

교과대체형 STEAM(융합인재교육) 프로그램 개발 및 적용 후 학생들의 인식 분석 - 6학년 에너지 관련 단원을 중심으로 -

임성만¹ · 채동현^{2*} · 김은정² · 현동걸³ · 김오범¹ · 한제준¹

¹한국교원대학교 · ²전주교육대학교 · ³제주대학교

Development and Students' Perceptions after Application of a Subject Substitute STEAM Program - Focusing on Energy Unit in 6th Grade Curriculum -

Lim Sung-man¹ · Chae Dong-hyun^{2*} · Kim Eun-jeong² · Hyun Dong-geul³
Kim O-beom¹ · Han Je-jun¹

¹Korea National University of Education · ²Jeonju National University of Education · ³Jeju National University

ABSTRACT

In recent years, Korea encourages teachers to do STEAM education(Science, Technology, Engineering, Arts & Mathematics), which includes Arts to STEM education to train creative science technology talent. Related to this, we developed a subject substitute STEAM program for the 6th grade students in elementary school and applied it in a field. The STEAM program which substitutes contents in curriculum related to Energy unit was developed and it was taught to twenty four sixth grade students during regular classes. During the classes, all activities of students were observed and they were written in recording notes during the observation. After all STEAM program ended, how students recognize the subject substitute STEAM program compared to general class, understand learning contents and think about the program before and after the STEAM classes were analyzed through questionnaire and interviews. The results were as follows. First, some students had difficulty in reconciling different ideas in group, creative thinking and crafts but most students liked the STEAM classes because many activities are fun and it is easy to understand. Second, learners regarded practical use of knowledge, learning different subjects together and interests as the reasons they can understand learning contents easily during STEAM program. Third, learners recognized STEAM classes are good to understand knowledge, think creative ideas and improve social skills after the STEAM classes while they showed anticipation, worry and fear before taking the classes. It is found that a subjective substitute STEAM program is helpful to increase learners' interests in learning, understand learning contents, increase creativity and have a good personality through a qualitative research.

Key words : STEAM, subject substitute STEAM program

I. 서 론

최근 경제, 사회, 문화 등 모든 분야에서 기존의

문제를 개선하고, 새로운 가치를 창출하기 위하여 다양한 분야의 지식과 기술을 융합하는 시도를 하고 있다. 우리가 살아가면서 부딪히는 대부분의 어

Received 3 December, 2013; Revised 20 December, 2013; Accepted 27 February, 2014

*Corresponding author : Chae Dong-hyun, Jeonju Nat'l Univ. of Education, 50, seohak-ro, Wansan-gu, Jeonju-si, Jeollabuk-do, 560-757. korea
Phone: +82-63-281-7150

E-mail: donghyun@jnue.kr

"This work was supported by the Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity funded by the Korean Government[1-5]"

© 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.

려운 문제들은 분야별 개별지식만으로는 해결하는데 한계가 있다(Shin, 2011). 그리고 이전과는 다른 혁신적인 아이디어 개발을 위해서는 서로 연관이 없어 보이는 둘 이상의 분야의 연관 고리를 찾고, 이를 하나로 융합하는 과정이 필요하다. 이러한 사회의 흐름에 따라 사회가 요구하는 인재상도 변화하고 있다. 다가오는 미래를 대비한 인재를 육성하기 위하여 여러 국가들이 융합 시대에 맞는 교육을 추진해왔다. 미국은 융합 과학 기술 시대에 대비하여 STEM(Science, Technology, Engineering, Mathematics) 교육을 실시하여왔으며, 오바마 행정부는 ‘미국 경쟁력 강화법안(America Competes Act of 2007)’을 통해 STEM 교육을 강조하고 있다. 영국도 왕립 학회가 중심이 되어 STEM교육에 대한 관심을 갖고 STEM 교육 정착에 노력하고 있다(Reiss & Holman, 2007). 우리나라도 2011년부터 교육과학기술부에서 창의적 과학 기술 인재 양성을 위해 STEM교육에 예술을 포함시킨 STEAM(Science, Technology, Engineering, Arts & Mathematics) 교육을 발표하며 융합 인재교육 실시를 알렸다.

융합인재교육 프로그램에 대한 초등교사의 인식 연구를 살펴보면 초등교사 대부분이 STEAM 교육의 필요성에 대해서 긍정적이거나, STEAM 교육에 대한 이해는 낮은 것으로 분석되었다(Geum & Bae, 2012; Shin & Han, 2011; Ahn & Kwon, 2012). 또한 Shin과 Han(2011)의 연구에 의하면 현장교사들은 STEAM 교육을 낯설어 하고, 어려워하며, 현장에 접목하여 실시하기 어렵다는 반응을 보였다. 중소도시에서 근무 중인 다양한 경력의 현장교사 다섯 명에게 STEAM교육에 대해 인터뷰한 결과 이들 모두는 창의성 개발, 실생활 문제해결력 향상, 과목 간 융합으로 인한 교육 시수 감소의 이유로 STEAM 교육이 필요하다고 생각하였다. 그리고 현장에서 STEAM 교육이 시행되기 어려운 점으로 정해진 교육과정 내 적용의 어려움, 교사의 연구 시간 부족, 부족한 자료 보급을 들었다. 특히 짜여진 교육과정 내에서 추가로 STEAM 수업을 진행하는 데 대한 부담감을 언급한 교사가 이 중 3명으로 가장 많았다. 뒤이어 이들 모두가 교과서의 수업 내용을 대체할 수 있는 교과대체형 STEAM 프로그램이 개발되어 보급될 시, 적용할 의사가 있다고 답했다.

현재까지 연구된 초등학교 STEAM 프로그램은 초등과학영재나 초등수학영재를 대상으로 한 개발

되어 적용된 경우가 많았다(Kim, 2012; Lee et al., 2013; Jeong, 2013; Hong, 2013). 영재학생을 대상으로 한 STEAM 프로그램 연구에서 융합인재교육(STEAM)이 영재학생들의 창의성 신장에 도움이 되는 것으로 나타났다(Kim, 2012; Lee et al., 2013; Hong, 2013). Lee와 Lee(2013)가 개발한 프로젝트 기반 STEAM 프로그램은 일반 초등학교를 대상으로 토요과학교실을 이용하여 적용이 이루어졌으며, 이는 학생들의 문제해결과정능력과 창의적 인성에 긍정적인 영향을 주었다. Seo와 Shin(2012)의 연구에서는 초등학교 저학년층을 대상으로 학습내용을 STEAM 수업으로 진행하여 학생의 흥미와 자신감을 향상시키는 결과를 얻었다. 이러한 연구를 통해 STEAM 프로그램이 학생들의 창의성과 문제해결능력, 정의적 영역에 긍정적인 영향을 줄 수 있다. 그러나 교과 수업 내용을 대체할 수 있는 교과대체형 STEAM 프로그램을 개발하여 이를 현장에 적용한 사례는 거의 없었다. 이에 이번 연구에서는 초등 6학년, 에너지 단원을 중심으로 교육과정의 성취기준을 대체할 수 있는 교과대체형 STEAM 프로그램을 개발하고, 이를 정규 교육과정 시간에 적용하여 이에 대한 학생들의 인식을 조사해보고자 한다.

본 연구에서는 연구의 목적을 달성하기 위해 다음과 같은 연구 문제를 설정하였다.

1. 교과대체형 STEAM 프로그램 개발이 가능한가?
2. 일반수업과 비교하여 교과대체형 STEAM 수업에 대한 학생들의 인식은 어떠한가?
3. 교과대체형 STEAM 수업에서 학생들의 학습내용 이해는 어떠한가?
4. 교과대체형 STEAM 수업을 받기 전과 후, 학생들의 STEAM 수업에 대한 느낌은 어떠한가?

II. 연구 방법

본 연구는 교과대체형 STEAM 프로그램 개발을 위해 용어 정의, 이론 고찰, 선행 프로그램 검토, STEAM에 대한 교사의 인식 분석 등의 문헌 연구로 시작하였다. 먼저, 교과대체형 STEAM 프로그램이 무엇인지에 대한 용어를 정리하였다. 그리고 문헌 검토를 바탕으로 초등학교 6학년 2학기 3단원 에너지와 도구를 대체할 수 있는 분량인 12차시로 개발되었다. 개발된 프로그램은 실제 초등학교 학생들의 교과

시간에 적용되었다. 프로그램 개발 및 적용 효과 분석에 관한 구체적인 연구 방법은 다음과 같다.

1. 교과대체형 STEAM 프로그램

교과대체형 STEAM 프로그램이란 학생들이 교과서의 해당 차시를 기존 교과서가 아닌 STEAM 프로그램으로 학습해도 학생들이 교육과정 상의 학습 내용을 모두 이해할 수 있는 교육 프로그램을 말한다.

