

# 뇌 기반 STEAM 교수-학습 프로그램이 초등과학영재와 초등일반학생의 창의성과 정서지능에 미치는 효과

류제정 · 이길재<sup>†</sup>

(부평초등학교) · (한국교원대학교)<sup>†</sup>

## The Effects of Brain-Based STEAM Teaching-Learning Program on Creativity and Emotional Intelligence of the Science-Gifted Elementary Students and General Students

Ryu, Je Jeong · Lee, Kil-Jae<sup>†</sup>

(Bupyeong Elementary School) · (Korea National University of Education)<sup>†</sup>

### ABSTRACT

The creative thinking and emotional trainings are very important educational issues in the knowledge-information-based future society. Recently STEAM education is suggested as one of the educational solutions to prepare the future society. The aims of this study are to develop STEAM teaching-learning program and analyze its effects on the creativity and emotional intelligence of science-gifted and general students in elementary school. Four different subject matters based on the 2007-revised curriculum were selected to construct the brain-based STEAM teaching-learning program consisting of 12 class hours. The program was applied to 50 elementary general students and 19 science-gifted elementary students. The findings of this research are as follows. The brain-based STEAM programs is effective to improve the creativity and emotional intelligence of science-gifted and general elementary students after class. The creativity of two groups was not statistically different before the class. However after class, the creativity of gifted-science students is significantly higher than that of general students. The emotional intelligence of gifted-science students was higher than that of general students before the class. Therefore in order to analyze the different effects of the program on two groups in emotional intelligence, the test results of both group of students were analyzed by ANCOVA after class. This analysis also showed that the program is more effective in gifted-science students to improve the emotional intelligence compared to general students.

**Key words** : Brain-based, STEAM, science-gifted primary students, creativity, emotional intelligence.

### I. 서 론

미래사회는 지식기반 정보화 사회로서 지식의 폭발적 증가와 빠른 변화가 가장 특징적인 사회가 될 것이다. 또한 이런 사회에서는 개인이 이미 존재하고 있는 모든 지식을 습득하거나, 미래에 필요한 지식을 미리 예측하는 것은 매우 어렵다. 이런

사회에서는 새로운 지식의 창출 및 활용 능력 자체가 개인 삶의 질 향상뿐만 아니라, 국가의 경쟁력을 좌우할 것이다. 더욱이 이러한 사회를 주도하는 핵심 역할은 첨단 과학기술과 상상력, 감성을 기반으로 하는 창의적 예술 활동이 될 것이다(Bamford, 2010). 그러므로 미래사회에서는 다양한 분야의 지식이나 기술의 융합을 바탕으로 새로운 문제에 직

면했을 때 상상력과 감성이 뛰어나서 분야 간 경계를 넘나들며 새롭고 가치 있는 방법으로 문제를 해결할 수 있는 창의적 인재상을 요구한다(Daniel, 2006; Jensen, 2008).

미래 사회를 대비해 많은 선진국에서는 이미 창의적이며 융합적인 인재 양성이 중요한 교육의 목표가 되고 있다. 핀란드에서는 과학과 수학을 통합한 LUMA Joint National Action을 마련하였으며, 이스라엘에서도 ‘모든 이를 위한 수학·과학·기술(MST)’ 교육에 투자하고 있다(정현일, 2011). 2007년 8월 제정된 ‘미국 경쟁력 강화 법안’에서는 STEM(Science, Technology, Engineering, Mathematics)분야 교사양성 및 초·중등 STEM 교육에 대한 지원 등이 강조되고 있다(NSB, 2007). 미국에서 제시된 STEM 교육은 국가적으로 필수적인 융합과학기술 인력을 양성하고, 이공계 기피 현상을 해결하고자 하는 교육 개혁의 필요성에 의한 것이다. 특히 미국의 STEM 교육은 두 가지 또는 그 이상의 교과 사이의 내용과 과정을 계획적으로 통합하는 교육 접근 방식이다(Sanders, 2009; Yakman, 2010). 영국에서도 ‘과학과 혁신에 대한 틀 2004-2014’를 수립하여 STEM 교육에 많은 투자를 하고 있으며, 산학협력체제의 네트워크 시스템인 STEMnet(STEM Network)을 구축하여 STEM 교육을 중점관리하고 있다. 우리나라에서는 김진수(2007)에 의해 기술교육 위주로 STEM 교육에 대한 연구가 도입되었다.

최근 선진국의 융합 교육은 과학·기술·공학·수학(STEM) 등과는 전혀 별개의 학문처럼 보이는 예술에 대한 융합이 이루어지고 있다. 이스라엘의 경우, 과학과 예술의 융합에도 많은 관심을 가지고, 이미 1990년 과학예술영재학교(IASA)를 설립하여 과학·예술·인문 영재에 대한 융합적 수월성 교육을 실시하고 있다. 또, 미국의 STEM 교육에 대한 지원과 정책 그리고 철학에서 ‘과학기술과 예술의 상보성’을 강조한 점이다. 즉, 미래 사회를 대비하는 창의적 융합인재를 육성하고 발굴하기 위해서 통합 STEM 교육과정에 예술을 접목하는 융합적 사고의 중요성을 지적하고 있다(정현일, 2011).

