

# 조류의 부리와 식충식물의 생김새에 대한 STEAM 프로그램의 개발 및 적용 효과

양지혜 · 최영미<sup>†</sup> · 홍승호<sup>†</sup>  
(중문초등학교) · (제주대학교)<sup>†</sup>

## Development and Application of a STEAM Program Integrated the Appearances of Bird's Beak and Insectivorous Plants

Yang, Ji Hye · Choi, Youngmi<sup>†</sup> · Hong, Seung-Ho<sup>†</sup>  
(Jungmun Elementary School) · (Jeju National University)<sup>†</sup>

### ABSTRACT

The aims of this study are to develop a STEAM program focused on the appearances of birds' beaks and insectivorous plants and to identify its influence on elementary students' basic scientific process skills, creative problem solving ability and affective domain. For these objectives, the STEAM program was developed by reorganizing contents of the appearances of animals and plants in the units of 'Life of Animals' and 'Life of Plants' from 2009 revised national science curriculum for 3th and 4th grades. The developed STEAM program was applied to twenty nine 3th grade students of J elementary school located in S city. As a result of applying the STEAM program, the experimental group in this study showed significant improvements of the creative problem solving ability, scientific process skills and affective domain compared to the control group's scores. Therefore, development studies on STEAM programs integrated different science fields using animals and plants could be meaningful works to encourage elementary students' skills and interest.

**Key words** : bird's beak, insectivorous plant, STEAM program, creative problem solving ability, scientific process skills, affective domain

## I. 서 론

지식 정보화 사회를 지나 미래로 나아가는 우리 사회는 지식과 기술, 과학과 인문학의 융합이 이루어지면서 여러 분야의 지식을 활용할 수 있는 능력 뿐만 아니라, 인문학적 감수성과 상상력을 갖춘 인재를 필요로 하고 있다. 사회현상이 점점 복잡해지고 그 원인이 다양해짐에 따라 하나의 학문만으로는 설명하기 힘든 문제가 생겨나고 있기 때문이다. 이와 같은 사회 변화에 맞추어 다양한 학문 분야를 아우르며, 지식을 융합하고 새로운 지식을 생산할

수 있는 역량을 기를 수 있는 융합교육의 필요성이 대두되었다(이효녕 등, 2011).

이러한 교육적 요구에 따라 교육과학기술부에서는 2009 개정 교육과정에서 창의·인성교육을 강조하며, 과학적 소양과 인성을 갖춘 창의적 인재 양성을 목표로 제시하고, 분과적 교육의 한계를 극복하기 위하여 초·중등 수준에서 융합인재교육을 추진하였다(교육과학기술부, 2009). 융합인재교육은 과학, 기술, 공학, 수학, 예술의 학습 내용을 과목간 연계를 통하여 재구조화하는 교육 방법으로 과학 기술에 대한 흥미를 높이고, 과학 기술을 기반으로

이 논문은 2016년도 교육부의 재원으로 한국과학창의재단의 지원을 받아 수행된 성과물임[2016년 융합인재교육(STEAM) 프로그램 개발 사업].

2016.11.10(접수), 2016.11.23(1심통과), 2016.11.25(최종통과)

E-mail: shong@jejunu.ac.kr(홍승호)

한 융합적 사고와 문제해결력을 기르는 교육이다 (교육과학기술부, 2010).

다양한 학문의 융합과 실생활과 관련 있는 문제를 해결하는 STEAM 교육과 학생들의 과학 탐구 능력, 창의적 문제해결력과 정의적 영역 사이의 관계에 대하여 알아보는 연구들이 진행되고 있다.

선행연구에 따르면 STEAM 교육이 초등학생의 과학 탐구 능력에 기여할 수 있다는 가능성이 제기되었다(채희인과 노석구, 2013; 김혜란과 최선영, 2015). STEAM 수업에서 학생들에게 과학 탐구 과정에 참여할 기회를 충분히 주는 것이 과학 탐구 능력의 향상에 도움을 줄 수 있다고 하였으므로, STEAM 교육의 계획 및 실행 과정에서 이러한 점을 유의할 필요가 있다.

STEAM 프로그램을 적용한 과학수업이 초등학생의 창의성과 과학 교과의 흥미도에 미치는 영향에 대하여 살펴본 김덕호 등(2014)의 연구에서는 STEAM 수업에 참여한 학생들의 창의성과 과학교과 흥미도에 긍정적인 효과를 보였다고 하였다. STEAM 프로그램은 기존의 과학과 교육과정에 비해 학생들이 시각을 변화시켜 바라보아야 하는 문제들이 많이 제시된다는 점과, 창의적인 산출물을 제작하는 과정을 통해 아이디어를 구체화하는 경험이 제공되기 때문인 것으로 보았다.

6학년의 에너지 단원을 중심으로 교과 대체형 STEAM 프로그램을 개발하고 적용한 임성만 등(2014)의 연구에서 교과 대체형 STEAM 수업이 학생들의 학습 흥미와 학습 동기를 유발하고, 학습 내용의 이해에 도움을 줄 수 있다고 하였다. 학생들이 STEAM 수업 중 만들기와 설계하기와 같은 창의적 설계활동에 만족하였으며, 이러한 긍정적 인식을 바탕으로 수업에 더욱 흥미를 가지게 되었다고 하였다.

박애리나와 김용권(2014)은 초등학교 3학년의 영재학급 학생을 대상으로 상태변화에 대한 STEAM 프로그램을 적용한 결과, 학생들의 과학적 의사소통 능력에 긍정적인 영향을 미쳤다고 하였다. 학생들이 실생활에서의 문제에 대하여 서로 토의하고 토론하는 과정을 통하여 과학적 의사소통 능력이 향상되었다고 보고 있다.

이상관과 이하룡(2013)은 초등학교 4~6학년을 대상으로 프로젝트 기반의 STEAM 프로그램을 적용한 결과에서 학생들의 문제해결능력 향상에 효과

적이었으며, 창의적 인성 전반에서 긍정적인 효과를 가지고 왔다고 하였다. 학생들이 문제를 해결하기 위하여 정보를 수집하고 분석하며, 수집된 정보에서 의사소통을 하는 과정에서 학습자가 비구조화된 문제를 능동적으로 해결하는 경험을 통하여 문제해결력이 신장된 것으로 보았다.

