

3D 프린터를 활용한 융합인재교육 프로그램 개발 및 효과성과 만족도 분석

배영권* · 박판우* · 문교식* · 유인환* · 김우열* · 이효녕** · 신승기***

대구교육대학교 컴퓨터교육과* · 경북대학교 지구과학교육과** · 금락초등학교***

요 약

본 연구의 목적은 3D 프린터를 활용한 융합인재교육 프로그램을 개발하고 효과성과 만족도를 검증하여 시사점을 도출하고 향후 발전방향을 제시하는 것이다. 3D 프린터를 활용한 차시대체형 융합인재교육 프로그램을 개발하기 위하여 '상황 제시', '창의적 설계', '감성적 체험'의 학습준거들을 활용하였고, 초등학교 3~4학년군 및 5~6학년군으로 구분하여 STEAM 프로그램을 개발하였다. 실험 적용 결과를 살펴보면 효과성에 대해 '흥미', '배려와 소통', '자기주도적 학습', '이공계 진로 선택'과 관련하여 통계적으로 유의미한 결과를 얻을 수 있었다. 학습자의 만족도를 설문 및 분석한 결과 학생들은 대체로 흥미있다는 응답을 제시하였으며, 기존 수업과 비교하였을 때 여러 과목을 관련지어 배울 수 있고, 만들기와 체험 활동이 많다는 점을 응답하였다.

키워드 : 3D 프린터, 융합인재교육, 4차 산업혁명, 교수학습설계, 학습자 만족도

An Instructional Design of STEAM Programs using 3D Printer and Analysis of its Effectiveness and Satisfaction

Youngkwon Bae* · Phanwoo Park* · Gyo Sik Moon* · Inhwan Yoo* · Wooyeol Kim* ·

Hyonyong Lee** · Seungki Shin***

Dept. of Computer Education, Daegu National University of Education* ·

Dept. of Earth Science Education, Kyungpook National University** ·

Gumrak Elementary School***

ABSTRACT

The purpose of this study is to develop the STEAM program using 3D printer and to verify its effectiveness and students' satisfaction in order to draw implications and suggest the future directions. To design the alternative instructional framework utilizing the 3D printer, we used the learning standards of 'presenting the situation', 'creative design', and 'emotional experience' for the 3rd to 4th grade and 5th and 6th graders in elementary school. As a result of the experiment, statistically significant results were obtained about 'interest', 'care and communication', 'self-directed learning', 'career choice for science and engineering'. According to the students'

이 논문은 2015년도 정부(교육부)의 재원으로 한국과학창의재단의 지원을 받아 수행된 성과물임. (2015년 융합인재교육 프로그램 개발'과제의 최종보고서 일부를 발췌하여 요약하고 재구성하였음.)

교신저자 : 신승기(금락초등학교)

논문투고 : 2017-08-22

논문심사 : 2017-08-22

심사완료 : 2017-08-28

satisfaction survey, students responded that they are interested in general, they can learn various subjects in relation to existing the regular classes, and that they have lots of making and experiencing activities.

Keywords : 3D Printer, STEAM, 4th Industrial Revolution, Instructional Design, Satisfaction

1. 서론

우리는 21세기의 첨단문명시대를 살아가고 있으며 4차 산업혁명의 도래에 따라 국가 및 사회에서는 창의성과 문제해결력을 겸비한 창의융합인재를 요구하고 있다. 급격하게 변화하는 시대 속에서 산업의 구조에 대한 변화와 함께 교육에서도 변화의 흐름 속에서 미래를 이끌어 나갈 수 있는 인재를 길러내기 위한 변화의 모습을 보이고 있다[15].

최신의 2015개정교육과정은 2018년부터 도입될 예정으로 창의융합인재를 길러내는 것을 중점으로 ‘인문학적 소양 교육’과 ‘과학기술 소양 교육’을 도입하여 이를 중점적으로 추진하고 융합될 수 있도록 교육과정을 제시하고 있다[9].

4차 산업혁명의 도래에 따라 클라우드 슈밥(2017)은 물리학 기술, 생물학 기술, 디지털 기술이 중점이 될 것이라고 전망하면서 물리학 기술의 중심 산업 중 하나로 3D 프린팅을 제시하고 있다[15].

그러나 현재 개정교육과정의 총론 및 각론을 살펴보면 창의성과 문제해결력을 신장시키기 위한 정보교과의 필수독립교과로의 도입을 비롯한 소프트웨어 교육과 Computational Thinking에 대해 도입이 되어 있으나 [10][11], 최신의 기술을 활용할 수 있는 구체적인 방안 에 대해서는 안내가 되어 있지 않는 편이다. 3D 프린터를 단지 프린팅 기계가 아니라 일상생활 속에서 나타나는 문제점을 해결하고 자동화를 통해 문제해결과정에서의 퍼지컬 컴퓨팅 장비로 활용한다면 Computational Thinking 기반의 실생활의 문제해결 장비로 인식할 수 있다. 또한 개정교육과정에서 Computational Thinking은 정보교과 뿐만 아니라 모든 교과에서 문제해결과정에서 적용될 수 있다고 언급하고 있는 내용을 토대로 창의융합교육을 위한 중요한 장비로 활용할 수 있고 [10][11][17], 기존의 교과에 제시된 차시내용을 재구성하여 차시대체형 융합인재교육(STEAM) 프로그램을 구

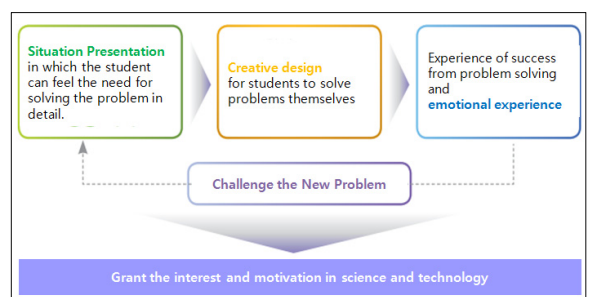
성할 수 있다[5][8][12].

