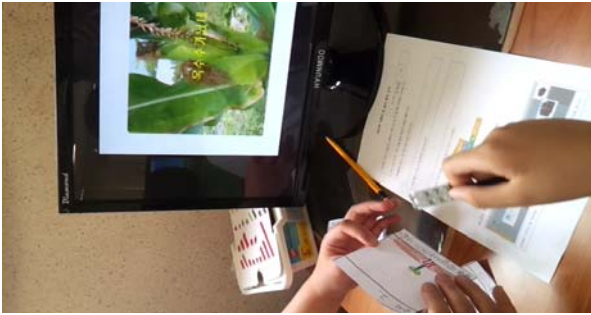
## 3. 연구 방법

### 3.1 Hands on 센서 기반의 STEAM 프로그램

Hands on 센서 기반의 STEAM 프로그램은 <그림 1>와 같은 틀 위에서 구현되었다. 학생들의 주변에서 가져온 문제를 센서와 프로그래밍을 통해 해결한다. 예를 들어 학생들은 먼저 강낭콩과 옥수수의 한 살이를 그림으로 그려 표현한다. 강낭콩이나 옥수수의 한 살이가 순서대로 넘어가게 하기 위해 근접센서와 스크래치 프로그래밍을 이용해 구현한다. <그림2> 는 실제 수업 모습 사진이다. 이사진에서 보듯이 학생들은 모둠을 이루어 강낭콩의 한 살이를 종이에 그림을 그리고 스크래치 프로그래밍으로 근접센서의 값에 따라 다음 그림으로 넘어가게 한다. 이때 학생들은 프로그래밍으로 사진을 제어하고 변수의 개념을 사용하여 센서값을 다루는 경험을 하게 된다.



<그림 1> Physical Computing 기반의 Hands On STEAM 프로그램



<그림 2> 식물 한 살이 근접센서로 표현해 보기

### 3.2 연구 대상

연구 대상이 되는 학생은 대도시학교의 초등학교 5학년 학생 110명이다. 2012년 4학년 95명에서 전학생으로 인해 110명이 되었지만 통계분석은 2012년에 교육받은 95명만을 대상으로 하였다. 2012년 연구에서는 1차 110명, 2차 95명이었지만, 본 연구에서는 2차 검사 인원 95명을 기준으로 1,2,3차 검사에 모두 참여한 학생만을 대상으로 하였다. 이로 인해 1차 검사의 평균과 표준편차는 2012년 연구와 차이가 발생했다[4]. <표1>은 연구대상학생들의 과학교육관련 요인들을 나타낸 것이다. 다른 환경은 같은 학교에서 3년 동안 다녔으므로 차이가 없다고 할 수 있다.

<표 1> 연구대상 학생들의 과학관련 교육 환경

항목	2011	2012	2013
과학 수업 요인	담임교사에게 과학수업 102시간	담임교사에게 과학수업 102시간	담임교사에게 과학수업 102시간
담임교사 요인	교육경력 13년, 4년, 25년, 5년(여4)	교육경력 15년, 10년, 5년, 1년(남1, 여3)	교육경력 17년, 5년, 2년, 2년(남1, 여3)
STEAM 교육		STEAM 교육처치 8개월 동안 20시간 받음	

### 3.3 효과 측정 도구

효과 측정 도구는 본 연구에서 효과를 측정하기 위해 과학에 대한 태도·흥미, 과학적 문제 해결력, 아동 인성검사, 교육과정 만족도 등을 검사하였다. 과학에 관련된 태도를 측정할 수 있는 타당성 있는 도구로 본 연구에서는 TORSA(Test of Science-Related Attitudes, Fraser)을 번역하여 사용한다[13]. TORSA는 장기간에 걸친 연구과정

을 거쳐서 개발되었으며 70개 문항으로 이루어진 포괄적인 평가 도구이다. TORSA는 과학에 관련된 7개의 하위 영역별 각 10문항씩 총 70개의 문항으로 이루어져 있으며, 그 하위 영역은 과학의 사회적 함의, 과학자에 대한 정규성, 과학 탐구에 대한 태도, 과학적 태도의 수용, 과학수업에 대한 즐거움, 과학에 대한 취미적 관심, 과학에 대한 직업적 관심 등으로 이루어져 있으나 본 연구에서는 초등학교 4~5학년 수준에서 문항 진술을 이해하기 어려운 과학의 사회적 함의, 과학자에 대한 정규성을 제외하고 5개 영역을 선택하였다.

