크레용 피직스를 활용한 STEAM 교육 프로그램 개발 및 적용

오정철*, 김종훈**

요약

본 연구에서는 STEAM 교육의 교육적 동향과 국내・외 연구 사례를 살펴보고 '크레용 피직스를 활용한 STEAM 교육 프로그램'을 개발한다. 그리고 이 프로그램을 초등학교 6학년 2학기 과학 7단원 [편리한 도구]를 중심으로 적용해본다. 그 결과 이 프로그램에 따라 활동한 학생들의 창의성 지수와 과학에 대한 긍정적 태도가 비교집단과 비교하여 유의미한 차이를 보이며 증가하였다. 특히 독창성과 정교성에 대해서는 높은 향상을 보였으며 과학에 관련된 정의적 영역 중 인식과 흥미 영역에서 긍정적인 반응이 증가하였다. 연구 결과 '크레용 피직스를 활용한 STEAM 교육 프로그램'이 창의성을 증진시키며 과학에 관련된 정의적 영역에 긍정적인 변화를 가져온다는 것을 확인하였다.

Development and Application of STEAM Education Program Using Crayon Physics

Jung-Cheol Oh*, Jong-Hoon Kim**

ABSTRACT

For this study, we researched recent trends of STEAM education from case studies documented in domestic and foreign papers. By doing so, we develop and apply the STEAM education program through the use of Crayon Physics. This program is designed for the 7th lesson ("A Serviceable Tool") of 6th graders' science in elementary school. As a result, the creativity index and positive attitude about science of the students who went through the researched program increased with meaningful difference compared to that of the sample population. Specifically, there was a sharp increase in originality and exquisiteness. Furthermore, positive responses increased in both the cognition and interests among affected regions related to science. The result of this study shows that the STEAM Education Program, using Crayon Physics, can improve creativity. And we can confirm that it brings positive changes for the Science-Related Affective Domains.

Key Words : STEAM, Crayon Physics, Edutainment, Creativity, Scientific Attitude

* 제주대학교 컴퓨터교육전공(✉lov0502@naver.com)
** 제주대학교 초등컴퓨터교육전공
· 제1저자(First Author) : 오정철 · 교신저자(Correspondent Author) : 김종훈
· 접수일(2011년 10월 21일), 수정일(1차 : 2011년 11월 21일), 게재확정일(2011년 11월 23일)

www.kci.go.kr

Ⅰ. 연구의 필요성 및 목적

지난 20년간의 경제패러다임은 포스트산업경제에서 정보경제를 거쳐 디지털경제시대로 변화해 왔고 최근에는 창조경제의 시대로 접어들고 있다[1]. 이러한 창조경제시대를 이끌어갈 인재를 육성하기 위해서는 각각의 학문을 분리해서 교육하는 현재의 교육방식으로는 한계가 있다. 지식, 기술, 학문을 서로 융합하여 활용할 수 있고 변화하는 시대에 선제적으로 대응할 수 있는 인재를 육성하는 새로운 교육방식이 필요하다. 바로 이러한 창의적 융합인재 양성을 위한 새로운 교육방식의 실마리를 STEAM 교육을 통해 찾을 수 있다.

교육과학기술부는 「2011년 업무계획」에서 6대 중점과제 중 하나를 '세계적 과학기술 인재 육성'으로 정하였고 이를 위한 첫 번째 실천 사항으로 '창의적인 융합 인재 양성을 위한 초·중등 STEAM 교육 강화'를 선정하였다[1]. 하지만 STEAM의 중요성을 확인하고 STEAM 교육의 총론만 설정했을 뿐 창의적 융합 교육을 위한 구체적인 세부 항목과 실천 방법은 막연한 상황이며 국내의 교육과정 속에서 STEAM 교육을 운영하기 위한 선행 연구도 부족한 실정이다. 따라서 현재의 교육과정 속에 STEAM 교육을 접목시키기 위한 다양한 방식의 접근이 요구되며 창의적 융합 교육을 위한 구체적인 실천 방법에 대한 연구가 필요하다.

이러한 교육적 필요에 따라 본 논문에서는 STEAM 교육에 대한 이론적 고찰과 국내·외 선행 연구 자료를 토대로 교육용 게임을 활용하여 초등학교 교육과정에서 운영 가능한 STEAM 교육 방안을 모색하게 되었다. 그리하여 크레용 피직스를 활용한 STEAM 교육 프로그램을 설계 및 개발하게 되었고 그 프로그램을 실제 학생들에게 적용해 봄으로써 STEAM 교육의 교육적 효과를 확인하고자 한다.