본 연구에서는 3D 프린터를 활용한 융합인재교육 프로그램을 개발하고 적용함으로써 효과성과 만족도를 검증하여 시사점을 도출하고 향후 발전방향을 제시하고자 하였다.

2. 선행연구 분석

2.1 차시 구성을 위한 수업 설계 모형

본 연구에서 3D 프린터를 활용한 차시대체형 융합인재교육(STEAM) 프로그램을 개발하기 위하여 한국과학창의재단에서 제시하고 있는 학습준거틀을 적용하여 수업을 설계하고자 하였다. 한국과학창의재단에서는 융합인재교육을 위한 학습준거틀로 아래의 (Fig. 1)과 같이 ‘상황 제시’, ‘창의적 설계’, ‘감성적 체험’ 등 3단계로 나누어 순차적으로 제시됨을 안내하고 있다[2][7].



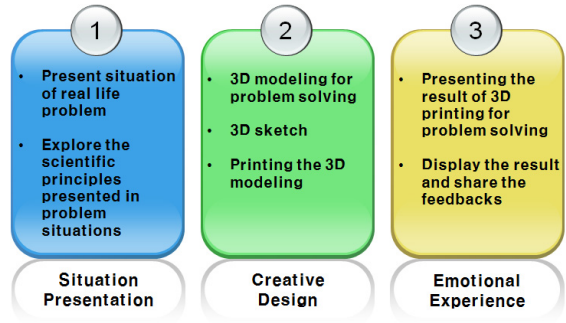
(Fig. 1) Instructional Framework for STEAM Program

한국과학창의재단(2015)에서는 백운수 등(2012)의 연구를 통해 학습준거틀의 구성 근거를 제시하고 있으며, 융합인재교육을 위한 수업 설계에서 각 단계에 필요한 고려사항을 다음 <Table 1>과 같이 제시하고 있다 [2][7].

첫째, ‘상황 제시’ 단계에서는 학생들이 문제를 해결하기 위하여 동기가 유발될 수 있도록 하는 단계로서, 단순히 흥미를 유발하는 활동보다는 실제 학생들이 일상생활 속에서 경험할 수 있는 다양한 문제 상황을 제시하여 자연스럽게 문제해결 과정에 참여할 수 있도록 유도하는 과정이다.

둘째, ‘창의적 설계’ 단계에서는 제시된 문제를 해결하기 위해 아이디어를 생성하고 탐색하는 단계로서 학생들이 스스로 문제해결의 아이디어를 살펴보고 수업시간에 도입하여 문제를 해결할 수 있는 기회를 갖는 과정이다.

셋째, ‘감성적 체험’의 단계는 문제 해결과정에서 학생들이 경험하게 되는 성취감을 비롯하여 교사의 피드백을 통해 문제 해결의 성공의 경험을 통한 동기가 유발되도록 한다.



(Fig. 2) Instructional Model for STEAM Program using 3D Printer

3D 프린팅의 결과물을 시연하고 문제해결과정을 공유하도록 하며 피드백을 공유하고 협력학습의 기회를 제공하고자 하였다[1].

<Table 1> Considerations for Instructional Design for STEAM Program

Stage	Considerations
Situation Presentation	Students should be motivated by presenting problems in their daily life.
Creative Design	Provide the chance develop the ideas through creativity and the chance to solve the problems.
Emotional Experience	Students should be motivated by a sense of accomplishment and feedback from the problem solving process.

본 연구에서는 융합인재교육을 위한 학습준거들을 기반으로 3D 프린터를 활용한 STEAM 프로그램을 개발하기 위하여 ‘상황 제시 → 창의적 설계 → 감성적 체험’의 단계를 토대로 3D 프린터를 제시하고 활용하는 과정을 아래의 (Fig. 2)와 같이 구성하였다[1].

‘상황 제시’ 단계에서는 실생활 중심의 문제 상황을 제시하며 문제를 분석하기 위하여 문제 상황 속에 포함된 과학원리를 살펴볼 수 있는 기회를 제공하도록 하였다. ‘창의적 설계’ 단계에서는 문제해결을 위한 3D 모델링을 통해 문제 해결의 아이디어를 생성하도록 하였으며, 이를 구체화 하여 3D 프린터로 해결하기 위해 프린팅을 위한 스케치를 할 수 있도록 하였다. 아울러 스케치 결과를 토대로 실제 프린팅 과정을 수행함으로써 문제해결을 체험할 수 있도록 하였다. ‘성공의 경험 및 감성적 체험’ 단계에서는 성공의 경험을 공유하기 위하여