수업 처치에 의해 학생들의 심리 상태의 변화를 알아보기 위해 아동 심리검사를 실시한다. 이 검사를 통해 STEAM 수업 모형에서 주장하는 대로 감성적인 체험이 학생들의 인성에 영향을 미치는지 알아보고자 한다. 수업 모형에 의하면 감성적 체험은 지금까지 교육현장에서 당연하다고 여겨 외면하거나 배제하였던 인성교육의 요소들을 교육의 장으로 끌어 들여 적극적으로 수업장면에 포함하고자 하는 노력에서 비롯되었다.

TIPS II는 과학적 문제해결력을 검사하는 테스트이다. TIPS II의 검사 영역은 변인의 확인 및 통제, 가설진술, 실험 설계, 그래프 및 데이터 해석, 조작적 정의 등이다[14]. 이 검사를 통해 STEAM 교육처치에 의한 학생들의 과학적 문제 해결의 변화를 측정해 보았다. 교육과정 만족도는 9개의 문항으로 되어 있으며 전반적인 학교교육과정 만족도를 자기 평가를 통해 평가하도록 한다. 교육과정 만족도 조사는 1년간 학생들의 학교교육과정 만족도를 조사하는 것이다. 2년간의 학생들의 검사 방법은 <그림 3>과 같다.

1차 검사	2차 검사	3차 검사
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 검사시기: 2012년 4월</li> <li>• 검사내용: 과학적태도 검사, 과학적 문제해결력 검사, 아동인성검사</li> <li>• 스팀교육처치: 받지 않음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 검사시기: 2012년 12월</li> <li>• 검사내용: 과학적태도 검사, 과학적 문제해결력 검사, 아동인성검사, 교육과정 만족도 검사</li> <li>• 스팀교육처치: 8개월 동안, 20시간 교육 받음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 검사시기: 2013년 12월</li> <li>• 검사내용: 과학적태도 검사, 과학적 문제해결력 검사, 아동인성검사, 교육과정 만족도 검사</li> <li>• 스팀교육처치: 스팀교육 받지 않음</li> </ul>

<그림 3> STEAM 교육에 의한 학생 변화 검사 방법

### 3.4 분석방법

본 연구에서는 검사 결과 분석을 위해 반복측정분산분석(Repeated measured ANOVA)을 실시하였다. 같은 피실험자들이 실험처치에 노출된 강도를 달리 할 때, 행동에 미치는 효과 검증시 반복측정 설계가 유일한 방안이며, 일원분산분석보다 통계적 검증력이 더 높다[1]. 본 연구 대상 학생들은 STEAM 교육을 받기 전, 받은 후, 다시 STEAM 교육을 받지 않은 후에도 STEAM 수업 처치에 노출의 경험이 다르므로 반복측정분석이 적절한 분석 방법이라 할 수 있다.

## 4. 연구 결과

### 4.1 과학적 문제 해결력 검사

<표 2>는 2년에 걸쳐 실시한 과학적 문제 해결력 검사 결과로서, 통계적으로 유의하였다. 그러나 <표 3>에 의하면 검사 시기에 따른 검사의 대비검정 결과는 1차와 2차 검사에서 통계적으로 유의미하지만, 1차와 3차 검사는 통계적으로 유의미하지 않았다. 이것은 STEAM 교육처치에 의해 과학적 문제 해결력이 향상되었지만 1년 후에는 STEAM 교육을 받기 전과 같은 수준이 되었음을 의미한다. <그림 4>은 이러한 평균의 변화를 보여 주고 있다. 결론적으로 STEAM 수업에 의해 향상된 결과가 STEAM 수업을 받지 못하게 되었을 때는 효과가 없어진다는 것을 보여 주고 있다.