우리나라 교육현장에서도 이와 같은 시대적 요구에 따라 교과 간 융합을 통해 새로운 지식을 창출하고 상상력과 감성을 지닌 인재 양성이 필요하다는 연구들이 제시되었다(송진웅, 2008; 김정희, 2008). 이에 우리나라도 창의적 융합 인재와 세계적

인 과학기술 인재를 체계적으로 육성하기 위해 초·중등 수준에서 과학기술·예술 융합(STEAM) 교육을 추진하고 있다(교육과학기술부, 2010).

한편, 우수한 지적 능력을 지닌 영재가 실제의 삶에서 직면하는 문제들을 해결하는 능력을 키우기 위해서는 창의적 문제해결력과 함께 사회적 적응력도 요구된다(Milgram & Milgram, 1976; 여상인과 백은주, 2007). 그러므로 영재가 사회에 성공적으로 적응하기 위해서는 지적인 능력뿐만 아니라, 정서지능 역시 필요하다. 정서지능이 높은 사람은 창의적 사고력과 창의적 성향이 높은 것으로 보고되었다(나순례, 2004; 하주현, 2000; Petrides와 Furnham, 2001). 또한 정서지능이 높을수록 일상생활의 문제를 잘 인식하고, 창의적으로 문제를 해결하는 성향이 높은 것으로 나타났다(Dearborn, 2002; Gabriel과 Griffiths, 2002; Weiss, 2000).

뇌 기반 교육은 뇌의 인지기능 및 구조에 대한 과학적 이해를 바탕으로, 학습자의 뇌를 효율적으로 활용할 수 있는 적절한 교수 학습 환경을 디자인 하고자 하는 실용적 목표를 둔 새로운 접근이다(김성일, 2006). 최근 들어 과학교육에서도 학습자의 뇌 기능에 기초하여 가르쳐야 한다는 주장이 제기되고 있다(임채성, 2005; Ansari와 Coch, 2006; Kwon 등, 2009; 정진수 등 2009).

뇌 기반 교육은 학습자의 뇌가 가장 효율적으로 학습할 수 있는 여러 가지 상황을 제시하며, 그 중 하나가 교과 간 통합을 조장하는 학습 경험의 조직이다. 뇌는 특정 영역별로 독립적으로 기능하지 않고 상호작용을 한다. 좌뇌와 우뇌도 상호작용을 하며, 변연계는 정서와 이성의 상호작용을 담당한다. 이러한 이유로 교과 간의 분절은 뇌의 기능에 역행하는 것이다(김두정, 2010). 임채성(2005)은 삼위일체 뇌 모델을 토대로 인간이 어떤 자연 사물이나 현상에 관심을 가지고, 다양한 방식으로 반응하거나 상호작용하여 그것을 이해하는 과정과 과학 교육 상의 주요 목표 영역인 정의적, 심체적, 인지적 영역의 관련성을 토대로 뇌 기반 과학교수 학습 모형을 제안하였다.

최근 교육현장에서 강조되고 있는 STEAM 교육은 여러 과목을 통합하여 교육하는 통합교육으로서의 기능을 가지고 있으므로 더욱 뇌의 기능을 고려하여 수업이 설계되어야 한다. 더욱이 STEAM 교육이 과학적 창의성과 예술적 감성을 조화시켜

창의적 융합인재 양성에 목적을 두고 있으므로, 이러한 STEAM 교육이 영재의 창의성과 정서지능에 어떤 영향을 줄 지에 대한 연구가 필요하다.

따라서 이 연구에서는 초등학생을 대상으로 뇌 기반 수업모형을 토대로 학습자들의 경험에 근거한 주제중심 통합교육으로서 STEAM 교육 교수 학습 프로그램을 개발하고, 개발된 교수 학습 프로그램을 초등과학영재와 일반학생들에게 적용하여 창의성과 정서지능 향상에 미치는 효과를 알아보았다.

## II. 연구 내용 및 방법

본 연구의 목적은 뇌 기반 STEAM 교수-학습 프로그램을 개발하여 초등과학영재와 초등일반아동의 창의성과 정서지능에 미치는 효과를 알아보는 것이다. 이를 위한 연구절차와 방법은 아래와 같다.

### 1. 뇌 기반 STEAM 교수-학습 프로그램의 개발

#### 1) 교수-학습 프로그램을 위한 모형 선정

뇌 기반 교수 학습 모형에서는 뇌의 진화적 발달 단계에 맞추어 교육의 순서를 중요시하고 있다. 즉, 정의적 영역에서 감정과 정서를 자극하고, 활동을 통해 인지적 자극을 받고 지식을 연합할 수 있도록 하였다. 특히 발달단계상 초등학생은 아직 형식적 조작기 이전의 단계로 이러한 순서에 맞게 지도하는 것이 더 바람직하다. 그러므로 본 연구에서는 융합교육으로서의 STEAM 교육을 위해 뇌 기능을 근거로 한 뇌 기반 과학교수 학습 모형(임채성, 2005)이 가장 적합하다고 판단하여 이를 적용한 교수-학습 프로그램을 개발하였다.

#### 2) 교수-학습 프로그램의 주제 선정

교수-학습 프로그램의 내용은 과학, 기술, 공학, 예술, 수학을 통합할 수 있는 주제로서, 초등의 각 과목에 해당되는 과학, 실과, 음악, 미술, 수학의 교육과정 내용을 참고하였다. 주제 선정의 기본 방향은 초등 4학년이 이미 배운 내용으로 선택하고, 심화내용으로 구성하였다. 다만 실과의 경우, 교육과정에서 5~6학년에 배치되어 있어 주제 선정을 위한 참고자료로만 이용하였다.