2.2 국내외 사례 분석을 통한 시사점 도출

국내외의 사례를 통해 3D 프린터를 활용한 다양한 교육과정 및 프로그램을 살펴볼 수 있다. 국내의 사례 중 대표적인 학습자 대상의 교육과정 운영 예시로 대구 교육대학교에서 주관한 대구광역시 단위의 3D 프린터 활용 융합교육캠프를 살펴볼 수 있다. 스마트 장비와 어플리케이션을 활용하여 문제해결을 위한 설계 및 출력의 과정을 통합하여 제시하는 교육과정을 구성하여 학습자 중심의 수업이 진행될 수 있도록 하였다[6]. 국내의 3D 프린터 활용 사례 중에서 교사 대상의 교수학습 프로그램으로 강원도교육연수원에서 주관한 STEAM 프로그램을 예시로 들 수 있으며, 3D 프린터의 기술과 활용 교수학습 사례를 소개함으로써 실제 교수학습현장에서 활용할 수 있는 방안을 탐색할 수 있는 기회를 제공하였다[3]

국외의 3D 프린터 활용 융합인재교육의 사례로서 피츠코(Pitsco) 교육과정을 살펴볼 수 있으며, 미국의 국가수준교육과정을 토대로 교수학습내용이 구성되어 있으며, 실생활 중심의 문제해결과정을 제시함으로써 전국의 26개 주에서 활용하고 있다[12]. 미국의 필라델피아의 차터스쿨 중 하나인 윌리엄 차터스쿨에서는 3D 프린터를 활용하는 STEM 교육과정을 운영하고 있으며 [13][14], NASA에서도 다양한 관련 자료를 홈페이지를

통해 제시함으로써 진로교육 및 실생활 중심의 문제해결과정을 체험할 수 있는 기회를 마련하고 있다[16].

3. 연구 방법

STEAM 교육 프로그램 개발을 통해 학생들에게 최신의 기술인 3D 프린터에 대한 관심과 흥미를 높이도록 하고, 융합교육을 통한 창의적인 아이디어를 구성하고 문제해결력을 기를 수 있는 기회를 마련하는데 필요성과 목적이 있다. 아울러 수렴적 사고 중심의 교수학습 환경을 확산적 사고로 확장시킴으로서 문제해결의 다양한 기회를 체득하고 경험을 공유하여 자발적인 동기를 유발하고자 하였다.

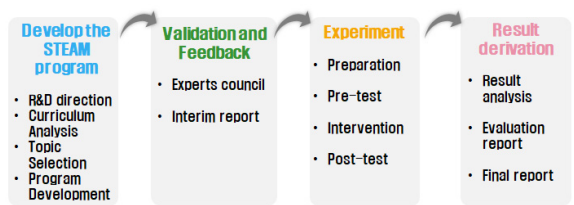
교육과정 개편 주기와 사회의 변화에 따른 요구를 반영하기 위하여 최신의 기술을 활용하여 학교 현장에서 차시를 대체하여 활용할 수 있는 교수학습 방안을 제시하고 실생활과 연계하여 문제해결의 기회를 제공할 수 있는 교재와 프로그램을 제공하여 흥미 있고 다양한 경험을 제공할 수 있는 방법을 제공하고, 나아가 진로 및 직업교육과 관련지을 수 있도록 하였다.

이를 위해 3D 프린터를 활용하여 초등학교 3학년에서 6학년을 대상으로 교육과정의 차시를 대체할 수 있는 프로그램 8종을 개발하고 3~5학년은 6차시, 6학년은 10차시로 총 28차시에 대하여 주제별 모듈화 프로그램을 개발할 수 있도록 하였다. 교재 개발을 위해서 전문가 협의회를 9회 개최하여 검증이 실시되도록 하였고, 본 연구에 참여한 학생들을 대상으로 사전 설문 조사를 실시하여 프로그램 개발에서 주제 선정 및 교육과정 구성에 의견이 반영될 수 있도록 하였다. 또한 학생들의 효과성과 만족도를 조사하기 위하여 한국과학창의재단에서 제공한 설문지를 활용하여 사후검사를 실시하고 기술통계분석 및 ANOVA 검증을 통해 결과를 분석함으로써 유의미한 결과를 도출하고자 하였다. 연구에 참여한 학생 수는 아래의 <Table 2>와 같다.

<Table 2> Research Participants for the Study

Grade	Number of Students
3~4	282
5~6	311
Total	593

연구 진행은 전체 4단계로 구성되어 진행되었으며, STEAM 프로그램 개발에서 시작하여 프로그램 검증 및 환류를 실시하고 실험 적용 및 최종 결과를 도출하는 과정으로 제시되었다. 전체적인 연구 방법은 아래의 (Fig. 3)과 같이 구성되었다.



(Fig. 3) Overall Research Method

4. 3D 프린터 활용 STEAM 프로그램 개발 결과

본 연구에서는 초등학교 3~4학년군 및 5~6학년군으로 구분하여 각각 기초과정과 심화과정에 대하여 3D 프린터를 활용한 STEAM 프로그램을 아래의 <Table 3>과 같이 개발하였다. 각각의 프로그램은 STEAM 교육을 위한 학습준거틀인 ‘상황 제시 → 창의적 설계 → 감성적 체험’을 기반으로 개발되었으며 학년 및 학년군별 교육과정에 구성된 내용을 재구성하여 실제 정규수업과정에서의 차시를 대체할 수 있는 내용으로 제시되었다. 3~4학년군에서는 ‘배추흰나비의 한 살이’와 ‘미래화폐 만들기’의 프로그램을 구성하였으며, 5~6학년군에서는 ‘자동차 만들기’와 ‘투석기 만들기’를 통해 3D 프린터를 활용한 융합인재교육이 가능할 수 있도록 교수학습내용을 재구성하였다.