이렇듯 초등학생을 대상으로 한 STEAM 프로그램의 효과에 대하여 많은 연구가 이루어지고 있으나, 대부분의 연구는 과학 교과를 중심으로 하나의 주제를 중심으로 구성된 STEAM 프로그램의 경우가 많았으며, 교과 내의 지식의 융합을 다루는 경우는 적었다. 그러므로 학생들이 학습한 내용을 바탕으로 다양한 맥락 속에서 문제를 해결할 수 있는 능력을 기를 수 있도록 교과 내의 지식의 융합도 시도해 볼 필요가 있다. 교과내의 지식을 통합하여 가르치는 경우 학생들이 교과 지식의 기본 원리에 관심을 둘 수 있으며, 많은 양의 지식을 평가하고 이용하며 공유하는 능력을 갖출 수 있도록 하는 데 도움을 준다(김지영 등, 2014).

한편, 2009 개정 교육과정의 생명과 지구 영역 3~4학년군 ‘동물의 생활’ 및 ‘식물의 생활’에서는 다양한 환경에 적응하여 살고 있는 여러 생물을 탐구하여 공통점과 차이점을 이해하고, 사는 곳에 따른 생김새와 생활 방식의 관계를 학습하는 것을 성취기준으로 설정하였다(교육부, 2014). 환경 적응은 생물의 고유한 특성 중의 하나이며, 환경에 적합한 생김새를 가진 생물이 환경에 적응하여 진화하는 사례는 매우 다양하다. 그 예로 조류의 부리와 식충식물의 포충엽은 공통적으로 먹잇감을 포획할 수 있는 기관의 생김새가 먹이의 종류에 따라 다르다는 특징을 갖고 있다. 조류의 부리는 먹이의 종류에 따라 다양한 구조가 있고, 그 구조에 따른 기능적 이점 덕분에 생체모방 산출물을 구상하는데도 활용할 수 있다(엄증태 등, 2016). 또한 식충식물을 소재로 한 수업은 생존할 수 있는 환경과 관련된 식물의 특성과 다양한 식물의 종류를 이해하는데 도움을 줄 수 있다고 한다(김만희 등, 2015). 이처럼 생물의 공통적 특성을 학습할 수 있는 소재를 발굴하여 STEAM 프로그램을 개발하고 적용하는 일은 과학과 내의 생명과학 분야에서 동물학, 식물학, 진화학 등의 연계된 분야를 융합하여 학습할 기회를 확장시킬 수 있다. 특히 파리지옥과 끈끈이 주걱과 같은 식충식물들은 보통의 식물들과 달리

양분을 얻기 위하여 능동적으로 움직이는 구조를 가지고 있으며(Gibson & Waller, 2009), 이는 동물이 먹이를 잡기 위한 구조와 유사성을 찾을 수 있으므로 학생들에게 먹이를 잡기 위한 구조에 대한 개념을 학습하는 데에 도움을 줄 것이다.

따라서 본 연구에서는 현행 적용되고 있는 2009 개정 과학과 교육과정의 ‘동물의 생활’ 단원과 ‘식물의 생활’ 단원에서 분절적으로 학습하고 있는 동물과 식물의 생김새, 특히 조류의 부리와 식충식물의 생김새를 바탕으로 생물이 먹이를 잡기 위한 구조에 대하여 융합적으로 학습하는 STEAM 수업 방안을 개발하고자 한다. 그리고 초등학생을 대상으로 조류의 부리와 식충식물의 생김새를 주제로 한 STEAM 프로그램을 적용하여 과학 탐구 능력과 창의적 문제해결능력 그리고 정의적 영역에 미치는 영향을 확인하였다.

## II. 연구 절차 및 방법

### 1. 연구 대상

본 연구의 대상은 S시에 위치한 J초등학교 3학년 2개 반 총 56명(남 28명, 여 28명)을 대상으로 실시하였다(Table 1). 동질성을 확보하기 위하여 1학기 학업 성취도 평가 결과가 유사한 2개 학급을 대상으로 실험반과 비교반을 1개 학급씩 선정하였다. 실험반은 본 연구에서 개발한 조류의 부리와 식충식물의 생김새를 융합한 STEAM 프로그램을 적용하였으며, 비교반은 2009 개정 과학과 교육과정 중 3~4학년군 ‘동물의 생활’ 단원에서 사는 곳에 따른 동물의 생활모습에 대한 수업과 ‘식물의 생활’ 단원에서 식물이 사는 곳에 따른 식물의 생활 모습에 대한 총 8차시의 수업을 교과서를 중심으로 실시하였다. 비교반의 구체적인 수업 내용은 주변의 동물(동물 관찰 및 생김새에 따른 분류) 2차시,

사는 곳에 따른 동물의 생활(동물의 생김새와 생활방식 알아보기) 2차시, 식물의 생김새(식물 관찰 및 생김새에 따른 분류) 2차시, 식물이 사는 곳(특이한 환경에 사는 식물의 특징 알아보기, 생활 속에서 식물의 이용) 2차시로 구성되었다.

### 2. 연구 절차

본 연구는 한국과학창의재단이 개발한 STEAM 교육 준거(백운수 등, 2012)의 수업 설계 방법을 참고하여 개발되었으며, 조류의 부리와 식충식물의 생김새를 통하여 생물의 생활과 생물의 생김새의 관계에 대하여 융합적으로 학습하고, 학습한 내용을 바탕으로 먹이를 잡는 구조물을 제작하는 활동으로 구성되어 있다. 개발한 STEAM 프로그램의 학습 내용 및 활동, 과학적 이론과 개념 등의 적절성은 과학교육학 전문가 1인, 박사급 연구원 2인, 현직 초등교사 11인 등과 여러 차례의 논의를 통하여 보완하였다. 본 연구는 조류의 부리와 식충식물의 생김새를 융합한 STEAM 수업이 초등학생들의 과학 탐구 능력과 창의적 문제해결력, 정의적 영역에 어떠한 영향을 주는지 알아보기 위하여 수업 전과 수업 후에 동일한 검사지를 이용해 사전-사후 통제집단 연구처치를 하였다. 실험반과 비교반 모두 과학 탐구 능력, 창의적 문제해결력, 정의적 영역 검사를 실시하였으며, 실험반의 경우에는 STEAM 수업에 대한 만족도 검사를 수업 후에 추가로 실시하였다.

### 3. 검사 도구

조류의 부리와 식충식물의 생김새를 융합한 STEAM 프로그램이 초등학생에게 미치는 영향을 알아보기 위하여 다음과 같은 검사 도구를 사용하였다.