Ⅱ. 이론적 배경

2.1 STEAM 융합 교육

STEAM 융합 교육이 미국에서 발생하게 된 것은 미국이 경제적 위기에 부딪히고 근본적인 문제의 원인을 찾는 중에 수학과 과학에 대한 학생들의 낮은 학업 성취도가 원인임을 알게 된데서 기인한다[2][3]. 이러한 문제를 해결하기 위해 과목별 이론학습보다는 학습자의 학습 의욕을 고취시키는 주제 중심의 학습을 진행하게 되었다. 주제 중심학습을 하기 위해서는 특정 교과에 한정된 학습하는 것이 아니라 교과 간의 상호 의사소통과 협력을 기반으로한 통합교육이 필요하였다. 이러한 교과 간 연계의 중요성과 통합교육의 효과는 미국의 여러 연구 사례들에서 확인되었다. 미술을 공부한 학습자가 그림을 비판적 시각으로 분석하는 능력이 과학의 실험 관찰에서도 반영된다는 것이 확인되었고 예술 점수와 타 교과의 학업 성취도 및 학업 중퇴율 간의 유의미한 상관관계가 있는 것으로 나타났다[4].

STEAM 교육은 기존의 STEM 교육의 통합적 맥락을 이어 2006년 버지니아주 기술교육협의 Georgette G. Yakman회장이 STEM에 예술(Arts)을 접목시킨 STEAM교육을 제시하면서 시작됐다. 그리고 STEAM 융합 교육을 체계적으로 설명하기 위해 그림 1과 같이 STEAM 피라미드를 제시하였다[5].

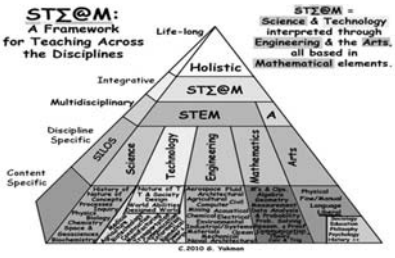


그림 1. STEAM 피라미드
Fig. 1. Framework - STEAM Pyramid

www.kci.go.kr

2.2 크레용 피직스(Crayon Physics)

크레용 피직스는 핀란드 헬싱키 공대에서 개발하여 2008년 IGF(Indie Game Festival) 대상을 수상한 교육용 게임으로 도형을 그려서 동그랗고 빨간 공을 별이 있는 곳까지 이동 시키는 게임이다.

학생들은 단계별로 여러 문제 상황을 접하게 되며 크레용을 사용하는 것처럼 화면에 마우스를 이용하여 그림을 그려 도형을 만들 수 있다. 이 게임의 장점은 그림의 크기에 따라 물체에 중력이 작용하여 실제 현실에서 있을 법한 여러 가지 상황을 가상으로 실험해 볼 수 있다는 것이다. 이러한 기능을 사용하여 지렛대의 원리, 도르래의 원리, 중력의 작용 등 과학 원리를 자신이 그린 그림을 통해 확인하고 그를 통해 과학적 원리를 쉽게 학습하는 도구로 사용될 수 있다.

이 게임은 크레용 피직스 홈페이지에서 디럭스 버전을 무료로 다운 받을 수 있으며 무료버전에도 기본적인 기능들과 여러 단계가 포함되어 있어서 다양한 방법으로 활용 가능하다. 홈페이지 주소는 'http://www.crayonphysics.com'이다.

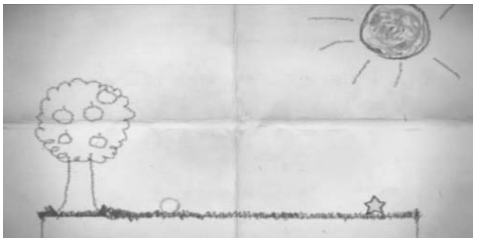


그림 2 Crayon Phsics 게임 장면
Fig. 2. Crayon Phsics Game Scene

III. STEAM 교육 프로그램의 설계 및 제작

3.1 연구 단계 설정

크레용 피직스를 활용한 STEAM 교육 프로그램의 개발 및 적용을 위해서 그림 3과 같은 연구 단계를 설정하였고 각 단계에 따라 4개월에 걸쳐 연구를 진행하였다.

