

ORIGINAL ARTICLE

## 초등학교 비형식 과학 교육을 위한 융합인재교육(STEAM) 프로그램의 개발 및 적용 - '빛' 주제를 중심으로

이효녕, 백소연, 이현동\*  
(경북대학교)

### Development and Application of STEAM Education Program for Informal Science Learning in Elementary School: Focused on Theme of 'Light'

Hyonyong Lee, Soyeon Baek, Hyundong Lee\*  
(Kyungpook National University)

#### ABSTRACT

The purposes of this study are to develop the STEAM program grounded on curriculum and to investigate educational effects of the developed program on students' attitude of science and science self-efficacy by application to elementary informal science education environment. In order to develop this program, the literature reviews were conducted and then STEAM education program based on the theme 'light' is developed. The developed program was revised and complemented through preliminary applications and consulting with experts, and applied to 65 students. A single group pre-post paired t-test was conducted through the students' attitude of science and science self-efficacy test. The semi-structure interviews were used to gather focused and additional data. The results of this study were as follows: firstly, STEAM education program was developed with the theme 'light' for elementary students in order to increase their interest related to real life. Secondly, the results indicated that the program was statistically significant on the attitude of science for the group of third and fourth graders. However, the effects of science self-efficacy did not appear a significant result for the third and fourth graders. They expressed one possible reason. The theme of light was not familiar with them because the theme was scheduled to teach in the second semester of the fourth graders. Some of students in this group did have a chance to learn the theme. Thirdly, the program was very effective for the fifth and sixth graders on their attitude of science and science self-efficacy. In conclusion, STEAM education program developed with the theme of light is contributed to elementary students' attitude of science in the informal science education. Students' learning experiences of relevant concepts can influence on students' science self-efficacy. It could be very important factor to consider students' grade level and previous learning experiences when the educational programs develop.

**Key words** : Elementary School, Informal Science Education, STEAM, Attitude of Science, Self-Efficacy

Received 7 June 2017; Revised 24 July, 2017; Accepted 31 July, 2017

\*Corresponding author : Hyundong Lee, Kyungpook National University, Daehakro  
80, Buk-gu, Daegu, 41566, Korea

Phone: +82-10-9785-1011

E-mail: tm81c101@hanmail.net

\*\* 이 논문은 백소연의 2016년도 석사 학위논문의 데이터를 활용하여 재구성하였음.

© The Korean Society of Earth Sciences Education . All rights reserved.

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative  
Commons Attribution Non-Commercial License

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted  
non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided  
the original work is properly cited.

## 1. 서론

현대 사회에서의 교육은 학교라는 정규적인 기구와 제도 하에서 실시되고 있는지의 여부에 따라 형식(formal)과 비형식(informal) 교육으로 대별될 수 있다(서울대학교 교육연구소, 1995; Wellington, 1994). 즉, 형식 교육은 학교에서 정규 교육과정을 통해 이루어지는 교육으로 의무적이고 구조화되어 있는 교육이며, 비형식 교육은 학교 밖에서 이루어지는 다양하고 자발적이고 자기 주도적인 교육으로 정의된다(김이슬, 2011; 배유진, 2014; 백소이, 2011; 허준영, 2009; NSF, 1998). 최근 우리나라 과학 교육에서 형식 교육의 큰 문제점이자 이슈는 학년이 올라갈수록 학생들의 과학에 대한 태도가 부정적으로 변해가는 것과 과학과 관련된 직업을 선택하지 않는 이공계 기피 현상이다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 융합인재교육과 함께 비형식 과학교육에도 주목하고 있다(장현숙, 이현주, 2008). 여러 교과 중 과학, 수학, 기술과 관련된 비형식 교육은 교과 지식뿐만 아니라 진로, 직업 등의 주제를 다룬다. 이러한 내용을 바탕으로 학생들에게 폭넓은 이해를 제공하고 학습자들의 전 생애에 걸쳐 과학에 대한 흥미와 호기심을 불러일으킬 수 있다(김이슬, 2011; 이선경 외, 2005; 장경애, 윤혜경, 2005). 현재 학교 현장의 정규 교육이 이루어지는 동안 교육과정에서 추구하는 핵심 목표를 충분히 달성하지 못하고 있다는 간극을 메우기 위해 국가 차원에서는 과학관, 방과 후 학교 등 다양한 프로그램의 비형식 교육을 운영하고 있다(교육과학기술부, 2009). 즉, 교육과정에서도 비형식 교육을 도입하거나 연계하는 것을 명시하고 있으며 다양한 교육 방법 중의 하나로 비형식 과학 교육을 중요하게 다루고 있다(백소이, 2011).

최근까지 이루어진 비형식 과학 교육에 대한 선행연구를 살펴보면, 비형식 교육이 일어날 수 있는 환경을 3가지로 분류하였다. 첫째, 교육적 목적을 가지는 기관에서 이루지는 것으로 과학관, 과학 캠프 등이 해당한다. 둘째는 방과 후 프로그램을 활용한 것으로 특기 적성, 방과 후 학교 교육 등이 해당한다. 셋째, 전자 미디어를 이용한 교육이 해당한다(Crane et al., 1994; Rennie, 2003, 2007). 특히, 과학관과 관련한 교육에서 교사들이 비형식 과학 교육이 형식 교육에 비하여 효과 면에서 떨어지지 않는다

고 인식할 때 비형식 교육의 효과가 높아지는 것으로 나타났다(장현숙, 이현주, 2008; 최경희 외, 2006). 이선경 외(1997)는 비형식 과학 교육 기관 중 하나인 과학관을 통해 학습자들이 과학에 대한 흥미를 증가시키고 다양한 형식의 과학 학습 자료를 제공하며 획일적인 학교 교육을 보완하고 확장할 수 있다고 하였다.

그리고 김이슬(2011), 장경애와 윤혜경(2005), 전연주(2014)에서는 과학 캠프나 특기 적성과 같은 비형식 과학 교육에 참가했던 학습자들로부터 인식을 조사한 결과 비형식 과학 교육이 가지는 교육적 역할이 확대되어야 하며 나아가 양질의 프로그램이 개발되어 과학적 소양 함양에 도움이 되어야 한다는 필요성을 제시하였다. 또한 비형식 과학 교육에 참여한 시기가 빠르고 참여 횟수가 많을수록 과학적 학습 태도가 향상되었으며 초등학생의 과학탐구 능력과 태도에도 긍정적인 영향을 미친다(강인애, 2012; 김종진, 2008; 김혜신, 2004; 조미현 외, 2013).

우리나라에서는 2003년 한국과학교육학회에서 비형식 과학 교육 관련 국제 학술대회를 개최하기 시작한 이후로 비형식 교육은 중요한 키워드로 자리 잡았으며 국가 차원에서 과학관 육성 계획 및 비형식 과학 교육 활성화를 위해 다양한 연구를 진행하고 있다(백소이 외, 2011). 하지만 비형식 교육이 진행됨에 따라 깊이 있게 논의되지 못하고 형식 교육과 분절된 경험으로 끝나지 않기 위해서 형식 교육과 비형식 교육 간의 협력은 지속적으로 강조되고 있다(조미현 외, 2013; Stocklmayera et al., 2010). 따라서 비형식 과학 교육과 정규 교육과정과 연계된 융합인재교육 프로그램이 개발되어 탐구할 수 있는 기회가 제공되어야 하며 이러한 프로그램이 학교 내 과학 교육과 유기적으로 연결된다면 교육과정에서 추구하는 목표를 효과적으로 달성할 수 있다(김이슬, 2011; 백소이, 2011; 이선경 외, 2004; 장현숙, 이현주, 2008).

형식적인 교육 환경에서 벗어나 새로운 것을 경험하는 비형식 교육을 제공하는 방안으로 선행 연구에서는 과학관, 과학 동아리, 방과 후 학교, 지역 아동센터, 특기적성 수업 등이 있으며 나아가 다양한 환경에서 실시 가능한 전문적인 프로그램의 필요성도 증가하고 있다(김소희, 송진웅, 2003; 김종진, 2008). 또한 학년이 올라갈수록 학생들의 과학에 대한 태도가 부정적으로 변해가는 문제점과 이공계

기피 현상 등을 해결하기 위하여 교과교육 전문가들은 융합인재교육과 비형식 과학 교육의 필요성을 제기하고 있다(장현숙, 이현주, 2008).