2. 연구 절차

본 연구는 문헌 검토, 연구 문제 설정, 초등학교 교육과정 분석, 교과대체형 STEAM 프로그램 개발, 연구 대상 선정, STEAM 프로그램 적용 실시, 결과 정리 및 해석, 연구보고서 작성의 단계로 진행되었다(Fig. 1).

3. 연구 대상

본 연구의 대상은 중소도시에 소재한 ○○초등학교 6학년 1개 학급 24명(남:11명, 여:13명)을 선정하였다. 프로그램을 적용하기에 앞서 연구 참여자에게 연구의 목적과 연구 진행 과정을 간단히 안내하였으며, 학생과 학부모에게 연구 참여 동의서로 동의를 구했다. 연구 참가자들은 전반적인 성적과 가정의 경제적 수준이 중하층에 속하며, 이들 모두 이전

에 STEAM 교육에 대해 들어본 적이 없었으며, STEAM 수업을 받은 경험이 없었다.

4. 자료 수집 및 분석

먼저 교과대체형 STEAM 프로그램을 개발하기 위해 2007 개정 교육과정과 2009 개정 교육과정을 분석하였다. 교육과정에서 에너지 관련 내용을 찾아 각 교과서의 해당 차시를 대체할 수 있는 STEAM 프로그램을 개발하였다. 개발된 교과대체형 STEAM 프로그램은 과학교육 전문가 2명(박사학위 소지자 2명)으로 이루어진 전문가 협의회를 통해 프로그램 설계 및 내용 타당도에 대한 검토를 받았다. 이를 통해 교과대체형 STEAM 프로그램은 초등학교 6학년 과학 ‘에너지와 도구’ 단원을 중심으로 총 3차시 분량의 4개의 하위 프로그램으로 구성되었다. 이렇게 개발한 교과대체형 STEAM 프로그램은 약 2주에 걸쳐 하루에 1개의 하위 프로그램이 실시되었으며, 해당 차시를 대체할 수 있는 교과 시간을 이용하여 이루어졌다. 수업은 프로그램의 연속성을 고려하여 하나의 하위 프로그램을 블록수업으로 실시하였다. 프로그램을 적용하는 과정에는 학생들의 수업에 대한 만족도 및 학습 목표 도달 정도를 알아보기 위하여 관찰일지를 이용해 기록하였다. 질적 연구에서 관찰일지는 프로그램 활동 중간에 연구 참여자가 보여주는 행동을 관찰하면서 연구자가 기록한 내용

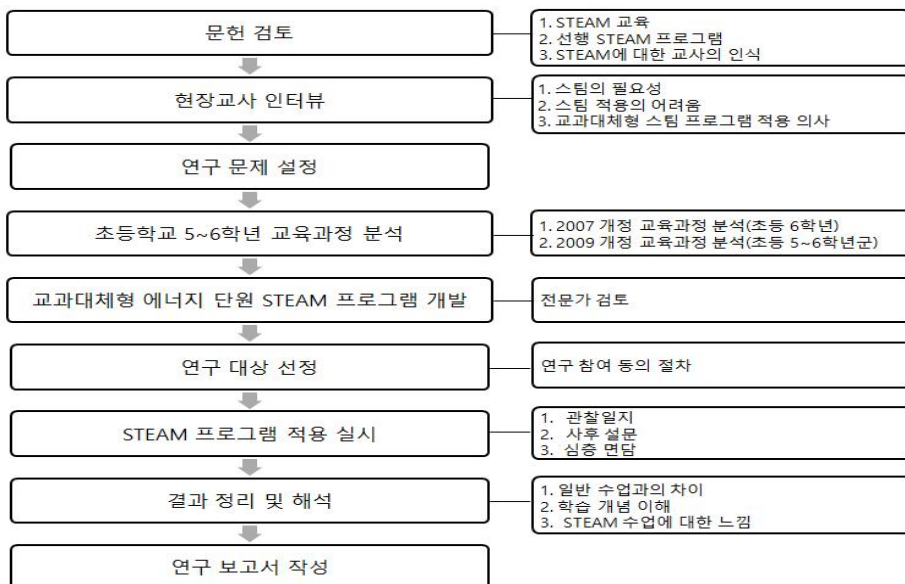


Fig. 1. Research process.

기술 노트(descriptive note)	반성적 노트(reflective note)

Fig. 2. The descriptive and reflective notes.

과 프로그램이 끝난 후 적은 반성노트이다. 관찰일지는 Creswell(2007)이 제안한 관찰기록지를 이용하여 기술적 노트와 반성적 노트로 나누어 작성하였다(Fig. 2). 학생들의 행동은 최대한 학생들이 알지 못하도록 관찰하여 기록되었으며, 반성적 노트는 프로그램의 적용 후에 시행된 사후 면담 과정에서 학생들이 수업에서 보인 행동이나 반응과 관련하여 구체적인 질문을 할 때 이용되었다.

학생들에게 프로그램 적용을 시행한 후, 연구 참여자를 대상으로 학습 내용에 대한 이해, STEAM 수업에 대한 인식, STEAM 수업에 대한 흥미 및 만족도에 대한 설문지 실시되었다. 사후 설문지는 초등학교영재를 위한 ‘지구와 달’ 단원 STEAM 교수 학습 프로그램 개발 및 적용(Jeong, 2013)에 제시된 질문지 내용을 바탕으로 수정하였고, 과학교육전문가(박사학위 소지자 2명)에게 질문을 검토 받은 후, 보조 질문을 구성하였다(Table 1). 설문지 조사 후 6명의 학생을 대상으로 심층 면담이 실시되었다. 면담은 교사의 관찰일지와, 학생의 설문지를 바탕으로 구체적인 질문과 답을 하는 식으로 이루어졌다. 사후 면담은 학생들의 수업시간을 침해하지 않는 아침 시간과 점심시간을 이용하여 이루어졌으며, 연구 참여자인 학생들이 편안함을 느낄 수 있는 교실에서 이루어졌다. 사후 면담 내용은 연구 참여자의 동

의를 얻은 후 면담 내용을 녹음하였고 전사하였다. 수집한 자료는 녹음자료 전사, 자료 분류, 목록 작성 과정을 거쳐 분석 텍스트로 작성하였다. 전사 작업은 녹취 내용을 반복적으로 들으면서 참여자가 사용한 용어, 발음, 문장을 그대로 기록하고 현장 메모에 기록한 참여자의 침묵, 동작, 표정들을 녹음내용 전사본에 삽입하였다.

III. 연구 결과

총 12차시의 수업 동안 적은 연구자의 관찰 일지와 프로그램 적용이 끝난 후 시행된 학생들의 설문지, 면담 자료를 범주화한 결과, 교과대체형 STEAM 프로그램에 대한 학생들의 인식을 다음과 같이 정리하였다.

1. 교과대체형 STEAM 프로그램 개발 내용

1) 교과대체형 STEAM 프로그램 개발을 위한 교육과정 분석

초등학교 6학년을 대상으로 교과대체형 STEAM 프로그램을 개발하기 위하여 먼저 국가수준 교육과정과 교과서 단원을 분석하였다. 2007 개정 교육과정의 초등학교 6학년과 2009 개정 교육과정의 초등

Table 1. Contents of questionnaire after the application of program

No.	Category	Main question	Sub-question
1	Comparative perception between a general lesson and a subject substitute STEAM lesson	What did you like the most about a subject substitute STEAM program by comparing to a general lesson?	Why did you think so?
2		What is the difficult thing about a subject substitute STEAM program by comparing to a general lesson?	Why did you think so?
3	Understanding of learning concepts	Did you understand learning contents during the STEAM lesson?	Why did you think so?
4	Impression of a subject substitute STEAM lesson	How was your impression of a subject substitute STEAM lesson before taking the lesson?	Why did you think so?
5		How was your impression of a subject substitute STEAM lesson after taking the lesson?	Why did you think so?

학교 5~6학년군에 제시된 내용에서 초등학교 과학 6학년 2학기 3단원의 에너지와 도구 단원을 염두에 두고, STEAM 수업과 관련된 교과 내용을 추출하였다. 그 결과, 교과대체형 STEAM 프로그램은 총 4개의 하위 프로그램으로 개발되었다. 하위 프로그램의 주제는 ‘전기제품 이용 안내 태그 만들기’, ‘태양 음식물 쓰레기 처리기 만들기’, ‘아이디어 상품 디자인 하기’, ‘장애인 경사로 설계하기’로 정하였다. 각각의 하위 프로그램은 3차시로 설계되었으며, 각 프로그램에서 차시를 대체할 수 있는 교과는 과학이외에도 실과, 미술, 사회, 수학 등으로 다양하게 구성되었다. 각 프로그램에서 대체할 수 있는 교육과정 분석표 예시는 다음과 같다(Table 2).