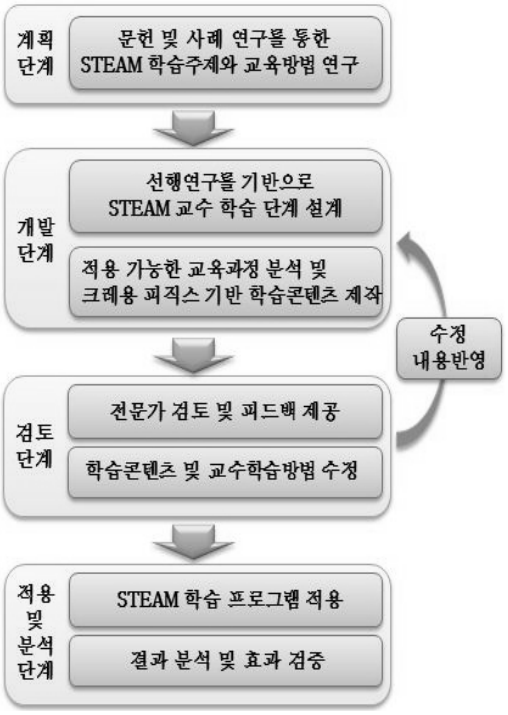


그림 3. STEAM 프로그램 연구 단계
Fig. 3. Research Steps of STEAM Program

3.2 STEAM 교수·학습 단계 설계

STEAM 교육의 현장 적용을 위한 STEAM 교수·학습 단계를 설계를 위해 선행연구를 살펴보았다. 국외에서는 Miaoulis[6]이 제시한 과학교육과 기술교육의 교수·학습 단계를 살펴보았고 국내에서는 김정아 외[7]가 제시한 STEAM 교수·학습 단계를 확인하였다.

아래의 표 1은 Miaoulis[6]가 제시한 과학탐구와 기술설계 교육 단계로 총 8단계에 걸쳐 각 영역에 맞게 과학 탐구 단계와 기술 설계 단계를 체계적으로 분석해 놓았다.

www.kci.go.kr

표 1. 과학 탐구 및 기술 설계 단계
Table 1. Inquiry and Design

과학탐구단계	기술설계단계
정선된 문제 제시하기	문제의 정의하기
문제와 관련된 선행 연구 조사하기	문제와 관련된 선행 연구 조사하기
다양한 가설 설정 후 해결 방법 선택하기	다양한 가설 설정 후 해결 방법 선택하기
실험 수행하기	만들고 테스트하기
결과에 근거해 가설 수정하기	테스트 결과에 따라 해결 방법 재설계하기
결론을 내리고 결과 기록하기	디자인 마무리 짓고 도면 그리기
결과 제출하고 협력자에게 평가받기	의뢰인에게 최상의 결과물 제공하기
새로운 질문하기	새로운 문제 정의하기

그리고 이를 바탕으로 두 영역의 공통점을 토대로 김정아 외[7]가 제시한 STEAM 교수・학습의 단계는 표 2와 같으며 STEAM 교육의 특징을 살기 위해 5단계에 '과제 융합' 단계를 넣어 교과 간 외적・내적 통합 과정을 강조하였다. 본 연구에서는 김정아 외[7]가 제시한 STEAM 교수・학습 모형을 기반으로 프로그램을 제작하고 운영하였다.

표 2. STEAM 교수・학습 단계
Table 2. STEAM Teaching and Learning Steps

STEAM교수・학습단계		
1	문제 상황 인식	학습자 주변 상황을 인식하고 문제 선정
2	사전 정보 탐색	문제 상황 해결을 위한 정보 탐색
3	해결 방법 설계	효과적인 해결 방안 선택 및 설계
4	세부과제 수행	과업 완성을 위한 세부과제 수행
5	과제 융합	수행된 세부 과제 융합 결과물 완성
6	평가	평가를 통한 수정 및 보완
7	표현	시연 및 발표
8	새로운 문제 상황 인식	적용 및 응용

3.3 STEAM 교육 내용 선정 및 조직

본 논문에서는 주제 선정에 앞서 초등학교 교육과정에 포함된 국어, 수학, 과학, 실과, 음악, 미술 교과의 교육 내용[8]을 검토하여 크레용 피직스를 활용하여 융합시킬 수 있는 중심 과목과 주제를 선정하였다. 그 결과 6학년 2학기 과학 7단원 '편리한 도구' [9]의 교과 내용이 크레용 피직스를 활용한 STEAM 교육 프로그램을 하기에 가장 적합하다는 결론을 내렸다. 그리하여 '편리한 도구' 단원의 핵심 주제를 중심으로 수학, 국어, 실과, 미술의 일부 학습 내용을 융합하는 STEAM 교육 프로그램의 교육 내용을 표3과 같이 선정 조직하였다.