최근 과학 교육에서는 학생들의 흥미와 이해를 높이기 위해 다양한 영역에서 융합과 통합을 통해 창의적으로 문제를 해결할 수 있는 인재 양성을 위하여 융합인재교육(STEAM)을 제시하였다(교육부, 2013). 융합인재교육은 미국을 비롯한 미국을 비롯한 선진 국가에서 실시하고 있으며 과학 기술에 대한 흥미와 이해를 향상하고 융합적 사고와 문제 해결력 배양을 위해 과학, 기술, 공학, 예술, 수학의 내용과 과정을 통합하는 교육 방식이다(이효녕, 2011; Sanders, 2009; Yakman, Lee, 2012). 단순한 지식을 수용하는 교육을 벗어나 지식을 왜 배워야 하는지에 대해 고민하고, 나아가 학생들이 문제 상황을 인식하고 지식을 융합하여 문제를 해결하는 과정에서 느끼는 감성적 체험을 중요시 하고 있다.

특히 과학 영역에서는 합리적인 해결책의 결정을 위하여 과학, 기술, 정보와의 연계를 통한 통합적인 이해가 필요하다(김찬중 외, 2010; Bennett, 2003). 그리고 과학은 학생들 주변의 자연 현상 및 사물을 이해하는데 도움을 줄 뿐 아니라 한 나라의 국가 경쟁력에 있어서도 인적 자원과 연계하여 큰 영향을 미친다(교육부, 2013; NRC, 1996). 특히 우리나라처럼 자원이 부족한 나라에서는 급변하는 과학과 기술의 발달을 주도하기 위하여 과학기술 분야의 유능한 인재 양성이 중요하다(이수영, 2011). 하지만 최근 연구에서 초등학생들의 과학에 대한 흥미는 저학년에서는 높지만 고학년으로 갈수록 긍정적인 태도가 감소하고 있다(곽영순 외, 2006; 이수영, 2011; 전우수, 1993). 국제 학업 성취도 평가 결과에 따르면 우리나라의 경우 대학 입시 및 상급학교 진학을 위한 경쟁으로 학생들의 학업 성취도는 높게 나타나는 반면, 과학을 왜 배워야 하는지에 대한 외적 동기인 자기 효능감에 대한 수준은 하위권으로 나타났다(OECD, 2010, 2014; 한국교육과정평가원, 2012, 2013). 이에 대한 대안으로 초·중등학교 수준에서부터 과학 기술에 대한 흥미와 이해를 높이고 통합적 사고와 문제 해결 능력을 배양할 수 있도록 융합인재교육이 추진되고 있다.

미국에서는 과학 교육에서 STEM 교육을 통하여

과학에 대한 태도가 긍정적으로 변화하고 나아가 자기주도적인 과학적 탐구 활동이 가능하다고 분석되었으며, 우리나라에서는 융합인재교육의 교육적 효과성으로 과학에 대한 흥미가 높아지고 생활 속에서 융합적 요소를 쉽게 발견하며 나아가 진로를 이공계로 선택하는 학생이 증가하고 있음을 확인할 수 있다(교육부, 2013; Pearson, Young, 2002). 이와 같은 이유로 인해 다양한 융합인재교육 프로그램들이 개발되고 있지만 실제 학교 내에서 교육과정의 운영과 학교 수업에의 적용에 대해서는 많은 어려움이 있다(채동현 외, 2014). 게다가 현재 초등학교 3, 4학년군의 과학 교과서 내용 중 약 10%는 융합인재교육과 관련된 내용으로 구성되어 있으나 교과 간 지식, 기술, 개념들의 직접적인 관련성은 찾기가 힘들며 융합인재교육의 실현 방안에 대한 시사점을 찾기도 어려운 상황이다(이광우, 2014).

학교 현장에서 융합인재교육을 활성화하기 위해서는 교육과정과 연계된 주제와 소재로 학생들의 수준에 맞는 프로그램들이 개발되어야 하는데 실제 학교 현장에서는 교사들의 업무 과중으로 인해 충분한 시간 확보가 어려운 것으로 나타났다(이지원 외, 2013; 한혜숙, 이화정, 2012). 이러한 어려운 점에도 불구하고 융합인재교육에서 추구하는 감성적 체험을 통한 학습 동기와 흥미의 향상을 위해 서보현(2012), 박병열과 이효녕(2014), 이현동 외(2016) 등에서 ADBA(S) 모형을 활용한 융합인재프로그램 개발과 적용 및 효과를 살펴보았으며 그 결과 학생들의 학습에 융합인재교육 프로그램이 긍정적인 효과를 가지고 온다는 것을 제시하였다.

학교 현장에서 교사의 업무 부담 가중을 덜어주는 방안 및 융합인재교육을 효과적으로 적용하는 방안으로 비형식 교육을 활용하는 것은 좋은 대안일 수 있다(백소연 외, 2011). 이러한 필요성을 바탕으로 이 연구에서는 첫째, 교육과정과 연계하여 초등학교 비형식 과학 교육에 적합한 융합인재교육 프로그램을 개발하고 학생들에게 적용한 후, 학생들의 과학에 대한 태도, 과학 자기효능감에 미치는 영향을 분석하였다. 둘째, 개발한 융합인재교육 프로그램이 연계한 교육과정 상의 단원 학습경험 유무가 과학에 대한 태도와 과학 자기효능감에 미치는 영향에 대해서도 알아보고자 한다.

## II. 연구 방법

### 1. 교육 프로그램의 개발

#### 1) 교육 프로그램의 초안 개발

이 연구에서는 초등학교 비형식 과학 교육에 적합한 융합인재교육 프로그램을 개발하기 위해 이효녕 외(2012)가 개발한 ADBA 모형을 적용하였다. ADBA 모형은 문제 이해(A)-설계(D)-제작(B)-평가(A)의 4단계로 구성되어 있다. 문제 이해(A)단계에서는 학생들이 주어진 문제 상황을 이해하고 분석한다. 이 단계에서 제시되는 문제 상황은 교육과정에서 제시하는 개념과 원리를 바탕으로 학생들의 흥미와 동기부여를 유발할 수 있는 내용으로 문제 상황을 개발한다. 설계(D)에서는 문제 해결에 필요한 탐구활동 및 과학, 수학, 기술/공학의 개념을 익히고 학생들 상호 간의 아이디어를 공유하여 문제 해결을 위한 설계를 실시할 수 있도록 한다. 제작(B)에서는 설계를 바탕으로 학생들이 직접 제작해보며 테스트를 통해 부족한 부분을 개선 후 재설계하는 과정이 포함된다. 평가(A)에서는 문제 해결 과정 및 산출물에 대해 발표를 하는 것으로 프로그램이 마무리 된다(Figure 1).

교육과정을 고려하여 비형식 교육과정에 적합한 융합인재교육 프로그램을 개발하는데 있어 ADBA 단계를 따라 프로그램을 개발하는 방안에 대하여 전문가들에게 자문을 구하였다. 그 결과 문제 상황

및 학습 필요성 유발과 관련된 문제 이해 단계에서 충분한 교육과정 분석 및 교과서 분석, 학습자 특성에 대한 분석이 선행된다면 프로그램 개발이 잘 이루어 질 것이라는 의견이 있었으며, 전문가 자문을 반영하여 문제 이해 단계를 잘 보완하여 프로그램 개발을 진행하였다.

프로그램의 문제 상황은 형식 교육과의 연관성을 위하여 교육과정의 종적, 횡적 연계성을 고려하여 선정하였다. 여러 학습 개념을 고려한 결과 4학년, 6학년에서부터 8학년~12학년까지 여러 단원에 걸쳐 학습하는 종적 연계성이 높은 '빛' 개념을 최종 선정하였다(이효녕 외, 2016). 그래서 초등학교 4학년 2학기에 학습하는 '거울과 그림자' 단원을 연계 단원으로 정하고 전체 프로그램을 '빛'을 주제로 개발하였다. 거울과 그림자에 관련된 탐구 내용을 토대로 3~4학년군 이상이 학습하는데 적합하도록 내용을 재구성하고 과학, 기술, 공학, 예술, 수학에 대한 개념과 탐구 방법을 반영하였다. 또한 과학에 대한 태도, 자기 효능감과 관련하여 감성적 체험을 할 수 있는 산출물 발표 시간을 충분히 확보하였다.

개발된 프로그램은 총 8차시로 구성하였으며, 개발과정 동안 프로그램의 적절성 및 검증은 위하여 융합인재교육과 과학 교육 분야의 교수 1명, 교사로 재직 중인 박사 과정 2명, 석사과정 1명으로 구성된 전문가 집단 세미나를 총 6차례에 걸쳐 진행하였다. 세미나 과정에서 제시된 수정 사항은 프로그램 개발 과정에서 보완하여 프로그램의 초안을 개발하였다.