2) 교과대체형 STEAM 프로그램 개발 세부 내용

교과대체형 STEAM 프로그램 세부 개발 내용은 교육과정 분석표, STEAM 요소 및 활동 소개, 수업 흐름, 수업 연구, 교수-학습 과정안, 평가 계획, 교과서 대체용 학생 자료, 학습 활동지로 구성되었다. 교육과정 분석표는 위에서 제시한 표로, 각 프로그램에서 대체할 수 있는 교육과정 내용을 보여준다. 본 연구에서는 The Ministry of Education Science and Technology(2012), Cho(2012), Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity(2010)이 제시한 상황 제시, 창의적 설계, 감성적 체험의 STEAM

학습 준거에 맞추어 프로그램 내용을 개발하였다. Kim(2012)에 따르면, 상황 제시가 학습자의 학습 동기를 유발하여 자기주도적인 창의적 문제해결 과정을 유도하는 중요한 요소이고, 실생활과의 연관성을 기반으로 학습자들이 체감할 수 있는 상황을 제시하여 학습 내용을 설명해야 한다. 창의적 설계는 주어진 상황에서 창의성, 효율성, 경제성, 심미성을 발현하여 최적의 방안을 찾아 문제를 해결하는 종합적인 과정이고, 감성적 체험은 학습에 대한 긍정적 감정을 느끼고 성공의 경험을 하는 것으로 학습에 대한 흥미, 자신감, 지적 만족감, 성취감 등을 느껴 학습에 대한 동기유발, 욕구, 열정, 몰입의 의지가 생기고 개인적 의미를 발견하여 선순환적인 자기주도적 학습이 가능하게 하는 모든 활동과 경험을 의미한다(Lee et al., 2012). 이러한 연구 결과를 바탕으로 STEAM 요소 및 활동 소개에서는 각 프로그램에 녹아있는 STEAM 요소를 명시하고, 상황 제시, 창의적 설계, 감성적 체험에 해당하는 각 활동에 대한 전반적인 내용을 소개하였다(Fig. 3). 그 다음 STEAM 학습 준거들에 따른 수업 흐름을 간단히 제시하고, 교사를 위한 용어 정리, 참고 자료와 같은 수업 연구 자료를 구성하였다. 교과대체형 STEAM 교수-학습 과정안은 앞에서 제시한 STEAM 활동에 따라 단계를 나누어 제시하였으며, 교사와 학생 중심의 학습 활동을 자세히 서술하고, 각 단계에 해당하는

Table 2. An example of analyzing curriculum related to a subject substitute STEAM program

Lesson	Program	Learning objective	STEAM factor	2007 revised curriculum	2009 revised curriculum
1~3	Making a guiding tag for electric appliance users	We can make a guiding tag for electric appliance users to use electricity safely and save it.	S,T,A	<p>【Science】 (7)Electric circuit-[Inquiry activity]-To investigate and discuss how to use electricity safely and properly</p> <p>(7)Energy-[Inquiry Activity]-(B)To investigate and discuss how to save energy</p> <p>(7)Energy-[Achievement standard of learning contents]-(A)To know potential energy, kinetic energy, thermal energy, electric energy and that energy is the source to work</p> <p>【Practical education】 (4)Electricity and Electronics in life-(A)To know the kinds of electric and electronic appliance and management method and to use it safely and conveniently</p>	<p>【Science】 (10)Electric action-[Achievement standard of learning contents]-(C)To know and practice how to use electricity safely and to save it</p> <p>【Practical education】 (4)Electricity and Electronics in life-(A)To understand basic principle of electric and electronic appliance used in form of heat, light, motion and so on and to make useful simple item by using main electronic components used in those appliance</p> <p>【Arts】 Experience-Communication-To understand and use of how to deliver meaning of visual image</p>

차시		STEAM 활동	
2	상황제시	전기 제품 사용 설명서를 분석하며 읽으면서, 문제점을 탐구해 보고, 좀 더 쉽게 이해가능하며, 활용 가능성이 높은 전기 제품 이용 안내 제품을 제작해 보고자 하는 동기를 갖는다.	
	창의적설계	우리 주변의 전기제품 사용설명서를 보고, 전기 에너지의 전환과 전기를 올바르게 사용하는 방법을 탐구해본다. 이 과정에서 에너지와 에너지의 종류를 자연스럽게 습득한다. 그 다음 각자 전기제품을 하나씩 선정하여, 해당 전기 제품 안전 및 절약 이용을 위한 그림 태그를 만든다.	
	감성적체험	전기 제품 이용 그림 태그를 교실에 있는 전기 제품의 코드에 붙이고, 자기평가를 통해 전기의 중요성과 전기를 절약 및 안전하게 이용하는 마음을 다진다.	
	STEAM 요소	S	에너지의 종류 알기 전기에너지의 다양한 전환의 예 알아보기 전기에너지 절약 방법과 안전 이용 방법 알기
	T	전기가 빛, 열, 동력, 소리로 이용되는 사례 찾아보기	
	A	전기 제품 안전하게 이용하는 태도 기르기 전기 절약, 안전 이용 그림 그리기	

Fig. 3. Introduction of STEAM activities and STEAM factor.

STEAM 활동 요소를 추가하고, 지도 상 유의점과 준비물을 표시하였다. 교과대체형 STEAM 프로그램 지도안 예시는 아래와 같다(Fig. 4). 평가계획은 자기평가, 관찰평가, 동료평가와 같은 수행평가를 중심으로 해당 차시 내용, 과정, 태도 등을 평가할 수 있도록 하였다.

또한 기존 교과서를 STEAM 프로그램으로 재구성하였으므로 학생들이 STEAM 프로그램과 관련하여 참고할 수 있는 학생 자료를 만들었다. 교과서

대체용 학생 자료에는 상황 제시, 창의적 설계, 감성적 체험에 해당하는 내용이 포함되어 있으며 해당 프로그램을 통해 꼭 배워야 하는 차시 내용도 본문에 실려 있다. 학습활동지에는 학생들이 구체적으로 탐구해볼 질문, 창의적 설계 예시나 활동 기록지 등을 제시하였다.

2. 일반 수업과 교과대체형 STEAM 수업 비교 인식 연구에 참여한 학생들은 일반 교과서 수업과 비

STEAM 활동단계	교수 - 학습활동	STEAM 활동요소	시간	자료 및 유의점
상황 제시	<ul style="list-style-type: none"> 음식물 조리기 전기 요강 계산하기 <ul style="list-style-type: none"> 다음 음식물 조리기는 음식물 쓰레기를 분쇄, 건조하여 부피를 줄여주는 기계입니다. 이 기계를 한 달 동안 가정에서 사용했을 때, 평균 전기요금은 약 19,670원입니다. 그렇다면 이 음식물 조리기로 음식물 쓰레기를 1년, 10년, 20년동안 처리했을 때 내야하는 전기요금은 얼마입니까? <ul style="list-style-type: none"> 1년에는 약 236,044원이 들고, 10년에는 2,360,448원, 20년에는 4,720,896원이 듭니다. 음식물 쓰레기는 어떤 문제가 있습니까? <ul style="list-style-type: none"> 대기 오염, 토양 오염 등 환경오염의 주범입니다. 음식물 쓰레기 자체가 자원을 낭비하는 일이며, 음식물 쓰레기를 처리하는데 드는 비용도 많이 듭니다. 	M·T	5'	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 학습활동지 *제시된 전기요금은 할당된 가정 전기 사용량(시중 전기요금)을 근거로 계산한 것이 아닙니다. *음식물 쓰레기 처리 문제의 심각성을 알고, 환경 보전을 위한 마음을 기진다.
	<ul style="list-style-type: none"> 핵심문제 확인 <ul style="list-style-type: none"> 음식물 쓰레기 문제를 해결하기 위한 나만의 태양 음식물 쓰레기 처리기를 만들어 봅시다. 활동순서 확인 <ul style="list-style-type: none"> [활동1] 태양 음식물 쓰레기 처리기 만들기 [활동2] 태양 음식물 쓰레기 처리기 제작하기 [활동3] 태양 음식물 쓰레기 처리기 시험하기 			
창의적 설계	<ul style="list-style-type: none"> 태양 음식물 쓰레기 처리기 만들기 <ul style="list-style-type: none"> 다음은 태양의 빛을 이용하여 음식물 쓰레기를 처리하는 도구입니다. 여기에 음식물 쓰레기를 넣으면 어떻게 될 것 같습니까? <ul style="list-style-type: none"> 음식물 쓰레기가 건조되어 부피가 줄어든 것 같습니다. 그렇다면 이 음식물 쓰레기 처리기는 음식물 쓰레기를 어떻게 건조시킬지 탐구하여 봅시다. 음식물 쓰레기 처리기가 작동하는 원리를 에너지 전환의 측면에서 설명하여 봅시다. <ul style="list-style-type: none"> 태양빛이 내부로 들어와 태양열 에너지로 전환되어 내부의 온도가 높아집니다. 태양 전지가 작동하여 태양열 에너지를 전기 에너지로 전환시키고, 이로 인해 팬이 작동하면서 전기 에너지는 운동에너지로 바뀝니다. 태양열로 음식물 쓰레기 처리기 내부의 온도가 올라가도록 도와주는 것은 또 무엇이 있습니까? <ul style="list-style-type: none"> 유리외 기밀 내부입니다. 음식물 쓰레기 처리기의 일부부분은 왜 투명판으로 덮었습니까? <ul style="list-style-type: none"> 유리는 빛을 잘 투과시키고, 열은 나가지 못하게 막는 	S	15'	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 학습활동지 *파라볼릭 원리를 실제 발견하지 못하는 경우, 교사가 적절한 발문으로 탐구 기회를 제공하여 자기주도적 학습을 할 수 있도록 유도한다. *태양열과 태양광을 구분해서 사용하여 학생들의 오개념이 생기지 않도록 주의한다.