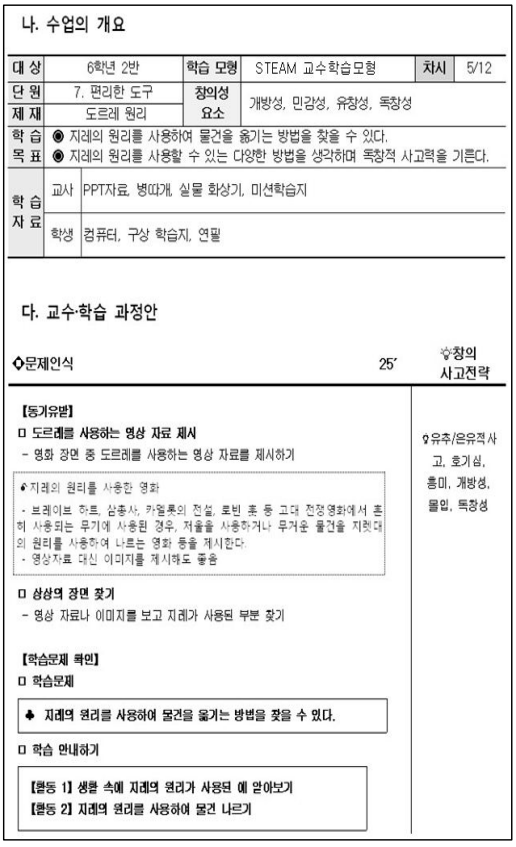
표 3. STEAM 프로그램 차시별 교육내용
Table 3. Educational Contents for Each Lesson of STEAM Program

차시	소재	학습주제	중점 창의력	융합 교과
1	활용 도구 사용법확인	단원의 개관 및 크레용 피직스 기본 사용법 익히기	개방성	미술
2	생활 속 발견	긴 막대나 널빤지로 무거운 물체 들어올리기	자율성	미술 수학
3	수평잡기원리	수평잡기를 원리 알아보기	정교성	수학 미술 실과
4	지레 원리1	지레의 원리 알아보기	민감성	수학 미술
5~6	지레 원리2	지레의 원리를 활용하여 가볍고 힘센 지렛대 만들기	독창성	미술 실과
7	도르레 원리1	도르래를 사용하여 물건 들어 올리기	개방성	미술
8~9	도르레 원리2	지레의 원리를 이용하여 도르래 만들기	유창성 독창성	미술 실과
10	빗면 사용	빗면을 사용하여 물체 이동하기	정교성	미술
11	축바퀴 사용1	축바퀴 원리 이해하기	민감성	미술 수학
12~13	축바퀴 사용2	축바퀴 사용하여 물체이동하기	독창성 융통성	미술 수학
14	다양한 상황에 적용	무거운 물체를 움직이는 방법 다양한 방법 알아보기1	유창성	미술

www.kci.go.kr

3.4 STEAM 교육 프로그램 제작

각 차시별 지도 내용에 따라 표 4의 STEAM 교수·학습 흐름도와 그림 4와 같이 세부 수업지도안을 작성하고 차시별 교육 콘텐츠를 제작하였다.



나. 수업의 개요

대 상	6학년 2반	학습 모형	STEAM 교수학습모형	차시	5/12
단 원	7. 편리한 도구	창의성 요소	개방성, 민감성, 유창성, 독창성		
제 재	도르레 원리				
학습 목표	◉ 지레의 원리를 사용하여 물건을 옮기는 방법을 찾을 수 있다. ◉ 지레의 원리를 사용할 수 있는 다양한 방법을 생각하며 독창적 사고력을 기른다.				
학습 자료	교사	PPT자료, 병따개, 실물 화상기, 미션학습지			
	학생	컴퓨터, 구상 학습지, 연필			

다. 교수·학습 과정안

◇문제인식 25′ ☼창의 사고전략

【동기유발】

□ 도르레를 사용하는 영상 자료 제시

- 영화 장면 중 도르레를 사용하는 영상 자료를 제시하기

♠ 지레의 원리를 사용한 영화

· 브레이브 하트, 삼총사, 카리브의 전설, 로빈 훗 등 고대 전쟁영화에서 흔히 사용되는 무기에 사용된 경우, 저울을 사용하거나 무거운 물건을 지렛대의 원리를 사용하여 나르는 영화 등을 제시한다.
· 영상자료 대신 이미지를 제시해도 좋음

□ 상상의 장면 찾기

- 영상 자료나 이미지를 보고 지레가 사용된 부분 찾기

【학습문제 확인】

□ 학습문제

♣ 지레의 원리를 사용하여 물건을 옮기는 방법을 찾을 수 있다.

□ 학습 안내하기

【활동 1】 생활 속에 지레의 원리가 사용된 예 알아보기
【활동 2】 지레의 원리를 사용하여 물건 나르기

♀유추/은유적 사고, 호기심, 흥미, 개방성, 몰입, 독창성

그림 4. STEAM 교육 수업지도안
Fig 4. Teaching Plan for a Lesson

표 4의 흐름도에서 핵심적인 부분은 4단계라고 할 수 있다. 차시별 교육내용의 큰 틀은 잡혀있지만 4단계에서 통합운영 할 교과목의 세부 학습 내용을 결정하게 된다. 그리고 그에 맞는 수업지도안을 제작하고 학생들에게 배부할 단계별 해결 과제를 만들어 제시한다.