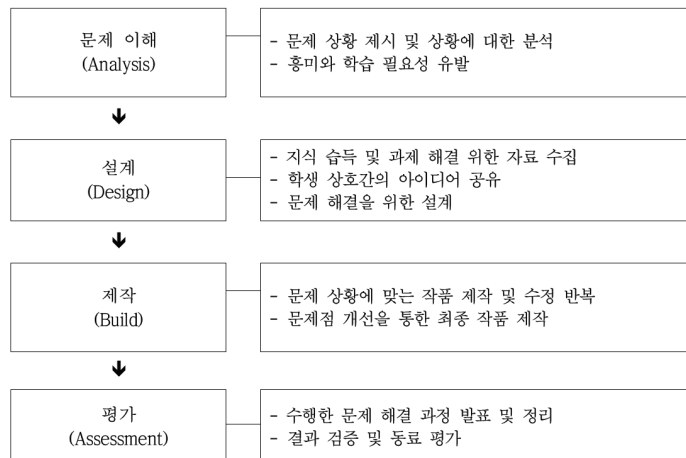


Figure 1. Development process according to ADBA model

## 2) 예비적용 및 수정 보완

개발된 프로그램을 연구 대상에서 투입하기 전 프로그램의 완성도를 향상시키기 위하여 예비투입을 실시하였다(Table 1). 그리고 기존에 개발된 융합인재교육 프로그램의 타당도 검증 과정을 따라서 예비적용과 함께 전문가 집단 세미나를 통해서 완성된 프로그램에 대한 내용 타당도 검증을 실시하였다(박병열, 이효녕, 2014; 서보현, 2012; 이영은, 이효녕, 2014).

예비 투입에서는 개발된 프로그램을 해당 학교 교사가 직접 수업을 실시하였다. 그리고 연구자는 수업에 참관하여 학생들의 활동 모습, 수업에서의 반응 등을 통해 프로그램의 개선점을 찾고 이를 기록한 뒤, 전문가 집단 세미나에서 기록된 내용에 대한 논의를 진행하였다.

전문가 집단 세미나에서는 연구자의 의견과 수업 영상, 개발된 프로그램을 검토하고 개선 방향에 대한 논의가 이루어졌다. 차시별 수업에 대한 도입은 제시되나 전체적인 1차시에서 문제 상황 제시가 미흡하고, 그림자 만들기 활동 단계에서 도형의 다양성 부족, 5-6차시의 최종 작품인 빛을 조절하는 등의 완성도 부족, 마지막 차시에서 학생들을 평가하는 항목의 미흡하다는 점을 제시하였다. 그리고 예비 투입 단계에서 학생들의 경우 투명, 반투명, 불투명에 대한 이해도가 낮았으며 또한 각기둥에 대한 수학적 개념이 부족하여 만화경 제작에 어려움이 있었다.

제시된 문제점을 보완하기 위하여 전체적인 문제 상황으로 '선물로 받은 등의 밝기가 밝아서 공부할 때는 좋았으나 잠자기 전에 켜두기에는 너무 눈이 부셨다. 어떻게 하면 필요한 상황에 따라 등의 밝기를 조절할 수 있을까?'라는 문제 상황을 설정하였다. 그리고 그림자 만들기 활동에서 도형의 개수와 크기 등을 다양화 시켰으며 수학적 개념을 설명하는 단계를 추가하였다. 또한 실생활에 적용할 수 있는 등 만들기 활동으로 방향을 최종적으로 설정하였으며 제작 전 학생들이 수행할 미션(등의 밝기 조절)을 제시하며 최종 프로그램을 완성하였다.

## 2. 개발한 프로그램의 적용

### 1) 연구 대상

이 연구에서 개발된 융합인재교육 프로그램은 2016년 4월~5월에 걸쳐 광역시 소재 초등학교 방과 후 학교 프로그램 및 과학 동아리 활동 시간에 투입하였다. 참여한 학생은 총 62명으로 비형식 과학 교육을 자발적으로 신청한 3-6학년 학생이다. 개발된 프로그램을 연구자가 직접 총 8차시동안 수업을 진행하여 단일 집단 사전사후 검사(대응표본 t-검증)를 실시하였으며 검사 결과는 SPSS Statistics Ver 23.0을 사용하여 분석하였다.

### 2) 검사 도구

프로그램의 효과를 살펴보기 위하여 투입한 검사

Table 1. Pre-class schedule and students' information

날짜	학년	학생 수	차시	비형식 교육 방법
2015년 1월	3-6학년	6명	8차시	매주 수요일 과학특강
2015년 2월		7명	8차시	매주 화요일 방과 후 학교
2015년 2월		9명	8차시	매주 금요일 방과 후 학교
2015년 2월		24명	8차시	매주 토요일 방과 후 학교

Table 2. Composition of attitude toward science questionnaire and reliability

하위 요인	문항번호	신뢰도(Cronbach- $\alpha$ )
인식	1, 2, 3, 4*, 5, 6	.80
능력	7*, 8, 9, 10, 11, 12*	.84
가치	13, 14, 15, 16, 17, 18*	.80
흥미에 대한 지속성	19, 20*, 21, 22, 23*, 24	.87

.95

지는 과학에 대한 태도, 과학 자기 효능감 영역으로 구성되어 있다. 우리나라의 경우 입시 위주의 교육으로 인하여 초등학교 저학년에서 고학년으로 올라감에 따라 과학에 대한 흥미와 자기 효능감이 낮아진다(한국교육과정평가원, 2012, 2013). 융합인재교육에서 추구하는 목표에는 학생들이 감성적 체험을 통해 과학에 대한 흥미와 동기(내적·외적)의 향상이 있다(교육부, 2013). 그러므로 개발된 프로그램의 효과를 검증하기 위하여 과학에 대한 태도와 자기 효능감을 측정하는 검사지를 선정하였다. 과학에 대한 태도를 검사하는 검사 도구는 Mahoney(2010)가 개발하고 서보현(2012)에서 수정 보완한 ‘STEM에 대한 학생들의 태도’ 검사지에서 ‘과학’ 부분의 문항만을 사용하였다. 각 문항은 Likert - 5점 척도로 구성되어 있으며, 이 연구에서 전체 문항에 대한 신뢰도(Cronbach- $\alpha$ )는 .95이다(Table 2).

자기 효능감을 측정하는 도구로는 Austin(2009)의 논문에서 적용된 자신감 측정 도구와 Glynn(2009)이 개발한 과학에 대한 동기 측정 도구에서 자기 효능감을 측정하는 요인에 포함된 문항 중 일부를 추출하여 재구성한 이영은과 이효녕(2014)의 과학 자기 효능감 검사지를 사용하였다. 과학 교과에 대한 자기 효능감의 문항은 6문항으로 이 연구에서 검사 문항의 신뢰도(Cronbach- $\alpha$ )는 .92이다(Table 3).

### 3. 자료 분석

과학에 대한 태도 검사지와 과학 자기효능감 검사지에 사용한 5단계 리커트식 척도의 문항이 통계적으로 유의미한지 알아보기 위해 학생들의 응답 결과를 95% 유의수준에서 단일 집단 대응 표본 t-검정을 실시하였다(Figure 2).

양정혜(2005)는 학생들이 반복 학습을 통해 교과에 대한 자신감을 가진다고 하였으며, 학생들이 사전 지식을 학습하고 직접 활동하는 과정에서 과학에 대한 흥미를 가지며 이를 통해 과학에 대한 자신감은 증가한다(김다영, 김정률, 2013; 윤성호 외, 2005). 이러한 선행 연구를 바탕으로 단원 학습 경험 유무에 따라 연구에 참여한 학생들의 학년군을 나누었다. 프로그램을 적용한 시기는 초등학교 4-1 학기로 거울과 그림자 단원 학습 경험이 없는 3, 4 학년과 학습경험이 있는 5, 6학년으로 학년군을 나누었으며 학습경험에 따른 t-검정도 실시하였다.

또한 학생들의 검사지 응답 결과 및 수업 중 발표, 산출물을 토대로 반구조화된 면담도 실시하여 연구 결과에 대한 체계적이고 심층적인 분석과 신뢰도를 높이고자 하였다. 수업에 참여한 학생들을 전체를 대상으로 면담을 실시하였다. 면담은 수업 중 혹은 수업 후 검사 결과를 토대로 개별적으로 면담 내용을 구성하여 실시하였다. 면담의 기본 내용은 융합인재교육 프로그램을 수행하기 전과 후를 비교하여 자신에게 달라진 점에 맞추어 구성하였으며 학생의 응답에 따라 추가적인 질의, 응답을 실시하였다. 면담 결과는 학생의 동의하에 녹음된 자료를 이용하여 정리하였다.