#### 1) 과학 탐구 능력

초등학생들의 과학 탐구 능력의 변화를 측정하기 위하여 권재술과 김범기(1994)가 개발한 과학 탐구 능력 검사지를 사용하였다. 이 검사지는 초등학생과 중학생들의 과학 탐구 능력을 평가하기 위하여 개발된 검사지로 관찰, 분류, 측정, 추리, 예상의 기초 탐구 능력과 자료해석, 자료변환, 가설설정, 변인통제, 일반화의 통합 탐구 능력을 측정할 수 있도록 구성되어 있다. 본 연구에서는 연구 대상의

Table 1. The study subjects (단위: 명)

학년	구분	학급 수	학생 수		계
			남	여	
3학년	실험반	1	14	15	29
	비교반	1	14	13	27
	계	2	28	28	56

특성에 맞추어 기초 탐구 능력을 측정하는 15개의 문항만을 사용하였다.

## 2) 창의적 문제해결력

창의적 문제해결력의 변화를 알아보기 위한 창의적 문제해결력 검사 도구는 정은영(2008)이 사용한 창의적 문제해결력 검사 도구를 선정하였다. 이 검사 도구는 창의적 문제해결력을 ‘특정영역의 지식·사고기능·기술의 이해 및 숙달 여부’, ‘확산적 사고’, ‘비판적·논리적 사고’, ‘동기적 사고’의 4개 영역으로 구분하여 구성되어 있다. 총 20개 문항으로 이루어져 있으며, 5단계 Likert 척도의 방식이다.

## 3) 정의적 영역

초등학생들의 과학에 대한 정의적 영역의 변화를 측정하기 위하여 한국과학창의재단의 STEAM 태도 검사 도구를 선정하였다(박현주 등, 2014). 4단계 Likert 척도로 구성되어 있으며, 총 46개의 문항을 통하여 수학에 대한 흥미도와 과학에 대한 흥미도, 배려, 소통, 수학에 대한 가치 인식, 과학에 대한 가치 인식, 수학효능감과 과학효능감, 수학에 대한 자아개념, 과학에 대한 자아개념, 이공계 진로 선택의 영역에 대하여 측정할 수 있도록 구성되어 있다.

## 4) 수업만족도

STEAM 수업만족도를 알아보기 위한 검사 도구는 한국과학창의재단의 STEAM 프로그램 활용만족도 문항을 활용하였다. 총 18개 문항의 5단계 Likert

척도로 구성되어 있다(한국과학창의재단, 2015).

## 5) 자료 분석 방법

본 연구에서 사용한 검사 도구를 통하여 수집한 자료들은 수업 적용 전과 후의 유의미한 차이를 알아보기 위하여 SPSS 12.0을 이용하여 *t*-검정 분석하였다. 만족도 검사의 경우 5단계 Likert 척도의 답변을 수치화하여 백분율로 구하였다.

# III. 연구 결과 및 논의

## 1. STEAM 프로그램 개발 결과

본 연구를 통하여 개발된 STEAM 프로그램은 초·중 3~4학년군의 과학과 ‘동물의 생활’ 단원과 ‘식물의 생활’ 단원을 융합하여 생물의 생활과 생물의 생김새의 관계에 대하여 학습할 수 있도록 하였다. 과학교과를 중심으로 국어, 미술, 체육, 수학 교과와 연계하여 지도할 수 있도록 하였다(Table 2).

조류의 부리와 식충식물을 통하여 생물이 먹이를 잡기 위한 생김새가 어떠한 형태를 가지고 있는지를 다루는 본 프로그램은 한국과학창의재단에서 제시한 STEAM 학습 준거틀(백운수 등, 2012)에 맞추어 크게 상황 제시, 창의적 설계, 감성적 체험의 3단계로 구성되었다.

상황 제시 단계에서는 주변 생물을 좋아하는 가상의 초등학생 힘찬이가 먹이를 잡는 구조에 대하여 관찰을 하며, 이에 대한 호기심과 궁금증을 갖고 생물의 특성을 응용한 창안품을 제작하려는 이야기를 듣게 된다. 창의적 설계 단계에서는 생물이

Table 2. STEAM learning elements in the program

교과명	교육과정 학습 내용	통합지도 내용	STEAM 요소
과학	· 동물의 생김새와 생활방식 알아보기	· 동물의 생김새와 생활방식	S
	· 특이한 환경에 사는 식물의 특징을 알아보기	· 식물의 생김새와 생활방식	S
국어	· 대상의 특징이 잘 드러나게 소개하는 글쓰기	· 자신의 작품 소개하는 글쓰기	A
	· 내용을 이해하기 쉽게 발표하고 다른 사람의 발표를 평가하며 듣기	· 자신의 작품 발표하기	A
미술	· 주변 대상을 탐색하여 느낌과 생각을 다양한 방법으로 나타내기 주제를 표현하기	· 상상표현하기	T E A
체육	· 움직임 언어나 표현 요소를 활용하여 구성된 작품을 발표하고 감상하기	· 식충식물의 특징 몸으로 표현하기	A
수학	· 길이를 나타내는 단위를 활용하여 길이 측정하기	· 제품의 길이 측정하기	M

먹이를 잘 잡을 수 있게 하는 요소들을 추측해 보고, 새의 부리와 새의 먹이 종류 사이의 관계 및 다양한 식충식물의 생김새와 먹이 사이의 관계를 알아본다. 이를 바탕으로 새의 부리와 식충식물의 생김새를 이용하여 생체모방 창안품을 설계하고 제작한다. 감성적 체험 단계에서는 학생들이 아이디어를 구현하기 위해 직접 제작한 생체모방 창안품을 시연하고 발표하는 과정을 통하여 과학에 대한 흥미와 호기심을 가지며 성취감을 느낄 수 있도록 구성하였다(Table 3).

1차시에서는 학생들이 주변에서 볼 수 있는 다양

한 동물들의 입 모양을 관찰하고, 입의 모양이 다양하게 존재하는 이유에 대하여 생각한다. 또한 식충식물을 직접 관찰하면서 식물이 먹이를 잡기 위해 필요한 구조에 대하여 떠올려본다. 이를 바탕으로 학생들이 먹이잡기 놀이를 하며, 생물이 살아가는 환경이나 먹이에 따라 어떤 입의 구조를 가지고 있는지 연관 지어 생각해 볼 수 있도록 한다. 2차시에서는 여러 가지 새의 부리 모양을 살펴보고, 새의 부리 생김새와 역할에 대하여 알아볼 수 있다. 핀치새의 부리 모형을 만들어 콩알집기, 물속의 지우개 집기 등 여러 가지 미션을 해결하는 과정을 통