Fig. 4. An example of a subject substitute STEAM program teaching plan

STEAM 활동단계	교수 - 학습활동	STEAM 활동요소	시간	자료 및 유의점
상황 제시	<ul style="list-style-type: none"> 음식물 조리기 전기 요강 계산하기 <ul style="list-style-type: none"> 다음 음식물 조리기는 음식물 쓰레기를 분쇄, 건조하여 부피를 줄여주는 기계입니다. 이 기계를 한 달 동안 가정에서 사용했을 때, 평균 전기요금은 약 19,670원입니다. 그렇다면 이 음식물 조리기로 음식물 쓰레기를 1년, 10년, 20년동안 처리했을 때 내야하는 전기요금은 얼마입니까? <ul style="list-style-type: none"> 1년에는 약 236,044원이 들고, 10년에는 2,360,448원, 20년에는 4,720,896원이 듭니다. 음식물 쓰레기는 어떤 문제가 있습니까? <ul style="list-style-type: none"> 대기 오염, 토양 오염 등 환경오염의 주범입니다. 음식물 쓰레기 자체가 자원을 낭비하는 일이며, 음식물 쓰레기를 처리하는데 드는 비용도 많이 듭니다. 	M·T	5'	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 학습활동지 *제시된 전기요금은 할당된 가정 전기 사용량(시중 전기요금)을 근거로 계산한 것이 아닙니다. *음식물 쓰레기 처리 문제의 심각성을 알고, 환경 보전을 위한 마음을 기진다.
	<ul style="list-style-type: none"> 핵심문제 확인 <ul style="list-style-type: none"> 음식물 쓰레기 문제를 해결하기 위한 나만의 태양 음식물 쓰레기 처리기를 만들어 봅시다. 활동순서 확인 <ul style="list-style-type: none"> [활동1] 태양 음식물 쓰레기 처리기 만들기 [활동2] 태양 음식물 쓰레기 처리기 제작하기 [활동3] 태양 음식물 쓰레기 처리기 시험하기 			
창의적 설계	<ul style="list-style-type: none"> 태양 음식물 쓰레기 처리기 만들기 <ul style="list-style-type: none"> 다음은 태양의 빛을 이용하여 음식물 쓰레기를 처리하는 도구입니다. 여기에 음식물 쓰레기를 넣으면 어떻게 될 것 같습니까? <ul style="list-style-type: none"> 음식물 쓰레기가 건조되어 부피가 줄어든 것 같습니다. 그렇다면 이 음식물 쓰레기 처리기는 음식물 쓰레기를 어떻게 건조시킬지 탐구하여 봅시다. 음식물 쓰레기 처리기가 작동하는 원리를 에너지 전환의 측면에서 설명하여 봅시다. <ul style="list-style-type: none"> 태양빛이 내부로 들어와 태양열 에너지로 전환되어 내부의 온도가 높아집니다. 태양 전지가 작동하여 태양열 에너지를 전기 에너지로 전환시키고, 이로 인해 팬이 작동하면서 전기 에너지는 운동에너지로 바뀝니다. 태양열로 음식물 쓰레기 처리기 내부의 온도가 올라가도록 도와주는 것은 또 무엇이 있습니까? <ul style="list-style-type: none"> 유리외 기밀 내부입니다. 음식물 쓰레기 처리기의 일부부분은 왜 투명판으로 덮었습니까? <ul style="list-style-type: none"> 유리는 빛을 잘 투과시키고, 열은 나가지 못하게 막는 	S	15'	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 학습활동지 *파라볼릭 원리를 실제 발견하지 못하는 경우, 교사가 적절한 발문으로 탐구 기회를 제공하여 자기주도적 학습을 할 수 있도록 유도한다. *태양열과 태양광을 구분해서 사용하여 학생들의 오개념이 생기지 않도록 주의한다.

Fig. 4. An example of a subject substitute STEAM program teaching plan

교하여 교과대체형 STEAM 수업이 좋았던 점과 어려웠던 점을 표현했다. 이들은 대체로 일반 수업을 학생의 참여가 적은 소극적인 수업으로 생각하였고, 이 관점에서 교과대체형 STEAM 수업을 다르게 인식하였다. 반면에 약 3분의 1의 연구 참여자들이 교과대체형 STEAM 수업이 일반 수업보다 어려웠다고 대답하였고, 나머지 학생들은 어려운 점이 없었다고 대답했다. 이를 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

1) 일반 수업과 비교하여 교과대체형 STEAM 수업이 좋았던 점

연구 참여자들은 일반수업과 비교하여 교과대체형 STEAM 수업에 대한 긍정적인 인식을 가지고 있었다. 많은 학생들이 창의적 설계 단계에서의 만들기, 설계하기 등의 직접적 체험 활동이 좋았다고 응답하였다. 이 중에서도 연구 참여자 15, 18 등은 이러한 창의적 설계 활동이 수업을 더 재미있게 만들어 집중할 수 있었다고 답했다. 이는 흥미가 높은 학생들이 학습에 대해 강한 애착을 가지고 과학을 좀 더 의미 있는 활동으로 보려는 경향을 갖게 된다는 Glawer-Zikude 등(2003)의 연구 결과와 관련이 있다.

연구 참여자 15: 일반 수업은 계속 말로 해서 머리 그 수업이 들어오지 않았지만 스팀 수업은 내가 직접 만들어서 활동하기 때문에 더 재미있고 일반 수업보다 알찬 수업이었던 것 같다.

연구 참여자 18: 일반 수업은 읽고 쓰고 듣고가 끝인데 스팀 수업은 일반 수업에서 창의적으로 만들기까지 하여서 너무 신나고 재미있었어요.

일부 연구 참여자들은 교과대체형 STEAM 수업이 일반 수업보다 이해가 잘 가서 좋았다고 응답했다. 이는 교사가 단순히 강의식으로 학습 내용을 설

명하는 것이 아니라 학생들이 직접 관련 지식을 배우고, 이를 활용하는 수업 활동 덕분인 것으로 판단된다. 이러한 인식은 교사의 관찰일지와 연구 참여자 2와 4의 인터뷰 내용에서 알 수 있다.

연구 참여자 2: 일반 수업은 일단은 그냥 선생님이랑 하는 수업은 그냥 선생님이 칠판에 글을 쓰고 저희가 읽고 듣고 쓰기만 하면 이해가 안 되는 것도 몇몇 있는데 스팀 수업은 선생님이 먼저 과학에 대해서 설명을 해주시고 그 뒤에 만들기를 하니까 만들기를 하면서 더욱 더 이해가 잘 되는 것 같았어요.

연구 참여자 4: 기본 수업은 그냥 선생님이 칠판 다 분필로 쓰기만 해서 듣기만 하는 건데 스팀 수업을 하면서 직접 자기가 만들고 그리고 설계하면서 더 이해가 잘 된 것 같아요.

연구 참여자들은 앞에서 언급한 만들기 활동 외에도 여러 과목을 함께 학습하는 것에 대한 긍정적인 반응을 보였다. 학생들은 교과대체형 STEAM 수업을 시작하며 해당 시간에 배우게 될 프로그램에 융합된 과목을 설명하였을 때 흥미로워하는 모습을 보였다. 이에 해당하는 연구 참여자 24는 여러 과목을 융합하여 배우니 수업 시간에 집중도가 높아졌다고 대답했다. 연구 참여자 24의 인터뷰 내용은 다음과 같다.

연구 참여자 24: 과목을 여러 가지 섞어서 수업한 점이 좋았던 것 같다. 왜냐하면 일반 수업은 한 과목만 계속 해야 되기 때문에 지루하고 집중이 안 되는데, 스팀 수업을 하다 보면 집중을 할 수가 있고 여러 과목을 섞어서 하다 보니까 지루할 틈도 없었던 것 같습니다.