표 1. 뇌 기반 STEAM 교육 교수-학습 프로그램의 주제 및 STEAM 융합요소

주제	STEAM 융합요소
1. 과학과 문학의 만남	S = 탄생, 연소, 과학 설명문 A = 만화, 동시, 동화, 그리기 M = 측정, 규칙성 찾기
2. 가까이 또 멀리	S = 시각, T = 사진촬영, E = 영화촬영 기술 A = 원근법이 나타난 예술작품, 전시 M = 도형
3. 빛과 그림자	S = 빛의 직진, T = 제도, E = 만들기 A = 예술작품 속 빛의 표현, 전시 M = 측정
4. 악기와 소리	S = 소리, 소리의 요소, T = 악기의 재질 E = 악기 제작, A = 전시, 연주 M = 분수의 계산

본 연구에서는 각 과목에서 융합형 주제를 추출하여 총 4개의 교수-학습 프로그램을 개발하였다. 교육과정을 토대로 선정한 네 가지 주제는 표 1에 제시하였다.

#### 3) 교수-학습 프로그램의 개발 및 검토

과학, 기술, 공학, 예술, 수학과 관련한 초등 교육 과정을 검토하여 주제 중심의 융합수업이 될 수 있도록 4개의 주제를 총 12차시로 구성하였다. 각 수업의 단계는 뇌 기반 과학 교수 학습모형(임채성, 2005)에 따라 ‘Interesting(흥미·관심갖기) - Doing(해보기) - Understanding(이해하기)’의 기본 단계를 순서대로 거치도록 하였다. 또한 수업 주제에 따라 모형의 순환적 성격을 고려하여 해보기와 이해하기가 반복적인 순서로 이루어지도록 구성하였다. 또한 교수-학습 프로그램이 본 연구의 목적에 적합하게 개발되었는지 알아보기 위해 과학교육 전문가 3인, 기술교육 전문가 1인, 미술교육 전문가 1인과 과학영재교육 석사과정 중인 교사 4인의 협조를 얻어 타당도를 평가 받았다.

개발된 교수-학습 프로그램이 뇌 기반 과학교수 학습 모형을 잘 드러내고 있는지, 학생들의 창의성과 정서지능 향상에 도움을 줄 수 있는지, 수업의 흐름에 비약이 없는지 등을 평가 받은 후 K도 소재 G과학관에서 파일럿 테스트를 거치고, 지속적인 세미나 과정을 통해 교수 학습 프로그램 수정·보완을 반복하여 최종적으로 교수 학습 프로그램 개발을 완성하였다.

## 2. 뇌 기반 STEAM 교수-학습 프로그램의 적용

### 1) 연구대상

본 연구에서 개발한 교수-학습 프로그램은 경기 A시에 소재한 교육지원청 영재교육원 4학년 19명과 S초등 4학년 2개 반 58명을 대상으로 적용하였다. 과학영재교육 대상자들은 교사의 관찰 추천을 통해 판별검사를 받고 면접을 통해 선발되었다. 일반학생은 동일한 지역에서 남녀비율을 고려하여 2개반 50명(남학생 25명, 여학생 25명)을 대상으로 하였다(표 2).

### 3) 검사도구 및 분석방법

#### (1) 창의성 검사

본 연구에서는 창의성을 측정하기 위해 Torrance에 의해 개발된 TTCT(Torrance Test of Creative Thinking)도형 검사를 사용하였다. 이 검사는 창의성의 인지적 사고능력을 측정하는 검사도구로 본 연구에서는 표준화 된 한국판 TTCT(김영채, 2011)가 사용되었다. 채점은 TTCT 채점 자격증을 가진 전문가 2인에게 의뢰하였으며, 채점자간 신뢰도는 .91이었다.

#### (2) 정서지능 검사지

본 연구에서 사용한 정서지능의 측정도구는 Salovey 등(1997)의 정서지능의 최근 모형에 근거하여 문용린(1999)이 제작한 초등 고학년용 정서지능 검사이다. 정서지능 검사지는 자기보고식 검사이며, 5단계 리커트 척도형으로 정서인식 및 표현, 감정 이입, 사고촉진, 정서활용, 정서조절의 5개 하위영역의 각 문항 점수의 평균을 구하였다. 정서지능은 이 5개 하위영역을 모두 합하여 평균을 구하였다.

## III. 연구결과 및 논의

표 2. 연구대상

구분	집단(명)	
	과학영재	일반학생
남	15	25
여	4	25
계	19	50

본 연구에서는 뇌 기반 STEAM 교수-학습 프로그램을 개발하였다. 개발한 교수-학습 프로그램을 초등과학영재와 초등일반학생에게 적용한 결과, 창의성과 정서지능에 미치는 영향을 분석하였다.

### 1. 뇌 기반 STEAM 교수-학습 프로그램의 개발

STEAM 교육내용 요소는 초등 4학년의 학사운영으로 이루어지고 있는 2007개정 교육과정을 기반으로 과학, 기술, 공학, 예술, 수학의 5가지 과목에서 추출하였다. 본 연구에서는 이들 중 두 과목 또는 그 이상의 교과가 통합될 수 있도록 네 가지 주제를 추출하였다.

