

# Hands on 센서 기반 고도화된 STEAM 교육 프로그램의 효과

김석희<sup>†</sup> · 유현창<sup>††</sup>

## 요 약

과거 10년 동안 과학기술교육의 문제점 중에 하나는 학업성취에 비해 낮은 과학기술에 대한 학습동기와 흥미, 이공계 기피현상이다. 이를 극복하기 위한 해결책으로 등장한 것이 STEAM 교육이다. 그러나 학교 교육현장에서 STEAM 교육의 필요성과 가치를 드러낼 수 있는 다양한 실천적 연구가 부족하며, 기존의 STEAM 교육연구는 주로 학생들의 태도 변화에 초점을 맞추고 있다. 그래서 이 논문에서는 학교현장에서 첨단과학을 체험할 수 있는 직접 만드는(Hands on) 센서를 활용하는 STEAM 프로그램을 구안하여 초등학교 4학년 110명의 학생들에게 적용하고 그 효과를 연구하였다. 또한, STEAM 교육의 효과를 연구하기 위해 과학적 태도 검사, 아동 인성검사, 과학적 문제해결력 검사, 창의적 과학문제해결 검사, 교육과정 만족도 검사를 실시하였다. 그 결과 측정된 모든 영역에서 STEAM 교육처치에 의해 향상되었다는 것을 확인하였다.

**주제어** : Hands on 센서, Physical Computing, STEAM 교육

## Effect of STEAM Education Program Based on Hands on Sensor

SugHee kim<sup>†</sup> · Heonchang Yu<sup>††</sup>

## ABSTRACT

Over the past 10 years, STEAM education uprises to address student's low interest in and self-concept in comparison with their academic achievement in science, reacquaintance to enter schools of natural sciences or engineering. However, There is a paucity of empirical evidence revealing values and necessities of STEAM education in school. The purpose of this investigation is to develop steam education program making and using hands on sensor to experience new technology in school, to apply the program to 110 fourth graders, and to study the effect of the program. Pre- and post-test was used to measure level of student's scientific interest and attitude, scientific problem solving ability, scientific creative problem solving ability, personality test for children, satisfaction of school life. In conclusion, the result show that STEAM education improve every domain of the measurements.

**Keywords** : Hands on Sensor, Physical Computing, STEAM Education

---

† 정 회 원: 호암초등학교 교사  
 †† 종신회원: 고려대학교 교수(교신저자)  
 논문접수: 2013년 01월 05일, 심사완료: 2013년 03월 19일, 게재확정: 2013년 04월 20일  
 \* 이 연구는 2013학년도 고려대학교 사범대학 특별연구비 지원을 받아 수행되었음

## 1. 연구의 필요성 및 배경

과거 10년 동안 과학기술교육의 문제점으로 대두된 학업성취에 비해 낮은 과학기술에 대한 학습 동기와 흥미, 그리고 이공계 기피현상(PISA, 2003; TIMSS, 2007; 교육통계 서비스, <http://cesi.kedi.re.kr>)을 극복하고자 노력하였으나, 커다란 실효를 거두지 못하였다. 이에 교육과학기술부는 우리나라 국가 경쟁력의 자산인 미래 과학기술 발전을 주도할 창조적이고 융합적인 인재양성을 위해 초·중·등 교육 단계에서 STEAM(Science, Technology, Engineering, Art, & Music) 교육을 통하여 과학, 기술, 공학, 수학의 학습내용을 핵 역량 위주로 재구조화하여, 과목간 연계와 예술적 기법을 접목하는 정책을 제안하였다[2].

미국의 NRC(National Research Council)에서는 미국의 “과학교육과정”을 “과학공학교육과정”으로 개혁하였다. 과학공학교육과정에서는 “탐구(inquiry)”라는 용어 대신에 “실천(practices)”이라는 용어를 사용한다. 교육과정에 의하면 과학공학 실천이란 어떤 것을 해봄(Doing)으로써 어떤 것을 배우는(Learning) 것이며, 하는 것과 배우는 것을 구별할 수 없다. 사전적인 의미로 살펴보면 첫 번째로 실천(practices)이란 능숙하게 하기 위해 어떤 것을 반복해서 하는 것을 의미한다. 두 번째로, 실천하는 것을 의미한다. 즉 아는 것을 실제로 해 봄으로써 배우게(Learning) 된다. 즉 직접 실천하는(Hands on) 하는 경험을 강조하였다. 교육과학기술부 역시 융합인재교육프로그램의 개발 목표 중에 하나는 과학기술에 대한 흥미와 이해를 높일 수 있는 첨단과학과 생활 속의 기술에 예술적 수업기법을 적용하여 체험·탐구·실험 위주의 프로그램·콘텐츠를 개발하는 것이라 하였다.

Yakman(2008)은 STEAM 교육에서의 과학(S), 기술(T), 공학(E), 예술(A), 수학(M) 학문 분야에 대한 경계를 정의하였다. 그는 컴퓨터과학의 내용은 공학(E)에 속하고, 정보통신 기술의 내용은 기술(T)에 속한다고 하였다. 김종훈(2011) 또한 IT 기술은 융합인재 양성 교육에 중요한 수단 및 내

용이 될 수 있다고 하였다. 또한, 세계적인 수준의 IT 기반 환경을 고려할 때, 본 연구와 같은 IT 기반의 STEAM 프로그램의 연구개발이 필요하다고 할 수 있다.

그러나 이러한 융합적 인재양성의 필요성에도 불구하고 백운수(2011)에 의하면 창의적인 인재양성에 초점을 맞추고 있는 STEAM 교육에 대한 이해와 구체적인 청사진이 미흡하다고 지적하였다. 특히 그는 STEAM 교육에 관한 연구와 함께 이를 뒷받침 할 실천적인 연구가 절실히 필요하다고 하였으며, 기존 통합교육이 가지는 가장 큰 문제점은 통합이 가지는 가치에 대하여 구체적으로 밝히는 노력이 매우 부족하므로 학교교육현장에서 STEAM 교육의 필요성과 가치를 드러낼 수 있는 다양한 실천적 증거가 필요하다고 하였다. 이것은 STEAM 교육이 가지는 필요성 및 가치를 증명할 수 있는 학교현장에서의 실험적인 연구가 필요하다는 것을 의미한다.