Table 3. The main activities of the STEAM program

차시	주제	주요 활동
1/8	먹이를 잡기 위한 요소	<p>【활동1】 동물의 입 구조 및 식충 식물의 구조 관찰하기 <b>S</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 우리 주변 동물의 입 구조 관찰하기</li> <li>• 식충식물 관찰하기</li> </ul> <p>【활동2】 먹이를 잘 잡을 수 있게 하는 요소 추측하기 <b>S T E A</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 생물이 입장에서 먹이 잡아보기</li> <li>• 먹이를 잡을 수 있게 하는 요소 추측하기</li> </ul>
2/8	새의 부리 살펴보기	<p>【활동1】 새의 부리 살펴보기 <b>S</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 여러 가지 새의 부리 관찰하기</li> <li>• 부리 생김새와 역할 알아보기</li> </ul> <p>【활동2】 새의 부리 모형 만들기 <b>S T A M</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 먹이의 종류에 따른 새의 부리 모형 만들기</li> <li>• 새의 부리 모형을 이용하여 과학놀이하기</li> </ul>
3/8	식충식물의 생김새 살펴보기	<p>【활동1】 식충식물이 먹이를 잡는 모습 살펴보기 <b>S</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 식충식물 살펴보기</li> </ul> <p>【활동2】 식충 식물 되어보기 <b>S A</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 식충 식물의 특징이 드러나게 몸으로 표현해 보기</li> </ul> <p>【활동3】 식충식물 상상하기 <b>S A</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 식충식물의 모습을 상상하여 보기</li> </ul>
4-5/8	먹이 획득 창안품 구상하기	<p>【활동1】 생체모방기술 <b>S T E A</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 생체모방기술 알아보기</li> </ul> <p>【활동2】 새의 부리와 식충식물의 공통점 알아보기 <b>S T</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 힙찬이의 문제 상황 상기하기</li> <li>• 새의 부리와 식충 식물이 가지는 공통점 정리하기</li> </ul> <p>【활동3】 생체모방 창안품 설계하기 <b>S T E A</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 생체모방 창안품 설계하기</li> </ul>
7-8/8	창안품 제작하기	<p>【활동1】 생체모방 창안품 부품 만들기 <b>T M A</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 생체모방 창안품 부품 제작하기</li> </ul> <p>【활동2】 생체모방 창안품 부품 조립하기 <b>S T E A M</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 생체모방 창안품 부품 조립하기</li> </ul>
8/8	창안품 발표하기	<p>【활동1】 창안품 발표회 <b>S</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 발표회 준비하기</li> <li>• 창안품 발표회</li> </ul> <p>【활동2】 자기 평가 및 상호 평가를 통한 우수 모듈 선정하기 <b>A</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 자기평가 및 상호평가하기</li> <li>• 우수 모듈 선정하기</li> </ul>

해 먹이의 종류에 따라 새의 부리 모양이 다름을 경험적으로 익힐 수 있도록 하며, 새의 부리를 응용하여 만든 물건의 예시를 살펴 보면서 활동을 마무리한다. 3차시에서는 관찰한 식충식물의 생김새의 특징이 드러나도록 몸으로 표현하고, 식충식물의 생김새와 먹이 사이의 관계를 알아본다. 이 STEAM 프로그램에서 다룬 식충식물은 구체적으로 끈끈이 주걱, 파리지옥, 벌레잡이통풀 등이 소개되었다. 식충식물의 포충엽 모형에 따른 여러 가지 예시를 제공하고자 함정형, 점모형, 낭정형, 폐함정형 식충식물의 영상 및 식물 자료를 다루었다. 해당 차시에서 학생들은 미지의 식충식물을 발견한 상황을 상상하면서 상상을 표현하는 활동으로 마무리하며, 새의 부리와 식충식물의 생김새 사이의 공통점에 대하여 생각해 볼 수 있도록 한다. 4~5차시에서는 생체모방 기술에 대하여 알아보고, 학생들이 먹이 획득을 위한 창안품을 구상해 볼 수 있다. 새의 부리나 식충식물의 모습을 모방하여 물건을 잡는 기능을 갖춘 제품을 모둠별로 설계하고, 6~7차시에서는 설계한 창안품을 제작하는 시간을 갖는다. 8차시에서는 학생들이 제작한 산출물의 발표와 평가 시간을 갖고, STEAM 프로그램을 통해 학습한 내용을 내면화 할 수 있도록 한다.

본 STEAM 프로그램을 통하여 학생들이 생물의 먹이와 생물의 생김새 사이의 관계를 익히고, 창의적으로 문제를 해결하는 경험 및 소집단별로 산출물을 제작하는 과정을 통하여 협력적으로 문제를 해결할 수 있는 능력과 과학에 대한 흥미를 가질 수 있도록 하는 데에 목표를 두었다.

갈라파고스 군도의 핀치새 부리와 식충식물의 포충엽 형태는 모두 먹이에 따른 생물의 환경 적응이라는 공통점을 갖고 있고, 생존하기 유리한 특성을 가진 생물체가 환경에 적응하여 진화하는 예이다. 초등학생을 대상으로 생물의 공통적인 특성에 초점을 두고, 먹이에 따라 달라지는 동물과 식물의 생김새를 통합적으로 지도하기 위하여, 생물의 생김새를 탐구하는 활동 및 그 결과를 토대로 특정한 먹잇감이나 대상을 효율적으로 잡을 수 있는 STEAM 산출물을 제작하는 활동 중심의 프로그램을 개발하였다.

## 2. 과학 탐구 능력 검사 결과

조류의 부리와 식충식물의 생김새를 융합한 STEAM

**Table 4.** The results of post *t*-test on basic scientific process skills

구분	비교반		실험반		<i>t</i>	<i>p</i>
	M	SD	M	SD		
관찰	.63	.49	.77	.42	-2.002	.047*
분류	.63	.49	.70	.46	-.980	.329
측정	.63	.49	.70	.46	-.980	.329
추리	.58	.50	.62	.49	-.532	.595
예상	.58	.50	.72	.45	-1.971	.050
총계	.61	.48	.70	.46	-2.868	.004**

\**p*<.05, \*\**p*<.01

수업을 적용한 결과, 개발한 STEAM 프로그램은 초등학생의 기초 탐구 능력 향상에 효과적이었다 (Table 4).

과학 탐구 능력에 대한 사전 검사 결과에서는 비교반과 실험반이 동질 집단이었으나, 수업 처치 후 기초 탐구 능력의 하위 영역 중 관찰 영역에서 두 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며, 전체적으로도 유의한 차이가 나타났다. 분류, 측정, 추리, 예상의 영역에서 비교반에 비해 실험반의 평균값이 근소하게 높은 것을 볼 수 있으나, 통계적으로 유의한 수준은 아니었으며, 관찰 영역에서만 큰 차이가 나타났다.