총 12차시로 구성된 교수-학습 프로그램은 학습자의 뇌 발달에 근거하여 뇌 기반 과학교수 학습 모형을 통해 STEAM 교육을 경험하도록 구성하였다. 임채성(2005)의 뇌 기반 과학교수 학습 모형에 따라 ‘IDU (Interesting: 흥미 · 관심갖기 → Doing: 해보기 → Understanding: 이해하기)’의 기본 단계를 순서대로 거치도록 하였으며, 수업 주제에 따라 모형의 순환적 성격을 고려하여 해보기와 이해하기의 단계를 반복적으로 경험할 수 있도록 하였다(류제정, 2012).

#### 1) <주제 1 : 과학과 문학의 만남> 교수-학습 프로그램의 구성 내용

주제 1은 2007개정 교육과정 국어과의 쓰기 내용체계표에 제시된 쓰기의 실제 부분에 ‘정보를 전달하는 글쓰기’와 ‘정서 표현의 글쓰기’, 과학과의 내용체계표상에는 제시되어 있지 않지만, 교수 학습방법으로서 대단원의 마무리 부분에서 이루어지는 과학글쓰기를 통해 과학과 문학의 만남으로 주제를 선정하였다. 주제 선정 이후 뇌 기반 교수 학습 모형의 단계에 맞추어 과학적 글쓰기와 문학적 글쓰기의 차이점과 공통점을 경험해 볼 수 있도록 STEAM 내용 요소를 선정하고 구성하였다(류제정, 2012)(표 3).

#### 2) <주제 2 : 가까이 또 멀리> 교수-학습 프로그램의 구성 내용

주제 2는 2007개정 교육과정 미술과의 내용체계표에 제시된 미적 체험 부분의 ‘(1) 자연 환경’과 ‘(2) 시각 문화 환경’, 감상부분의 ‘(1) 미술 작품’과 ‘(2) 미술 문화’와 과학과의 내용체계표 상에 제시

표 3. 교수-학습 프로그램 <주제 1>의 개요

뇌 기반 교수 학습 모형				교수 학습 내용	STEAM 내용 요소
단계	요소	교육 목표	뇌영역		
I (Interesting)	흥미·호기심 유발 학습 문제 탐색	태도 (정의)	변연계	과학적 글과 문학적 글을 보고 설명한 생물모습 그려보기 1. 과학적 글쓰기 2. 문학적 글쓰기	S : 과학 설명문 A : 시, 그리기
D (Doing)	탐구 활동	기능 (심체)	후두엽, 두정엽, 전두엽 일부	1. 과학실험 I 2. 과학실험 II	S : 탄생, 연소 M : 측정, 규칙성 찾기
U (Understanding)	인지적 활동 심화·확장 활동	지식 (인지)	전두엽 일부, 전두엽 연합령	1. 실험 I - 과학적 글쓰기 2. 실험 II - 문학적 글쓰기 자신이 경험한 과학적 사실을 문학적 글로 표현하기	S : 과학보고서 A : 동시, 동화 S : 과학사실 A : 동시, 동화, 만화

된 ‘우리몸’을 바탕으로 가까이 또 멀리라는 주제를 선정하였다(류제정, 2012). 주제 선정 이후 뇌 기반 교수 학습 모형의 단계에 맞추어 원근법을 다양하게 경험해 볼 수 있도록 STEAM 내용 요소를 선정하고 구성하였다(표 4).

3) <주제 3 : 빛과 그림자> 교수-학습 프로그램의 구성 내용

주제 3은 2007개정 교육과정 과학과의 내용체계 표 3학년에 제시된 ‘빛의 직진’과 미술과의 미적 체

험 부분의 ‘(1) 자연 환경’과 ‘(2) 시각 문화 환경’, 감상부분의 ‘(1) 미술 작품’과 ‘(2) 미술 문화’를 바탕으로 빛과 그림자라는 주제를 선정하였다(류제정, 2012). 주제 선정 이후, 뇌 기반 교수 학습 모형의 단계에 맞추어 빛과 그림자를 다양하게 경험해 볼 수 있도록 STEAM 내용 요소를 선정하고 구성하였다(표 5).

4) <주제 4 : 악기와 소리> 교수-학습 프로그램의 구성 내용

표 4. 교수-학습 프로그램 <주제 2>의 개요

뇌 기반 교수 학습 모형				교수 학습 내용	STEAM 내용 요소
단계	요소	교육 목표	뇌영역		
I (Interesting)	흥미·호기심 유발 학습 문제 탐색	태도 (정의)	변연계	사진에 작품제목 붙이기 1. 그림 속 비밀 찾기 2. 원근법 알아보기 3. 비밀의 방 만들기	A : 감상
D (Doing)	탐구 활동	기능 (심체)	후두엽, 두정엽, 전두엽 일부	1. 그림 탐구하기 2. 입체로 보이는 이유 3. 비밀의 방 만들기	S : 시각 A : 원근법 M : 도형
U (Understanding)	인지적 활동 심화·확장 활동	지식 (인지)	전두엽 일부, 전두엽 연합령	1. 그림 관찰, 감상 2. 시각 탐구 3. 비밀의 방 원리탐구 원근법을 이용한 사진을 찍고 제목 붙여 전시	T, E : 영화 촬영기술 T : 사진 촬영 A : 전시