<표 2> 과학적 문제 해결력 분석결과

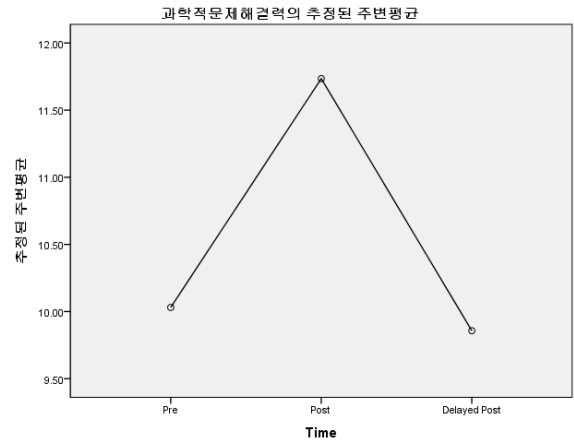
Time	평균	표준편차	F	유의확률
1차	10.0306	4.45008	5.10	.008*
2차	11.7347	4.37554		
3차	9.8571	3.66651		

p<0.5

<표 3> 대비검정 결과

Time	제 III 유형 제공합	자유도	평균 제공	F	유의 확률
1차 vs 2차	284.582	1	284.58	6.074	.015*
1차 vs 3차	2.949	1	2.949	.103	.748

p<0.5



<그림 4> 과학적 문제해결력의 평균 변화

### 4.2 과학적 태도 검사

2년에 걸쳐 실시한 과학적 태도 검사 결과가 <표 4>에 제시되어 있다. 통계적으로 유의미한 결과를 보여 준 영역은 과학 탐구에 대한 태도, 과학에 대한 흥미, 과학에 대한 취미 적 관심, 과학에 대한 직업적 관심이다. 통계적으로 유의미한 결과를 얻은 영역을 1차 검사에 대하여 대비 검정을 해 보았다.

<표4>과학적 태도 검사 분석 결과

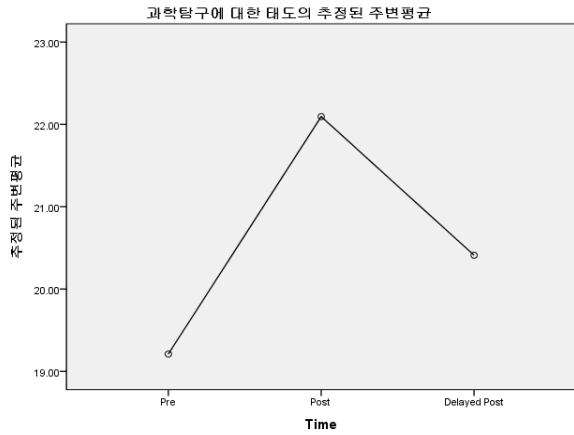
영역	시간	평균	표준편차	F	유의확률
과학탐구에 대한 태도	1차	19.21	4.01	17.980	.000*
	2차	22.09	2.55		
	3차	20.41	3.54		
과학에 대한 수용적 태도	1차	19.12	3.51	2.087	.127
	2차	20.11	3.08		
	3차	19.68	3.49		
과학에 대한 즐거움	1차	19.93	4.41	8.073	.001*
	2차	20.69	3.27		
	3차	18.36	4.84		
과학에 대한 취미적 관심	1차	16.3158	5.25167	4.305	.015*
	2차	17.7895	4.16902		
	3차	15.7579	5.15446		
과학에 대한 직업적 흥미	1차	14.6105	5.01	3.183	.044*
	2차	16.4842	4.64		
	3차	15.8105	5.36992		

p<0.5

먼저 과학 탐구에 대한 태도 영역을 살펴보면



<그림 5>에서 보듯이 3차 검사의 결과는 2차 검사에 비해 평균이 낮았지만 1차 검사에 비해서는 높았다.