이러한 연구 결과는 STEAM 프로그램을 적용한 수업이 학생들의 기초 탐구 능력 향상에 도움이 된다는 연구 결과와 맥락을 같이 한다. 융합인재교육이 과학 탐구 능력에 미치는 효과에 대하여 연구한 임강숙과 김희수(2014)의 연구에서 STEAM 프로그램이 탐구 능력과 관련된 다양한 탐구 요소를 학습 내용에 융합하는 경우 학생들의 탐구 능력을 향상시킬 수 있다고 하였다. 채희인과 노석구(2013)도 STEAM 프로그램을 적용한 수업이 초등학생들의 기초 탐구 능력의 향상에 도움이 되었다고 하였다. 최영미 등(2016)의 연구에서도 생물에 대한 융합인재교육이 초등학생의 관찰, 분류, 측정, 추리 영역에서 향상을 보였다고 하였다.

본 STEAM 프로그램은 조류의 부리와 식충식물의 생김새를 관찰하고, 이를 바탕으로 생체 모방을 통하여 창안품을 만드는 활동으로 구성되어 있기 때문에 과학의 기초 탐구 능력 중 관찰 능력을 향

상시키는 데에 도움을 줄 수 있었던 것으로 보인다. 반면, 분류와 측정, 추리와 예상 영역에서는 비교반에 비하여 사후 평균 점수가 높았으나, 통계적으로 유의미한 차이는 없는 것으로 나타났다. STEAM 프로그램이 초등학생의 과학 탐구 능력에 유의미한 영향을 미치지 못한다는 결과는 허소운(2014) 및 우용배와 홍승호(2016)의 연구에서도 찾아볼 수 있는데, 그 원인으로 STEAM 프로그램의 개발에 있어서 기초 탐구 능력을 기르기 위한 탐구 활동의 미비와 STEAM 수업 운영 시수의 부족 등을 들고 있다.

본 STEAM 프로그램에서도 생물의 생김새를 관찰하는 탐구 활동은 제시되어 있으나, 이를 바탕으로 분류해 보거나 측정하는 활동에 있어 부족한 점이 있었던 것으로 보인다. 초등학생들의 기초 탐구 능력의 향상을 위하여 관찰 영역 이외에 다양한 탐구 활동을 실시해 볼 수 있도록 STEAM 프로그램을 구성해야 할 것이다.

### 3. 창의적 문제해결력 검사 결과

조류의 부리와 식충식물의 생김새를 융합한 STEAM 수업이 학생들의 창의적 문제해결력에 미치는 효과를 알아보기 위해 비교반과 실험반의 사전·사후 검사를 분석하였다. 사전검사에서 비교반과 실험반은 유의미한 차이가 없었으며, 사후 검사 결과 실험반과 비교반 사이에 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다(Table 5).

비교반의 평균 점수는 3.92이고, 실험반의 평균 점수는 4.37로 나타났으며, 하위 요소를 살펴보면, ‘특정영역의 지식·사고기능·기술의 이해 및 숙달 여부’ 영역과 ‘확산적 사고’ 영역, ‘비판적·논리적

사고’ 영역과 ‘동기적 사고’의 전 영역에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다.

이러한 연구 결과는 과학 기반 STEAM 프로그램이 학생들의 창의적 문제해결력에 긍정적인 영향을 주었다는 김권숙과 최선영(2012)의 연구 결과와 일치하며, STEAM 프로그램을 적용한 결과, 초등학생들의 창의적 문제해결력에 향상이 있었다는 강호감과 김태훈(2014)의 연구 결과와도 일치한다. 위의 연구들에서는 학습자가 STEAM 프로그램의 주제로 제시되는 문제 상황을 자신의 문제로 인식하는 과정을 거쳐 자기주도적으로 문제를 해결하도록 구성되어 있다. 그리고 교과와의 통합을 통하여 유연한 사고를 지닐 수 있도록 하며, 다양한 탐색 활동과 제작활동을 통하여 구상한 아이디어를 산출할 수 있도록 하는 과정에서 학생들의 창의적 문제해결력이 향상되었다고 보고 있다.

본 연구의 STEAM 프로그램은 상황 제시 단계에서 생물의 생김새에 대하여 호기심을 불러일으키고, 생물의 생김새를 본 뜬 창안품을 구상해 보는 활동을 통하여 학생들의 학습 동기를 이끌어 낸 것으로 보인다. 소집단에서 산출물을 제작하는 과정에서 학생들이 주도적으로 문제를 해결하도록 한 점이 동기적 요소에 영향을 준 것으로 생각된다. 학습자의 창의적 문제해결력에 영향을 미치는 제 변수 분석 연구에 의하면, 내·외적 동기가 창의적 성취에 영향을 줄 수 있다고 하였다. 창의적으로 문제를 해결하는 과정에서는 과제에 대한 흥미, 즐거움, 만족, 도전에 의해 동기화 되는 경향이 있으며, 일련의 문제에 매료되어 몰두하는 행동이 나타나기도 한다. 뿐만 아니라 타인의 인정이나 보상과

Table 5. The results of post *t*-test on creative problem solving ability

구분	비교반		실험반		<i>t</i>	<i>p</i>
	M	SD	M	SD		
특정영역의 지식·사고기능·기술의 이해 및 숙달 여부	3.73	.97	4.13	.98	-3.480	.001**
확산적 사고영역	3.70	.83	4.21	.91	-4.878	.000***
비판적·논리적 사고	4.22	.84	4.57	.67	-3.850	.000***
동기적 사고	4.04	.93	4.57	.65	-5.455	.000***
총계	3.92	.92	4.37	.84	-8.500	.000***

\*\**p*<.01, \*\*\**p*<.001

같은 외적 동기도 창의적 행동을 유발하고 지속시키는데 긍정적인 영향을 줄 수 있다(성진숙, 2002). STEAM 수업에서는 이와 같은 동기적 요소를 강화할 수 있는 환경을 제공하는 일이 중요하다고 본다.

또한 학생들이 조류의 부리와 식충식물의 생김새에 대하여 관찰한 내용을 바탕으로 생체모방 창안품을 제작하는 과정에서 생물의 진화, 동물의 입구조와 먹이와의 관계, 식충식물의 생김새와 먹이와의 관계 등 관련 과학 개념들에 대하여 정리할 수 있는 기회를 제공하였다. STEAM 수업에서 학생들이 정리한 과학 개념을 문제 해결에 적용할 수 있도록 지도하였기 때문에, 창의적 문제해결력 하위 요소 중에 ‘특정영역의 지식·사고기능·기술의 이해 및 숙달 여부 영역’에서 유의미한 차이가 나타났다고 생각한다.