표 5. 교수-학습 프로그램 <주제 3>의 개요

뇌 기반 교수 학습 모형				교수 학습 내용	STEAM 내용 요소
단계	요소	교육 목표	뇌영역		
I (Interesting)	흥미·호기심 유발 학습 문제 탐색	태도 (정의)	변연계	그림 관찰 및 감상 1. 바늘구멍 사진기 탐구하기 2. 빛과 그림자 탐구하기	S : 빛의 직진 A : 예술작품 속 빛의 표현
D (Doing)	탐구 활동	기능 (심체)	후두엽, 두정엽, 전두엽 일부	1. 바늘구멍 사진기 만들기 2. 빛과 그림자 관찰하기	T, E : 제도, 만들기 M : 측정
U (Understanding)	인지적 활동 심화·확장 활동	지식 (인지)	전두엽 일부, 전두엽 연합령	1. 바늘구멍 사진기 탐구하기 2. 빛과 그림자 탐구하기 바늘구멍 사진기로 사진 찍고 전 시하기	S : 빛의 직진 T : 홀로스펙스 필름 A : 전시

주제 4는 2007개정 교육과정 음악과의 내용체계 표 활동 영역의 ‘리듬악기, 가락악기 연주하기’와 이해 영역의 ‘타악기의 종류와 음색’, ‘관악기의 종류와 음색’, 생활화 영역의 ‘음악 발표하기’를 기본으로 하여 악기에 대한 주제를 찾아내고, 슬기로운 생활과 즐거운 생활에서 경험한 ‘소리’를 바탕으로 소리에 숨은 과학과 수학적 원리를 찾을 수 있도록 주제를 선정하였다. 주제 선정 이후 뇌 기반 교수 학습 모형의 단계에 맞추어 악기와 소리를 다양하게 경험해 볼 수 있도록 STEAM 내용 요소를 선정하고 구성하였다(류제정, 2012)(표 6).

## 2. 뇌 기반 STEAM 교수-학습 프로그램이 초등과학영재와 초등일반학생의 창의성에 미치는 영향

본 연구에서 개발한 교수-학습 프로그램이 초등과학영재와 초등일반학생의 창의성에 미치는 영향과 두 집단 간의 차이를 살펴보면 다음과 같다.

초등과학영재와 초등일반학생이 창의성 사전검사에서 유의미한 차이가 있는지 알아보기 위하여 두 집단 간의 사전점수에 대해 독립표본 t-검정을 실시하였다. 그 결과는 표 7과 같다.

표 6. 교수-학습 프로그램 <주제 4>의 개요

뇌 기반 교수 학습 모형				교수 학습 내용	STEAM 내용 요소
단계	요소	교육 목표	뇌영역		
I (Interesting)	흥미·호기심 유발 학습 문제 탐색	태도 (정의)	변연계	사물놀이와 오케스트라 감상과 관찰 1. 전자기타 탐구하기 2. 나만의 악기 만들기	S : 소리 T : 악기의 재질
D (Doing)	탐구 활동	기능 (심체)	후두엽, 두정엽, 전두엽 일부	1. 전자기타 만들기 2. 악기 고안하고 만들기	S : 소리 T, E : 기타 및 자신의 악기 만들기 M : 피타고라스 음계
U (Understanding)	인지적 활동 심화·확장 활동	지식 (인지)	전두엽 일부, 전두엽 연합령	1. 전자기타 탐구하기 2. 나만의 악기 탐구하기 자신이 만든 악기 전시 및 연주	S : 소리의 요소 A : 악기연주 A : 전시, 연주

표 7. 초등과학영재와 초등일반학생의 사전 창의성 검사 차이검증

측정요인	대상	사례수	평균	표준편차	t	p
유창성	초등과학영재	19	96.53	12.13	-.557	.579
	초등일반학생	50	98.70	15.25		
독창성	초등과학영재	19	100.79	13.59	1.172	.245
	초등일반학생	50	94.88	20.26		
제목의 추상성	초등과학영재	19	108.63	16.93	-.430	.669
	초등일반학생	50	110.92	20.70		
정교성	초등과학영재	19	82.95	10.54	-1.006	.318
	초등일반학생	50	86.24	12.69		
종결에 대한 저항	초등과학영재	19	111.95	11.38	.003	.998
	초등일반학생	50	111.94	8.50		
창의성	초등과학영재	19	107.54	8.94	1.151	.254
	초등일반학생	50	104.10	11.79		

표 7에 의하면 초등과학영재와 초등일반학생의 창의성 하위요소와 전체 창의성은 사전에 모두 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 따라서 초등과학영재와 초등일반학생은 창의성에서 차이가 없는 집단임을 알 수 있다.

이는 초등과학영재 선발이 4학년에서 이루어지며 창의성은 고등사고능력으로 일정한 수준 이상의 지적 능력을 요구하므로, 과학영재 수업에 이제 입문한 초등 과학영재 4학년에게 나타나기 어려웠던 것으로 생각된다. 또는 영재교육진흥법에 의해 선발된 영재들은 잠재적 영재를 포함하고 있으므로, 현재 초등 4학년 과학영재들은 잠재적 영재로서의 가능성을 확인하는 결과라 할 수 있다. 한 가지

더 생각해 볼 수 있는 점은 그 동안의 과학영재교육원 수업이 학생들의 창의력을 자극하기에는 한계점이 있었을 수 있다.

초등과학영재와 초등일반학생이 사전 창의성 검사에서 차이가 없는 집단이므로 사후 창의성에 차이가 있는지 알아보기 위하여 두 집단 간의 사후점수에 대해 독립표본 t검정을 실시하였다. 그 결과는 표 8과 같다.