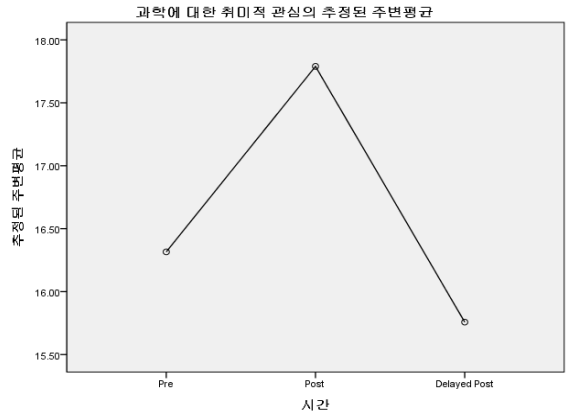
<그림 5> 과학탐구에 대한 태도 평균의 변화

<표 5>의 1차 검사에 대한 대비검정 결과를 보면 2차, 3차 검사 모두 1차 검사에 비해 통계적으로 향상된 결과를 보여 준다. 이는 STEAM 교육에 의해 향상된 과학적 탐구에 대한 태도는 STEAM 교육처치를 받지 못한 1년 후에도 유지된다는 것을 의미한다.

<표 5> 대비검정 결과

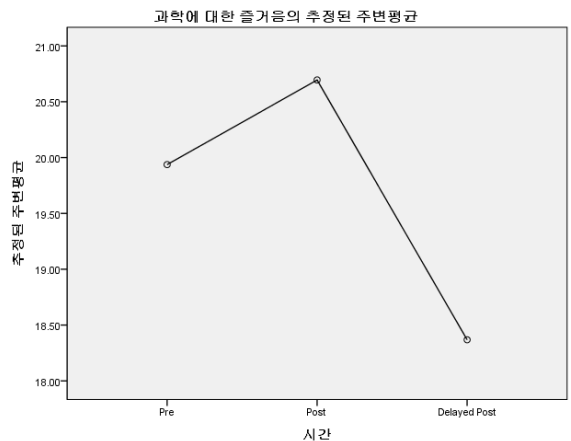
영역	시간	제 III 유형 제공 합	평균 제공	F	유의 확률
과학탐구에 대한 태도	2차 vs 1차	790.27	790.2	38.49	.000*
	3차 vs 1차	136.80	136.8	5.29	.024*
과학에 대한 수용적 태도	2차 vs 1차	54.56	54.56	1.91	.169
	3차 vs 1차	233.69	233.6	4.94	.029*
과학에 대한 즐거움	2차 vs 1차	54.56	54.56	1.917	.169
	3차 vs 1차	233.69	233.6	4.946	.029
과학에 대한 취미적 관심	2차 vs 1차	206.31	206.3	5.38	.022*
	3차 vs 1차	29.56	29.56	.504	.480
과학에 대한 직업적 흥미	2차 vs 1차	333.51	333.5	7.41	.008*
	3차 vs 1차	136.80	136.8	2.21	.140

자유도 : 1,  $p < 0.5$



<그림 6> 과학에 대한 취미적 관심의 평균 변화

그 밖에 의미 있는 결과를 얻은 과학에 대한 취미적 관심, 과학에 대한 직업적 관심의 영역에서는 <표 4>와 <그림 6>에 의하면 오히려 감소하였다는 것을 확인할 수 있다. <그림 7>은 과학에 대한 즐거움에 대한 평균 변화를 보여 준다. 이는 STEAM 수업에 의해 향상된 태도가 2년 전에 비해 오히려 감소하였다는 것을 의미한다.



<그림 7> 과학에 대한 즐거움에 대한 평균 변화

결론적으로 <표 5>의 대비검정 결과가 보여주듯 STEAM 수업처치에 의해 생긴 과학에 대한 취미적 관심과 과학에 대한 직업적 흥미가 STEAM 수업을 받지 못하게 되었을 때는 1차 검사와 차이가 없어졌다는 것을 보여 준다.

### 4.3 학생 인성 검사

<표 6>은 2년에 걸쳐 실시한 학생 인성 검사 결과로서, 공격적 행동 영역 이외에는 유의한 결과를 보여주는 것이 없었다. 그러나 이것은 향상

된 것이 아니라 <표 6>의 결과와 <표 7>의 대비검정 결과에서 보듯이 더 나빠진 것을 의미한다.