핀치새의 부리 모형을 만들고, 모형을 이용하여 미션을 해결해 가는 과정과, 식충식물의 움직임에 대하여 신체표현 활동을 하는 과정이 학생들의 ‘확산적 사고’의 향상에 도움을 준 것으로 보인다. 왜냐하면 확산적 사고력에 영향을 받는 독창성은 새롭고 독특하고 다양한 문제 해결 방안을 제시하였는가에 따라 평가 요인으로 작용하기 때문이다(김혜순과 강기숙, 2007). 본 연구의 사례에서도 학습

자가 미션을 해결하기 위한 방법을 다양하게 접근하고, 상상을 새로운 방식으로 표현하는 과정을 수행하였다면 확산적 사고와 관련된 영역에 긍정적인 영향을 미쳤을 수 있다.

산출물 제작 과정은 소집단 활동으로 이루어져 다양한 문제 해결방법을 떠올리고, 서로 의사소통하며, 하나의 아이디어를 선정해 가는 과정을 통하여 비판적 사고력 또한 기를 수 있었던 것으로 보인다. 이처럼 소집단 활동을 통한 토론이나 자기모니터링활동 등은 창의적 문제해결력에 긍정적인 영향을 줄 수 있다(김미숙, 2005).

#### 4. 정의적 영역 검사 결과

조류의 부리와 식충식물의 생김새를 융합한 STEAM 수업을 실시한 결과, 사전 검사에서 차이가 없던 두 집단이 프로그램 적용 후에 전체 영역에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다(Table 6).

이러한 결과는 본 연구의 STEAM 프로그램이 학생들의 정의적 영역에 긍정적인 영향을 주었음을 나타낸다. 세부 영역을 살펴보면 배려와 소통, 수학에 대한 가치인식과 과학에 대한 가치인식, 수학효능감과 수학에 대한 자아개념영역에서 비교반이 실험반보다 높은 점수를 나타내지만, 통계적으로

Table 6. The results of post *t*-test on affective domain

구분	비교반		실험반		<i>t</i>	<i>p</i>
	M	SD	M	SD		
수학에 대한 흥미도	2.75	.90	3.10	.82	-3.460	.001**
과학에 대한 흥미도	3.07	.84	3.01	.82	.605	.546
배려	3.11	.75	3.17	.68	-.638	.524
소통	2.85	.84	2.99	.80	-1.444	.150
수학에 대한 가치	2.88	.87	3.04	.80	-1.467	.144
과학에 대한 가치	2.78	.81	2.99	.82	-1.959	.051
수학 효능감	2.94	.89	3.12	.77	-1.672	.096
과학 효능감	3.12	.82	3.03	.73	.915	.361
수학에 대한 자아개념	2.85	.90	2.99	.77	-1.062	.290
과학에 대한 자아개념	2.90	.72	2.79	.72	.976	.331
이공계 진로선택	2.75	.93	2.73	.95	.138	.891
총계	2.91	.86	3.00	.80	-3.068	.002**

\*\**p*<.01

유의미한 차이는 없었으며, 수학에 대한 흥미도의 영역에서만 통계적으로 유의미한 차이가 나타났음을 볼 수 있다.

STEAM 프로그램을 적용한 수업이 학습자의 정의적 영역에 긍정적인 영향을 미친다는 연구 결과는 많이 보고되고 있다. 이영석과 조정원(2012)의 연구에서 ‘태양의 열에너지를 이용한 나만의 조리기 고안하기’를 주제로 한 프로젝트 STEAM 수업이 학생들의 과학 흥미도에 유의미한 영향을 주었다고 한다. 김석희와 유현창(2013)의 연구에서도 Hands on 센서를 기반으로 조작적 활동으로 이루어진 STEAM 프로그램을 적용한 결과, 과학에 대한 흥미와 태도 영역에서 향상이 있음을 보여주며, 이용섭과 김순식(2012)도 과학기반 STEAM 프로그램이 과학적 태도에 효과적임을 말하고 있다. 또한 박성진과 유병길(2013)도 주제를 중심으로 다른 교과를 재구성한 과학기반 STEAM 수업에서 학습하는 과정이 학생들의 호기심을 자극하고, 과학 학습 흥미에 유의한 효과를 주었다고 하였다.

본 연구의 STEAM 프로그램은 과학 개념을 중심으로 한 STEAM 프로그램이지만, 학습 과정에서 주어진 문제를 해결하기 위하여 측정을 하거나, 비율 등을 고려해 보는 수학 체험 활동들이 포함되어 있어 학생들의 수학에 대한 흥미도를 높이는 데에 도움이 된 것으로 보인다.

배려와 소통, 수학에 대한 가치인식과 과학에 대한 가치인식, 수학효능감과 수학에 대한 자아개념 영역은 평균 점수로는 집단 간 차이가 있었으나, 통계적으로 유의미한 차이를 보이지는 못하였다. STEAM 프로그램에서 산출물을 제작하는 과정에서 소집단 활동을 할 때 다른 친구의 의견을 존중하며, 듣고 의사소통하면서 배려와 소통이 길러지기는 하지만, 비교반의 일반 수업 과정에서도 학생들 사이에 의견 교환과 의사소통이 이루어지며, 배려와 소통 영역에 영향을 주었던 것으로 보인다. 이에 대한 보완으로 학생들이 STEAM 학습에 대한 가치 인식과 효능감을 기를 수 있도록 학습 내용을 응용하여 해결할 수 있는 문제를 창의적 설계의 단계에서 제시할 필요가 있다.

## 5. 수업만족도 조사 결과

조류의 부리와 식충식물의 생김새를 융합한 STEAM 수업을 학습한 실험반에 수업 만족도를 실시한 결

과, STEAM 수업 만족도는 86.82%로 나타났으며, 각 문항별 결과는 Table 7과 같다.