표 4. STEAM 교수·학습 흐름도
Table 4. STEAM Teaching and Learning Flow Chart

[3 차시] STEAM 교수·학습 흐름도
1. 문제 상황 인식
▪ 생활 속에서 물체의 균형이 중요한 경우 생각하기 ▪ 모빌, 시소, 평균대 등의 예시 자료 제시 ▪ 어떤 경우에 균형이 맞게 되고 어떤 경우에 균형이 깨지는 경험을 통해 확인한다.
2. 사전 정보 탐색
▪ 시소에서 균형을 맞추기 위해 어떤 행동을 했는지 생각해 보고 그 원리를 추리해 본다. ▪ 수평을 잡기에 관계되는 힘, 운동, 속력 등의 여러 가지 조건들 생각해 본다.
3. 해결 방법 설계
▪ 수평을 잡기 위한 몇 가지 가설을 세우고 그에 따른 결과를 예상하기
4. 세부과제 수행
▪ 과학 : 수평잡기의 원리 찾기 ▪ 수학 : 사칙연산, 정비례, 문제 해결 방법 찾기 ▪ 미술 : 마우스를 이용하여 짧은 곡선 표현하기 ▪ 실과 : 학습을 위한 컴퓨터의 활용(정보 기기의 활용)
5. 과제 융합
▪ 세부 수행 과제를 고려하여 '크레용 피직스'를 이용하여 단계별 학습 문제 해결하기
6. 평가
▪ 가설과 실제 결과를 비교하며 가설의 수정, 보완 또는 다른 방식으로 문제 해결 방법 모색하기
7. 표현
▪ 친구들 앞에서 단계별 해결방법을 발표하고 해결 방법을 서로 비교하고 좋은 방법은 공유한다.
8. 새로운 문제 상황 인식
▪ 수평의 원리를 적용할 수 있는 생활 속 상황을 생각해 보고 수평과 관련된 새로운 문제 상황을 찾아본다.

IV. 프로그램 적용 및 결과 분석

4.1 연구 설계 및 변인 통제

본 연구대상은 표 5와 같이 제주시 소재하는 ○○초등학교 6학년 2개 학급을 각각 실험집단, 비교집단으로 선정하여 2011년 5월 3주부터 7월 2주까지 총 8주간 14차시에 걸쳐 실험집단을 대상으로 크레용 피직스를 활용한 STEAM 교육 프로그램을 운영하였다.

www.kci.go.kr

표 5. 연구 대상
Table 5. Object of Study

구분	아동수		
	남	여	계
실험집단	9	7	16
비교집단	8	8	16
계	17	15	32

표 6과 같이 두 집단을 대상으로 사전 창의성 검사와 과학에 관련된 정의적 특성의 평가를 실시하여 두 집단이 동질집단임을 확인하였고 비교 집단은 기존 일정대로 일반 재량활동을 실시하였다. 또한 조사 기간 동안의 투입되는 프로그램 이외의 다른 변인이 발생하지 않도록 해당 선생님과 협의하여 전 교과에 걸쳐 두 반의 교육 소재나 활동 내용을 최대한 동일하게 유지하였다. 특히 이 학교의 학생들의 경우 주변에 학원이 없고 사교육의 비중이 크지 않아 연구 기간 내에 학교 교육 이외의 변인은 크지 않을 것으로 판단되었다.

표 6. 연구 설계
Table 6. Design of Study

실험집단	O_1	X_1	O_2
비교집단	O_3	X_2	O_4

O_1. O_3 : 사전검사 / O_2. O_4 : 사후검사

X_1 : 크레용 피직스를 활용한 STEAM 교육 프로그램

X_2 : 기존 재량활동 시간 운영

4.2 검사도구

크레용 피직스를 활용한 STEAM 교육 프로그램 적용한 후 객관적 검증을 통해 확인하고자 하는 영역은 창의성과 과학에 관련된 정의적 특성이다.과학에 관련된 정의적 특성은 인식, 흥미, 과학적 태도로 나뉘고 과학적 태도란 호기심, 개방성, 비판성, 협동성 등을 포함한다.

창의성의 신장여부를 확인하기 위해 Torrance의 TTCT(도형) 창의력 검사 A형을 사전·사후에 실시하였다. 그리고 과학에 관련된 정의적 특성 검사는 Klopfer[10]의 과학 관련 태도에 대한 이론과 Edward[11]의 평가 문항에 대한 준거를 바탕으로 한국교원대학교 과학교육 연구소에서 김효남 외[12]가 개발한 '국가수준의 과학에 관련된 정의적 특성(태도)의 평가체제'를 사용하였다. A형은 과학에 대한 인식과 흥미를 평가하고 B형은 과학적 태도를 평가하는 문항으로 구성되어 있으며 문항의 신뢰도는 A형이 크롬바하 알파계수가 0.83이고, B형은 크롬바하 알파계수가 0.86으로 모두 신뢰도가 0.8을 넘어 신뢰할 수 있는 수준으로 볼 수 있다.