## III. 연구 결과

### 1. 비형식 과학 교육을 위한 융합인재프로그램의 개발 결과

이 연구에서는 학생들에게 실생활과 관련이 높은 흥미로운 주제와 정규 교육과정인 초등 과학 4학년 2학기 ‘거울과 그림자’ 단원을 기반으로 ‘빛’ 주제에

Table 3. Composition of science self-efficacy questionnaire and reliability

하위 요인	문항번호	신뢰도(Cronbach- $\alpha$ )
자기 효능감	1, 2, 3, 4, 5, 6	.92

	사전	처치	사후	O <sub>1</sub> : 사전 검사 X : 개발한 프로그램의 적용 O <sub>2</sub> : 사후 검사, 관찰, 면담
단일집단	O <sub>1</sub>	X	O <sub>2</sub>	

Figure 2. Research design

대하여 융합인재교육 프로그램을 구성하였다(Table 4). 특히 ‘빛’ 주제는 교육과정 내에서 연계성이 높으며 학생의 수준과 특성에 맞게 구성할 수 있는 장점이 있다(이지원 외, 2013; 이효녕 외, 2016). 게다가 정규 교육 시간에는 8차시에 걸친 융합인재교육 프로그램을 하나의 교과 시간에 투입하기에는 해당 교과의 교육과정 운영에서 여러 가지 제약이 따른다. 하지만 방과 후 학교와 같은 비형식 교육이 실시되는 환경에서는 교육과정의 운영에 자율성이 높으므로 교과와 연계한 융합인재교육 프로그램의 활용 가능성이 높아진다(정세환, 박영신, 2015). 이 연

구에서도 ‘빛’과 관련된 주제에서 과학, 수학, 기술, 공학의 요소를 반영하여 8차시의 교육 프로그램을 개발하였다.

1차시의 주제는 ‘수상한 그림은 무엇인가?’로 수업에 들어가면서 ‘빛’이라고 생각하면 무엇이 떠오르는지 질의응답을 하며 빛이 사라지면 발생할 수 있는 문제점에 대해 발표하며 흥미를 유발한다. 이 활동을 통해 학생들의 빛의 성질을 배우고, 개별로 손전등을 이용하여 여러 가지 물체를 비추어 보고 투명, 반투명, 불투명으로 물체를 분류한다. 그리고 투명 필름 위에 여러 가지 도형, 매직과 셀로판지로

Table 4. Main contents of the developed STEAM program

단계	차시	활동명	주요 수업 활동	
문제 이해	문제 상황	지킬 & 하이 등	선물로 받은 등의 밝기가 밝아 공부할 때는 좋았으나 잠자기 전에 켜두기에는 너무 눈이 부셨다. 어떻게 하면 필요한 상황에 따라 등의 밝기를 조절할 수 있을까?	
			1	수상한 그림은 무엇인가? [느끼기] 빛이 없어진다면? [탐구하기] 빛이 통과하는 물체는? - 빛의 성질 - 손전등으로 여러 가지 물체를 비춰 보기 - 물체를 빛의 투과 정도에 따라 투명, 반투명, 불투명에 맞추어 분류하기 [활동하기] 나만의 그림자 만들기 - 투명 필름 위에 여러 가지 도형 그림으로 그림자를 만들고 주변 배경을 꾸며보기
			2	사라지는 동전 [느끼기] 영화 중 마술 장명 제시 [탐구하기] 반쪽 그림 - 빛의 반사 성질을 이해하고 거울을 이용하여 반쪽 그림 완성하기 [활동하기] 동전이 사라지는 저금통 만들기 - 거울의 반사를 이해하고 전개도를 이용하여 저금통 만들기
제작	5-6	지킬 & 하이 등	3-4	신기한 무늬 [시범실험] 거울의 방향에 따른 글자모양 변화 [탐구하기] 거울의 반사-두 거울 사이의 공이 거울의 각도에 따라 몇 개로 보이는지 탐구 [활동하기] 만화경 만들기 - 자신만의 만화경 만들기 - 만화경으로 본 모습 비교하기
			7-8	평가

그림자를 만들어 보는 활동을 한다.

2차시의 주제는 '사라지는 동전'으로 영화에서 나오는 마술 장면 감상을 통해 흥미를 유발하고 거울의 원리를 공부한다. 학생들은 한 개의 거울을 이용하여 마술 상자를 만드는 활동과 마술 상자를 완성한 후 마술사가 되어 동전이 사라지는 마술 활동을 실시한다.

3-4차시의 주제는 '신기한 무늬'로 거울의 원리에 이어 거울의 위치, 각도, 거울의 개수에 따른 물체의 모습을 공부한다. 학생들은 거울의 위치에 따른 글자의 모습을 관찰하고 두 장의 거울을 이용하여 각도에 따른 물체의 모습을 관찰한다. 그리고 학생 개별적으로 만화경을 제작하여 여러 가지 무늬를 만들어보고 친구들과 어떤 그림으로 만든 무늬인지 퀴즈를 내는 활동을 실시한다.

5-8차시는 '지킬 앤 하이 등'이라는 주제로 문제 상황을 해결하기 위한 도전 과제를 제시하고 구성된 모둠원이 토의를 거쳐 '빛을 조절할 수 있는 등'을 제작한다(Appendix 1). 5-8차시 과정에서 학생들은 문제 상황 → 설계하기 → 제작하기(재설계 포함) → 평가하기(산출물 발표 및 조명등 전시회) 활동을 거치며 융합인재교육 프로그램의 세부 내용 요소를 모두 다루게 된다.

## 2. 융합인재교육 프로그램 적용 효과

개발된 융합인재 프로그램이 초등학생들의 과학에 대한 태도와 과학에 대한 자기 효능감에 미치는 영향을 분석하기 위해 프로그램에 참여한 62명의 초등학생을 대상으로 사전사후 검사를 실시하였다.

융합인재교육의 프로그램의 효과는 전체 학생들 및 학년군 (3-4 학년군, 5-6 학년군)으로 구분하여 분석하였다.

### 1) 융합인재교육 프로그램의 효과 검증

융합인재교육 프로그램을 적용한 수업이 초등학생들의 과학에 대한 태도와 과학 자기효능감에 미치는 효과를 살펴보기 위하여 62명의 학생들을 대상으로 대응 표본 t-검정을 실시하였으며 과학에 대한 태도에 대한 결과는 Table 5와 같다.

과학에 대한 태도의 하위 요인인 인식, 능력, 가치, 흥미의 지속성 모두에서 프로그램 학습 전과 후에 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다. 인식은 사전(M=3.91, SD=.95)과 사후(M=4.45, SD=.61)으로 평균이 0.54 상승하고  $p = .000$ 으로, 능력은 사전(M=3.77, SD=.81)과 사후(M=4.09, SD=.72)로 평균은 0.32 상승했고  $p = .006$ 으로 분석되었다. 가치도 사전(M=3.84, SD=.84)과 사후(M=4.36, SD=.62)으로 프로그램 적용 후 0.52의 평균이 상승했고,  $p = .000$ 으로, 흥미의 지속에서는 사전(M=3.85, SD=.93)과 사후(M=4.27, SD=.63)으로 평균은 0.42 상승했고,  $p = .000$ 으로 분석되었다. 따라서 융합인재교육 프로그램 적용 전과 후에 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 학생들의 과학에 대한 태도에 긍정적인 영향을 준다고 해석 할 수 있다.

통계적인 결과 값에 대한 정확한 해석을 위하여 학생들과 비구조화된 면담을 실시한 결과 학생들은 다음과 같이 응답을 하였다.

Table 5. Result of attitude toward science t-test(n=62)

요인	시기	평균	표준편차	t	p
인식	사전	3.91	.95	-4.78	.000*
	사후	4.45	.61		
능력	사전	3.77	.81	-2.85	.006*
	사후	4.09	.72		
가치	사전	3.84	.84	-5.31	.000*
	사후	4.36	.62		
흥미 지속성	사전	3.85	.93	-3.78	.000*
	사후	4.27	.63		

\* $p < .05$



학생1 : 배운 거 이해가 잘 됐는데 여기에서 수업하고 과학이 쉽게 느껴졌어요.

학생2 : 만드는 것도 재미있었고, 학교에서는 분필로만 써주니까 설명을 제대로 이해 못했는데, 여기서는 빛과 관련된 PPT 자료를 보면서 수업을 하니깐 더 잘 이해할 수 있었어요.

학생3 : 과학이 어렵다고 생각했는데, 이제 좀 더 쉬워졌어요.

학생4 : 학교에서는 실험을 직접 해보지 않고 수업하는데 여기서는 계속 실험을 해봐서 더 쉽게 이해했어요.

학생들은 융합인재프로그램을 통해 내용에 대한 이해도가 향상되었으며, 직접 산출물을 제작하는 활동을 통해 어렵다고 생각했던 과학을 쉽게 느끼게 된 것으로 나타났다.

과학 자기효능감의 분석 결과 사전 검사에서 평균이 3.72, 표준편차가 .74 이었으며 사후 검사에서는 평균이 4.01, 표준편차가 .97로 평균이 0.29 상승하였으나 신뢰수준 95%에서 통계적으로 유의미한 차이는 나타나지 않았다(Table 6).