이상의 논의가 의미하는 바는 국내의 환경에 비추어 첨단과학 중심의 STEAM 교육 콘텐츠를 학교 현장에 적용하고 그 효과에 대한 연구가 필요하다는 것을 시사하며, 앞서 논의한 STEAM 교육의 효과를 거두기 위해서는 학생들이 직접 체험(Hands on)하는 내용으로 구성해야 하며 IT 기술이 융합의 중요한 수단이 될 수 있다. 따라서 STEAM 교육의 필요성과 가치를 드러내기 위한 실천적인 증거제시를 위해 Hands On 센서로 기반의 STEAM 교육 프로그램을 제안하고 학생들에게 적용한 후 그 효과를 연구하고자 한다.

구체적인 연구 문제를 정하면 다음과 같다.

- (1) Hands on 센서 기반의 STEAM 교육 프로그램이 학생들의 과학적 태도에 어떤 영향을 미치는가?
- (2) Hands on 센서 기반의 STEAM 교육 프로그램이 학생들의 인성에 어떤 영향을 미치는가?
- (3) Hands on 센서 기반의 STEAM 교육 프로그램이 학생들의 과학적 문제 해결력에 어떤 영향을 미치는가?
- (4) Hands on 센서 기반의 STEAM 교육 프로그램이 학생들의 창의성에 어떤 영향을 미치는가?
- (5) Hands on 센서 기반의 STEAM 교육 프로그램이 학교 생활 만족에 영향을 미치는가?

## 2. 관련 연구

### 2.1 Physical computing 기반의 STEM 교육에 관한 연구

Igoe(2004)는 Physical Computing 이란 컴퓨팅으로 세상을 센싱하고 조정하는 것이라고 하였다. 그는 또한 Physical Computing은 인간과 디지털 세상과의 관계를 이해하는 창의적인 틀이라고 하였다. 실질적으로 이것은 센서에 입력되는 아날로그 입력을 프로그래밍으로 모터와 다양한 하드웨어를 제어하는 것으로 정의할 수 있다. Greenwold(2003)은 Physical Computing 은 인간과 실제의 사물과 공간을 조작할 수 있는 기계와 사람과의 상호작용이라고 정의하였다. 이러한 Physical Computing을 Papadimatos(2005)는 Computer, AR(augment reality), VR(virtual Reality)에 이은 4세대 Computing으로 정의하기도 하였다. Physical Computing은 미국에서 STEM 교육에 활용되고 있다. 그 중에서 미국 뉴욕의 폴리텍 연구소에서는 뉴욕시의 지원을 받아 NYU Poly 라는(<http://www.poly.edu/k12stem/framework>) 프로그램을 운영하는 K12 STEM Education 센터를 개설하여 학생들과 교사들에게 Physical Computing 기반의 프로그램을 학생들과 교사들에게 교육하고 있다. 또, NSF(National Science Foundation)에서 지원을 받아 개발된 “Physical Computing for teachers and students” 라는 STEM 교육 프로그램은 우수 교육 프로그램 상을 수상하기도 하였다[12].

### 2.2 STEAM 교육에 관한 연구

STEM은 미국과학재단(NSF)에서 과학(Science), 기술(Technology), 공학(Engineering), 수학(Mathematics)의 약칭으로 처음 사용 하였던 용어지만, 교육정책이나 교육 관련 연구에서 빈번하게 등장하면서 오늘날 전 세계적으로 과학교육 개혁의 핵심 키워드로 부각 되었다. John(2000)은 STEM 교육이 매우 중요한 부분을 놓치고 있다고 하였다. 그것은 창의력과 관련된 것으로

이것을 위해 예술(Arts)가 필요하다고 하였다. Maes(2010) 역시 과학, 기술, 공학, 수학의 융합의 결과가 개인의 창의성으로 발현되기 위해서는 반드시 예술과 인문학이 포함되어야 한다고 하였다. 그래서 STEAM에 예술(Arts)를 더한 STEAM 교육이 학생들의 낮은 과학학습에 대한 동기 유발과 이공계 기피 현상을 해결하기 위한 중요한 교육정책적 방향으로 제안되었다[2]. STEAM 교육을 위한 교수 학습 방법에 관한 연구로 Sanders(2009)는 STEM 교사를 위한 양성 프로그램에서 과학, 기술, 공학, 수학 분야의 개별적인 교육이 아니라 교과간의 상호 의사소통과 협력을 바탕으로 한 통합적인 접근이 중요하다고 강조하였다. 미국 기술공학교육자협회가 NASA와 미국 과학재단의 지원을 받아 개발한 “Learning By Design” 교육 프로그램은 기술과 공학의 내용 요소와 문제 해결과정을 중심으로 한 실제적인 문제 상황 중심의 과학, 수학 적용 프로그램을 개발하기도 하였다.

국내에서도 STEAM 교육을 위한 교수학습 모형으로 4C-STEAM 모형이 제안되었다[5]. 백운수에 의하면 4C-STEAM 교육은 창의적 설계와 감성적 체험을 통해 과학기술과 관련된 다양한 분야의 융합적 지식, 과정 본성에 대한 흥미와 이해를 높여 창의적이고 종합적으로 문제를 해결할 수 있는 융합적 소양(STEAM Literacy)을 갖춘 인재를 양성하는 교육이다. 이외에도 최정훈(2011)도 STEAM 교육을 위한 교수 학습모형을 제안하였다.

학교현장에 직접 적용한 연구를 살펴 보면 오정철(2012)는 스크래치를 기반으로 하여 6학년 과학교과에 적용할 수 있는 STEAM 프로그램을 적용하여 태도 변화를 연구하였다. 또, 신승용(2012)은 로봇을 활용하여 STEAM 프로그램을 초등학교생들에게 적용할 때 학습의 지속 요인을 분석하였다.

