



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한
발명교육 프로그램이 초등학생의 창의성에 미치는 효과

이영찬

2015

석사학위논문

3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를
활용한 발명교육 프로그램이
초등학생의 창의성에 미치는 효과

The Effects of an Invention Education Program
Using 3D Design and 3D Printers
on Elementary School Students' Creativity

제주대학교 교육대학원

초등실과교육전공

이영찬

2015년 8월

석사학위논문

3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를
활용한 발명교육 프로그램이
초등학생의 창의성에 미치는 효과

The Effects of an Invention Education Program
Using 3D Design and 3D Printers
on Elementary School Students' Creativity

제주대학교 교육대학원

초등실과교육전공

이영찬

2015년 8월

3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를
활용한 발명교육 프로그램이
초등학생의 창의성에 미치는 효과

The Effects of an Invention Education Program
Using 3D Design and 3D Printers
on Elementary School Students' Creativity

지도교수 김 희 필

이 논문을 교육학 석사학위 논문으로 제출함

제주대학교 교육대학원


초등실과교육전공


이 영 찬


2015년 5월

이 영 찬의

교육학 석사학위 논문을 인준함

심사위원장 김 훈 심 

심사위원 김 종 우 

심사위원 김 희 필 

제주대학교 교육대학원

2015년 6월

목 차

국문초록	vi
I. 서론	1
1. 연구의 필요성 및 목적	1
2. 연구내용	2
3. 연구의 제한점	3
II. 이론적 배경	4
1. 실과 발명교육	4
2. 창의성	19
3. 3D 프린터와 3D 프린팅	23
III. 연구방법	25
1. 실험 설계	25
2. 연구 대상	26
3. 연구 기간	28
4. 검사 도구 및 분석 방법	28
5. 프로그램 개발 방법	30
IV. 연구결과	33
1. 프로그램의 내용	33
2. 3D 결과물	36
3. 창의성 검증 결과	39
4. 흥미도 및 학습태도	43
V. 결론 및 제언	46
1. 결론	46
2. 제언	47

참고문헌	49
ABSTRACT	52
부록	54

표 목 차

<표 II-1> 1차 교육과정의 실과 교과에서 발명 관련 내용 요소	4
<표 II-2> 2차 교육과정의 실과 교과에서 발명 관련 내용 요소	5
<표 II-3> 3차 교육과정의 실과 교과에서 발명 관련 내용 요소	6
<표 II-4> 4차 교육과정의 실과 교과에서 발명 관련 내용 요소	7
<표 II-5> 5차 교육과정의 실과 교과에서 발명 관련 내용 요소	7
<표 II-6> 6차 교육과정의 실과 교과에서 발명 관련 내용 요소	8
<표 II-7> 7차 교육과정의 실과 교과에서 발명 관련 내용 요소	9
<표 II-8> 2007 개정 교육과정의 실과 교과에서 발명 관련 내용 요소	9
<표 II-9> 2009 개정 교육과정의 실과 교과에서 발명 관련 내용 요소	10
<표 II-10> 오감 체험 중심 발명교육 프로그램의 내용	14
<표 II-11> 위대한 발명가의 발명품을 소재로 한 발명교육 프로그램	15
<표 II-12> 체험중심 발명교육 프로그램(시뮬레이션을 활용한 발명아이디어 스케치)	16
<표 II-13> 체험중심 발명교육 프로그램(골드버그 STEAM-T 프로그램)	17
<표 II-14> 학자들의 창의성에 대한 견해	19
<표 II-15> Guilford의 창의성 구성요소	20
<표 II-16> 발명교육과 초등학생의 창의성에 대한 연구	22
<표 III-1> 실험집단과 비교집단의 사전 창의성 검사 결과	27
<표 III-2> 실험집단과 비교집단의 사전 창의성 독립표본 t검정 결과	27
<표 III-3> 연구 기간	28
<표 III-4> 흥미도 설문 문항 내용	29
<표 IV-1> 실험집단 본시 학습주제	33
<표 IV-2> 2007 개정 교육과정에 제시된 발명교육 관련단원 학습주제	34
<표 IV-3> 실험집단의 사전·사후 창의성 검사 결과	40
<표 IV-4> 실험집단의 사전·사후 창의성 대응표본 t검정 결과	40
<표 IV-5> 실험집단과 비교집단의 사후 창의성 검사 결과	42
<표 IV-6> 실험집단과 비교집단의 사후 창의성 독립표본 t검정 결과	42

<표 IV-7> 프로그램에 참여한 학생들의 흥미도 조사 결과	43
<표 IV-8> 학습태도 분석	44
<표 IV-9> 프로그램에 참여한 학생들의 학습태도 사례	45

그림 목 차

[그림 II-1] 실과 발명교육 내용 변화과정	12
[그림 II-2] TRIZ 발명교육 프로그램	13
[그림 II-3] 3D 프린팅 프로세스	24
[그림 III-1] 실험 설계 모형	25
[그림 III-2] ADDIE 모형을 적용한 프로그램 개발 절차	32
[그림 IV-1] 3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램 흐름도	35
[그림 IV-2] 지우개를 넣을 수 있는 연필꽂이 3D 도면 및 제작물(예시)	36
[그림 IV-3] 주택 모형의 연필꽂이 3D 도면 및 제작물(예시)	37
[그림 IV-4] 실험집단의 결과물(예시)	39
[그림 IV-5] 비교집단의 결과물(예시)	39

국 문 초 록

3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램이 초등학생의 창의성에 미치는 효과

이 영 찬

제주교육대학교 교육대학원 초등실과교육전공
지도교수 김 희 필

본 연구의 목적은 3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램을 개발·적용하여 초등학생들의 창의성 신장에 미치는 효과를 알아보는 것이다.