‘한 가지 문제를 다양하게 생각해 보았다(93.10%)’, ‘과학기술에 대한 관심이 생겼다(91.00%)’, ‘문제 해결에 여러 과목에서 배운 지식을 동시에 적용하려고 노력하였다(90.34%)’, ‘적극적이고 활발하게 수업에 참여하였다(90.34%)’의 순으로 만족도 점수가 높게 나타났다. 한 가지 문제를 다양하게 생각해 보았다는 답변은 평소 학생들이 과학 개념을 학습할 때 동물의 생활 영역과 식물의 생활 영역을 분절적으로 학습하는 과정과 다르게 본 STEAM 프로그램 활동을 통하여 융합적으로 학습하는 과정이 영향을 준 것으로 보인다. 또한 생체모방과 같은 과학 기술에 대한 정보를 접하고, 이와 관련된 산출물을 제작하는 활동을 통하여 과학기술에 대하여 관심을 가질 수 있었다고 생각된다. 본 연구의 STEAM 수업은 학습자가 여러 학문을 융합적으로 학습할 수 있도록 구성되었으며, 직접 산출물을 설계하고 제작하는 활동으로 이루어졌기 때문에 위와 같은 답변을 한 것으로 보인다.

만족도 점수가 낮게 나타난 문항은 ‘배운 내용을 실생활과 연관 지으려고 노력하였다(80.69%)’, ‘친구들과 합리적으로 토론하였다(82.76%)’이었다. 본 연구의 STEAM 수업에서 먹이 잡는 기능이 있는 창안품의 실제적인 활용 방안에 대하여 심도 있게 다루지 못하였던 점이 이러한 결과에 영향을 줄 수 있다. 또한 문제 해결 과정에서 토론을 할 기회가 없어 이와 같은 답변을 한 것으로 보인다. 학생들이 학습한 과학 개념을 실생활과 연관 짓는 것은 교과에 대한 가치 인식뿐만 아니라, 진로 선택에도 영향을 줄 수 있기에 앞으로의 STEAM 프로그램 개발에 있어서 실생활과의 연계성을 중요시해야 할 것이다(이영석과 조정원, 2012).

## IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 과학 교과 내 ‘동물의 생활’ 단원과 ‘식물의 생활’ 단원의 융합을 시도하여 조류의 부리와 식충식물의 생김새를 융합한 STEAM 프로그램이 초등학교 3학년의 과학 탐구 능력, 창의적 문제해결력, 정의적 영역에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. STEAM 프로그램을 개발하고 적용한 결과, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

Table 7. The results of learner satisfaction survey of the STEAM program

(단위: %)

번호	문항	만족도
1	나는 과학 수업이 재미있어졌다.	86.90
2	나는 과학·수학 학습 내용에 대해 많이 이해하게 되었다.	85.52
3	나는 과학·수학 학습에 대한 흥미가 생겼다.	85.52
4	나는 과학기술에 대한 관심이 생겼다.	91.00
5	나는 과학 관련 책이나 글을 읽는 것이 좋아졌다.	86.20
6	나는 문제해결을 위해 스스로 생각을 하게 되었다.	87.59
7	나는 다양한 학습 활동을 끝까지 해내게 되었다.	85.52
8	나는 한 가지 문제를 다양하게 생각해보았다.	93.10
9	나는 배운 내용을 실생활과 연관 지으려고 노력하였다.	80.69
10	나는 문제해결에 여러 과목에서 배운 지식을 동시에 적용하려고 노력하였다.	90.34
11	나는 적극적이고 활발하게 수업에 참여하였다.	90.34
12	나는 친구들과 합리적으로 토론하였다.	82.76
13	나는 다른 친구들에게 나의 아이디어를 표현하였다.	84.13
14	나는 다른 친구들의 의견을 경청하고 존중하였다.	88.27
15	나는 다른 친구들과 협력하는 것의 중요성을 생각하는 마음이 생겼다.	85.52
16	나는 다른 친구들을 배려하는 마음이 생겼다.	86.90
17	나는 실패하는 것을 두려워하지 않고, 도전의식이 생겼다.	87.59
18	나는 과학기술 분야와 관련된 직업에 대한 관심이 생겼다.	84.83
Total		86.82

첫째, 조류의 부리와 식충식물의 생김새를 융합한 STEAM 프로그램은 초등학생의 기초 탐구 능력 향상에 유의미한 결과를 나타냈으며, 하위요소의 관찰 영역에서 큰 효과를 보였다. 생물의 생김새를 관찰한 내용을 바탕으로 산출물을 제작하는 활동은 관찰 능력을 기르는 데 도움을 주었다. 앞으로의 STEAM 프로그램 개발에서도 교과 개념과 더불어 학생들의 탐구 능력을 기르는 방향으로 구안될 필요가 있다.

둘째, 본 연구에서 적용된 STEAM 프로그램은 초등학생들의 창의적 문제해결력에 유의미한 결과를 나타냈다. ‘특정영역의 지식·사고기능·기술의 이해 및 숙달 여부’ 영역과 ‘확산적 사고’영역, ‘비판적·논리적 사고’ 영역 및 ‘동기적사고’ 영역의 전 영역에서 실험반의 사후 검사 평균 점수가 비교반의 사후 검사 평균 점수보다 높게 나타났다. 학생들의 창의적 문제해결력 향상에 긍정적인 영향

을 미친 것으로 보아, 앞으로도 다양한 주제에 대한 과학 교과 내 지식 융합 기반의 STEAM 프로그램을 개발할 필요가 있다.

셋째, 조류의 부리와 식충식물의 생김새를 융합한 STEAM 수업은 초등학생들의 정의적 영역에 대해서 유의미한 변화를 주었다. 여러 교과를 융합적으로 학습하는 과정을 통하여 과학 이외의 다른 교과에 대한 흥미도가 길러질 수 있었던 것으로 보이며, 차후의 STEAM 프로그램의 개발에서 실생활과의 연계를 강화한다면 학생들의 교과 효능감과 진로 선택에 긍정적인 영향을 줄 것으로 기대된다.

넷째, 학생들은 본 연구의 STEAM 프로그램에 대하여 높은 만족도를 보이고 있었다. 기존의 과학과 교육과정과 달리 동물의 생활과 식물의 생활 단원에서 분절적으로 학습하던 내용을 통합하여 배우는 경험과 새로운 과학기술에 대한 학습이 학생들에게 만족감을 준 것으로 보인다.

본 연구에서 얻은 결론을 바탕으로 후속 연구를 위하여 제언을 하면 다음과 같다.

과학을 중심으로 하는 STEAM 프로그램은 다양하게 개발되어 있으나, 과학 교과 내의 지식을 통합적으로 다루는 STEAM 프로그램이 다양하지 못하므로 교과 내 지식을 융합하여 다루는 STEAM 프로그램을 개발할 필요가 있다. 또한 본 연구에서는 학생들의 정의적 영역의 하위 요소 진부에 대해 유의한 효과를 얻은 것은 아니므로, 향상되지 못한 하위 요소들을 향상시킬 수 있는 프로그램으로 보완한다면 의미 있을 것이다.