이상의 기존 연구가 시사하는 바는 STEAM 프로그램의 효과는 과학적 태도 또는 학습태도에 초점을 맞추고 있다. 그러므로 분석적 사고력을 요구하는 능력의 향상을 측정하는 연구가 필요하다는 시사점을 얻을 수 있다.

### 3. 연구의 절차 및 대상

우리나라의 STEAM 교육은 학생들의 낮은 과학 효능감, 자신감, 과학에 대한 흥미 등을 증진 시킴으로써 과학학습에 대한 동기유발을 목적으로 하고 있다[2]. 본 연구에서도 학생들의 과학에 대한 정의적 영역에 대한 변화를 중심으로, 4C-STEAM 교육에서 주장하는 과학창의력, 타인과의 소통과 관계, 타인에 대한 배려에 대한 태도 변화가 있는지 연구하였다. 더불어 본 연구자가 개발한 과학창의성 검사와 과학적 문제해결력 표

학태도흥미검사(TORSA)와 인성검사만 실시하였다[11]. 사후검사에서는 사전검사에 실시하지 않은 교육과정 만족도 검사를 실시하였다. 이 검사를 통해 STEAM 교육을 받은 4학년 학생들의 교육과정 만족도가 STEAM 교육을 받지 않은 3, 5, 6학년과 어떤 차이가 있는지 검사해 보았다. 교육처치 시간은 한번에 2시간씩 이루어 졌으며, 같은 교실, 같은 교사에 의해 수업이 진행되었다. 수업은 한 달에 2회 4시간씩 과학수업시간을 이용하여 이루어졌다. 모든 수업은 녹화하였고, 동학년 교사들에게 공개되었다.

<표 1> 연구 과정

과정 내용 시기	사전검사	교육처치	사후 검사
	4월	4~11월	11월 말
대상	<ul style="list-style-type: none"> <li>교육처치를 받는 4학년 110명</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>4학년 110명</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>교육처치를 받는 4학년 110명</li> <li>효과 비교를 위한 경기도내 2개 학교 4학년 120명</li> </ul>
내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>과학태도 및 흥미 검사(TORSA)</li> <li>심리검사(아동 정서·행동 문제 검사)</li> <li>과학적 문제 해결력 검사(TIPS II)</li> <li>과학창의성 검사</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hands on 센서를 활용한 STEAM 교육 프로그램 20차시</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>과학태도 및 흥미 검사(TORSA)</li> <li>심리검사(아동 정서·행동 문제 검사)</li> <li>과학적 문제 해결력 검사(TIPS II)</li> <li>과학창의성 검사</li> <li>교육과정만족도 검사</li> </ul>

준검사를 실시하였다[9][13]. <표 1>은 본 연구의 절차를 나타낸다. 4월에 사전검사 후에 8개월 동안 110 명을 대상으로 20차시의 교육처치를 실시하였다. 그 후에 11월 말에 사후검사를 실시하였다. 사후 검사 결과의 비교를 위해 교육처치를 받은 110명과 비교 집단으로 경기도내 2교 학교 120명 학생들에게 과학 태도·흥미검사, 인성검사를 실시하였다. 검사 실시의 어려움으로 비교집단에 실시한 검사는 온라인으로 실시할 수 있는 과

연구의 대상은 도시 학교 4학년 110명의 학생들이다. 이 학생들은 이전에 STEAM 교육을 받은 경험이 없다. 사후검사에서 비교 집단의 학생들은 같은 도시의 이웃학교 4학년 120여명이다. 이 학생들은 STEAM 교육을 받지 않고 교과서에 의해 과학 수업을 받는 학생들이다. STEAM 교육을 받은 학생과 받지 않는 학생들의 전체 과학 수업 시수의 차이는 없다.

<표 2> 본 연구에서 적용하는 수업 모형

수업단계	수업전략
상황제시에 의한 자기문제 결정	<ul style="list-style-type: none"> <li>상황과 관련지어 호기심을 가지고 주변 환경과 관련지어 정보 탐색</li> <li>의문을 제기 · 탐구 문제를 결정</li> </ul>
창의적 설계	<ul style="list-style-type: none"> <li>협력에 기반 하여 문제 해결 방법을 모색</li> <li>문제 해결에 필요한 해결책을 구안</li> <li>문제해결을 위한 기술적, 공학적 설계 활동 전개</li> <li>해결책에 기반 한 창의적 학습 결과물 제작</li> </ul>
감성적 체험	<ul style="list-style-type: none"> <li>창의적 학습 결과물을 공유를 통한 칭찬, 격려 등을 경험</li> <li>감성적 체험을 바탕으로 하여 다시 창의적 산출물 제작</li> </ul>

#### 4. STEAM 교육 처치

본 연구의 STEAM 수업 처치를 위해 학생들의 과학기술공학에 대한 흥미와 동기유발의 극대화 및 창의·인성 교육을 포함한 한국형 융합인재 교육 유형으로 제안하고 있는 4C-STEAM 모형을 적용하였다. <표 2>는 본 연구에서 적용하는 4C-수업 모형의 수업단계와 수업전략이다. 특히 창의적 설계 단계에서 협력을 기반으로 하는 해결방안 모색을 위해 수업 활동은 2명 모둠을 이루어 학습활동을 하도록 하였다. 또, 감성적 체험을 위해 학생 학습활동지에 모둠 원 끼리 협력한 사례를 발표하도록 하였다.

20여 차시의 수업은 3~6학년 과학과 교육내용을 4학년 수준에 맞추어 재구성한다. 연구진에 의해 재구성된 교육내용은 다른 교사들에 의해 검토를 받았다. <표 3>에 본 연구에서 재구성한 수업주제를 제시하였다.