<표 6> 학생 인성검사 결과

영역	시간	평균	표준편차	F	유의 확률
관계형성의 어려움	1차	37.3789	7.29789	1.99	.139
	2차	39.3789	6.43160		
	3차	37.9789	6.54929		
신체적 어려움	1차	35.2000	7.34065	1.50	.225
	2차	37.0421	7.15618		
	3차	36.0526	6.72304		
주의력 결핍 과잉행동	1차	31.1579	6.50747	2.45	.089
	2차	33.1158	6.19001		
	3차	31.6000	6.08696		
공격적 행동	1차	24.5474	5.05874	3.13	<b>.046*</b>
	2차	25.9789	4.17434		
	3차	24.3263	4.93886		
부적절한 감정표현	1차	35.3684	4.58734	1.67	.190
	2차	36.1158	4.81766		
	3차	34.8105	5.24971		

p<0.5

<표 7> 대비검정 결과

영역	시간	제 III 유형 제공합	평균 제공	F	유의 확률
주의력 결핍 과잉행동	2차 vs 1차	364.16	364.16	4.131	<b>.045*</b>
	3차 vs 1차	18.56	18.56	.222	.638
공격적 행동	2차 vs 1차	194.695	194.695	3.878	.052
	3차 vs 1차	4.642	4.642	.086	.770

p<0.5

2012년에 STEAM 수업에 의해 향상된 결과를 얻은 주의력 결핍 과잉행동 역시 <표 7>에서 보듯이 3차 검사에서는 1차 검사와 차이가 없다는 결과를 얻었다. 결론적으로 학생 인성 검사 결과는 STEAM 수업에 의해 향상된 인성 향상은 STEAM 수업처치를 받지 못했을 때는 1차 검사와 차이가 없다는 것을 확인하였다.

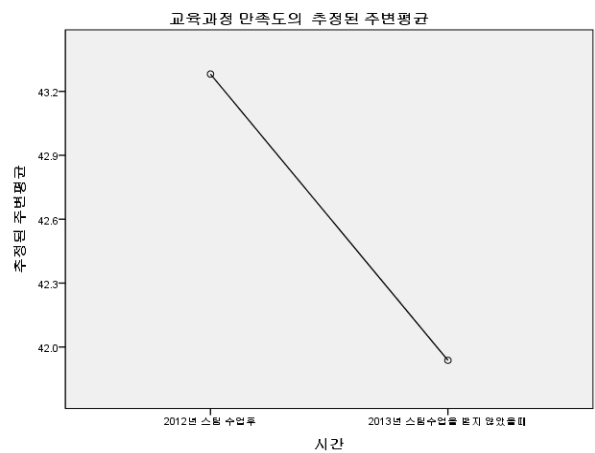
#### 4.4 교육과정 만족도 검사

<표 8>은 2년에 걸쳐 실시한 교육과정 만족도 검사 결과이다. 교육과정 만족도는 4학년 초에 실시하지 못해 2012년 STEAM 교육 후와 2013년 5학년 말에 실시한 결과를 분석하였다. <그림 8>에서 보듯이 평균은 감소하였다는 결과를 얻었으나, 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나왔다. 2012년 STEAM 수업 후에 검사 결과는 같은 문항으로 조사한 같은 학교 3, 5, 6 학년에 비해 통계적으로 만족도가 더 높다는 결과를 얻었다. 그러므로 2012년에 비해 2013년 조사결과가 차이가 없다는 것은 여전히 학교생활 만족도가 높다는 것을 의미한다.

<표 8> 교육과정 만족도 검사 결과

영역	평균	표준편차	F	유의 확률
만족도_2012	43.281	4.4431	2.607	.110
만족도_2013	41.9375	5.81072		

p<0.5



<그림 8> 교육과정 만족도 평균 변화

### 5. 결론

연구결과를 요약하면 2012년 4학년 STEAM 수업처치에 의해 향상된 과학적 문제해결력, 과학적 태도, 학생인성 등이 과학적 탐구에 대한 태도를 제외하고는 STEAM 교육전과 차이가 없다는 것이다. <표 1>에 제시된 학생들의 과학과 인성