4.3 창의성 검사 결과 및 해석

검사 결과 분석을 위해 창의성 검사 결과는 SPSS 12.0 for Windows를 사용하여 t검증하였다. 각 창의성 영역별 사전·사후 검사 분석으로 크레용 피직스를 활용한 STEAM 교육 프로그램 적용한 후 통한 각 집단에 미치는 영향의 차이를 알아보았다. 김효남 외[12]에 의해 개발된 과학에 관련된 정의적 특성의 평가는 인식 평가, 흥미 평가, 과학적 태도 평가의 3가지 범주로 되어 있다. 평가 검사지의 각 문항은 신뢰도가 높은 5단계 5점 Likert 척도로 점수화된다. 평가 문항에 따라 5단계 Likert 등간 척도 1점 간격인 의견을 선택하는 방식으로 진행하였다.

본 연구의 대상에 대한 사전 검사는 실험 처치를 하기 전에 실험 집단과 비교 집단이 창의성에 있어서 동질 집단인지, 창의성 요소별로 동질 집단인지를 알아보기 위하여 두 집단의 창의성 영역별 평균을 유의수준 p=.05로 t검증하였다. 그 결과 표 7에서 알 수 있는 바와 같이 창의성 지수 유의확률 p=.344로 실험집단과 비교집단 사이에는 창의성에 있어서 유의미한 차이가 없는 동질집단임을 확인하였다. 또한 유창성, 독창성,

www.kci.go.kr

제목의 추상성, 정교성 등 다른 창의성 영역에서도 p>.05보다 높아 유의차가 없음을 확인하였다.

표 7. 사전 창의성 검사
Table 7. Pre-testing about Creativity Index

영역	반	N	평균	표준 편차	t	유의 확률
유창성	실험	16	96.20	10.98	-1.445	*N.S.* .621
	비교	16	101.50	8.36		
독창성	실험	16	97.70	5.92	-1.079	*N.S.* .298
	비교	16	99.68	10.01		
제목의 추상성	실험	16	101.64	9.31	-.201	*N.S.* .844
	비교	16	102.68	8.32		
정교성	실험	16	98.07	6.59	-1.863	*N.S.* .623
	비교	16	102.68	8.31		
성급한 종결에 대한 저항	실험	16	95.26	11.24	-2.313	*N.S.* .965
	비교	16	102.93	6.90		
창의성 지수	실험	16	100.08	8.62	-1.027	*N.S.* .344
	비교	16	102.93	5.21		

** : p<.05, N.S.:유의차 없음, N:사례수*

그리고 8주 후에 실험집단과 비교집단을 대상으로 사후 창의성 검사를 실시하였다. 그리고 결과는 표 8과 같이 유의한 변화를 나타냈다. 사후 창의성 지수에서 비교집단이 평균 1.8점 상승한데 비해 실험집단은 8점 상승하여 큰 폭의 증가를 보였으며 유의도 역시 p=.019(p<.05)로 실험 집단과 비교 집단 간에 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 특히, 창의성 영역에서 독창성과 정교성에서 큰 폭의 향상을 보여 주었다. 이를 통해 크레용 피직스를 통한 과제해결 활동이 창의성 향상에 긍정적인 효과를 가져왔음을 확인 할 수 있다.

표 8. 사후 창의성 검사
Table 8. Post-testing about Creativity Index

영역	반	N	평균	표준 편차	t	유의 확률
유창성	실험	16	101.76	10.76	.691	*N.S.* .500
	비교	16	99.13	9.89		
독창성	실험	16	110.89	7.09	-5.184	.040*
	비교	16	100.58	6.69		
제목의 추상성	실험	16	106.63	6.79	1.789	*N.S.* .094
	비교	16	102.25	8.09		
정교성	실험	16	108.26	9.01	2.463	.026*
	비교	16	101.31	6.62		
성급한 종결에 대한 저항	실험	16	103.88	6.78	1.392	*N.S.* .184
	비교	16	101.43	7.70		
창의성 지수	실험	16	108.08	7.99	2.635	.019*
	비교	16	101.13	7.33		

** : p<.05, N.S.:유의차 없음, N:사례수*

다음으로 실험집단에 대해 실험 전후의 집단 내 창의성 차이를 비교 분석하였다. 표 9와 같이 실험집단에 대한 사전, 사후 검사 비교 결과 창의성지수, 독창성, 정교성, 성급한 종결에 대한 저항에서 유의도가 0.05보다 작게 나타나서 유의함이 입증되었다. 단, 유창성과 제목의 추상성에서는 수치의 향상은 있었으나 유의확률이 0.05보다 높게 나타나 유의미한 차이를 보이지 않았다.