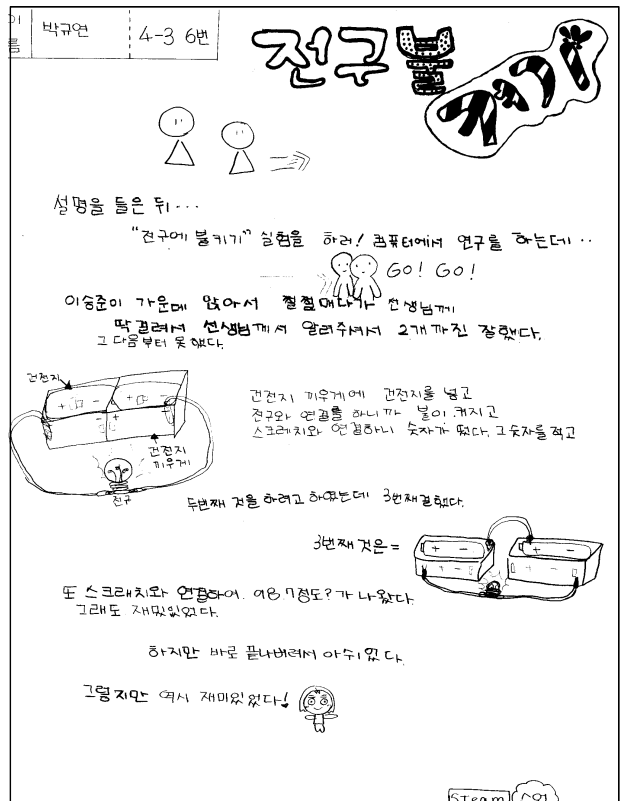
<그림 1> 학생들이 직접 만드는 센서



<그림 2>센서 입력값에 따른 스크래치 프로그래밍

본 연구의 프로그램 적용을 위한 환경은 <그림 1>, <그림 2>와 같다. 학생들은 손쉽게 구할 수 있는 재료를 이용하여 Hands on 센서를 만든다. 제작한 센서를 <그림 1>의 센서 입력보드에 연결하고 <그림 2>처럼 프로그래밍을 통해 센서 입력 값에 따라 <표 3>의 학습활동을 하였다. 센서 입력 값에 따른 프로그래밍은 기초 지식 없이 초등학교들도 쉽게 프로그래밍할 수 있는 툴인 스크래치(<http://scratch.mit.edu>)를 기반으로 하였다. 본 프로그램에서 핵심적인 부분은 학생들이 센서의 입력값을 프로그래밍하여 결과를 다양한 표현 방법 소리, 그림, 애니메이션 등으로 표현하는 부분이다. <표 3>에서 기술(technology)은 본 연구의 프로그램과 관련 있는 기술 요소이다. 공학(engineering)은 학생들이 직접 기술적인 요소의

제작과 설계, 그리고 프로그래밍적인 요소이다. 예술적인 요소는 미술과 음악적인 내용이다. <그림 3>에 STEAM 수업 처치의 이해를 돕기 위해 정성평가를 위해 작성한 학생 소감문중 하나를 제시한다.



<그림 3> STEAM 수업 소감문

#### 5. 효과 측정 도구

본 연구에서는 효과를 측정하기 위해 과학에 대한 태도·흥미, 과학적 문제 해결력, 아동 인성검사, 창의적 과학문제해결력 검사, 교육과정 만족도 등을 검사하였다.

과학에 관련된 태도를 측정할 수 있는 타당성 있는 도구로 본 연구에서는 TOSRA(Test of Science-Related Attitudes, Fraser)을 번역하여 사용한다[11]. TOSRA는 장기간에 걸친 연구과정을 거쳐서 개발되었으며 70개의 문항으로 이루어진 포괄적인 평가 도구이다. TOSRA는 과학에 관련된 7개의 하위 영역별 각 10문항씩 총 70개의 문항으로 이루어져 있으며, 그 하위 영역은 과학

의 사회적 함의, 과학자의 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 4학년 수준에 맞추어 5개 영

감성적인 체험이 학생들의 인성에 영향을 미치는지 알아보고자 한다. 4C-STEAM 모형에 의하면 감성적 체험은 지금까지 교육현장에서 당연하다고 여겨 외면하거나 배제하였던 인성교육의 요소들을 교육의 장으로 끌어 들여 적극적으로 수업

<표 3> 주제별 융합 요소

주제	Science (과학)	Technology (기술)	Engineering (공학)	Mathematics (수학)	Art (예술)
소리로 움직여 보아요!	소리를 표현하고 느껴 보기	소리 센서	소리로 움직이는 객체 프로그래밍 하기	수의 크기 비교	아바타 그리기
소리로 내 모습 변화 시켜 보아요!	소리를 표현하고 느껴 보기	소리 센서	소리로 그림효과 프로그래밍하기	수의 크기 비교	아바타 그리기
모양이 바뀌는 것들	물의 상태 변화	소리 센서	소리로 변화는 에니메이션 프로그래밍 하기	수의 크기 비교, 논리연산	물의 상태 변화를 그림으로 표현하기
식물의 한 살이를 재미있게 표현해 보아요.	식물의 한살이	소리 센서	소리로 변화는 에니메이션 프로그래밍 하기	수의 크기 비교, 논리연산	식물의 한 살이 사진 변형하기
전기의 연결에 따른 밝기의 변화	빛 전기회로	빛 센서	빛 센서 만들기 빛 센서로 측하는 프로그래밍 하기	소수 표현 및 크기 비교	
전구의 연결에 따른 밝기의 변화	빛 전기회로	빛 센서	빛 센서 만들기 빛 센서로 측하는 프로그래밍 하기	소수 표현 및 크기 비교	
색깔과 밝기의 관계 알기	빛 전기 회로	LED 빛센서	빛 센서 만들기 빛 센서로 측하는 프로그래밍 하기	소수 표현 및 크기 비교	
전기가 흐르는 물질을 알아보고 전자 약기를 만들어 보아요	우리 주위의 물질 전기회로	전기 센서 전도성 페인트	전기 센서 만들기 전기센서로 약기 만드는 프로그래밍	소수 표현, 수의 크기 비교, 논리연산	약기를 만들어 합주해 보기
어떤 사람의 손가락의 힘이 센지 알아 보아요.	무게 재기	압력센서 전도성 스펀지	빛 센서 만들기 빛 센서로 측하는 프로그래밍 하기	막대그래프 소수	
우리 몸에서 가장 온도가 높은 곳이 어디까요?	열전달과 우리 생활	열센서	빛 센서 만들기 빛 센서로 측하는 프로그래밍 하기	막대그래프 소수	

역을 선택하였다.