2) 단원 학습경험에 따른 과학에 대한 태도 및 과학 자기효능감에 미치는 영향

융합인재교육 프로그램을 개발하면서 연계한 교육과정은 ‘거울과 그림자’로 초등학교 4학년 2학기에 학습하는 단원이다. 연구에 참여한 학생이 3-6학년으로 5학년과 6학년 학생은 ‘거울과 그림자’ 단원을 학습한 상태에서 프로그램에 참여하였으며, 3학년과 4학년 학생은 해당 단원에 대한 학습이 이루어지지 않은 상태에서 참여하였다. 이와 같은 경우 선행 학습 유무가 학생들의 과학에 대한 태도와 과학

Table 6. Result of science self-efficacy t-test(n=62)

	시기	평균	표준편차	t
과학 자기효능감	사전	3.72	.74	-1.97
	사후	4.01	.97	

\*p < .05

Table 7. Result of attitude toward science t-test depending on learning experience(n=62)

요인	학년군	n	시기	평균	표준편차	학년군 내		학년군 간	
						t	p	t	p
인식	3-4	41	사전	4.02	.94	-3.06	.004*	-1.22	.237
			사후	4.41	.64				
	5-6	21	사전	3.68	.94	-3.94	.001*		
			사후	4.51	.56				
능력	3-4	41	사전	3.87	.79	-1.80	.079	1.32	.201
			사후	4.11	.76				
	5-6	21	사전	3.56	.83	-2.28	.034*		
			사후	4.05	.65				
가치	3-4	41	사전	3.98	.83	-3.00	.005*	-0.97	.343
			사후	4.34	.67				
	5-6	21	사전	3.57	.80	-5.60	.000*		
			사후	4.39	.51				
흥미 지속성	3-4	41	사전	3.98	.94	-2.20	.034*	0.78	.444
			사후	4.27	.65				
	5-6	21	사전	3.62	.89	-3.55	.002*		
			사후	4.25	.60				

\*p < .05

자기효능감에 영향을 미치는지 알아보고자 하였다.

이를 위해 연구 대상을 단원 학습하지 않은 3-4학년과 학습한 경험이 있는 5-6학년으로 나누어 t-검정을 실시하였다. 3-4학년의 경우 41명, 5-6학년의 경우 집단이 21명으로 30명 보다 작아 두 집단의 동질성 확인을 위하여 Levene의 등분산 검정을 먼저 실시하였다. 그 결과 인식( $p = .638$ ), 능력( $p = .784$ ), 가치( $p = .098$ ), 흥미의 지속( $p = .901$ )에서 모두 유의수준 5%를 기준으로 유의확률이 .05보다 크게 분석되어 두 집단의 동질성을 확인하였다. 그리고 단원 학습경험 유무에 따른 학년군 사이의 과학에 대한 태도와 자기 효능감을 살펴보기 위하여 사후 검사 점수를 바탕으로 t-검정을 실시하였다.

단원 학습경험 유무에 따른 과학에 대한 태도의 결과는 Table 7, 과학 자기효능감의 결과는 Table 8과 같다.

과학에 대한 태도의 결과를 살펴보면 3-4학년군에서 능력 요인이 사전과 사후에서  $t = -1.80$ ,  $p = .079$ 로 유의수준 5%에서 유의미한 차이가 없는 것으로 나왔으며, 나머지 요인에서는 두 학년군 모두에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다. 즉, 단원의 학습을 하지 않은 3-4학년군에서 능력에는 영향을 미치지 못하였는데 융합인재교육 프로그램이 전통적인 방식의 지식 위주의 학습이 아니라 문제 상황을 해결하는 과정에서 지식 뿐 아니라 다른 정의적 요소들의 향상이 같이 이루어지기 때문에 학생들이 자신의 능력에는 큰 변화가 없었다고 응답한 것으로 해석된다.

또한 한국교육과정평가원(2012, 2013)에서 고학년으로 갈수록 과학에 대한 흥미가 낮아진다는 분석과 같이 Table 7에서 인식, 능력, 가치, 흥미의 지속 등 정의적 영역에서 프로그램 투입 전 3-4학년군보다 5-6학년군이 모든 요인에서 낮은 평균값을 보여주었다. 그러나 융합인재교육 프로그램을 학습

한 후에는 3-4학년군이나 5-6학년군의 평균값에는 모든 하위 요인에서 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 이는 비형식 과학 교육에서 활용되고 있는 융합인재교육 프로그램을 통해 형식 교육에서 나타나는 과학에 대한 흥미와 관련된 문제점을 해결할 수 있다는 것으로 해석된다.

과학 자기효능감은 3-4학년군에서는 사전과 사후에 통계적으로 유의미한 차이가 없었으나 5-6학년군에서는 사전과 사후에서  $t = -4.95$ ,  $p = .000$ 로 유의수준 95%에서 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다(Table 8). 과학 자기효능감과 관련하여 학생들은 다음과 같이 응답하였다. 그리고 사후 검사에서 3-4학년군 보다 5-6학년군이 유의미하게 높은 값이 나타났다.

<3-4 학년군>

- 학생1 : 과학을 더 잘 할 수 있을 거 같아요
- 학생2 : 4학년 때 학교에서 선생님이 해 오라는 거를 할 때 더 쉽게 할 수 있을 거 같아요
- 연구자 : 그럼 과학은 앞으로 더 잘 할 수 있나요?
- 학생2 : 그건 아직...

<5-6 학년군>

- 학생3 : 4학년 때 배웠을 때는 살짝 이해가 안갔는데 지금은 완벽히 이해가 가서 더 좋았어요
- 학생4 : 빛과 관련된 내용이 나오면 더 잘 이해할 수 있을 거 같아요
- 학생5 : 이제 투명, 반투명, 불투명을 잘 구별할 수 있을 거 같아요
- 학생6 : 수업을 듣고 이해가 잘 돼서 나중에 시험을 치면 성적이 잘 나올 거 같아요

자기효능감 분석 결과와 면담의 내용을 종합해 볼 때, 학습 경험이 있는 5-6학년군의 경우 반복 학

Table 8. Result of science self-efficacy t-test depending on learning experience(n=62)

요인	학년군	n	시기	평균	표준편차	학년군 내		학년군 간	
						t	p	t	p
자기 효능감	3-4	41	사전	3.82	.74	-1.26	.900	-3.78	.001*
			사후	3.85	1.11				
	5-6	21	사전	3.53	.73	-4.95	.000*		
			사후	4.33	.48				

\* $p < .05$

습을 통해 학생들의 자신감이 향상되며, 사전 지식을 활용하여 직접 활동하는 과정에서 과학에 대한 흥미가 높아지며 이를 통해 과학에 대한 자신감은 증가한다고 해석할 수 있다.

#### IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 초등학교 비형식 과학 교육에서 적용 가능한 융합인재교육 프로그램을 개발하고 이를 적용한 후 학생들의 과학에 대한 태도와 과학 자기효능감에 미치는 효과를 알아보고자 하였다. 연구의 결과를 바탕으로 결론과 제언을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 초등학교 비형식 과학 교육을 위한 융합인재교육 프로그램을 개발하고 이를 현장에 적용하였다. 개발된 융합인재교육 프로그램 총 8차시로 연구자가 초안을 개발하고 전문가 집단 세미나와 프로그램 예비 투입을 통해 나온 수정 사항을 보완하여 내용 타당도를 검증하여 최종 프로그램을 개발하였다. 초등학교 4학년 교육과정의 ‘거울과 그림자’ 단원의 내용을 바탕으로 하여 ‘빛’ 주제를 중심의 융합인재교육 프로그램으로 생활 속에서 쉽게 접할 수 있는 주제라는 점에서 학생들의 학습 동기나 흥미를 올릴 수 있으며, 비형식 과학 교육과 형식 과학 교육을 연계할 수 있는 가능성에 대한 의의를 가질 수 있다.

이러한 프로그램의 개발은 이지원 외(2013)에서 강조한 융합인재교육 프로그램을 개발 시 자신의 삶과 관련이 높거나 미래에 관련이 높아질 것에 대한 흥미로운 소재와 학생들의 특성 및 수준을 고려하여 교육과정을 기반으로 구성해야 한다는 선행 연구와 이선경 외(1997)에서 학생들에게 다양한 과학적 경험과 활동을 강조하며 학교 현장에서 가지는 문제점을 정규 교육 이외에서 해결하기 위해 검증된 프로그램의 개발을 제시할 필요성이 있다는 연구 결과를 반영하였다. 또한 이정민과 신영준(2014)에서 교사들이 겪는 교육과정의 재구성, 시수 부족, 준비물 준비 등을 해소하기 위하여 비형식 과학 교육과 형식적인 교육과정과 연계가 필요하다는 것과 맥락을 같이 한다. 게다가 심층 면담을 통해 학생들은 기존의 형식 교육만큼 융합인재교육을 반영한 비형식 교육에 대한 선호도 높다는 것이 나타

났으며 프로그램에 대한 만족도 높다는 것을 알 수 있었다. 이는 학생 활동 중심의 비형식 교육을 통해서 학생들의 과학에 대한 학습 동기 및 흥미를 이끌며 과학 교과에 대한 선호도도 향상시킬 수 있음을 의미한다.