기술 노트(descriptive note)	반성적 노트(reflective note)
<p>한두 명을 제외한 모든 참여자들이 가장 집중했던 때는 음식물 쓰레기 처리기의 원리를 탐구했을 때였다. 교사의 탐구 질문에 학생들은 과학적 원리를 논리적으로 설명하였고, 다른 친구가 탐구한 원리를 듣고 고개를 끄덕이거나 동의를 표시하기도 했다.</p>	<p>뒤이어 제작할 음식물 쓰레기 처리기를 잘 만들기 위한 마음이 학생들의 원리 탐구를 촉진시킨 것으로 판단된다. 학생들이 여서 만드는 시간이 왔으면 좋겠다는 반응을 보였으며, 실제 제작을 염두에 둔 질문을 하기도 했다.</p>

Fig. 5. The descriptive and reflective notes of all participants.

2) 일반 수업과 비교하여 교과대체형 STEAM 수업이 어려웠던 점

상당수의 연구 참여자들은 일반 수업과 비교하여 교과대체형 STEAM 수업이 어려운 점이 없었다고 대답하며, 오히려 내용이 이해하기 쉬워서 좋았다고 응답한 경우도 있었다. 학생들은 전반적으로 수업 내용이 어렵다는 느낌은 받지 못한 것으로 판단된다. 이에 해당하는 연구 참여자 6의 응답 내용은 다음과 같다.

연구 참여자 6: 일반 수업과 비교할 때 어려운 점은 없었다. 쉽고 재미있는 수업이었다.

연구 참여자 7은 문제를 해결하기 위해 스스로 생각을 해보는 것이 어려웠다고 응답했다. 일반 수업과는 달리 교과대체형 STEAM 수업에서는 학생들이 창의적인 산출물을 도출하려 애쓰고, 스스로 원리를 생각하고 탐구하는 모습을 보였다. 이러한 과정이 평소 수업 상황에서 창의적으로 사고했던 경험이나 훈련이 부족했던 학생에게는 어렵게 느껴진 것으로 판단된다. 이러한 연구 결과는 STEAM 교육을 받은 학생들이 스스로 생각하고 연구하려는 태도를 보인다는 Cho(2012)의 연구와 맥락을 같이 한다. 연구 참여자 7의 인터뷰 내용은 다음과 같다.

연구 참여자 7: 직접 생각하는 것이 있어서 약간 헛갈렸어요

연구자: 조금 더 구체적으로 설명해 줄 수 있나요?

연구 참여자 7: (잠깐 생각해보고) 직접 창의적으로 생각하고 그런 면에서 약간 헛갈렸던 거 같아요

연구자: 왜 직접 생각하는 게 어려웠어요?

연구 참여자 7: 제가 창의적으로 생각하는 능력이 부족해서요

연구 참여자 23을 비롯해 몇몇 학생들은 모둠 간의 협력적 의사소통을 통해 문제를 해결하는 데 어려움을 느꼈다. 연구 참여자들이 서로 다른 의견을 존중하고, 이를 절충하여 하나의 합의를 이끌어내는 과정에 시간을 많이 소요했으며, 이러한 과정을 거친 모둠은 마지막엔 결국 다수결로 의견을 결정하는 모습을 보였다.

연구 참여자 23: 조원들이랑 만들기 수업을 할 때 타협이 잘 되지 않아서 힘들었어요

연구자: 그 상황에 대해 구체적으로 설명해 줄 수 있나요?

연구 참여자 23: 태양열 음식물 쓰레기 처리기를 만들 때 만들기에 있어서 어떤 모양으로 만들지 다수결로 해서 만들기로 했는데 다수결이 모두를 만족시킬 수는 없었으니까 애들이 다수결로 우기고 그래서 좀 많이 당황했어요

연구 참여자 4: 태양 음식물 쓰레기 처리기를 만들 때 우리 모둠끼리 협동하면서 모둠원들끼리 생각도 잘 안 맞고 그래서 좀 어려웠어요

연구자: 더 자세하게 말해줄 수 있어요?

기술 노트(descriptive note)	반성적 노트(reflective note)
연구 참여자 6, 17, 23, 24 모둠: 태양 음식물 쓰레기 처리기의 모양, 재료 등을 구상할 때 의견 충돌을 보임. 모둠원과 협의 하에 구상을 끝마치는 데 시간이 많이 소요됨. 연구 참여자 23은 시간의 압박 때문인지 초조해하며 참여하는 모습을 보이며, 결국 다수결로 의견을 결정함.	처음에는 모두 자신의 의견을 적극적으로 개진하는 등 문제 해결에 의욕적인 모습을 보였다. 그러나 서로의 의견이 달라 합치점을 찾지 못하자, 서로 의사소통을 하였지만 시간이 얼마 남지 않아 일부 학생들이 다수결로 하자고 우기는 모습을 보였다. 이는 다른 의견을 하나로 모으는 방법을 다수결 외에 알지 못했기 때문이라 판단된다. 서로 다른 의견을 하나로 모으는 여러 가지 방법을 미리 제시해 줄 필요가 있겠다.
연구 참여자 4, 7, 8, 10, 27 모둠: 태양 음식물 쓰레기 처리기를 제작할 때 처리기의 형태를 고민하는 모습을 보임. 이에 일반 직사각형 모양, TV 모양 등 여러 의견이 제시되었고, 제작을 잠시 중단하고 협의함. 결국 다수결로 TV 모양이 결정되어 이에 따라 제작함.	처음 태양 음식물 처리기를 구상할 때는 일반적인 직사각형 모양으로 했다가 제작 도중에 다시 모양에 대한 의견을 제시한 것은 주변 다른 모둠의 음식물 처리기가 다양한 모양으로 제작된 것을 보고 자신의 모둠도 창의적으로 처리기를 만들어 보고자 하는 욕구 때문으로 판단된다.

Fig. 6. The descriptive and reflective notes of the group of participant 6, 17, 23 and 24 and the group of participant 4, 7, 8, 10 and 27.

기술 노트(descriptive note)	반성적 노트(reflective note)
연구 참여자 9 : 모듬별 태양 음식물 쓰레기 처리기를 제작할 때 다른 학생들은 바쁘게 처리기를 제작했으나 자신은 의자에 앉아서 보고만 있었음. 교사가 다가가 무엇 때문에 그러냐고 묻자 자기가 자르는 것을 못해서라고 할 게 없다고 대답함.	만들기를 즐거워하고 재미있게 생각하나, 자기 혼자 힘으로 공작을 하는 데에는 어려움을 느낀다. 그래서 다른 학생에게 일을 넘기기 때문에 활동에 적극적으로 참여하지 못하는 모습을 보였다. 이는 학생의 공작 활동에 대한 자신감이 부족하기 때문으로 판단된다.
연구 참여자 11: 태그를 도화지에 그리고 오릴 때 주저하는 모습을 보여 교사가 격려했으나 태그를 잘못 오려 다시 처음부터 시작해야 했음. 두 번이나 잘못 오리자 결국 옆 친구에게 오려달라고 요청함.	가위를 잘 사용하지 못한다고 말하며 가위로 종이를 오리는 것을 두려워하는 모습을 보였다. 교사의 격려 속에 오리기를 시도하였으나 실패하자 의욕을 잃은 듯 보였다.

Fig. 7. The descriptive and reflective notes of the participant 9 and 11.

연구 참여자 4 : 음식물 처리기를 만들 때 어떤 모양으로 만들지에 대해 생각이 안 맞아서요

연구자 : 그래서 결국은 어떻게 했어요?

연구 참여자 4 : 다수결로 따라서 tv모양으로 만들었어요

이 밖에도 만들기 과정에서 공작 활동에 어려움을 느낀 연구 참여자들도 있었다. 수업 시간에 가위로 자르는 것을 못한다고 생각하여 다른 학생들이 하는 것만 보고 있거나 옆 친구에게 자신의 일을 대신 해달라고 부탁하는 모습도 보였다. 이는 공구를 직접 사용해본 경험의 빈도가 적고, 이로 인한 자신감 부족과 실제 공작 수행 능력의 저조함에서 기인하는 것으로 판단된다.

연구 참여자 9: 그냥 구멍을 뚫는 게 어려웠어요

연구 참여자 11: 스티م 수업은 보고 직접 만드는 것이 있었는데 직접 자르고 칠하는 것이 조금 어려웠다.

3. 학습 개념 이해

교과대체형 STEAM 프로그램에 참여하는 동안 배운 내용들이 이해가 잘 갔는지 묻는 질문에 대부분의 학생들이 그렇다고 답변했다. 연구 참여자 4와 같이 연구에 참여한 학생들은 학습 내용 이해가 어렵지 않았던 이유로 학생 주도적인 창의적 설계 활동을 들었다. 이들은 자신이 직접 배운 내용을 실제로 이용해보거나 실제로 산출물을 만들면서 학습 내용을 더 잘 이해했다고 스스로를 판단했다. 이러한 연구 결과는 IT 기반의 STEAM 교육 프로그램이 학생 자신들의 생활 경험과 지식 적용을 통해 과

학과 수학의 개념과 원리를 이해하는 데 도움이 되는 것을 검증한 Kim 등(2011)의 연구에서도 찾아볼 수 있다. 이를 잘 보여주는 연구 참여자 4와 17의 인터뷰 내용은 다음과 같다.