TOSRA는 여러 연구에서 그 신뢰성으로 인해 많이 사용되고 있으며 개인, 학생, 집단의 과학에 관련된 태도에 대한 정보를 수집하는데 적합하다고 알려져 있다. TOSRA 검사는 하위영역이 독립적이어서 각 영역별로도 실시할 수 있다. 본 연구에서는 연구진의 검토를 통해 초등학교 4학년 수준에 맞는 영역과 문항을 선정하였다. 이검사의 Cronbach  $\alpha$  값의 평균은 0.82 이다. 본 연구에서는 하위영역별로 프로그램 처치에 대한 결과를 비교하였다.

수업 처치에 의해 학생들의 심리 상태의 변화를 알아보기 위해 아동 심리검사를 실시한다. 이 검사를 통해 4C-STEAM 모형에서 주장하는 대로

장면에 포함하고자 하는 노력에서 비롯되었다. 그러므로 4C-STEAM 모형에 의한 수업에 의해 학생들의 정신적인 측면에서 어떤 변화가 있을 것으로 예상된다. 그래서 본 연구에서는 아동의 정서·행동 문제 자기보고형 평정척도를 이용하여 아동들의 인성적인 변화를 측정하고자 한다[7]. 이 검사의 Cronbach  $\alpha$  값은 0.91 이다.

TIPS II는 과학적 문제해결력을 검사하는 테스트이다[13]. TIPS II의 검사 영역은 변인의 확인 및 통제, 가설진술, 실험 설계, 그래프 및 데이터 해석, 조작적 정의 등이다. 이 검사를 통해 STEAM 교육처치에 의한 학생들의 과학적 문제 해결의 변화를 측정해 보았다.

본 연구에서는 학생들의 과학분야 창의성을 측

정하기 위해 본 연구자가 개발한 과학창의성 검사지를 활용하고자 한다[19]. 이 검사는 유창성, 민감성, 독창성, 융통성, 전문가합의 창의성 등의 하위영역을 검사할 수 있다.

유창성 채점 방법은 ‘주어진 시간 안에 적절한 아이디어를 얼마나 많이 산출하였는가?’ 를 채점하며 비논리적이고 점수를 높이기 위한 기이한 답변은 아이디어에서 제외한다. 정교성 채점 방법은 ‘아이디어의 가치를 높이기 위해 얼마나 세밀하게 표현하였는가?’ 를 채점하며 아이디어에 부가된 그림, 글 같은 것을 세어 점수화한다. 민감성 채점 방법은 ‘방법 설명에 얼마나 환경의 차이를 반영하였는가?’ 를 채점하며 학생이 답변한 아이디어에서 얼마나 문제에 나타난 환경의 차이를 반영하였는가를 세어 점수화한다. 개방성 채점 방법은 ‘주변의 문제에 민감하게 반응하여 새로운 영역을 탐색하였는가?’ 를 채점하며 학생이 답변한 아이디어가 얼마나 고정관념을 탈피한 아이디어의 개수를 세어 점수화한다. 융통성 채점 방법은 ‘아이디어 설명에 얼마나 다양한 관점의 아이디어를 사용하였는가?’ 를 평가한다. 아이디어에 포함된 범주화된 하나의 도구, 순서, 원리 등을 각각 아이디어로 세어 점수화한다. 독창성의 채점 방법은 ‘얼마나 다른 사람이 생각하지 못한 아이디어를 만들어 냈는가?’를 평가하며 학생들이 답한 방법을 요약하여 표로 만들어 빈도수를 기록하여 백분율에 따라 점수를 부여한다. 전문가 합의 채점 방법은 ‘전문가집단이 합의하여 새롭고 적절한 창의적인 아이디어라고 평가하였는가?’ 를 채점하며 학생의 발명품에 대해 2명의 과학교사들이 자신의 전문적인 판단으로 창의적 점수를 부여하고, 평균을 낸다.

본 연구에서는 STEAM 교육 처치를 받은 연구 대상 학년인 4학년의 교육과정 만족도를 조사하기 위해 STEAM 교육처치를 받지 않은 같은 학교의 3, 5, 6학년과 교육과정 만족도를 비교 검사해 보았다. 교육과정 만족도는 9개의 문항으로 전반적인 학교교육과정 만족도를 자기 평가를 통해 평가하도록 한다. 교육과정만족도 조사는 1년간 학생들의 학교교육과정 만족도를 조사하는 것이며, 사후검사와 같은 시기에 이루어졌다.

## 6. 연구결과

### 6.1 과학에 대한 흥미·태도 검사

학생들의 과학에 대한 태도변화를 분석하기 위해 ANOVA(Analysis of variance) 분석을 실시하였다.