둘째, 개발된 ‘빛’ 주제 중심 융합인재교육은 학생들의 과학에 대한 태도 향상에 효과가 있었다. 프로그램 적용 전·후에 대한 검사 분석 결과, 비형식 과학 교육에서 프로그램 투입 전과 후 초등학생의 과학에 대한 태도는 95% 신뢰수준에서 통계적으로 유의미한 차이가 있었다. 하지만 과학 자기효능감에서는 통계적으로 유의미한 차이가 없었다. 과학에 대한 태도의 경우, 개발한 융합인재교육 프로그램은 과학에 대한 인식, 능력, 가치, 흥미의 지속 모두 유의미한 효과를 나타냈으며 이러한 연구 결과는 융합인재교육 프로그램 개발·적용 시 과학 교과에 대한 흥미와 선호도에 효과를 준다는 김진영(2012), 이영은과 이효녕(2014)의 선행 연구 결과와 일치하고, 융합인재교육을 적용한 수업이 과학에 대한 흥미와 과학에 대한 태도 및 자신감 형성에 효과를 준다는 채희인과 노석구(2013), 박혜원과 신영준(2012), 정상운(2013)의 연구와도 맥락을 같이 한다.

과학에 대한 태도의 효과에 대해 학생 면담 내용을 토대로 결과를 해석한 결과 인식의 경우 학생들이 학교에서 배우는 과학은 책으로만 수업을 해서 이해가 잘 되지 않아 과학이 어렵고 외워야 하는 과목이라고 생각했지만, 개발한 융합인재교육 프로그램 적용 이후에는 과학 교과 내용을 실험과 함께 해 보니 이해가 잘되고, 선생님이 시켜서 하는 실험이 아니라 스스로 할 수 있어서 재미있는 과목으로 인식하였다. 또한 가치와 흥미의 지속의 경우에도 학생들은 실생활 속에 많은 과학의 원리가 숨어 있어 과학에 대해 흥미롭게 느꼈으며, 도전 과제를 해결하면서 얻은 성취감으로 인해 과학이 더 재미있고 배워야 한다고 생각했다.

과학 자기효능감의 경우, 사전 검사에 비해 사후 검사에서 평균 점수가 오르긴 하였으나, 통계적으로 유의미한 변화는 아니었다. 이러한 결과는 융합인재교육을 통해 자기효능감 향상에 대한 박혜원과 신영준(2012)의 연구 결과와는 차이점이 있었으나 단원 학습경험 유무의 차이를 보기 위하여 학년군을 나누어 분석한 경우 이와는 다른 결과가 나타났다.

셋째, 단원 학습경험에 따른 과학에 대한 태도 및

과학 자기효능감에 미치는 효과에서 모두 유의미한 차이를 살펴볼 수 있었다. 과학에 대한 태도 중 능력에서만 3-4학년군이 유의미한 차이가 없다고 나타났으며 나머지 요인과 학년군 모두에서 유의미한 차이가 분석되었다. 이는 융합인재교육 프로그램이 지식 위주의 교육이 아니라 문제 상황을 중심으로 실생활과 관련된 통합교육을 지향하는 관점에서 살펴볼 때 단원의 학습경험이 없는 집단에서 학습자들이 스스로 자신의 능력 수준이 낮다고 생각하였다고 해석할 수 있다. 이와 같은 해석은 학생들은 사전 지식을 학습하고 확인하는 과정에서 학습 내용을 쉽게 느끼고 자신감을 가진다는 윤성호 외(2005), 김다영과 김정률(2013)의 선행 연구와 일치한다. 또한 융합인재교육에서 추구하는 성공의 경험을 통해 자기 효능감이 높아진다는 것은 Bandura(1977)가 제시한 자기 효능감의 이론적 근거와 맥락을 같이 한다.

그리고 우리나라의 입시 위주의 교육으로 인하여 고학년으로 갈수록 과학에 대한 흥미가 낮아진다는 교육과정평가원(2012, 2013)의 분석과 같이 프로그램 투입 전 인식, 능력, 가치, 흥미의 지속성 등 정의적 영역에서 3-4학년군보다 5-6학년군이 프로그램 투입 전 모두 낮았다. 프로그램 투입 후 5-6학년군의 과학에 대한 태도 점수는 모두 향상되었으며 3-4학년군의 점수와 비교하였을 때, 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이는 개발한 융합인재프로그램이 형식 교육과정에서 학습하는 내용들을 충분히 반영하면서 생활과 관련된 주제에서 문제해결을 하는데 적용하고 있으며 나아가 문제 해결을 통한 성공에 대한 경험을 통해 감성적 체험을 경험하도록 하였기 때문이라 볼 수 있다(Sanders, 2009). 나아가 비형식 과학 교육의 융합인재교육 프로그램이 형식적인 교육과정에서 나타나는 문제점 해결에 기여하고 있다고 볼 수 있다.

과학 자기효능감에서는 '거울과 그림자'의 단원을 학습하지 못한 3-4학년과 학습한 경험이 있는 5-6학년의 사전 검사와 사후 검사를 비교해 본 결과, 3-4학년에서는 유의미한 차이가 없었으나 5-6학년에서는 유의미한 차이가 있었다. 박병열과 이효영(2014)에서는 자기효능감은 해당 영역의 경험과 밀접한 연관이 있다고 하였다. 심층 면담과 함께 분석한 결과 5-6학년의 경우 경험한 내용을 실험과 함께 반복 학습할 경우 과학 개념에 대한 이해도가

높아짐을 알 수 있었고, 과학 자기효능감에도 긍정적인 영향을 미치고 있음을 양적 및 질적 데이터를 통해 확인하였다. 또한 5-6학년군의 과학에 대한 자기효능감이 향상 결과는 형식 교육에서 미리 학습한 친숙한 내용을 비형식 교육에서 학생 활동 중심의 융합인재교육 프로그램을 재학습하게 되면 과학에 대한 자기효능감을 매개로 하여 과학에 대한 자신감의 향상에도 영향을 미친다고 볼 수 있다(이현동 외, 2017).

이 연구를 통해 비형식 과학 교육에서 초등학생을 대상으로 융합인재교육 프로그램을 개발하고, 학생들에게 적용한 결과 과학에 대한 태도 및 과학 자기효능감에 대한 효과를 검증하였고, 학습경험 유무에 따른 효과의 차이를 확인할 수 있었다. 또한 비형식 과학 교육 프로그램과 정규 교육과정의 연계를 통한 체계적인 연구와 프로그램의 효과 검증의 요구(백소이, 2011; 장현숙, 이현주, 2008; 최경희 외, 2006)를 반영한 결과 학습자들의 만족도가 높았음을 확인할 수 있었다.

이러한 결과를 토대로 다음과 같이 후속 연구에 대하여 제언을 하고자 한다. 첫째, 학습경험의 유무가 초등학생들의 정의적 영역에 미치는 영향에 대한 추가적인 연구가 필요하다. 이 연구의 결과와 같이 학생활동 중심으로 반복학습을 했을 때 학생들의 과학에 대한 이해도가 높아진 것을 심층 면담을 통해 확인할 수 있었으므로 활동 중심의 반복학습이 과학에 미치는 영향에 대한 후속 연구가 필요할 것이다.

둘째, 초등학생을 대상으로 비형식 과학 교육에 적합한 융합인재교육 프로그램을 추가적으로 개발할 필요가 있다. 정규 교육과정에서 비형식 과학 교육을 도입하거나 연계하는 경우가 나날이 늘어나고 있으므로, 이 연구에서 개발한 융합인재교육 프로그램과 같이 정규교육과정의 단원과 연계한 융합인재교육 프로그램이 더 개발되어야 할 것이다.

셋째, 특정 비형식 과학 교육의 효과성과 발전에 대한 연구에서 벗어나 다양한 비형식 과학 교육의 질적 향상을 위한 추가적인 대책이 필요하다. 과거에 비해 최근 학생들은 과학관, 지역 문화센터, 체험 활동, 과학캠프 등 다양한 방법으로 비형식 과학 교육을 경험할 기회가 증가하고 있다. 비형식 과학 교육에 적합한 양질의 프로그램의 개발 및 강사의 전문성 향상에 대하여 실질적인 논의가 진행되어야

할 것이며 나아가 구체적인 실행도 이루어질 필요가 있다.