<Table 3> Subjects for STEAM Program using 3D Printer

Grade	Contents
3~4	Life cycle of cabbage butterfly
	Making the future money
5~6	Making the car
	Making the catapult

<Table 4>에 제시된 내용은 3~4학년군의 기초단계 STEAM 프로그램으로서 배추흰나비의 한 살이를 통해

실제 눈으로 관찰하기 어려운 배추흰나비를 3D프린터로 구현함으로써 한 살이의 변화를 살펴볼 수 있도록 구성하였다.

<Table 4> STEAM Program of 3-4 Grade for Beginner

Hour	Program	STEAM Factors
1~2	Understanding the life cycle of cabbage butterfly through observation.	[S,M]
3~4	Modeling of emoticon praise paintings revealing the life cycle of cabbage butterfly.	[S,T,E,A]
5~6	Make a praise card beautiful using the praise paintings of cabbage butterfly.	[S,E,A,M]

<Table 5>에 제시된 내용은 3~4학년군의 심화단계 STEAM 프로그램으로서 다양한 화폐를 살펴보고 만들고 싶은 화폐를 제작할 수 있도록 하였으며, 미래 한국의 화폐를 모델링하고 3D 프린터를 활용하여 다양하게 디자인할 수 있도록 하였다.

<Table 5> STEAM Program of 3-4 Grade for Advance

Hour	Program	STEAM Factors
1~2	Understand the various contents related to money and know the necessity of future money.	[S,M]
3~4	Predicting the future of unified Korea and modeling the future money.	[S,T,E,A]
5~6	Decorate the 3D printed money and anticipate their own future.	[S,E,A,M]

<Table 6>에 제시된 내용은 5~6학년군의 기초단계 STEAM 프로그램으로서 나만의 자동차를 모델링하고 3D 프린팅을 통해 제작된 자동차를 활용하여 위치와 속력에 따른 변화를 살펴볼 수 있도록 구성하였다. 아울러 차량 안전 및 교통안전과 관련된 수칙을 함께 교수학습 내용으로 제시하였다.

<Table 6> STEAM Program of 5-6 Grade for Beginner

Hour	Program	STEAM Factors
1~2	Investigate the car and design the own car	[S,T,A]
3~4	Modeling the own car and complete the 3D printed car.	[S,T,E,A]
5~6	Understanding the location and speed through activities that use cars, knowing traffic safety rules	[S,E,M]

<Table 7>에 제시된 내용은 5~6학년군의 심화단계 STEAM 프로그램으로서 역사 분야 교수학습내용과 관련하여 과거에 사용되었던 무기 중 하나인 투석기를 설계하여 나만의 창의적인 투석기를 개발하고 프린팅 할 수 있도록 내용을 구성하였다.

<Table 7> STEAM Program of 5-6 Grade for Advance

Hour	Program	STEAM Factors
1~3	Understanding catapult and designing a creative catapult using 3D printing	[S,T,A]
4~5	Enhance the sense of space through 3D modeling and designing creative catapult	[S,T,E,A]
6~7	Create and demonstrate a catapult based on making elements and principles	[S,T,E,M]
8~10	Play the various games using 3D catapults and present the results effectively	[S,E,M]

5. 3D 프린터 활용 STEAM 프로그램에 대한 학습자의 효과성 분석

5.1 효과성 검증을 위한 분석 방법

3D 프린터를 활용한 STEAM 프로그램의 효과성을 검증하기 위하여 한국과학창의재단의 설문지를 활용하여 학습자의 반응을 살펴보았으며 평가방법의 특성을 고려하여 학습자의 정의적 영역 문항에 대해서 분석을 실시하였다. 평가구인으로는 총 4가지 영역에 대해서 살

펴보았으며, 평가구인의 세부 내용과 각각의 하위영역의 구성은 아래의 <Table 8>과 같이 구성되었다.

<Table 8> Evaluation Elements and Sub-factors for the Learner's Effectiveness Analysis

Factors for Evaluation	Sub-factors
Interest	Math
	Science
Care and Communication	Care
	Communication
Self-directed learning	Learning
	Motivation
	Self-efficacy
	Self concept
Career Selection for Science and Engineering	

본 연구에 참여한 학생들은 모두 설문을 통한 평가 대상이었으나 무응답 혹은 유효하지 않은 응답을 제시한 설문과 설문에 참여하지 않은 학생들을 제외한 유효 응답자를 대상으로 결과를 분석하였다.

평가에 응답한 학생들을 대상으로 평가의 신뢰도를 측정하기 위해 전체 문항에 대한 크롬바 알파(Cronbach's alpha) 값을 신뢰도 계수로 측정한 결과 .888로 높게 나타났다.

5.2 STEAM 교육 여부에 따른 결과 비교

STEAM 교육 여부에 따른 평가 구인과 각각의 하위 영역에 대해 ANOVA 검증을 실시하였다. <Table 9>와 같이 평가 구인 중에서 '자기주도적 학습'의 하위 영역인 '자아개념'의 수학과 과학을 제외한 나머지 9개의 하위 영역에서 $p < .05$ 의 범위에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다.