연구 참여자 4: 만들기, 그리기, 설계하기를 해서 더 생생하게 자신이 직접 해서 이해가 잘 되었습니다.

연구자: 왜 그렇다고 생각했는지 말해 주세요?

연구 참여자 4 : 기본 수업은 교과서에 다가 연필로 쓰기만 하는데 스티م 프로그램은 자기가 직접 생각해보고 하니깐 더 좋은 것 같았어요

연구 참여자 17: 만들기를 하면서 어떤 원리로 하게 되는지 궁금해서 설명을 더 잘 듣게 되는 것 같다.

또한 연구 참여자들은 교과대체형 STEAM 수업이 재미있어서 평소 수업보다 집중하게 되고, 그래서 더 학습 내용이 이해가 잘 갔다고 응답하였다. 이에 해당하는 연구 참여자 21의 설문 답변 내용은 다음과 같다.

연구 참여자 21: (학습 내용이) 잘 이해가 되었다. 그 이유는 평소 수업 시간에는 조용히 앉아서 수업 해서 졸린데, 스티م 수업은 재미있어서 졸리지 않아서 이해가 잘 되었다.

학생들은 교과대체형 STEAM 수업 동안에 다른 과목과 함께 수업을 하여 학습에 흥미가 생겼고, 이로 인해 자신이 수업에 잘 참여하게 되었다고 답했다. 그리고 이들은 그러한 점이 학습 내용 이해에 도움이 되었다고 생각했다. 연구 참여자 16의 설문 내용은 다음과 같다.

연구 참여자 16: (학습 내용이) 잘 이해가 되었다. 일반 수업은 가끔 내용이 이해가 안 되었는데 실과와 병행해서 그런지 재미와 흥미를 느끼면서 하여 이해가 잘 되었다.

이 밖에 연구 참여자들은 학습에 사용된 여러 자료, 즉 통계 자료나 사진 자료, 교과대체용 학습지가 학습 내용의 이해를 도왔다고 생각하였다. 학생들의 이러한 인식은 다음 설문 답변 내용을 통해 볼 수 있다.

연구 참여자 1: 통계 자료나 사진 자료를 활용하여 더 이해가 잘 되었다.

연구 참여자 24: (배운 내용이) 잘 이해가 된 것 같다. 선생님께서 과학 학습지를 요약한 것을 주시면서 설명을 해주시다 보니 이해가 잘 된 것 같고 만들기와 TV 그림 설명을 통해 더 이해가 잘 된 것 같다.

앞에서 언급한 학생들과는 반대로 학습 내용 이해에 어려움을 겪은 학생들도 있었다. 이러한 결과는 수학과 융합인재교육의 어려운 정도가 평균보다 약간 높았다는 Lee 등(2013)의 연구결과와 맥락을 같이 한다. 학생들은 지레와 도르래의 원리를 이해하는 데 어려움을 표했다. 특히 지레와 도르래의 원리를 연결 지어 생각하면서 이를 통해 도르래의 이점을 찾는 것이 어려웠던 것으로 분석된다. 연구 참여자 23의 관찰 일지와 인터뷰에서 이 내용을 잘 알 수 있다.

연구 참여자 23: 지레와 도르래의 원리를 잘 이해하지 못했습니다.

연구자: 여기에 대해서 구체적으로 왜 어려웠는지 알 수 있어요?

연구 참여자 23: (잠깐 생각할 시간을 가지고) 왜 어려웠는지는 잘 모르겠는데 가위 같은 것에서의 힘점 작용점 받침점은 쉬운데 핀셋 같은 경우에는 헛갈려서 어떻게 해야 할 지 당황하고 그랬어요 도르래 같은 경우에는 움직 도르래에서는 알겠는데 고정 도르래에서는 힘이 방향에 바뀐다는 것에 “왜지?” 라는 생각이 들었어요.

4. 교과대체형 STEAM 수업에 대한 느낌

모든 연구 참여자들이 STEAM 수업이 무엇인지 들여보지 못한 상황에서, 연구의 전반적인 사항에 대해 설명하며 STEAM 수업은 여러 과목을 융합하여 실생활의 문제를 해결하는 수업을 하게 될 거라고 말했다. 그리고 구체적인 수업 내용을 묻는 질문에 수업의 예로 만들기, 설계하기 등의 활동을 할 것이라고 대답하였다. 이후 총 12차시의 STEAM 수업 후, 연구 참여자들은 '스팀 수업을 하기 전 스팀 수업에 대한 느낌은 어떠하였습니까?'와 ‘스팀 수업을 끝마친 후 스팀 수업에 대한 느낌은 어떠합니까?’라는 질문에 대답하였다. 먼저 STEAM 수업 적용 전의 학생들의 인식에 대한 결과는 다음과 같다.

1) 교과대체형 STEAM 수업 전, 학생들의 교과대체형 STEAM 수업에 대한 인식

연구 참여자들은 STEAM 수업을 한다고 들었을 때 연구 참여자4와 같이 실제 설계나 만들기 활동이 재미있을 거라고 생각하며 STEAM 수업을 한다는 기대감에 설렘했다고 대답했다. 특히, 연구 참여자 4는 창의적 설계 활동을 실제 과학자가 하는 일로 느끼고 이를 자신이 하게 된다는 점에 떨리기도 했다고 응답했다.

연구 참여자 4: STEAM 수업이 재미있고, 실험을 한다는 생각에 떨렸어요.

기술 노트(descriptive note)	반성적 노트(reflective note)
<p>연구 참여자 23 : 쉬는 시간에 교사에게 도르래에서 지레의 원리를 찾는 것과 이에 따른 도르래의 이점에 대해 따로 질문을 함. 수업 시간에 학습 내용을 정리할 때도 자신이 잘 이해가지 않았던 부분을 이해를 하기 위해 수업에 집중하는 모습을 보임.</p>	<p>도르래를 지레의 원리로 이해하는 과정에서 개념상의 혼란이 온 것 같아 보였다. 특히 고정도르래가 힘의 방향을 바꾼다는 이점을 잘 이해하지 못하여 힘들어했다. 이는 지레의 원리를 내면화하지 못한 상태에서 지레의 원리를 통해 도르래를 이해하기가 어려웠던 것으로 판단된다. 실제 생활 속 블라인드와 기중기의 예로 설명을 하였을 때는 이해에 문제가 없어 보였기 때문이다.</p>

Fig. 8. The descriptive and reflective notes of the participant 23.

연구자: 왜 떨렸나요?

연구 참여자 4: 실험을 한다고 하니 왠지 과학자가 된 것 같은 기분이 들었어요

연구 참여자들은 여러 과목을 함께 배운다는 점을 새롭게 인식하고, 이를 기대하기도 했다. 이러한 내용은 연구 참여자 16과 24의 설문 답변을 통해 볼 수 있다.

연구 참여자 16: 실과를 병행한다고 해서 왠지 재밌을 것 같다고 생각했다.

연구 참여자 24: 여러 과목을 섞어서 한다 하니까 재밌을 것 같고 기대가 되었다. 그 이유는 여러 과목을 섞어서 한다는 자체가 일반 수업과는 다를 것 같아서 기대가되었던 것 같다.

반면에 연구 참여자들은 여러 과목을 융합하여 배운다는 점에 걱정을 내비치기도 했다. 연구 참여자 6과 같이 학생들은 여러 과목을 함께 배우는 탓에 각 과목을 제대로 학습하지 못할 거라고 생각하며 학습 부족을 걱정하였다. 연구 참여자 6과의 인터뷰 내용은 아래와 같다.

연구 참여자 6: (스팀 수업을 받기) 전에는 수업이 부족할 것 같아 많이 걱정이 됐어요

연구자: 좀 더 자세히 말해주겠어요?

연구 참여자 6: 스팀수업을 하기 전에는 수업 시간에 한다는 과학을 좀 엉성하게 배워서 지식이 부족할 것 같았는데 듣고 보니까 이것도 괜찮은 거 같아서 많은 도움이 되었어요

또한 연구 참여자들은 자신들이 어렵다고 느끼거나 잘 못하는 과목들을 함께 배운다는 점에 막연한 두려움을 가지고 있었다. 특히 참여자들은 수학과 과학 교과에 대해 어려움을 많이 느끼는 것으로 분석되었다. 이에 해당하는 연구 참여자들의 구체적인 답변 내용은 다음과 같다.

연구 참여자 9: 처음에 S, 과학, T,E, 실과, A, 미술, M, 수학...이 어려운 과목들을 한꺼번에 공부한다고 해서 (수업도) 어려울 것 같았다.

연구 참여자 13: 많이 어려울 것 같았다. 왜냐하면 내가 제일 싫어하는 수학과 과학이 들어있었기

때문이다.

이 밖에도 학생들은 처음 들어보는 STEAM 수업에 대한 두려움과 기대감을 동시에 보였다. 아래의 연구 참여자의 응답을 보면 그러한 내용을 엿볼 수 있다.