에 대해 영향을 미치는 요소들 중에서 과학교과서와 지도서에 의해, 과학 전담교사가 담임 교사에 의해서 수업을 받는 환경이 크게 변했다고 보기는 어렵다. 그 이유 중에 하나는 학생들의 선생님과의 관계 및 수업상황에 대해 설문하는 학교 생활 만족도는 2012년에 비해 통계적으로 달라지지 않았다는 것이다. 또, 3년 동안 연구학교로 지정된다던가 하는 학교환경에 변화가 전혀 없었다. 그러므로 2013학년도의 과학 수업 환경은 2012년과 같은 평균적인 환경이라고 보아야 할 것이다. 3년 동안 담임교사들 역시 1명을 제외한 모든 교사들이 4년제 교대를 졸업한 교사에 의한 수업이라고 볼 때 평균적인 과학 수업환경을 가정하는 것은 타당하다고 볼 수 있다.

주목할 만한 것은 과학적 문제해결력의 변화이다. 연구대상학생들은 5학년이 되어 학생들의 과학적문제해결 수준이 스팀수업을 받기 전과 같은 상태가 되었다. 이것은 과학적문제해결력 검사를 구성하는 검사영역에서 원인을 찾을 수 있다. TIPSⅡ 검사의 영역은 변인의 확인 및 통제, 가설진술, 실험 설계, 그래프 및 데이터 해석, 조작적 정의이다. 스팀 수업에서는 학생들이 변인의 확인과 통제, 실험설계, 그래프 및 데이터 해석 등의 활동을 포함하고 있다. 그러나 5학년 교과서에 의해 이루어지는 과학 수업의 경우에는 이러한 영역과 직접적으로 관련된 활동이 부족하다는 것을 시사한다. 또 다른 관점에서는 학생들의 5학년 과학수업활동은 Hands On 하는 경험을 충분히 제공하지 못한다고 할 수 있다.

본 연구의 결과는 다음과 같은 점을 시사한다고 볼 수 있다.

첫째, 연구결과는 역설적으로 STEAM 수업 처치 효과를 보여 준다고 할 수 있다. 모든 검사 영역에서 STEAM 수업을 받지 못한 1년 동안 통계적으로 STEAM 수업을 받기 전으로 되돌아가거나 더 못해졌다는 결과를 볼 때 STEAM 수업이 학생들의 과학적 문제해결력, 과학적 태도, 인성에 영향을 미쳤다는 것을 반증한다고 볼 수 있다.

둘째, STEAM 교육을 학생들의 과학수업에 꾸준히 적용할 필요가 있다. 학생들은 5학년이 되어 평균적인 교사에 의해 기존의 방법대로 교과서와

지도서에 의해 교육을 받았다. 이러한 수업은 연구결과가 보여 주듯이 과학적 문제 해결력이나 과학적 태도, 학생들의 인성에 크게 영향을 미치지 못한다. 이러한 결과는 STEAM 교육이 왜 학교 현장에서 필요한가에 대한 실천적 증거라고 볼 수 있다.

셋째, 학생의 관심과 흥미와 연결된 학습경험은 오랫동안 유지된다. 본 연구는 2012년의 Hands on 센서에 기반한 STEAM 프로그램을 구안하여 적용하였다. 학생들의 생활에서 가져온 문제를 직접 센서를 만들어 해결하는 학습경험이 학생들에게 직접하는 실험에 대한 선호도, 즉 과학적 탐구에 대한 태도에 영향을 주었을 것으로 생각된다. 과학적 탐구에 대한 태도의 문항은 직접하는 과학실험에 대한 태도를 묻고 있다. 그러므로 STEAM 교육처치에 의해 Hands On 하는 즐거운 학습경험이 학생들에게 오랫동안 영향을 미쳤을 것으로 추론할 수 있다.

본 연구가 주는 주요한 시사점은 기존의 과학 교육 방법에 문제를 해결하기 위한 STEAM 교육 처치의 필요성을 역설적으로 지지하며, 학생들에게 즐거운 학습경험은 오랫동안 지속된다는 것이다. 이것은 이공계 기피 현상을 해결하기 위해서는 학교 현장에서 장기적인 계획을 세워 STEAM 교육을 적용해야 한다는 결론을 본 연구 결과에 근거하여 내릴 수 있다.