<Table 9> ANOVA Results of Performance by STEAM Education

Factors	Sub-factors	N	F	p	
Interest	Math	536	2.91	.034*	
	Science	535	5.09	.002**	
Care and Communication	Care	541	3.92	.009**	
	Communication	538	8.38	.000**	
Self-directed learning	Learning	Math	546	3.49	.016*
	Motivation	Science	541	9.25	.000**
	Self-efficacy	Math	541	3.44	.017*
		Science	543	5.54	.001**
	Self concept	Math	543	.26	.857
	Science	542	1.42	.237	
Career Selection for Science and Engineering		543	4.26	.005**	

* $p < .01$, ** $p < .05$

5.3 성별 및 가정의 책 보유수에 따른 결과 비교

STEAM 교육에 따른 성과를 비교하기 위하여 사후 평가의 결과에 대해 성별 및 가정의 책 보유수에 따라 통계적인 유의성을 살펴보기 위해 <Table 10>과 같이 ANOVA 검증을 실시하였다. 이를 통해, STEAM 교육에 따른 성과에 대하여 성별에 따른 차이가 있는지 살펴보고자 하였으며, 가정에서의 교육환경과 STEAM 교육과의 관련성을 살펴보기 위해 책 보유수의 요인으로 STEAM 교육에 따른 성과를 비교하고자 하였다.

<Table 10> ANOVA Results for STEAM Education by Gender and Number of Books

Section	Factors	Sub-Factors	F	p
Interest		Math	4.35	.038*
		Science	1.83	1.77
Care and Communication		Care	6.07	.014*
		Communication	6.66	.010*
Gender	Learning	Math	.99	.319
		Science	.27	.604
	Self-directed learning	Self-efficacy	2.72	.100
		Science	.92	.337
	Self concept	Math	.10	.755
		Science	.72	.398
Career Selection for Science and Engineering			.59	.443

Quantity of Book	Interest	Math	4.37	.001**	
		Science	6.03	.000**	
	Care and Communication	Care	4.28	.001**	
		Communication	8.54	.000**	
	Learning Motivation	Math	4.20	.001**	
		Science	5.71	.000**	
	Self-directed learning	Self-efficacy	Math	9.07	.000**
		Self concept	Science	10.04	.000**
			Math	.67	.650
	Career Selection for Science and Engineering	Science	1.145	.206	
		Engineering	4.82	.000**	

* $p < .01$, ** $p < .05$

성별에 따라 통계적인 유의성이 나타난 영역은 ‘흥미’구인의 ‘수학’영역과 ‘배려와 소통’구인의 ‘배려’영역 및 ‘소통’영역에서 유의확률이 각각 .038, .014, .01로 $p < .05$ 의 수준에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다. 통계적으로 유의미한 차이가 나타난 영역에서의 남학생과 여학생의 평균을 비교하기 위해 <Table 11>과 같이 기술통계분석을 통해 결과를 제시하였다. ‘흥미’구인의 ‘수학’영역에서는 남학생이 여학생보다 우수한 것으로 나타났으며, ‘배려’와 ‘소통’영역에서는 여학생이 우수한 것으로 분석되었다.

<Table 11> Mean Differences for STEAM Education by Gender

Factors	Sub-Factors	Gender	M	SD	
Interest	Math*	Boy	2.56	.55	
		Girl	2.50	.45	
	Science	Boy	2.81	.48	
		Girl	2.75	.45	
Care and Communication	Care*	Boy	3.02	.71	
		Girl	3.15	.47	
	Communication*	Boy	2.94	.64	
		Girl	3.08	.51	
Learning Motivation	Math	Boy	2.99	.61	
		Girl	3.05	.52	
	Science	Boy	2.96	.67	
		Girl	2.99	.55	
Self-directed learning	Math	Boy	2.77	.81	
		Girl	2.66	.70	
	Science	Boy	2.78	.76	
		Girl	2.72	.65	
	Self concept	Math	Boy	2.46	.71
		Girl	2.48	.67	
Career Selection for Science and Engineering	Science	Boy	2.46	.74	
	Girl	2.51	.66		
Career Selection for Science and Engineering	Engineering	Boy	2.95	.77	
	Girl	2.90	.63		

* Valid N of Boys = 278 and Girls = 264, $p < .05$

가정의 책 보유수에 따라 통계적인 유의성이 나타난 영역은 ‘흥미’구인의 ‘수학’영역과 ‘과학’영역에서 유의확률이 각각 .001과 .000으로 $p < .01$ 의 수준에서, ‘배려와 소통’구인의 ‘배려’ 및 ‘소통’영역에서 각각 .001과 .000으로 $p < .01$ 의 수준에서 유의미성이 나타났다. 또한 ‘자기주도적 학습’구인의 ‘학습동기’와 ‘자기효능감’ 영역에서 수학과 과학 교과 모두 $p < .01$ 에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타났으며, ‘이공계 진로선택’구인에서도 $p < .01$ 에서 책의 보유수에 따라 유의성을 살펴볼 수 있었다. 또한 통계적 유의성이 나타나는 영역에서는 책의 보유수가 늘어남에 따라 효과성이 유의미하게 나타남을 살펴볼 수 있었다.

연구에 참여한 학생들에게 STEAM 프로그램의 참여 이후 국어, 수학, 과학 성취도에 따른 만족도에 대하여 평가 구인 및 하위 영역에 따른 설문 결과에 대해 ANOVA검증을 실시한 결과 ‘자기주도적 학습’구인의 ‘자아개념’영역의 수학교과에 대한 만족도의 설문 결과를 제외하고 모든 영역에서 통계적으로 유의미한 관계를 제시한다는 것을 살펴볼 수 있었다.