표 8에 의하면 초등과학영재와 초등일반학생의 창의성 하위요소 중 독창성과 제목의 추상성, 전체 창의성은 사후에 각각  $p < .000$ ,  $p < .011$ ,  $p < .001$ 로 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 즉, 과학영재교육에 적절한 교수 학습 프로그램이

표 8. 초등과학영재와 초등일반학생의 사후 창의성 검사 차이검증

측정요인	대상	사례수	평균	표준편차	t	p
유창성	초등과학영재	19	111.58	14.40	1.223	.226
	초등일반학생	50	105.82	18.47		
독창성	초등과학영재	19	120.68	13.09	4.366	.000***
	초등일반학생	50	102.92	15.77		
제목의 추상성	초등과학영재	19	128.21	16.62	2.608	.011*
	초등일반학생	50	111.28	26.30		
정교성	초등과학영재	19	93.32	10.09	-1.535	.129
	초등일반학생	50	97.70	10.77		
종결에 대한 저항	초등과학영재	19	123.00	5.68	1.908	.061
	초등일반학생	50	120.00	5.89		
창의성	초등과학영재	19	124.62	11.22	3.490	.001**
	초등일반학생	50	113.56	11.95		

제공된다면 창의성 발현과 향상에 도움을 줄 수 있다는 것을 알 수 있었다.

선행연구와 비교해 보면, 초등과학영재를 대상으로 창의력 신장을 위한 프로그램을 통해 TTCT를 이용하여 효과를 살펴본 문중성(2008)의 결과에서는 유창성에서 유의미한 결과가 나타났었다. 유아를 대상으로 동화와 음악을 활용한 창의성 프로그램으로 TTCT를 이용하여 효과를 살펴본 김도진(2011)의 결과에서는 유창성, 독창성, 제목의 추상성, 창의성 전체에서 유의미한 결과가 나타났었다. 이 선행연구의 결과와 본 연구결과를 비교했을 때, 뇌 기반 STEAM 교육은 일반학생보다 초등과학영재의 창의성 향상에 더 유의미하였다. 창의성의 하위요소 중 독창성과 제목의 추상성에서 통계적으로 유의미한 차이를 볼 수 있었던 것은 프로그램을 통해 학습자들에게 새로운 생각의 기회가 부여되었고, 자신의 생각을 추상화 할 수 있는 경험을 제공하였기 때문으로 생각된다.

### 3. 초등과학영재와 초등일반학생의 정서지능에 미치는 영향

본 연구에서 개발한 교수-학습 프로그램이 초등과학영재와 초등일반학생의 정서지능에 미치는 영향과 두 집단 간의 차이를 살펴보면 다음과 같다.

초등과학영재와 초등일반학생이 정서지능에서 차이가 있는 집단인지 알아보기 위하여 두 집단 간의 사전점수에 대해 독립표본 *t*검정을 실시하였다. 그 결과는 표 9와 같다.

표 9에 의하면 초등과학영재와 초등일반학생의 사전 정서지능은 정서지능 하위 요소인 정서조절을 제외하고는 모두 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다. 따라서 초등과학영재와 초등일반학생은 정서지능에서 차이가 있는 집단을 알 수 있다. 이는 초등과학영재 선발의 1단계인 관찰 추천 단계에서 추천교사에 의해 영재로서 일반학생과는 차별되는 정서지능의 잠재력이 확인된 결과라고 추정된다.

초등과학영재와 초등일반학생이 사전 정서지능 검사에서 차이가 있는 집단으로 나타났으므로 사전 검사 점수를 공변인으로 하여 공변량분석(ANCOVA)를 실시하였다. 두 집단 간의 사후점수에 대한 공변량분석 결과는 표 10과 같다.

초등과학영재와 초등일반학생의 정서지능 하위요소 중 정서인식 및 표현, 사고촉진, 정서활용과 전체 정서지능은 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 선행연구와 비교해 보면, 초등과학영재와 초등일반학생을 대상으로 정서지능의 차이를 분석한 여상인과 백은주(2007)의 연구에서 정서의 인식 및 표현, 사고촉진, 정서활용에서  $p < .001$ 로 유의미함을 보였는데, 이것과 동일한 결과를 나타내고 있다. 따라서 초등과학영재는 일반학생에 비해 정서지능이 높고, 상위 영역의 정서지능이 비교적 더 많이 발달했다는 것을 보여준다.

## IV. 결론 및 제언

표 9. 초등과학영재와 초등일반학생의 사전 정서지능 검사 차이검증

측정요인	대상	사례수	평균	표준편차	<i>t</i>	<i>p</i>
정서인식 및 표현	초등과학영재	19	29.95	4.95	3.065	.003**
	초등일반학생	50	25.98	4.75		
감정이입	초등과학영재	19	30.68	5.33	3.166	.002**
	초등일반학생	50	25.76	5.92		
사고촉진	초등과학영재	19	31.21	4.89	3.463	.001**
	초등일반학생	50	25.06	7.11		
정서활용	초등과학영재	19	30.21	5.21	3.981	.000***
	초등일반학생	50	23.40	6.72		
정서조절	초등과학영재	19	26.21	5.27	-.457	.649
	초등일반학생	50	26.80	4.60		
정서지능	초등과학영재	19	148.26	19.16	3.724	.000***
	초등일반학생	50	127.00	21.88		