## 참 고 문 헌

- [1] 권대용. (2011). 사회과학 연구를 위한 통계방법, 학지사
- [2] 김기웅. (2009). 컴퓨팅 위기에 관한 소고. 정보과학회지, 27(2), 26-29.
- [3] 김갑수. (2009). 초·중등학교에서 컴퓨터 교육의 문제점과 필요성. 정보과학회지, 27(2), 34-42.
- [4] 김석희, 유현창. (2013). Hands on 센서 기반 고도화된 STEAM 교육 프로그램의 효과. 컴퓨터교육학회논문지, 16(3), 79-89.
- [5] 교육부·한국교육개발원 (2010). 교육정보화백서, 15
- [6] 교육과학기술부 (2010). [2011년 업무보고] 창

의인재와 선진과학기술로 여는 미래 대한민국, [[http://www.mest.go.kr/web/1142/ko/board /list.do?bbsId=195](http://www.mest.go.kr/web/1142/ko/board/list.do?bbsId=195)].

- [7] 교육부 · 한국교육개발원(2011). 교육정보화백서
- [8] 교육부 · 한국교육개발원(2012). 교육정보화백서
- [9] 교육부 · 한국과학창의재단 (2012). 손에 잡히는 스팀교육, pp9-10.
- [10] 백윤수, 박현주, 김영민, 노석구, 박종윤, 이주연, & 한혜숙. (2011). 우리나라 STEAM 교육의 방향. 학습자중심교과교육연구, 11(4), 149-171.
- [11] 장세정. (2004). "과학자 되고 싶다" 청소년 100명에 2명뿐, 중앙일보, from [http://article.joins.com/news/article/article.asp?Total\\_ID=307874](http://article.joins.com/news/article/article.asp?Total_ID=307874)
- [12] Committee on Conceptual Framework for the New K-12 Science Education Standards, National Research Council. A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas; The National Academies Press: Washington, DC, 2012.
- [13] Fraser, B. J., 1981. Test of science-related attitudes: Hand-book, Australian Council for Educational Research Macquarie University.
- [14] Kazeni.M.M.M.(2005). Development and Validation of a test of integrated science process skills for the future education and training learners. Retrieved from <http://upetd.up.ac.za/thesis/available/etd-04302008-145702/unrestricted/dissertation.pdf>.
- [15] Renninger, K.A. (2003). Effort and Interest. In J. Guthrie (Ed.), The Encyclopedia of Education (2nd ed., pp. 704-707). New York: Macmillan.
- [16] Tai, R.H., Liu, C.Q., Maltese, A.V., and Fan, X. (2006). Planning early for careers in science. Science, 312(5,777), 1,143-1,144.
- [17] Ormerod, M.B., and Duckworth, D. (1975). Pupils' Attitudes to Science. Atlantic Highlands, NJ: Humanities Press.
- [18] Stephenson, Chris; Valerie Barr (May

2011). "Defining Computational Thinking for K-12". CSTA Voice 7 (2): 3 - 4.

- [19] Wing, J. M. (2006). Computational thinking. Communications of the ACM, 49(3), 33-35.



### 김 석 희

1992 서울교육대학  
초등교육과(교육학학사)  
1997 고려대학교 전자공학과  
(공학학사)

- 2007 고려대학교 컴퓨터교육  
(교육학석사)
- 2013 고려대학교 컴퓨터 교육(이학박사)
- 2013 현재 호암초등학교 교사
- 관심분야: 컴퓨터교육, Physical Computing
- E-Mail: riemann@korea.ac.kr



### 유 현 창

1989 고려대학교 이과대학  
전산학과(이학사)  
1991 고려대학교 대학원  
컴퓨터학과(이학석사)  
1994 고려대학교 대학원

- 컴퓨터학과(이학박사)
- 1995 ~ 1998 서경대학교 이공대학  
컴퓨터공학과 조교수
- 1998 ~ 현재 고려대학교 컴퓨터교육과 교수
- 관심분야 : 분산 컴퓨팅, 클라우드 컴퓨팅
- E-Mail: yuhc@korea.ac.kr