6. 3D 프린터 활용 STEAM 프로그램에 대한 학습자의 만족도 분석

6.1 만족도 분석을 위한 분석 방법

본 연구에서 개발한 3D 프린터 활용 STEAM 프로그램에 대하여 학습자의 만족도를 조사하였으며 한국과학창의재단에서 제공받은 만족도 조사 설문지를 활용하였다. 설문 응답 결과를 토대로 만족도 조사에 참여한 유효 학생 수를 도출하고 기술통계분석을 통해 특징을 살펴보았다. 또한 STEAM 수업에 대한 만족도에 대해서 별도로 결과를 분석하였다. 본 연구에 참여한 학생들 중에서 설문 응답에 참여한 유효 학생 수는 아래의 <Table 12>와 같이 나타났다.

<Table 12> Valid Students Participating in Survey

Gender	Grade				Total
	3	4	5	6	
Boy	12	49	29	64	154
Girl	13	50	29	60	152
Total	25	99	58	124	306

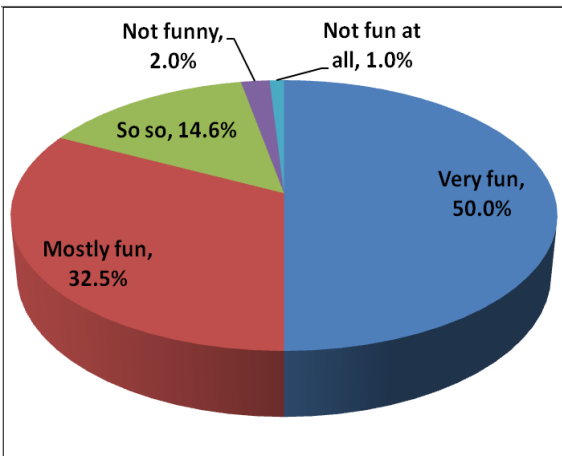
6.2 학습자의 흥미도 분석을 통한 만족도 도출

학습자들의 흥미도를 5단계 리커트 척도(매우 재미있었다, 대체로 재미있다, 보통이다, 대체로 재미없다, 전혀 재미없다)를 활용하여 <Table 13>과 같이 조사하였다.

<Table 13> Survey Results of Students' Interest

Contents	Boys	Girls	Total
Very fun	76	75	151
Mostly fun	49	49	98
So so	23	21	44
Not funny	4	2	6
Not fun at all	2	1	3
Total	154	148	302

(Fig. 4)는 학습자의 흥미도를 설문 조사하여 나타낸 결과인 <Table 11>을 백분율을 이용하여 나타낸 것으로 약 82.5%의 참여 학생들이 대체로 재미있었다는 의견을 나타났음을 살펴볼 수 있다.



(Fig. 4) Survey Results of Students' Interest

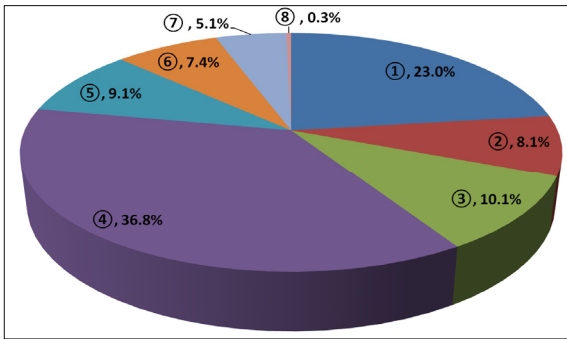
6.3 STEAM 수업과 기존의 수업과 차이점에 대한 인식 분석

3D 프린터를 활용한 STEAM 수업에서 학습자들이 기존의 수업과 차이점을 느끼는 부분에 대해서 설문을 실시하였고 8가지의 카테고리를 기반으로 결과를 <Table 14>와 같이 정리하였다.

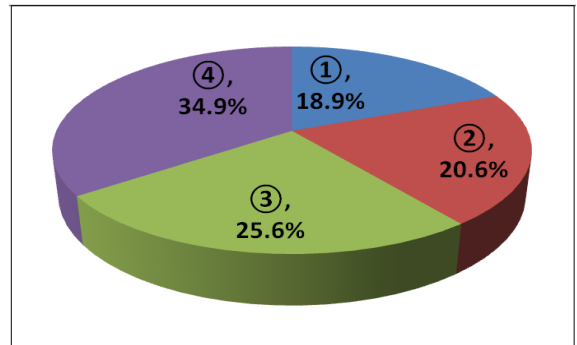
<Table 14> Students' Recognition about the Differences between STEAM and Regular Class

Contents	Boys	Girls	Total
① Learning about various subjects such as mathematics, science, and technology	33	35	68
② A lot of student-centered activities, and not much explanation from the teacher	13	11	24
③ Lots of group activities with friends to collaborate.	11	19	30
④ A lot of making or experiencing activities	65	44	109
⑤ Information about science and technology related jobs can be obtained	14	13	27
⑥ Science and mathematics can be used in real life.	5	17	22
⑦ Talking with classmates and listening to others' thoughts	10	5	15
⑧ Etc.	0	1	1
Total	151	145	296

(Fig. 5)는 본 연구에 참여한 학습자들의 설문조사 결과를 그래프로 나타낸 것이다. 학습자들이 느끼는 가장 큰 차이점은 '④ 만들기 또는 체험 활동이 많다는 점'으로 36.8%를 나타내고 있다. 이어서 '① 수학, 과학, 기술 등 여러 과목을 관련지어 배우는 점'이 23%로 응답된 것을 살펴볼 수 있다. 이는 체험 중심의 STEAM 프로그램으로 구성된 활동이 학생들에게도 본래의 취지와 목적에 맞게 전달된 것으로 해석할 수 있다.