**표 10.** 초등과학영재와 초등일반학생의 사후 정서지능 검사 차이검증

측정요인	변량원	제곱합	자유도	평균제곱	F	p
정서인식 및 표현	사전검사(공변인)	663.43	1	663.43	8.730	.004**
	집단	111.979	1	111.979		
	오차	846.598	66	12.83		
	합계	58,365.00	69			
감정이입	사전검사(공변인)	1,096.80	1	1,096.80	3.543	.064
	집단	33.80	1	33.80		
	오차	629.83	66	9.54		
	합계	53,640.00	69			
사고촉진	사전검사(공변인)	1,189.63	1	1,189.63	5.094	.027*
	집단	104.00	1	104.00		
	오차	1,347.43	66	20.42		
	합계	60,128.00	69			
정서활용	사전검사(공변인)	1,044.87	1	1,044.87	4.452	.039*
	집단	82.40	1	82.40		
	오차	1,221.65	66	18.51		
	합계	53,667.00	69			
정서조절	사전검사(공변인)	601.78	1	601.78	.582	.448
	집단	10.62	1	10.62		
	오차	1,203.88	66	18.24		
	합계	51,518.00	69			
정서지능	사전검사(공변인)	13,654.31	1	13,654.31	10.012	.002**
	집단	1,338.80	1	1,338.80		
	오차	8,825.10	66	133.714		
	합계	1,356,850.00	69			

이 연구에서는 뇌 기반 STEAM 교수-학습 프로그램을 개발하고, 개발된 교수-학습 프로그램을 초등과학영재와 초등일반학생에게 적용한 결과, 창의성과 정서지능에 미치는 영향을 분석하였다. 이를 통해 뇌 기반 STEAM 교수-학습 프로그램의 적용이 과학교육에 주는 시사점을 알아보고자 하였다.

### 1. 결론

이 연구를 통하여 얻은 결론은 다음과 같다.

첫째, 2007개정 교육과정의 각 교과목 내용체계표와 교육과정을 통해 네 가지의 통합 주제를 추출하여 STEAM 교육을 경험할 수 있도록 구성하였다. 여기에 뇌 기반 과학교수 학습 모형을 적용하여 총 12차시 분량의 교수-학습 프로그램을 개발하였다.

둘째, 뇌 기반 STEAM 교수-학습 프로그램은 초등과학영재와 초등일반학생의 창의성과 정서지능을 신장시켰으며, 특히 영재학생들에게 더 효과적이었다.

셋째, 이 연구에서 개발된 뇌 기반 STEAM 교수-

학습 프로그램은 영재 및 일반학생의 창의성과 정서지능 향상을 위한 프로그램 개발에 기초 모형으로 사용될 수 있을 것이다.

넷째, 과학영재의 선발과정에 의해 잠재적 영재가 잘 선발되었음을 알 수 있었다. 두 집단의 사전 창의성 점수는 차이가 없었으나, 정서지능 점수는 영재아가 일반아보다 더 높았다. 그래서 공변량분석에 의해 수업 후 두 집단의 정서지능 검사를 비교해본 결과, 개발된 프로그램은 일반아집단보다 영재집단에 더 효과가 있음이 확인되었다. 이러한 결과는 과학영재 선발 과정의 1차 단계에서 이루어지는 교사의 관찰 추천이 영재의 잠재적 능력을 판단하는데 적합하다는 것을 뒷받침해 주는 것으로 생각된다.

### 2. 제언

우리나라에서 STEAM 교육의 도입은 국제화, 지식정보 중심의 사회에서 과학적 창의성과 예술적 감성을 조화시킨 융합인재 양성을 목적으로 하고

있다. 이 STEAM 교육은 미국과 제반 선진국의 STEM 교육에 그 기원을 두고 있다. 미국의 STEM 교육 도입배경을 살펴보면 미국 학생들의 과학, 수학 PISA 성적의 하락과 이공계 기피현상으로 인해 이 공계 분야의 인력이 부족함에 기인한다.

현대 사회는 과학기술이 국가의 경쟁력을 좌우하는 핵심 사업이다. 이러한 사회에서 국가의 이공계 인력 부족은 미국으로서 심각한 위기 상황일 수밖에 없었다. 그래서 미국 내 학습자들이 과학, 기술에 흥미와 동기를 가지고 학습하여, 이공계 분야에서 STEM literacy(STEM 소양)를 갖춘 전문 인력 확보를 목적으로 STEM 교육이 이루어졌다. 그러나 사회적 요구에 의해 STEM 교육이 이루어지다 보니, 아직까지는 통합교육으로서 STEM 교육이 교과사이의 체계적 연계성이 부족하고, 흥미와 동기 위주의 교육에 머물고 있다고 할 수 있다. 국내의 초등에서 이루어지는 통합교과의 형태도 형식적인 통합에 그치고 있는 것이 현실이다.

이러한 상황에서 우리나라는 STEM에 Art를 추가하여 STEAM 교육을 실시하려고 계획하고 있으나, 아직 구체적인 목표와 교육과정 구성도 되지 않은 실정이다. 이런 상황에서 자칫 무리하게 빠른 산출물만 요구한다면 흥미와 동기 위주의 형식적 통합교육에 그칠 우려가 있다고 하겠다.