## 국문요약

이 연구의 목적은 초등학교 비형식 과학 교육에 적용 가능한 융합인재교육 프로그램을 개발하고 적용하여 개발된 프로그램의 과학에 대한 태도 및 과학 자기효능감에 대해 교육적 효과를 검증하는 것이다. 프로그램 개발을 위해 융합인재교육과 비형식 과학 교육에 대한 문헌조사를 바탕으로 ‘빛’ 주제 중심으로 한 융합인재교육 프로그램을 개발하였다. 개발된 프로그램은 예비적용과 전문가 집단의 세미나를 통해 수정·보완했으며 최종적으로 8차시 프로그램으로 완성했다. 연구 대상은 광역시 소재 초등학교에 개설된 비형식 과학 교육에 참여하는 65명을 대상으로 프로그램 적용 전·후에 나타나는 학생들의 과학에 대한 태도 및 과학 자기효능감 검사를 통해 단일 집단 사전·사후 대응표본 t-검증과 프로그램 적용 이후 학생들과 비구조화된 면담도 실시하였다. 연구의 결과를 정리하면 다음과 같다. 첫째, 융합인재교육 프로그램은 초등 과학 4학년 2학기 ‘거울과 그림자’ 단원을 기반으로 ‘빛’ 주제를 중심으로 개발하였다. 둘째, 개발된 융합인재교육 프로그램을 초등학교 3, 4학년군 대상으로 과학에 대한 태도 및 과학 자기효능감에 효과를 검증한 결과, 과학에 대한 태도 영역에서는 통계적으로 유의미한 결과가 나타났고, 과학 자기효능감에 대한 효과는 유의미하게 나타나지 않았다. 셋째, 개발된 융합인재교육 프로그램을 초등학교 5, 6학년군 대상으로 과학에 대한 태도 및 과학 자기효능감에 효과를 검증한 결과, 과학에 대한 태도 영역과 과학 자기효능감에 대한 효과가 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다. 따라서 이 연구에서 개발된 ‘빛’ 주제를 중심으로 한 융합인재교육 프로그램은 비형식 과학 교육에서의 과학에 대한 태도에 효과가 있었지만 해당 영역의 단원 학습경험 유무에 따라 과학 자기효능감에 영향을 미칠 수 있었다.

주제어 : 초등학교, 비형식 과학 교육, 융합인재교육, 과학에 대한 태도, 자기효능감

## References

- 강인애(2012). 박물관에서의 STEAM 교육 프로그램 개발과 적용사례 - 과학에 대한 흥미도에 미치는 영향을 중심으로. 경희대학교 교육대학원, 서울.
- 교육과학기술부(2009). 2009년도 ‘학교로 가는 생활 과학교실’ 운영사업 기본 계획. 서울: 교육과학기술부.
- 교육과학기술부(2011). 제2차 과학기술인력 육성지원 기본계획. 서울: 교육과학기술부.
- 교육부(2013). STEAM으로 꿈과 끼를 키우다: STEAM 교육 현황 및 정책방향. 세종: 교육부.
- 곽영순, 김찬중, 이양락, 정득실(2006). 초·중등 학생들의 과학 흥미도 조사. 한국지구과학학회지, 27(3), 260-268.
- 김다영, 김정률(2013). 초등학교 4학년<지층과 화석> 단원과 관련된 현장체험학습의 교육적 효과. 현장과학교육, 7(3), 169-181.
- 김소희, 송진웅(2003). 과학관 전시물의 특징과 학생들의 전시물에 대한 인식 - 서울시 소재 3개 과학관을 중심으로. 한국과학교육학회지, 23(5), 544-560.
- 김이슬(2011). 비형식 과학 교육기관 교육프로그램 참가자 인식 조사 및 프로그램 분석을 통한 교육적 역할 제고. 한국교원대학교 교육대학원, 충북.
- 김종진(2008). 효율적인 과학탐구를 위한 대학 자연사박물관 교육 프로그램 이용 - 초등교육중심으로. 경희대학교 교육대학원, 서울.
- 김진영(2012). 생명과학 중심의 STEAM 교육 프로그램이 고등학생의 과학에 대한 정의적 영역과 창의성에 미치는 영향. 한국교원대학교 대학원, 충북.
- 김찬중, 신명경, 이선경(2010). 비형식 과학학습의 이해. 서울: 북스힐.
- 김혜신(2004). 자연사박물관 과학실험 교육프로그램에 참여한 초등학생들의 과학탐구능력 및 태도 특성. 이화여자대학교 교육대학원, 서울.
- 박병열, 이효녕(2014). 중등 과학 영재학생들의 시스템 사고력 향상을 위한 융합인재교육 프로그램의 개발 및 적용. 영재교육연구, 24(3), 421-444.

- 박혜원, 신영준(2012). 융합인재교육(STEAM)을 적용한 과학수업이 자기효능감, 흥미 및 과학 태도에 미치는 영향. *생물교육*, 40(1), 132-146.
- 배유진(2014). 과학 관련 활동에 대한 초등학생들의 인식조사. 서울대학교 대학원, 서울.
- 백소이, 노석구, 신명경(2011). 초등교사의 비형식 과학 교육에 대한 인식. *교과교육학연구*, 15(3), 737-755.
- 서보현(2012). 창의적 설계와 과학탐구과정 기반의 STEM 교육 프로그램 개발 및 적용. 경북대학교 대학원, 대구.
- 서울대학교 교육연구소(1995). 교육학용어사전. 서울: 하우동설.
- 양정혜(2005). 수학 학습부진아를 위한 효과적인 지도방안연구 : 중학교 1학년 중심으로. 중앙대학교 교육대학원, 서울.
- 윤성효, 장정일, 고정선(2005). 고등학생들의 자기 주도적 야외학습의 효과에 대한 연구. *한국지구과학회지*, 26(7), 611-624.
- 이광우(2014). 초·중등학교 교육에서 융합교육 활성화를 위한 과제 [2014 KICE 이슈페이퍼]. 서울 : 한국교육과정평가원.
- 이선경, 박현주, 김우희(1997). 초등학교 방과 후 과학 활동의 실태 및 교육적 의미. *초등과학교육*, 16(2), 309-316.
- 이선경, 최지은, 신명경, 김찬중, 이선경, 임진영, 변호승, 이창진(2004). 세계 주요 자연사 박물관의 교육프로그램의 유형 및 특징. *한국과학교육학회지*, 24(2), 357-374.
- 이선경, 이선경, 김찬중, 김희백(2005). 비형식적 과학 학습 자료의 시나리오 및 논증 구조: 영국 자연사박물관의 공룡관의 사례 연구. *한국과학교육학회지*, 25(7), 849-866.
- 이수영(2011). 초등학생의 과학-수학 교과에 대한 인식과 경험이 과학 기술 분야 진로 선택에 미치는 영향 분석. 서울교육대학원 한국초등교육, 서울.
- 이영은, 이효녕(2014). 공학적 설계와 과학 탐구 기반의 STEAM 교육 프로그램이 중학생의 과학, 수학, 기술에 대한 흥미, 자기효능감 및 진로 선택에 미치는 효과. *교과교육학연구*, 18(3), 513-540.
- 이정민, 신영준(2014). 융합인재교육(STEAM) 수업에서 초등교사들이 겪는 어려움 분석. *초등과학교육*, 33(3), 588-596.
- 이지원, 박혜경, 김중복(2013). 융합인재교육(SETAM) 연수를 통해 교수-학습 자료 개발 및 현장적용을 경험한 초등교사들의 인식조사. *초등과학교육*, 32(1), 47-59.
- 이효녕(2011). STEAM 교육 시행을 위한 미국의 STEM 교육 고찰. *과학창의*, 161(2), 8-11
- 이효녕, 권혁수, 김미랑, 김용기, 남정철, 박경숙, 박병열(2012). 과학탐구와 창의적 설계 기반의 STEM/STEAM 교육의 이해와 적용: 융합인재교육의 현장 적용을 위한 I-STEAM 교육 프로그램. 서울: 북스힐.
- 이효녕, 박병열, 전재돈, 이현동(2016). 빛과 전기 개념의 연계성에 관한 과학과 교육과정의 국제 비교. *교과교육학연구*, 20(4), 322-335.
- 이현동, 배태윤, 이효녕(2016). 지진에 대한 과학 탐구 기반의 STEAM 교육 프로그램 개발과 적용. *한국지구과학회지*, 37(7), 476-488.
- 이현동, M. Longhurst, 이효녕(2017). 과학 영재 학생의 과학 동기가 과학 자기 효능감에 미치는 영향에 대한 탐색적 연구. *교과교육학연구*, 21(1), 24-33.
- 장경애, 윤혜경(2005). 비정규 과학 교육 활동에 대한 초등학생들의 인식: '주니어 공학기술 교실' 사례를 중심으로. *초등과학교육*, 24(4), 329-336.
- 장현숙, 이현주(2008). 과학관 수업 분석을 통해 알아본 예비 과학 교사의 비형식 교육에 대한 인식. *한국초등과학*, 27(3), 211-220.
- 전연주(2014). STEAM 교육을 적용한 집 모형제작 교육 프로그램의 개발과 적용: 초등학교 4학년을 중심으로. 서울교육대학교 교육전문대학원, 서울.
- 전우수(1993). 국민학생의 과학 오개념 조사 연구: 물리 개념을 중심으로. *초등과학교육*, 12(2), 145-166.
- 정상윤(2013). 초등과학영재를 위한 '지구와 달' 단원 STEAM 교수학습 프로그램 개발 및 적용. 한국교원대학교 교육대학원, 충북.
- 정세환, 박영신(2015). 비형식교육기관의 환경교육 프로그램의 개발 및 적용(무인도를 이용한 체험활동 프로그램 사례). *대한지구과학교육학회지*, 8(3), 281-296.