(Fig. 5) Students' Recognition about the Differences between STEAM and Regular Class



(Fig. 6) Students' Difficulties about STEAM Program in this Study

6.4 STEAM 프로그램에서 어려운 점에 대한 학습자의 인식 분석

학습자들이 STEAM 프로그램에 참여한 이후 설문을 통해 응답한 결과를 토대로 어려운 점에 대해 아래의 <Table 15>와 같이 정리하였다.

<Table 15> Students' Difficulties about STEAM Program in this Study

Contents	Boys	Girls	Total
① Teacher's presentation is too difficult to understand.	32	25	57
② Problems in class are too difficult to solve.	32	30	62
③ Conflicts with friends often occur in group activities	37	40	77
④ There is not enough time in the classroom to do research, practice, make, etc.	51	54	105
Total	152	149	301

(Fig. 6)은 본 연구에 참여한 학생들이 느낀 어려움에 대한 설문지의 응답 내용인 <Table 13>을 그래프로 나타낸 것이다. 학생들이 경험한 가장 어려웠던 부분은 '④ 조사, 실습, 만들기 등 수업 시간에 할 것이 너무 많아 시간이 부족한 점'으로 34.9%를 나타내고 있다.

7. 결론 및 제언

창의융합인재를 기르기 위한 다양한 노력이 학교 현장을 비롯한 사회와 국가에서도 적극적으로 추진되고 있다. 특히 4차 산업혁명의 도래에 따른 융합인재교육을 위한 다양한 프로그램이 개발되고 있으며 최근의 개정 교육과정에서도 이와 같은 시대적 흐름을 담고 Computational Thinking을 비롯한 소프트웨어 교육 등 미래 교육으로의 변모를 추진하고 있다. 시대의 변화에 따라 다양한 최신의 기술과 장비들이 개발되어 소개되고 있고 교육적 활용 가치는 점점 높아지고 있으나 모든 내용을 국가 수준 교육과정에서 다루지 못하기 때문에 관련 연구가 지속적으로 요구되고 있다.

그러나 3D 프린터의 경우 4차 산업혁명의 주요 장비로 언급되고 있다는 점에서 보다 중점적으로 연구가 필요하며[15] 학교현장에서 활용할 수 있는 다양한 사례와 프로그램 및 교수학습모형을 개발이 요구되고 있다. 따라서 본 연구에서는 3D 프린터를 활용하여 초등학교에서 활용할 수 있는 STEAM 프로그램에 대해 학년군을 고려하여 총 28차시를 개발하였다. STEAM 프로그램을 설계 및 개발하는 과정에서, 한국과학창의재단에서 제시하고 있는 STEAM 프로그램의 단계인 '상황 제시 → 창의적 설계 → 감성적 체험'을 기반으로 차시 대체형 교수학습내용을 구성하였다. 개발한 결과물에 대해서는 실제 학교 현장의 약 600명의 학생들에게 적용하여 효과성과 만족도를 살펴보았다. 효과성을 살펴보기 위해 4개의 평가구인과 11개의 하위 영역에 대한 내용을 살펴보았으며, '흥미', '배려와 소통', '자기주도적 학습', '이공

계 진로 선택'에 대해서 통계적으로 유의미한 결과를 얻을 수 있었다. 분석 결과를 토대로 성별에 따른 특징과 가정에서의 책 보유수에 따른 의미를 살펴보았다. 성별에 따른 결과에서 '흥미'와 '배려와 소통'구인에서 유의미한 차이가 나타난다는 점을 도출할 수 있었고, 향후 관련 STEAM연구에서 이를 고려해야 함을 살펴볼 수 있었다. 가정에서의 책 보유수에 따른 차이는 '자아 개념'영역을 제외한 모든 영역에서 통계적으로 유의미한 차이를 나타냈으며, 책의 보유수가 독서량을 의미하지는 않지만 책과 STEAM교육의 효과성에는 관련성이 있다고 할 수 있다.

학습자의 만족도를 분석하기 위하여 설문을 통해 학습자의 반응을 살펴보았다. 3D 프린터를 활용한 STEAM 수업에 대해 학생들은 대체로 흥미있다는 응답을 제시하였으며, 이는 기존 수업과 비교하였을 때 여러 과목을 관련지어 배울 수 있고, 만들기와 체험 활동이 많다는 점을 응답한 기존 수업과의 대비 결과를 통해 관련지을 수 있다. 그러나 본 연구는 초등학교를 대상으로 연구를 진행하였고, 학년군에 따라 인지적 발달 단계가 다르다는 점을 고려할 필요가 있다. 아울러 학생들은 만들기 및 조작 활동에 대해 시간의 부족을 어려운 점으로 인식하고 있어서 추후 연구에서는 학교급을 토대로 시간 조정이 고려되어야 할 것이다.

본 연구를 통해 3D 프린터를 활용한 융합인재교육 프로그램을 개발하고 효과성을 제시함으로써 학교현장에서 활용할 수 있는 구체적인 사례를 제공한다는 점에서 의미를 갖는다고 할 수 있다. 4차 산업혁명 시대의 미래를 이끌어갈 인재를 길러내기 위해 관련 프로그램 개발 및 추후 연구가 지속적으로 진행될 필요가 있으며, 본 연구를 통해 창의융합인재교육에 기여할 수 있는 기회가 될 수 있기를 기대한다.