표 9. 시기별 창의성 검사 결과
Table 9. Results of Creativity Tests

영역	시기	N	평균	표준 편차	t	유의 확률
유창성	사전	16	96.20	10.98	-1.810	*N.S* 0.587
	사후	16	101.76	10.76		
독창성	사전	16	97.70	5.92	-4.319	.005*
	사후	16	110.89	7.09		
제목의 추상성	사전	16	101.64	9.31	-2.072	*N.S.* 0.187
	사후	16	106.63	6.79		
정교성	사전	16	98.07	6.59	-.318	.008*
	사후	16	108.26	9.01		
성급한 종결에 대한 저항	사전	16	95.26	11.24	-2.430	.021*
	사후	16	103.88	6.78		
창의성 지수	사전	16	100.08	8.62	-1.832	.015*
	사후	16	108.08	7.99		

** : p<.05, N.S.:유의차 없음, N:사례수*

www.kci.go.kr

위 결과 크레용 피직스를 활용한 STEAM 교육 활동이 독창성, 정교성, 성급한 종결에 대한 저항, 창의성 지수 향상에 긍정적인 효과를 보였음을 확인 할 수 있다.

4.4 과학에 관련된 정의적 특성의 검사 결과

과학에 관련된 정의적 특성의 평가를 위해서 인식・흥미・과학적 태도의 3개의 범주로 나누고 각 범주를 소범주로 표 10과 같이 세분화하였다[12].

표 10. 과학에 관련된 정의적 특성 분류
Table 10. Classification of Science-Related Affective Domains

인식 (Cognition)	흥미 (Interests)	과학적 태도 (Attitudes)
1.1 과학에 대한 인식 (CS) 1.2 과학 교육에 대한 인식(CL) 1.3 과학자와 과학 관련 직업에 대한 인식(CC) 1.4 과학-기술-사회의 상호 관련성에 대한 인식(CT)	2.1 과학에 대한 흥미 (IS) 2.2 과학 학습에 대한 흥미(IL) 2.3 과학과 관련된 활동에 대한 흥미 (IA) 2.4 과학과 관련된 직업에 대한 흥미 (IC) 2.5 과학 불안(IX)	3.1 호기심(AU) 3.2 개방성(AP) 3.3 비판성(AR) 3.4 협동성(AO) 3.5 자진성(AV) 3.6 끈기성(AE) 3.7 창의성(AC)

사전 검사 결과는 표 11과 같이 실험집단은 비교집단에 비해 과학에 대한 인식과 흥미 범주에서는 각각 .06점, .04점 낮게 나타났고 과학적 태도 범주에서는 .03점 높게 나타냈다.

사후 검사 결과 과학적 인식(C)의 평균값이 .19점 증가하였고, 과학적 흥미(I)의 평균값이 .33점, 과학적 태도(A)는 .09점 긍정적으로 증가한 것으로 나타났다. 특히 비교집단에 비해 인식과 흥미 영역에서 크게 증가하였다. 위 실험 결과 크레용 피직스를 이용한 STEAM 교육 프로그램이 실험집단에게 과학에 관련된 정의적 특성에 긍정적 효과를 보였음을 확인 할 수 있다.

표 11. 과학에 관련된 정의적 특성 검사 결과
Table 11. Testing Results of Science-Related Affective Domains

영역	반	시기	N	평균	표준 편차	평균값 비교
C 인식	실험	사전	16	3.39	.92157	+.19
		사후	16	3.58	.81459	
	비교	사전	16	3.45	.85628	+.03
		사후	16	3.48	.87525	
I 흥미	실험	사전	16	2.98	.72565	+.33
		사후	16	3.31	.85627	
	비교	사전	16	3.02	.91526	+.08
		사후	16	3.10	.93652	
A 태도	실험	사전	16	3.21	.74562	+.09
		사후	16	3.30	.78526	
	비교	사전	16	3.18	.75621	-.02
		사후	16	3.16	.77032	

Ⅳ. 결론

본 논문에서는 2011년 교육과학기술부의 중점 시책인 STEAM 융합 교육에 따른 초등학교 교육현장에서 적용 가능한 STEAM 교육 프로그램을 제작하고 그 효과를 입증하고자 하였다. 이를 위해 STEAM 융합 교육과 관련된 국내・외 연구 사례를 검토하고 교육용 게임으로 개발된 크레용 피직스에서 융합 교육 요소를 추출하였다. 또한 현재 운영되고 있는 초등학교 모든 교과의 교육과정을 살펴보고 크레용 피직스에서 추출한 융합교육 요소와 효과적인 접목 영역과 접목 방법을 결정하여 크레용 피직스를 활용한 STEAM 교육 프로그램을 개발하고 하였다. 그리고 프로그램의 타당도 향상을 위하여 프로그램 개발과정에서 융합교과의 선택, 교육내용의 선별, 학습 콘텐츠 제작 및 수업지도안 작성 등의 제작과정에서 현장과 대학에 있는 교육 전문가 집단과 토의 및 인터뷰를 하였다.