연구 참여자 20: 스팀 수업이란 게 생소해서 어려울 것 같았다.

연구 참여자 21: (STEAM 수업이) 기대되었다. 그 이유는 색다른 수업을 할 것 같아서이다.

2) 교과대체형 STEAM 수업 후, 학생들의 STEAM 수업에 대한 인식

교과대체형 STEAM 수업을 다 받은 후에 연구 참여자들은 STEAM 수업을 여러 의미에서 긍정적으로 평가하였다. 대부분의 참여자들이 교과대체형 STEAM 수업이 재미있었다고 응답하였다. 이러한 결과는 STEM 기반의 발명 영재 프로그램이 학생들의 흥미, 재미 등의 정의적 요인에 긍정적인 영향을 미친다는 Choi 등(2008)의 연구 내용과 더불어 융합인재교육을 적용한 과학수업이 초등학교 저학년 학생의 과학에 대한 흥미와 과학 학습에 대한 흥미를 높인다는 Oh 등(2012)의 연구 결과를 통해서도 알 수 있다. 특히 교과대체형 STEAM 수업을 받기 전에 STEAM 수업에 대한 걱정, 두려움을 느꼈던 연구 참여자들은 STEAM 수업에 대한 인식이 긍정적으로 변화되었다. 연구 참여자 1의 인터뷰 내용은 이러한 인식 상의 변화를 잘 보여준다.

연구 참여자 1: 여러 체험 활동을 하고 여러 과목을 같이 해서 너무 재미있었다.

연구자: 그 전에는(STEAM 수업을 받기 전에는) 여러 과목을 같이 하니까 어려울 것이라고 생각하셨는데 배워보니까 그 점에서는 어떠했나요?

연구 참여자 1: 그 점에서는 좀 더 이해하기 쉬웠어요

연구 참여자 1과 마찬가지로 다른 참여자들도 STEAM 수업에 대해 학습 면에서 도움이 되었다고 인식하고 있었다. 연구 참여자 24는 일반 수업보다 STEAM 수업이 학습 내용의 이해 면에서 우수하다

기술 노트(descriptive note)	반성적 노트(reflective note)
<p>연구 참여자 1, 2, 3, 10, 25 모둠: 연구 참여자 2가 태양전지 두 개를 이용하여 직렬연결을 하고 싶다고 하여 이에 대해 질문을 하였음. 직렬연결을 하는 과정에서 전선을 잘못 연결하여 태양전지가 제대로 작동하지 않자, 연구 참여자 25가 팬히 시도했다고 불만을 표했으나, 연구 참여자 3과 10이 다시 해보자고 격려하며 다시 시도하여 전선 연결에 성공하였음.</p>	<p>중간에 전지가 제대로 작동하지 않아 분열이 있는 듯 했으나, 곧 모둠 내에서 학생들 스스로 응원과 격려를 통해 결국은 제대로 작동하는 음식물 처리기를 제작했다. 평소 연구 참여자2가 독단적인 결정을 내리는 모습이 보였으나, 이 활동에서는 다른 학생의 의견도 묻고 서로 결충해나가면서 문제를 해결해나갔다. 연구 참여자2가 모둠 구성원과 함께 성취감을 느끼는 모습에서 이번 수업이 이 학생의 인성 발달에 도움이 되었을 거라 생각했다.</p>

Fig. 9. The descriptive and reflective notes of the group of participant 1, 2, 3, 10, 25.

고 평가했다. 그리고 연구 참여자 18처럼 지레나 에너지의 전환과 같은 과학 용어를 이해하기 쉬웠다고 대답한 경우도 있었다. 이러한 결과는 STEAM 수업이 과학적인 개념을 쉽게 이해하는 데 도움이 되었다고 분석한 Lee와 Lee(2013)의 연구와 일맥상통한다. 이에 해당하는 연구 참여자의 인터뷰 내용은 다음과 같다.

연구 참여자 24: 웬지 좀 아쉽지만 많은 것을 배운 것 같다. 그 이유는 일반 수업과는 달리 집중을 더 하게 되었고 일반 수업에서 내가 이해가 안 되는 것을 스팀 수업에서 이해를 도와줬기 때문이다.

연구 참여자18: 재미있었고 내가 모르는 클러, 지레, 에너지의 전환 같은 단어들을 쉽게 이해할 수 있었다.

또한 연구 참여자들은 STEAM 수업을 통해 창의력이 신장된 것 같다고 대답했다. 상상력과 창의력을 동시에 답한 학생도 있었다. 수업 중간에 창의적인 사고를 하기 위해서 노력했던 과정이 STEAM 수업이 끝난 후에도 머릿속에 깊이 남아있었던 것으로 판단된다. 이는 STEAM 교육 프로그램이 학생들의 창의성에 긍정적 변화를 야기했다는 Oh 등(2012)의 연구와 Lee 등(2013)의 연구 결과에서도 확인할 수 있다. 이와 관련한 학생 면담 내용은 다음과 같다.

연구 참여자 6: 일단 과학 수업도 배웠고 만들면서 창의력도 발전해진 것 같은 느낌이 들어요.

연구자: (STEAM 수업 중 생각해낸) 창의적인 아이디어 무엇인가요?

연구 참여자 6: (우리 학교에 경사로 설계하기 수업에서) 창의적인 아이디어는 대부분 경사로가 하나

로만 되어있는 것에 비해 이것은(제가 설계한 경사로는) 두 개의 경사로가 합쳐져 있어서 출입을 할 수 있도록 만들었어요.

수업에 참여하는 동안 연구 참여자들은 모둠별 또는 짝과 함께한 창의적 설계 활동에 참여하는 것을 즐기는 모습을 보였다. 이러한 모습이 학생들의 STEAM 수업에 대한 인식에도 나타났다. 연구 참여자 2는 모둠, 짝 활동이 자신의 교우관계에도 긍정적인 영향을 미쳤다고 응답했다. 연구 참여자 2의 인터뷰 내용은 다음과 같다.

연구 참여자 2: 일단은 재미있었다고 한 이유가 스팀 수업을 할 때 애들이랑 조를 모여서 하거나 아니면 짝꿍이랑 만들기를 같이 합동으로 하여 친구들이랑 사이도 많이 좋아진 것 같고 …….

교과대체형 STEAM 수업이 끝났다는 것을 인식한 후, 연구 참여자들은 하나같이 아쉽다는 반응을 보였다. 참여자들은 다음에도 STEAM 수업을 할 기회가 있다면 참여하고 싶다는 의사를 밝혔으며, 따로 연구자에게 찾아와 STEAM 수업을 더 해달라고 요구하기도 하였다.

연구 참여자 15: 스팀 수업을 계속하고 싶다. 그 이유는 스팀 수업은 내 머릿속에 지식이 쌓이고 안 잊어버리기 때문이다.

IV. 결론 및 제언

이 연구는 초등학생을 대상으로 교과대체형 STEAM 프로그램을 개발하고, 이를 학생들에게 적용하여 학생들이 교과대체형 STEAM 프로그램을

어떻게 생각하는지 알아보는 것이다. 구체적으로 초등학교 6학년 에너지 단원을 중심으로 교과대체형 STEAM 프로그램을 개발하였고, 학생들의 일반 수업과 교과대체형 STEAM 수업 비교, 교과대체형 STEAM 수업 동안의 학습 내용 이해도, 교과대체형 STEAM 수업을 받기 전과 후의 인식을 연구하였다. 연구 결과를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 6학년 2학기 과학 단원 중 에너지와 도구 단원을 중심으로 실과, 미술, 사회, 도덕, 수학 등 여러 과목의 교과 내용을 대체할 수 있도록 구성된 교과대체형 STEAM 프로그램을 개발하였다. STEAM 교육의 학습 준거를 바탕으로 개발된 교육과정 분석표, STEAM 요소 및 활동 소개, 수업 흐름, 교재 연구, 교수-학습 과정안, 평가 계획과 학생을 위한 교과서 대체용 학습 자료, 학습활동지를 통해 학습자에게 교과대체형 STEAM 수업을 적용할 수 있었다.

둘째, 학생들은 교과대체형 STEAM 수업 중 만들기, 설계하기와 같은 창의적 설계 활동을 만족스러워했으며, 여러 과목을 융합해서 배웠다는 점을 긍정적으로 인식하였다. 그리고 이러한 긍정적인 인식으로 인한 학습에의 흥미, 수업 내용 이해 향상을 교과대체형 STEAM 프로그램의 좋은 점으로 제시하였다. 반면에 일부 학생들은 일반 수업과 비교하여 교과대체형 STEAM 수업 중 문제 해결 과정에서 모둠원과의 의견 조율, 창의적 사고 도출, 공작 수행을 어려워했다.