<표 4> STEAM 수업 처치 대상자의 과학 흥미·태도 사전, 사후 검사 통계 분석 결과

영역	시기	N	평균	표준편차	F	유의확률
탐구에 대한태도	사전	101	18.87	4.25	40.71	0.00*
	사후	95	22.09	2.55		
과학적 수용태도	사전	101	19.00	3.76	5.11	0.02*
	사후	95	20.11	3.08		
과학수업에 대한 즐거움	사전	101	19.58	4.61	3.73	0.05
	사후	95	20.69	3.27		
과학에 대한 취미적 관심	사전	101	16.18	5.26	5.52	0.01*
	사후	95	17.78	4.16		
과학에 대한 직업적 흥미	사전	101	14.55	5.0269	7.77	0.00*
	사후	95	16.48	4.63		

\* $p < .05$

<표 4>는 과학탐구에 대한 태도, 과학적 태도에 대한 수용, 과학에 대한 취미적 관심, 과학자에 대한 직업적 흥미 등에서 통계적으로 유의하게 향상된 결과를 보여 준다. 과학 수업에 대한 즐거움은 평균은 향상 되었으나 통계적으로 유의하지 않는 것으로 나타났다. 결과의 객관성을 높이기 위해 다른 학교 4학년 학생들과 동시에 실시한 사후 검사 결과가 <표 5>와 <표 6>에 제시되어 있다. 이 검사는 사후검사와 같은 시기에 STEAM 그룹과 비교 집단 4학년 2개 학교 학생들과 동시에 실시되었다. 집단 간의 비교분석은 STEAM 그룹의 사전, 사후 검사에서 통계적으로 유의하게 향상된 항목만을 분석하였다. 분석결과는 모든 영역에서 평균이 높은 것으로 나타났고, ANOVA 결과 역시 집단 간의 차이가 있다는 결과를 얻었다. 집단 간의 차이가 있는 경우에 차이를 구체적으로 비교하기 위해 본 연구에서는 사후 분석으로 TURKEY HSD 분석을 실시하였다.

<표 5> 과학 흥미·태도 그룹 간 비교

영역		STEAM 그룹 (N=95)	비교 집단 A (N=60)	비교 집단 B (N=61)	F	유의 확률
과학 탐구	평균	22.09	16.23	20.11	75.17	<b>0.00*</b>
	편차	2.55	2.46	3.70		
과학적수용태도	평균	20.11	16.48	18.08	24.37	<b>0.00*</b>
	편차	3.08	3.92	3.92		
과학에 대한 취미적 관심	평균	17.78	13.15	15.44	20.29	<b>0.00*</b>
	편차	4.16	4.55	4.76		
과학에 대한 직업적 흥미	평균	16.48	14.45	14.34	5.26	<b>0.00*</b>
	편차	4.63	4.92	4.55		

\* $p < .05$

<표 6>에 의하면 모든 영역에서 STEAM 그룹 수업 처치 후 대상자의 사전, 사후 검사 통계 분석 결과와 일치하는 결과를 얻었다.

<표 6> STEAM 그룹에 대한 비교 집단의 과학 흥미·태도 그룹 간 사후 분석

영역	유의 확률
과학탐구	비교집단 A <b>0.0000*</b>
	비교집단 B <b>0.0001*</b>
과학적수용태도	비교집단 A <b>0.0000*</b>
	비교집단 B <b>0.0004*</b>
과학에 대한 취미적 관심	비교집단 A <b>0.0000*</b>
	비교집단 B <b>0.0043*</b>
과학에 대한 직업적 흥미	비교집단 A <b>0.0251*</b>
	비교집단 B <b>0.0165*</b>

\* $p < .05$

즉, STEAM그룹의 학생들은 STEAM 교육에 의해 또래 집단에 비해 과학에 대한 흥미·태도가 향상되었다는 것을 보여 준다.

결론적으로 과학탐구에 대한 태도, 과학적에 대한 수용, 과학에 대한 취미적 관심, 과학자에 대한 직업적 흥미가 STEAM 수업처치 후에 향상되었음을 보여주고 있다.

## 6.2 심리검사

본 연구의 4C-STEAM 수업 모형은 감성적 체험을 강조한다. 이는 학생들의 인성 교육을 위한 것이다[5]. 그래서 본 연구에서는 STEAM 그룹에 프로그램 처치 전후에 아동 심리 검사 실시하였

다. <표 7>은 STEAM 그룹의 사전, 사후 인성 검사를 통계 분석한 결과이다. 분석 결과 STEAM 그룹은 교육처치에 의해 관계형성의 어려움, 주의력 결핍행동, 공격행동, 부적절한 감정 표현 등이 향상되었다.

<표 7> STEAM 수업 처치 대상자의 사전, 사후 검사 통계 분석 결과

영역	시기	N	평균	분산	F	유의 확률
관계형성의 어려움	사전	101	37.31	7.215	4.60	<b>0.03*</b>
	사후	95	39.37	6.43		
신체증상	사전	101	35.03	7.36	3.86	0.0
	사후	95	37.04	7.15		
주의력 결핍과잉 행동	사전	101	30.99	6.62	5.55	<b>0.01*</b>
	사후	95	33.11	6.19		
공격 행동	사전	101	24.45	5.20	5.25	<b>0.02*</b>
	사후	95	25.97	4.17		
부적절한 감정표현	사전	101	35.43	4.54	1.08	<b>0.29*</b>
	사후	95	36.11	4.81		

\* $p < .05$

<표 8> 아동 인성 검사 비교 기술 통계

영역	STEAM 그룹 (N=95)		비교집단 A(N=60)	비교집단 B (N=61)	F	유의 확률
	평균	편차				
관계형성의 어려움	39.37	6.43	36.80	35.96	6.97	<b>0.00*</b>
	33.11	6.19	32.45	30.803		
주의력 결핍과잉 행동	30.99	6.19	32.45	30.803	2.96	0.05
	33.11	6.19	4.94	6.038		
공격 행동	25.97	4.17	24.43	23.77	5.29	<b>0.00*</b>
	36.11	4.81	34.06	33.73		
부적절한 감정표현	36.11	4.81	34.06	33.73	5.56	<b>0.00*</b>
	4.81	4.17	5.55			

\* $p < .05$

<표 9> 사후 인성검사 그룹 간 ANOVA 및 사후분석 결과

영역	유의 확률
관계형성의 어려움	비교집단 A <b>0.026*</b>
	비교집단 B <b>0.002*</b>
주의력결핍 과잉행동	비교집단 A 0.768
	비교집단 B 0.043
공격행동	비교집단 A 0.082
	비교집단 B <b>0.006*</b>
부적절한 감정표현	비교집단 A <b>0.031*</b>
	비교집단 B <b>0.009*</b>