참고문헌

- [1] Bae, Y., Moon, G., Park, P., Yoo, I., Kim, W., Lee H., & Shin, S. (2015). Final Report of STEAM Program Development in 2015. Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity.
- [2] Baek, Y. et al. (2012). Basic research for establishing direction of STEAM. Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity.
- [3] Gangwon-do Office of Education (2015). STEAM Education using 3D printer - Curriculum. Retrieved from http://www.yes01.co.kr/2015summer/00_gw_curriculum.html#3dp
- [4] Gilpin, L. (2015). How Pitsco's 3D printing curriculum is changing the way STEM is taught in the classroom. TechRepublic. Retrieved from <http://www.techrepublic.com/article/how-pitscos-3d-printing-curriculum-is-changing-the-way-stem-is-taught-in-the-classroom/>
- [5] Jung, J., & Bae, Y. (2015). A Study on the Educational Using of 3D Printing. *The Korean Association of Information Education Research Journal*, 6(1), 83-86.
- [6] Kim, W., Bae, Y., Yoo, I., & Kim, T. (2015). Software Education through the Olympiad Using 3D Printer. *The Korean Association of Information Education Research Journal*, 6(1), 53-58.
- [7] Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity (2015). Visible STEAM Instruction.
- [8] Lee, J., Jeon, J., Chae, J., Park, P., & Kim, W. (2015). Developing an Elementary School Workbook for Teaching 3D Printing. *The Korean Association of Information Education Research Journal*, 6(1), 71-76.
- [9] Ministry of Education, Korea (2015). Elementary School Curriculum. #2015-74 (Annex 2).
- [10] Ministry of Education, Korea (2015). Informatics Curriculum. #2015-74 (Annex 10).
- [11] Ministry of Education, Korea (2015). Software Education Instructional Guidance.
- [12] Na, C. & Yoo, I. (2015). The Using Plan of 3D Printer in Robot Education. *The Korean Association of Information Education Research Journal*, 6(1), 59-64.
- [13] Nestucca Junioi/Senior High School. 3D Printing Curriculum. Retrieved from <http://www.edtechmagazine.com/k12/article/2015/01/new-di->

mension

- [14] Peterson, T. (2015). 3D Printers Add a New Dimension to Classrooms. EdTech Focus On K-12. Retrieved from <http://www.edtechmagazine.com/k12/article/2015/01/new-dimension>
- [15] Schwab, K. (2017). The fourth industrial revolution. NY: Crown Business.
- [16] Smith, D. F. (2014). NASA Educator Sees Bright STEM Future in 3D Printing. EdTech Focus On K-12. Retrieved from <http://www.edtechmagazine.com/k12/article/2014/05/nasa-educator-sees-bright-stem-future-3d-printing>
- [17] Wing, J. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.

저자소개



배 영 권

2006년 : 한국교원대학교 컴퓨터교육과(교육학박사)
 2006년~2007년 : Indiana University Visiting Scholar
 2007년~2009년 : 목원대학교 컴퓨터교육과 교수
 2013년~2014년 : University of Georgia, Visiting Scholar
 2009년~현재 : 대구교육대학교 컴퓨터교육과 교수
 <관심분야> : 소프트웨어교육, STEM교육, 정보영재교육
 email: bae@dnue.ac.kr



박 판 우

1984년 : 경북대학교 컴퓨터공학과
 1994년 : 광운대학교 전산학과(Ph.D.)
 1997년 : 와세다대학 대학원 정보학과 Post Doc.
 1991년~현재 : 대구교육대학교 교수
 <관심분야> : 정보영재, 프로그래밍 교육
 email: pwpark@dnue.ac.kr



문 교 식

1982년 : 경북대학교 컴퓨터공학과
 1982년~1986년 : KAIST 시스템공학연구소 연구원
 1989년 : University of Oklahoma 대학원 전산학과 (이학석사)
 1995년 : University of North Texas 대학원 전산학과 (이학박사)
 1997년~현재 : 대구교육대학교 교수
 <관심분야> : 컴퓨터교육, 알고리즘
 email: gmoon@dnue.ac.kr



유 인 환

2000년 : 한국교원대학교 컴퓨터교육과(교육학박사)
 2000년~현재 : 대구교육대학교 컴퓨터교육과 교수
 <관심분야> : 프로그래밍 교육, SW교육, 로봇프로그래밍
 email: bluenull@dnue.ac.kr



김 우 열

2004년 : 홍익대학교 컴퓨터정보통신(학사)
2006년 : 홍익대학교 전자전산공학과 석사
2011년 : 홍익대학교 전자전산공학과 박사
2012년~현재 : 대구교육대학교 컴퓨터교육과 교수
<관심분야> : 모델기반개발, 영재교육, 스마트교육, 사용자행태분석, 테스트
email: john@dnue.ac.kr



신 승 기

2007년 : 한국교원대학교 컴퓨터교육과(교육학사)
2009년 : 아주대학교 정보통신대학원(공학석사)
2012년 : 대구교육대학교 컴퓨터교육과(교육학석사)
2017년 : University of Georgia (Ph.D.)
<관심분야> : 소프트웨어교육, Computational Thinking
email: shin@uga.edu



이 효 녕

2002년 : 미국 오하이오주립대학교 과학교육 (Ph.D.)
2002년~2004년 : 미국 ERIC CSMEET 박사후연구원
2004년~현재 : 경북대학교 지구과학교육과 교수
<관심분야> : 통합과학교육과정, 과학교사교육, STEM/STEAM 교육
email: hlee@knu.ac.kr