## 참고문헌

강호감, 김태훈 (2014). 초등과학영재의 창의적 문제해결력 향상을 위한 융합인재교육(STEAM) 프로그램 개발. *영재교육연구*, 24(6), 1025-1038.

교육과학기술부 (2009). 초등학교 교육과정 해설 총론. 교육과학기술부 고시 제2009-41호.

교육과학기술부 (2010). 2011년 업무보고: 창의인재와 신진과학기술로 여는 미래 대한민국.

교육부 (2014). 과학 3-2 교사용 지도서. 서울: (주)미리엔.

권재술, 김범기 (1994). 초·중학생들의 과학탐구능력 측정도구의 개발. *한국과학교육학회지*, 14(3), 251-264.

김권숙, 최선영 (2012). 과학 기반 STEAM 프로그램이 초등과학 영재 학생들의 창의적 문제해결력과 과학적 태도에 미치는 영향. *초등과학교육*, 32(2), 216-226.

김덕호, 고동국, 한명재, 홍승호 (2014). STEAM 프로그램을 적용한 과학수업이 초등학생의 창의성과 과학교과 흥미도에 미치는 영향. *한국과학교육학회지*, 34(1), 43-54.

김만희, 유상근, 김성하 (2015). 초등학교 창의적 체험활동을 위한 식물 탐구 프로그램의 적용 효과. *한국초등교육*, 26(4), 409-434.

김미숙 (2005). 중학생 영재와 일반학생의 과학 창의적 문제해결력에 미치는 영향요인 분석. *한국교육심리학회지*, 19(2), 477-504.

김석희, 유현창 (2013). Hands on 센서 기반 고도화된 STEAM 교육 프로그램의 효과. *컴퓨터교육학회논문지*, 16(3), 79-89.

김지영, 박지은, 윤희정, 박은미, 방담이 (2014). 과학과 인문학의 통합개념 선정을 위한 델파이 연구. *한국과학교육학회지*, 34(6), 549-558.

김혜란, 최선영 (2015). PRIDE 융합인재교육 원리에 따른 초등 과학교육에서의 과학탐구능력과 과학적 태도에 미치는 영향. *교육문화연구*, 21(2), 137-158.

김혜순, 강기숙 (2007). 아동의 과학 적성, 창의성, 과학 창의적 문제 해결력간의 관계. *초등과학교육*, 26(1), 32-40.

박성진, 유병길 (2013). 과학 기반 STEAM에 의한 ‘빛’ 단원 학습이 과학 학습 동기, 흥미 및 과학 탐구 능력에 미치는 효과. *초등과학교육*, 32(3), 225-238.

박애리나, 김용권 (2014). STEAM 프로그램이 초등영재 학생의 과학적 의사소통능력과 학습몰입에 미치는 영향. *초등과학교육*, 33(3), 439-452.

박현주, 백운수, 심재호, 손연아, 한혜숙, 변수용, 서영진, 김은진 (2014). STEAM 프로그램 효과성 제고 및 현장 활용도 향상 기본 연구. *한국과학창의재단*.

백운수, 박현주, 김영민, 노석구, 이주연, 정진수, 최유현, 한혜숙, 최종현 (2012). 융합인재교육(STEAM) 실행 방향 정립을 위한 기초연구. *한국과학창의재단*.

성진숙 (2002). 과학에서의 창의적 문제해결력에 영향을 미치는 제 변수 분석: 확산적 사고, 과학 지식, 내·외적 동기, 성격 특성 및 가정 환경. *이화여자대학교 대학원 박사학위논문*.

엄중태, 권승혁, 오재영, 이영지, 송용진, 표지원, 고재석, 권용주 (2016). 조류의 부리에 대한 생체모방을 활용한 로봇팔 구조개선 융합 탐구: 3D 모델링과 프린팅을 이용하여. *생물교육*, 44(1), 146-154.

우용배, 홍승호 (2016). “생물과 환경” 단원 학습을 위한 생태놀이 자료와 STEAM 프로그램의 개발 및 적용 효과. *생물교육*, 44(3), 523-537.

이상균, 이하룡 (2013). 프로젝트 기반 STEAM 프로그램 개발 및 적용 효과. *대한지구과학교육학회지*, 6(1), 78-86.

이영석, 조정원 (2012). 주제중심 프로젝트 기반 STEAM 교육 프로그램 개발 및 적용. *한국산학기술학회지*, 13(12), 5570-5575.

이용섭, 김순식 (2012). 과학기반 STEAM 천문학습 프로그램이 공간지각능력 및 과학적 태도에 미치는 효과. *대한지구과학교육학회지*, 5(3), 297-306.

이효녕, 오영재, 권혁수, 박경숙, 한인기, 정현일, 이성수, 오희진, 남정철, 손동일, 서보현, 안혜령 (2011). 통합교육과 통합 STEM 교육에 대한 초등교사의 인식. *교원교육*, 27(4), 117-139.

임강숙, 김희수 (2014). 융합인재교육(STEAM)이 고등학교의 과학탐구능력에 미치는 효과. *대한지구과학교육학회지*, 7(2), 180-191.

임성만, 채동현, 김은정, 현동걸, 김오범, 한제준 (2014). 교과대체형 STEAM(융합인재교육) 프로그램 개발 및 적용 후 학생들의 인식 분석. *대한지구과학교육학회지*, 7(1), 119-132.

정은영 (2008). Squeak Etoy 기반 정보교육이 초등학생의 창의적 문제해결력에 미치는 영향. *한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문*.

채희인, 노석구 (2013). STEAM 활동이 초등학생의 과학 탐구능력 및 과학에 대한 태도에 미치는 영향. *과학교육연구지*, 37(3), 417-433.

최영미, 양지혜, 홍승호 (2016). 스마트미디어 기반의 ‘닭의 한살이’ 융합인재교육(STEAM) 수업이 초등학생의 학업성취도, 과학 탐구 능력 및 정의적 영역에 미치는 영향. *초등과학교육*, 35(2), 166-180.

한국과학창의재단 (2015). 2015년 STEAM 프로그램 개

발 시범적용 만족도 조사. 한국과학창의재단.

허소윤 (2014). 과학기반 STEAM을 적용한 과학 수업이 초등학생들의 과학 관련 태도 및 과학탐구능력에 미치는 영향. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.

Gibson, T. C. & Waller, D. M. (2009). Evolving Darwin's ‘most wonderful’ plant: ecological steps to a snap-trap. *New Phytologist*, 183(3), 575-587.