\* $p < .05$



<표 8>과 <표 9>는 STEAM 교육을 받지 않은 다른 학교 4학년 학생들과 사후 검사 결과를 비교한 결과이다. 결과에 의하면 STEAM 그룹의 사전, 사후 검사에서 통계적으로 유의미한 3개 영역 중에서 관계형성의 어려움과 부적절한 감정표현의 감소 등 2개 영역에서 유의미한 결과를 보여 주었다. <표 8>에서 유의미하게 나타난 공격행동의 감소의 경우에는 두 집단 모두와 통계적으로 유의미하지 않은 것으로 나타났다. 결론적으로 <표 8>과 <표 9>에 의해 STEAM 교육처치는 학생들의 다른 사람과의 관계 형성에 도움을 주고 부적절한 감정표현 자제에 도움을 준다는 결과를 얻었다.

### 6.3 과학적 문제 해결력 검사

STEAM 교육처치 후, 과학적 문제해결력의 변화를 알아보기 위해 STEAM 그룹 학생들에게 프로그램 사전, 사후 검사결과에 대한 ANOVA 분석을 실시하였다. <표 10>의 결과에 의하면 STEAM 교육처치에 의해 학생들의 과학적 문제 해결력이 향상되었다는 결론을 내릴 수 있다.

<표 10> STEAM 그룹 학생들의 과학적 문제 해결력 검사 결과

시기	N	평균	분산	F	유의확률
사전검사	101	10.08	4.41	7.04	0.00*
사후검사	95	11.73	4.37		

\* $p < .05$

### 6.4 과학창의성 검사 결과

STEAM 교육처치 후에 학생들의 과학창의성의 변화를 알아보기 위해 STEAM 그룹 학생들에게 프로그램 사전, 사후 검사결과에 대한 ANOVA 분석을 실시하였다. <표 11>의 STEAM 수업 처치 대상자의 사전, 사후 검사 통계 분석결과에 의하면 STEAM 교육처치에 의해 학생들의 과학창의성의 모든 영역 유창성, 정교성, 융통성, 민감성, 개방성, 독창성, 전문가 합의 영역에서 창의성이 향상되었다는 결과를 얻을 수 있었다.

<표 11> STEAM 그룹 학생들의 과학창의성 검사 결과 분석

영역	검사 시기	N	평균	분산	F	유의확률
유창성	사전	101	7.54	2.47	26.40	0.000*
	사후	95	9.46	2.85		
정교성	사전	101	1.69	1.11	134.64	0.000*
	사후	95	3.85	1.51		
융통성	사전	101	1.76	1.11	10.28	0.002*
	사후	95	2.28	1.20		
민감성	사전	101	1.27	0.97	0.90	0.342
	사후	95	1.15	0.70		
개방성	사전	101	0.49	0.64	285.61	0.000*
	사후	95	2.90	1.29		
독창성	사전	101	1.92	1.35	31.23	0.000*
	사후	95	3.06	1.57		
전문가 합의	사전	101	1.27	0.61	106.72	0.000*
	사후	95	2.68	1.24		

\* $p < .05$

### 6.5 교육과정만족도 결과

STEAM 교육처치가 학생들의 학교생활에 어떤 영향을 미치는지 알아보기 위해 교육과정 만족도를 사후 검사와 같은 시기에 조사하였다. 만족도 조사는 STEAM 교육처치를 받은 4학년 학생들과 같은 학교에 다니는 3~6학년 학생들을 대상으로 이루어져 있다. <표 12>는 교육과정 만족도 결과이다. <표 12>의 결과에 의하면 STEAM 적용학년의 만족도 평균이 가장 높았고, 통계적으로도 유의미 하였다. <표 13>의 Tukey HSD에 의한 사후분석 결과 역시 STEAM 적용학년의 만족도가 가장 높다는 것을 지지하였다. 결론적으로 STEAM 교육처치가 학생들의 학교생활의 만족도에 좋은 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

<표 12> STEAM 교육 적용학년과 다른 학년의 교육과정 만족도 결과 비교

학년	N	평균	표준편차	F	유의확률
3학년	104	40.69	6.343	14.25	0.00*
4학년 (STEAM 적용학년)	104	43.25	4.57		
5학년	111	38.15	6.02		
6학년	104	40.51	5.73		

\* $p < .05$

<표 13> STEAM 교육 적용학년과 다른 학년의 교육과정 만족도 결과 사후 비교

그룹	그룹간	평균차 (I-J)	표준오차	유의확률
4학년 (STEAM 적용학년)	3학년	2.55	0.792	0.007*
	5학년	5.09	0.780	0.000*
	6학년	2.73	0.792	0.003*

\* $p < .05$

## 7. 결론 및 논의

본 연구의 평가는 교육처치 집단과 STEAM 교육을 받지 않은 다른 학교의 같은 학년 학생들과 비교 연구를 진행하였다. 먼저, 학생들의 과학에 대한 흥미·태도 변화에 대한 연구 결과에 의하면 과학탐구에 대한 태도, 과학적 태도에 대한 수용, 과학에 대한 취미적 관심, 과학자에 대한 직업적 흥미가 향상되었다. 통계적으로 유의미하게 결과를 얻지 못한 과학 수업에 대한 흥미는 사전, 사후검사의 통계 분석 결과 유의미하지 않은 것으로 나타났지만, 사후검사에 의한 다른 학교 같은 학년과의 비교에서는 통계적으로 유의미한 결과를 얻었다. 이는 기본적으로 연구 집단의 과학 수업에 대한 흥미가 높은 것으로 생각할 수 있다.