이에 본 연구에서는 과학적 창의성과 예술적 감성을 겸비한 창의적 융합인재 양성을 위한 STEAM 교육의 목적을 기본에 두고, 모든 교육이 생물학적 발달단계를 고려한 뇌에 근거하여 교육하여야 한다는 뇌 기반 교육 관점에서 접근하여, 뇌 기반 STEAM 교육의 기초자료를 제공할 수 있다고 생각한다.

## 참고문헌

교육과학기술부 (2010). 창의와 배려의 조화를 통한 인재 육성.

김도진(2011). 동화와 음악을 활용한 창의성 프로그램이 유아의 창의성 증진에 미치는 효과. *아동교육*, 20(1), 293-316.

김두정(2010). 뇌 과학: 학교 교육과 교육과정에서의 시사점. *교육과정연구*, 28(3), 127-145.

김성일(2006). 뇌 기반학습과학: 뇌과학이 교육에 대해 말해주는 것은 무엇인가?. *인지과학*, 17(4), 375-398.

김영채(2011). 표준화 창의력 검사 한국판 TTCT 검사요

강. 대구: 창의력 한국 FPSP.

김정희(2008). 초중등학교 통합형 문화예술교육 모형개발 연구: 교과-예술통합형 문화예술교육 교안 개발 매뉴얼. 인천: 인천문화재단.

김진수(2007). 기술교육의 새로운 통합교육 방법인 STEM 교육의 탐색. *한국기술교육학회지*, 7(3), 1-29.

나순례(2004). 능력, 특성, 정서지능 수준에 따른 창의적 사고와 창의적 인성의 차이. *전남대학교 석사학위 논문*.

류제정(2012). 뇌 기반 STEAM 교육이 초등과학영재와 초등일반학생의 창의성과 정서지능에 미치는 효과. *한국교원대학교 석사학위 논문*.

문용린(1999). 인성교육을 위한 정서지능개발 프로그램에 관한 연구. *서울대학교사대논총*, 59, 31-98.

문종성(2008). 초등 과학영재의 창의력 신장을 위한 과학수사 PBL 프로그램의 개발 및 적용. *한국교원대학교 대학원 석사논문*.

송진웅(2008). 과학기술, 교육, 문화의 융합 시너지 효과 제고를 위한 한국과학창의재단운영방안연구(정책연구과제2008-26). 서울: 교육과학기술부.

여상인, 백은주(2007). 초등과학영재와 일반학생의 정서지능 비교. *국제과학영재학회지*, 1(1), 43-49.

임채성(2005). 뇌 기능에 기초한 과학 교수 학습: 뇌기능과 학교 과학의 정의적, 심체적, 인지적 영역의 연계적 통합 모형. *초등과학교육*, 24(1), 86-101.

정진수, 윤성규, 김상은(2009). 세타 및 알파 상대 파워스펙트럼 분석을 통한 생물학 용어 유의미 기억의 특성 분석. *한국생물교육학회지*, 37(4), 495-503.

정현일(2011). 통합 STEAM 교육 접근에서 예술(Art)의 의미와 중요성 고찰. *예술과 교육*, 17, 55-72.

하주현(2000). 아동기에서 청년기까지의 창의적 인지와 창의적 인성의 발달경향 연구. *성균관대학교 박사학위 논문*.

Ansari, D. & Coch, D. (2006). Bridge over troubled waters: Education and cognitive neuroscience. *Trends in Cognitive Sciences*, 10(4), 146-151.

Bamford, A. (2010). *The importance of creativity*. 2010 유네스코 세계문화예술교육대회 국내행사 창의인성 교육 학술대회자료집.

Daniel, H. P. (2006). *A whole new mind: why right-brainers will rule the future*. New York: Penguin Group. [김명철 역(2007). 새로운 미래가 온다. 서울: 한국경제신문사.]

Dearborn, K. (2002). Studies in emotional intelligence redefine our approach to leadership development, *Public Personal Management*, 31(4), 523-530.

Gabriel, Y. & Griffiths, D. S. (2002). Emotion, learning, and organizing. *Learning Organization*, 9(5), 214-221.

Jensen, R. (2008). *Dream society: how the coming shift from information to imagination will transform your*

- business*. NY: McGraw Hill.
- Kwon, Y. J., Lee, J. K., Shin, D. H. & Jeong, J. S. (2009). Changes in brain activation induced by the training of hypothesis generation skills: An fMRI study. *Brain and Cognition*, 69(2), 391-397.
- Milgram, R. M. & Milgram, N. A. (1976), Personality characteristics of gifted Israeli children. *Journal of Genetic Psychology*, 125(1), 185-192.
- NSB (2007). A National Action Plan for Addressing the Critical Needs of the U.S. Science, Technology, Engineering and Mathematics Education system.
- Petrides, K. V. & Furnham, A. (2001). Trait emotional intelligence: Psychometric investigation with reference to established trait taxonomies. *European Journal of Personality*, 15(2), 425-448.
- Salovey, P., Mayer, J. D. & Caruso, D.(2001). The positive psychology of emotional intelligence. In C. R. Snyder & S. J. Lopez(Eds.), *The handbook of positive psychology*. NY: Oxford University Press.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEM mania. *Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Weiss, R. P. (2000). Emotion and learning. *Training & Development*, 54(11), 44-48.
- Yakman, G. (2010). *STEAM: A Framework for Teaching Across the Disciplines*. <http://www.stamedu.com/index.html>.