셋째, 대부분의 학생들이 교과대체형 STEAM 수업에 포함된 교과 내용에 대한 높은 이해도를 보였다. STEAM 프로그램으로 학생 스스로 지식을 실제로 활용해보고, 여러 교과목을 함께 배운 과정이 학습자들의 수업 흥미를 높이고, 이러한 학습에의 흥미로 인해 학습 내용을 더 잘 이해할 수 있었던 것으로 보인다.

넷째, 교과대체형 STEAM 수업을 듣기 전에 학생들은 STEAM 수업에 대해 긍정적, 부정적 인식을 모두 보여주었다. 다른 과목을 함께 배우고 만들기 활동 등 직접적인 체험 활동을 하기 때문에 교과대체형 STEAM 수업이 기대된다고 생각한 학생들이 있는가 하면, 여러 교과를 함께 배우는 것에 대한 부담감, 두려움, 걱정 등을 내비친 학생들도 있었다. 그러나 교과대체형 STEAM 수업을 들은 후, 학습자들은 수업 전의 인식 양상과 관계없이 STEAM 수업

을 학습 이해, 창의력, 사회성 향상 측면에서 긍정적이었다.

종합해보면 학생들은 교과대체형 STEAM 수업이 학습 흥미 및 동기 유발, 학습 내용 이해에 도움이 되었으며, 창의력과 인성 함양에 도움을 주는 수업으로 인식하였다. 이러한 결론을 통해 교과대체형 STEAM 프로그램이 현장에서 많이 활용되기 위한 제언을 하면 다음과 같다.

첫째, 교사들을 위한 많은 교과대체형 STEAM 프로그램이 개발 자료가 현장에 보급되어야 한다. 연구에 따르면 초등학교 교사들은 STEAM 교육을 어려워하며 지도하기가 어렵다는 반응을 보였다(Shin & Han, 2011). 실제 교육 현장에서 교사 개인이 개인적으로 STEAM 프로그램을 연구하여 교과대체형으로 개발하여 적용하기에는 시간과 자료 부족의 문제가 있다. 그러므로 교과대체형 STEAM 프로그램에 대한 많은 연구가 선행되어 일선 현장에 자료집으로 배부되어 쉽게 활용될 수 있어야 한다.

둘째, 현직 교사를 대상으로 한 교과대체형 STEAM 프로그램에 대한 연수가 시행되어야 한다. 대부분의 교사들이 STEAM 수업에 대해 들어본 적은 있지만 이를 제대로 인식하고 있는 경우는 드물다(Han & Lee, 2012). 특히 교과대체형 STEAM 프로그램은 아직 현장에 많이 알려지지 않았으므로, 교과대체형 STEAM 프로그램에 대한 바른 인식을 위해선 교사 연수가 필수적이다.

참 고 문 헌

- Ahn Jae-hong & Kwon Nan-joo(2012). Investigation on the Feasibility and Teachers' Perception in the STEAM Program Development and Application. The bulletin of Science Education, 25(1), 83-89.
- Banning, J. & Folkestad, J. E(2012). STEM Education Related Dissertation Abstracts: A Bounded Qualitative Meta-study. JOURNAL OF SCIENCE EDUCATION AND TECHNOLOGY, 21(6), 730-741.
- Basham, J.D. & Marino, M.T(2010). Shaping STEM Education for All Students. JOURNAL OF SPECIAL EDUCATION TECHNOLOGY, 25(3), 1-2.
- Cho Hyang-suk(2012). Policy, Research and Practice of STEAM. STEAM Symposium, 13-28.
- Cho Soo-hyun & Park Chang-un(2013). The Analysis on Degree of Concerns for STEAM Education of Elementary School Teacher. The Korean Society for Fisheries and Marine Sciences Education, 25(3), 745-755.

- Choi Yu-hyun, Moon Dae-young, Kang Kyoung-kyoon, Lee Jin-woo & Lee Joo-ho (2008). The Development and the Effect of Educational Program Based on STEM for the Inventively Gifted. Korean Technology Education Association, 8(2), 143-164.
- Georgette Yakman. & Lee-Hyon-yong(2012). Exploring the Exemplary STEAM Education in the U.S. as a Practical Educational Framework for Korea. The Korean Association for Science Education, 32(6), 1072-1086.
- Geum Young-choong & Bae Seon-a(2012). The Recognition and Needs of Elementary School Teachers about STEAM Education . Korean Institute of Industrial Education, 37(2), 57-75.
- Glawer-Zikude, M., Marying, P. & Von Rhoeneck, C.(2003). An investigation of the influence of emotional factors on learning physics interaction. International Journal of Science Education, 25(4), 489-507.
- Han Hye-sook & Lee Hwa-jeong(2012). A Study on the Teachers' Perceptions and Needs of STEAM Education. Korean Association for Learner-centered Curriculum and Instruction, 12(3), 573-603.
- Hong Seong-woo(2013). Gifted Resource Teachers' Perceptions of STEAM and Effect of Gifted Education Program-Focused on elementary school science gifted education-. Korea University The Graduate School of Education, Master's dissertation.
- Jeollabukdo Institute of Science Education(2013). STEAM basic training material.
- Jeong Sang-yun(2013). The development and application of 'Earth & Moon' unit from the STEAM Teaching-Learning Program for Scientifically Gifted Elementary Students. The Graduate School of Korea National University of Education, Master's dissertation.
- Kim Bang-hee, Lee Hee-jin & Kim Jin-soo (2012). Development of T-STEAM Program in Middle School Technology Subject and Its Application. Korean Technology Education Association, 13(1), 131-151.
- Kim Jeong-a, Kim Byeong-su, Lee Ji-hwon & Kim Jong-hoon(2011). A Study of Teaching-Learning Methods for the IT-Based STEAM Education Model With Regards to Developing People of Interdisciplinary Abilities. The Korean Society for Fisheries and Marine Sciences Education, 23(3). 445-460.
- Kim Jin-soo(2007). Exploration of STEM Education as a New Integrated Education for Technology Education. Korean Technology Education Association, 7(3), 1-29.
- Kim Jin-soo(2011). A cubic model for STEAM education. Korean Technology Education Association, 11(2), 124-139.
- Kim Woo-jin(2012). STEAM Program Development and Application for Improving Creativity of the Gifted Elementary Student about Math : Focused on 4D-Frame Teaching Aid Activity. The Graduate School of Korea National University of Education, Master's dissertation.
- Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity(2010). STEAM outline and teaching model development research.
- Lee Sang-gyun & Lee Ha-lyong(2013). The Effects and Development of Project-Based STEAM Program. The Korean Society of Earth Science Education, 6(1), 78-86.
- Lee Seung-woo, Baek Jong-il & Lee Jeong-gon(2013). The Development and the Effects of Educational Program applied on STEAM for the Mathematical Prodigy. The Korean Society of Mathematical Education, 16(1), 35-55.
- Merrill, C. & Daugherty, J(2010). STEM Education and Leadership: A Mathematics and Science Partnership Approach. Journal of Technology Education, 21(2), 21-34.
- Moore, J.W(2007). Critical Needs of STEM Education. Journal of chemical education.
- Oh Jung-cheol, Lee Ji-hwon, Kim Jung-a & Kim Jong-hoon (2012). Development and Application of STEAM based Education Program Using Scratch -Focus on 6th Graders' Science in Elementary School. Korean association of computer education, 15(3), 11-23.
- Reiss, M & Holman(2007). S-T-E-M working together for schools and colleges, 1-8, The Royal Society.
- Seo Ju-hee(2012). Effects of STEAM Program Development and Application for the Lower Grades of Elementary School. Graduate school of Education Gyeongin National University of Education, Master's dissertation.
- Seo Ju-hee & Shin Young-joon(2012). Effects of STEAM Program Development and Application for the Lower Grades of Elementary School. The bulletin of Science Education, 26(1), 1-14.
- Shin Dong-hee(2011). Smart Convergence and Consilience 3.0. Seoul: Sungkyunkwan Publishing Department.
- Shin Jae-han(2013). Survey of Primary & Secondary school teachers' recognition about STEAM convergence education. The Korean Association for Science Education, 7(2), 29-53.
- Shin Young-joon & Han Seon-kwan(2011). A Study of the Elementary School Teachers' Perception in STEAM Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) Education. Elementary science education, 30(4), 9-20.
- The Ministry of Education & Human Resources Development (2009). Elementary and Secondary school Curriculum. Notification No. 2007-79 of The Ministry of Education & Human Resources Development.
- The Ministry of Education Science and Technology(2011). 2009 Revised Curriculum . Notification No. 2011-361 of The Ministry of Education Science and Technology.
- The Ministry of Education Science and Technology(2010). Future Korea of Advanced Science technology and Creative Talent. 2011 task report.
- The Ministry of Education Science and Technology(2012). STEAM Action Plan. The Ministry of Education Science and Technology.
- Yakman, G. & Kim Jin-soo(2007). Using BADUK to teach purposefully integrated STEM/STEAM Education. 37th Annual Conference International Society for Exploring Teaching and Learning, Atlanta, Georgia, (Oct. 11-13, 2007).