또, STEAM 교육이 학생들의 인성에도 영향을 미친다는 결론을 얻었다. 연구 결과 STEAM 교육에 의해 5가지 심리검사 영역 중에서 학생들의 사회적 관계 형성에 어려움이 감소될 수 있고, 부적절한 감정표현 역시 감소된다는 것을 보여 주고 있다. 이것은 4C-STEAM 수업 모형에서 주장하는 바를 지지한다고 할 수 있다. 이러한 결과에 의해 STEAM 교육이 현재 우리나라에서 사회 문제가 되고 있는 학교 폭력을 비롯한 학생들의 인성교육에 도움이 될 수 있음을 시사한다고 할 수 있다. 이것은 수업 참관 교사들과의 인터뷰에서도 확인할 수 있었다.

본 연구의 STEAM 교육 프로그램은 학생들의 과학적 문제해결력과 과학 창의성에도 영향을 준다는 결과를 얻었다. 이러한 결과는 기존의 ICT 기반 STEAM 프로그램이 주로 학생들의 태도 변화에 초점을 맞춘 것에 비해 분석적인 사고력을 측정하기 위해 실시하였다. 그러나 이 결과는 비

교집단과의 비교 분석이 이루어지지 못해 자연적 성숙에 의한 효과와 구분하기 어려운 제한점을 포함하고 있다. 이것은 후속 연구를 통해 해결해야 할 것이다.

본 연구의 Hands on 센서를 활용한 STEAM 교육 프로그램은 학생들의 학교생활 만족도에 영향을 주었다. STEAM 교육을 받은 4학년은 그렇지 않은 3, 5, 6 학년 모두와 통계적으로 유의미하게 학교생활 만족도가 높은 결과를 얻었는데, STEAM 교육이 학생들의 학교생활에 도움을 줄 수 있다는 결론을 내릴 수 있다.

본 연구의 제한점은 과학적 문제해결력 검사와 과학 창의성검사를 비교집단에게 실시하지 못한 것이다. 비록 본 연구에서는 위의 두 영역에서 통계적으로 유의미한 결과를 얻었지만 비교집단에게도 같은 검사를 실시하여 결과를 비교하였다면 자연적 성숙과 구별할 수 있을 것이다. 후속 연구를 통해 이러한 문제를 해결할 수 있을 것이다.

## 참고 문헌

- [1] 김종훈. (2011). 융합형 인재 양성을 위한 IT 기반 STEAM 교수·학습 방안 연구. 水産海洋教育研究, 23(3).
- [2] 교육과학기술부(2010). [2011년 업무보고] 창의인재와 선진과학기술로 여는 미래 대한민국.
- [3] 교육과학기술부(2011). 과학 교과서 & 지도서(6-2). 금성출판사.
- [4] 교육과학기술부(2010). 창의·인성교육 강화. <http://www.mest.go.kr/web/1105/ko/board/view.do?bbsId=147&boardSeq=17445>
- [5] 백운수, 박현주, 김영민, 노석구, 박종윤, 이주연, & 한혜숙. (2011). 우리나라 STEAM 교육의 방향. 학습자중심교과교육연구, 11(4), 149-171.
- [6] 신승용. (2012). 로봇 활용 STEAM 교육에 참가한 초등학생들의 학습 지속 요인 분석, Vol 15, NO5, 11~22
- [7] 조봉환, 임경희, (2003), 아동의 정서·행동문제 자기 보고형 평정척도 개발 및 타당화 연구, 한국심리학회지:상담 및 치료, Vol 15, No3, 729~746

[8] 오정철, 이지훤, 김정아, & 김종훈. (2012). 스크래치를 활용한 STEAM 기반 교육프로그램 개발 및 적용, 한국컴퓨터교육학회, Vol 15, NO3, 11~23.

[9] 한국과학창의재단 (2011). 과학교육의 새로운 혁명 STEAM 교육. 융합인재교육(STEAM) 설명회 자료집.

[10] 최정훈(2011). 융합을 기반으로 하는 STEAM 교육이란? (상)(하), 월간 과학창의

[11] Fraser, B. J., 1981. Test of science-related attitudes: Hand-book, Australian Council for Educational Research Macquarie University.

[12] John, T.(2010), STEM to STEAM - recognizing the value of creative skills in the competitive debate.  
[[http://www.huffingtonpost.com/john-tarnoff/stem-to-steam-recognizing\\_b\\_756519.html](http://www.huffingtonpost.com/john-tarnoff/stem-to-steam-recognizing_b_756519.html)].

[13] 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>.

[14] Igoe, Tom; O'Sullivan, Dan (2004). Physical Computing: Sensing and Controlling the Physical World with Computers. Premier Press

[15] Mae, J.(2002), TED Talks,  
[[http://www.ted.com/index.php/talks/mae\\_jemison\\_on\\_teaching\\_arts\\_and\\_sciences\\_together.html](http://www.ted.com/index.php/talks/mae_jemison_on_teaching_arts_and_sciences_together.html)].

[16] NYU Poly Program, retrieved from : <http://www.poly.edu/k12stem/framework>

[17] Physical Computing for Students and Teachers, retrieved from : [http://nsf.gov/awardsearch/showAward?AWD\\_ID=0525171](http://nsf.gov/awardsearch/showAward?AWD_ID=0525171)

[18] Sanders, M.(2009), STEM, STEM Education, STEMmania, THE TECHNOLOGY TEACHER (December/January 2009), 20~26.

[19] SugHee Kim, KwangSik Chung, Heon

Chang Yu, "Enhancing Digital Fluency through a Training Program for Creative Problem solving using Computer Programming", *The Journal of Creative Behavior*, Vol. 47, Iss. 2, pp. 171 - 200.

[20] Yakman, G.(2008), STΣ@M Education: an overview of creating a model of integrative education, PATT  
[[http://www.stamedu.com/2088\\_PATT\\_Publication.pdf](http://www.stamedu.com/2088_PATT_Publication.pdf)].



### 김석희

1992 서울교육대학  
초등교육과(교육학학사)  
1997 고려대학교 전자공학과  
(공학사)  
2007 고려대학교 컴퓨터교육  
(교육학석사)

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



### 유현창

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