- 조미현, 허희옥, 강의성, 류숙희, 김용대, 서정희 (2013). 형식 교육과 비형식 학습 경험을 통합한 스마트 프로젝트학습 활동 개발 및 적용. 한국정보교육학회, 17(3), 291-304.
- 채동현, 문병찬, 김은정(2014). 초등과학 교육에서 차시대체형 STEAM 수업 개발 및 적용. 대한지구과학교육학회지, 7(3), 327-337.
- 채희인, 노석구(2013). STEAM 활동이 초등학생의 과학탐구능력 및 과학에 대한 태도에 미치는 영향. 과학교육연구지, 37(3), 417-433.
- 최경희, 장현숙, 이현주(2006). 과학관 교육 프로그램 활용에 대한 초등학교 교사들의 인식. 초등과학교육, 25(3), 331-337
- 한국교육과정평가원(2012). 국제 학업성취도 평가 결과에 기반한 교육정책 개선 방안. 서울: 한국교육과정평가원.
- 한국교육과정평가원(2013). TIMSS 2011 우리나라 학생들의 수학·과학 성취특성. 서울: 한국교육과정평가원.
- 한혜숙, 이화정(2012). STEAM 교육을 실행한 교사들의 STEAM 교육에 관한 인식 및 요구 조사. 학습자중심교과교육연구, 12(3), 573-603.
- 허준영(2009). 자연사 박물관 전시물의 매력도 연구 : 관람객의 대화를 중심으로. 서울대학교 대학원, 서울.
- Austin, C. Y. (2009). Factors influencing African-American high school students in career decision self-efficacy and engineering-related goal intentions (Unpublished doctoral dissertation). University of Minnesota.
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. Psychological Review, 84(2), 191-215.
- Bennett, J. (2003). Teaching and learning science: A guide to recent research and its applications. London: Continuum.
- Crane, V., Chen, M., Bitgood, S., Serrell, B., Thompson, D., Nicholson, H., Weiss, F. & Campbell, P. (1994). Informal science learning: What the research says about television, science museums, and community-based projects. Washington, DC: National Science Foundation.
- Glynn, S. M. (2009). Science motivation questionnaire: Construct validation with nonscience majors. Journal of Research in Science Teaching, 46(2), 127-146.
- Mahoney, M. P. (2010). Student attitude toward STEM-Development of an instrument for high school STEM-based Programs. Journal of Technology Studies, 36(1), 24-34.
- National Research Council[NRC] (1996). National science education standards: A guide for teaching and learning. Washington, DC: National Academy Press.
- National Science Foundation[NSF]. (1998). Information technology: Its impact on undergraduate education in science, mathematics, engineering, and technology. (NSF 98-82). Arlington, VA: National Science Foundation.
- Organization for Economic Cooperation and Development[OECD]. (2014). PISA 2012 results: What student know and can do - student performance in mathematics, reading and science (Vol I, Revised edition, February, 2014). Paris: OECD Publishing.
- Organization for Economic Cooperation and Development[OECD]. (2010). PISA 2009 Results: What students know and can do (Vol. 1). Paris: OECD Publishing.
- Pearson, G., & Young, A.T. (Eds.), 2002, Technically speaking: Why all americans need to know more about technology. Washington, DC: National Academies Press.
- Rennie, L. J., Feher, E., Dierking, L. D. & Falk, J. H. (2003). Toward an Agenda for Advancing Research on Science Learning in Out-of-school setting. Journal of Research in Science Teaching, 40(2), 112-120.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEM mania. Technology Teacher, 68(4), 20-26.
- Stocklmayera, S. M., Rennie, L. J., & Gilbertc. J. K. (2010). The roles of the formal and informal sectors in the provision of effective science education. Studies in Science Education, 46(1), 1-44.
- Wellington, J. (1994). Using informal learning to

- enrich science education. In J. Wellington, J. Henderson, V. Lally, J. Scaife, S. Knutton, & M. Nott(Eds.), *Secondary science: contemporary issues and practical approaches*(pp.284-294). London: Routledge.
- Yakman, G., & Lee, H. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the U.S. as a practical educational framework for Korea. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(6), 1072-1086.



Appendix 1. Example of developed STEAM program

1. 교수·학습 과정안

대 상	초등학생	차 시	7-8차시
학습목표	창의적 설계와 과학 탐구를 기반으로 빛을 조절 할 수 있는 등의 갖을 설계, 제작 할 수 있다.		
STEAM 과정 요소	CO 상황제시	내방에 있는 조명을 상황에 맞게 사용할 수 있는 방법은?	
	CD 창의적설계	빛을 조절 할 수 있는 등의 갖을 설계	
	ET 감성적체험	제작된 등으로 빛을 조절하여 성공의 경험 느끼기	
교수.학습 자료	교사용	학습용 동영상, PPT, 활동지	
	학생용	활동지, 필기도구, 탐구 준비물	

학습 과정	교수 . 학습 활동	자료(□) 및 유의점(※)
학습 안내 (5분)	<ul style="list-style-type: none"> <li>[상황제시] 상황에 맞게 사용할 수 있는 등의 갖의 필요</li> <li>[느끼기] '조명' 역할 생각하기 <b>CO</b></li> </ul>	<input type="checkbox"/> 동영상 자료 <input type="checkbox"/> 활동지
학습 활동 (80분)	<ul style="list-style-type: none"> <li>[이해하기] 조명에 대한 이해 <b>CO</b></li> <li>[설계하기] 빛이 조절되는 등의 갖을 설계 <b>CD</b></li> <li>[제작하기] 과학적 원리가 들어간 등의 갖 제작하기</li> <li>[수행하기] 빛을 조절 해보기 <b>ET</b></li> <li>[재설계하기] 밝기 조절이 가능한지 등의 갖 싹워보기 <b>CD</b></li> <li>[재수행하기] 밝기 단계가 있도록 제작하기 <b>ET</b></li> </ul>	※ 다양한 준비 물을 제시하여 학생들의 선택 의 폭이 넓고 창의적으로 설 계 가능하도록 유도해야 함 <input type="checkbox"/> 탐구 준비물 <input type="checkbox"/> 활동지
정리 (5분)	<ul style="list-style-type: none"> <li>다른 모둠의 등 평가하기 및 차시예고</li> </ul>	<input type="checkbox"/> 활동지

2. 평가 계획

평가 영역	평가 내용	평가 방법
지식과 내용	• 산출물 발표 자료의 내용이 타당한가?	활동지 평가
기능 및 기술	• 제작된 등의 갖이 빛을 잘 조절 할 수 있는가?	관찰 평가 활동지 평가
정의적 측면	• 활동 과정에 흥미를 가지고 적극적으로 참여하는가?	관찰 평가
의사소통	• 활동 시 생각과 의견을 주고받으며 적극적으로 참여하는가?	관찰 평가



융합인재교육

## 지킬 & 하이 등




### 설계하기

▼ 조명 등이 빛을 조절 할 수 있는 등이 갖을 설계해보자.

#### 준비물

칼, 가위, 테이프, 풀, 나무막대, 수수깡, 한시, 색시, 부직포, 기울필름, 투명필름, 셀로판시, 고무줄, 빨대, 아크릴판, 사, 전구세트 등

\* 주의사항 : 아크릴 판을 사용할 경우 선생님이 도움을 꼭 받으세요.

순서	활동사진(예시)	활동내용
1		등의 갖의 구성 요소를 어떤 모양으로 만들 것인지 모둠 토의를 통해 결정한다. < 토의 순서 > 1. 갖의 구성 요소를 정한다. 2. 갖을 어떻게 형태와 재로로 구성할 것인지 토의한다. 3. 가장 좋은 의견을 선정한다.
2		갖을 만들기 위해 필요한 준비물을 챙긴다.
3		각자 역할을 나누어 만들어본다.