이렇게 개발된 STEAM 교육 프로그램을 가능한 모든 변인을 통제한 상황에서 8주간 학교 현장에 적용하였다.

www.kci.go.kr

그 결과 개발된 STEAM 교육 프로그램을 적용한 학생들의 창의성 지수가 비교집단과 비교하여 유의미한 차이를 보이며 증가하였고 과학에 관련된 정의적 영역에서 인식과 흥미 부분에서 긍정적인 응답이 크게 증가하였다. 이러한 결과로 미루어 볼 때 '크레용 피직스를 활용한 STEAM 교육 프로그램'이 창의성과 과학에 관련된 정의적 영역에 긍정적인 변화를 야기했음을 확인 할 수 있었다. 또한 개발된 STEAM 교육 프로그램은 다음의 3가지 시사점을 갖는다.

첫째, 현행 교육과정의 내용을 바탕으로 STEAM 교육을 접목시켰고 둘째, ICT 및 교육용 게임을 활용한 STEAM 교육의 방법을 제시하였으며 셋째, STEAM 교육을 현장에 적용하여 긍정적인 효과를 확인하였다.

향후 더 많은 교육용 소프트웨어를 이용하여 다양한 교과와 영역의 내용을 포함하는 STEAM 융합 교육 프로그램 제작이 필요하다. 또한 정보화기기가 STEAM 교육의 도구적 요소가 아닌 중심적 요소로 사용되기 위해 스마트기기를 활용한 STEAM 교육방법 모색 및 컴퓨터 동작원리 접목을 통한 STEAM 교육 내용의 다양화가 필요하다.

참고문헌

[1] 과학기술정책연구원, 창의적 융합인재 양성을 위한 과제: 과학기술과 예술 융합(STEAM), *STEPI Insight*, 제 67호, 2011.

[2] Amy Puffenberger, The STEAM Movement: It's About More Than Hot Air, http://www.namac.org/node/24925, 2010.

[3] John Tarnoff, STEM to STEAM -- Recognizing the Value of Creative Skills in the Competitiveness Debate, http://www.huffingtonpost.com/john-tarnoff/stem-to-steam-recognizing_b_756519.html, 2010.

[4] Hoan Platz, How do you turn STEM into STEAM? Add the Arts!,http://www.oaae.net/index.php?option=com_content&view=article&id=58&Itemid=114, 2007.

[5] Yakman, G., STΣ@M Education: an overview of creating a model of integrative education, http://www.steamedu.com/2088_PATT_Publication.pdf, 2008.

[6] Miaoulis, I., Comments to PCAST(President Council of Advisors on Science and Technology, http://ventureramp.com/downloads/aggregateoralcomments.pdf, 2009.

[7] 김정아, 김병수, 이지훤, 김종훈, "융합형 인재 양성을 위한 IT 기반 STEAM 교수·학습 방안 연구", *한국수산해양교육학회 논문지*, pp.445~460, 2011.

[8] 교육과학기술부, *2009 개정 초등학교 교육과정 총론*, 교육과학기술부, 2010.

[9] 교육과학기술부, *초등 과학 6-2 교과서*, 대한교과서, 2007.

[10] Klopfer, L.E., Evaluation of Learning in Science. In B.S. Bloom J.T. Hastings, & G.F. Madaus(Eds.), *Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. New York: McGraw-Hill, 1971.

[11] Edwards, A.L., *Technigyes of attitude scale construction*. New York, Appleton-Centurt-Crofts, Inc, 1957.

[12] 김효남, 정완호, 정진우, "국가수준의 과학에 관련된 정의적 특성의 평가체제 개발", *과학교육논문지*, 제8권, 제1호, pp.26-38, 1998.

저자소개

오정철(Jung-Cheol Oh)

2005년 제주교육대학교 컴퓨터교육 전공 (교육학사)
2007년 제주대학교 교육대학원 컴퓨터교육 전공 (교육석사)

2010년~현재 제주대학교 교육대학원 컴퓨터교육 박사과정
※ 관심분야 : STEAM, Computational Thinking, Android, puzzle

www.kci.go.kr

김종훈(Jong-Hoon Kim)

1998년 홍익대학교
전자계산학과 이학박사
1998년~1999년 ETRI Post-Doc.
1999년~현재 제주대학교 초등컴퓨터교육전공 교수
※ 관심분야 : 컴퓨터 교육, 프로그래밍 교육

www.kci.go.kr