3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램은 총 10차시로 구성되어 있으며 1차시는 발명에 대한 동기를 유발하는 활동, 2~3차시는 아이디어를 창출하는 활동으로 구성하였다. 4차시는 아이디어를 스케치하고, 5~6차시는 3D 도면 제작 프로그램인 스케치업의 사용법을 익히고 3D 도면을 그리는 활동으로 구안하였다. 7~9차시는 3D 도면을 그리는 활동과 더불어 3D 프린터를 활용한 발명품을 제작하는 것으로, 10차시에는 전체 수업 내용을 평가하고 각자의 발명품에 대한 발표 및 토의의 시간으로 구성하였다.

제주시 소재 N초등학교 5학년 한 학급 29명의 학생을 대상으로 실험처치를 실시하였고, 사전 사후 창의성 검사 결과를 검증하였다. 또한 비교집단 한 학급 29명의 학생을 대상으로 일반적인 발명교육을 실시하여 실험 집단과 비교집단의 창의성 검사 결과를 검증하였다. 창의성 측정도구로는 이영덕, 정원식(1995)이 제작하고, 코리안테스팅센터에서 발행한 간편 창의성 검사(4, 5, 6학년용)를

사용하였다. 사전·사후 검사의 창의성 점수와 각 하위요소 점수를 SPSS 18.0 for windows 프로그램을 이용하여 t검정하였다.

실험집단의 창의성 검사 결과 사전·사후 창의성 점수의 평균이 통계적 유의도 $p < .001$ 수준에서 유의미한 차이를 나타냈다($t(28)=7.51$). 창의성 하위요소 중 개방성($t(28)=3.91$, $p < .01$), 유창성($t(28)=4.75$, $p < .001$), 융통성($t(28)=3.77$, $p < .01$)도 유의미한 차이를 보였다.

또한 비교집단과 실험집단의 창의성 검사 결과 창의성 평균점수는 실험집단이 비교집단에 비해 높았으며 통계적 유의도 $p < .05$ 수준에서 유의미한 차이를 보였다($t(56)=2.06$). 또한 창의성 하위요소 중 유창성($t(56)=3.13$, $p < .01$)이 향상되는 것으로 나타났다. 따라서 3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램은 초등학생의 창의성 향상에 효과가 있으며 특히 개방성, 유창성, 융통성을 신장시킨다. 또한 동일한 기간 동안 다른 발명교육 프로그램을 실시하는 것 보다 3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램을 실시할 경우 창의성 향상에 효과적이며, 창의성 하위요인 중 유창성을 신장시켰다.

주요어 : 발명교육, 창의성, 3D 도면 제작 프로그램, 3D 프린터

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

학교에서의 발명교육은 1980년대 특허청의 학교 발명 장려 정책에 의해 발명반의 형태로 시작한 이래로 양적·질적인 발전을 거듭하였으며, 현재는 발명교육센터로 운영되고 있다. 발명교육의 활성화 추세에 맞추어 2007 개정 교육과정 7학년(중학교 1학년) 기술의 세계 영역에 기술과 발명 단원이 신설되었으며, 2009 개정 교육과정에서는 초등학교 실과 교과의 ‘기술의 세계’ 영역 중 생활과 기술 단원의 하위 주제로 기술과 발명의 기초가 제시되고 있다.

하지만 2009 개정 교육과정에 따른 교육과정의 개편에도 불구하고 학교에서의 발명교육은 미비한 실정이다. 발명교육센터가 운영 중인 초등학교와 중학교는 196개교로 2014년 교육통계 기준 전국 9,120개의 초등학교 및 중학교의 2% 정도이며, 실습실의 경우 더욱 열악한데 실습실의 수를 통계 내었던 1998년을 기준으로 109,661개의 실습실 중 기술실과 가정실을 모두 합한 실습실의 수는 1,001개로 전체 실습실의 1%를 미치지 못한다. 이러한 교육 여건은 발명교육을 발명기법 중심 또는 발명 이론 중심으로 운영하도록 하고 있다.

하지만 이론 중심의 발명교육으로는 발명교육의 질적 향상을 기대하기 어렵다. 왜냐하면 발명품의 질을 향상시키기 위해서는 수많은 실험과 실패의 경험이 있어야 하기 때문이다. 이러한 경험은 머릿속에서 아이디어를 정교화 시키는 것과는 비교할 수 없을 만큼 정확하고 구체적인 정보를 제공한다. 따라서 아이디어를 구체물의 형태로 제작하고, 이를 바탕으로 적절한 평가와 피드백이 이루어지기 위해서는 실습실에서 적절한 실습도구를 사용할 수 있는 발명환경이 필요하다. 하지만 한정된 재원으로 현재의 열악한 실습환경을 개선하는 것은 쉽지 않아 보인다. 보다 현실적인 대안으로 3D 프린터를 발명교육에 사용하는 방안을 고려할 수 있다. 상용화된 3D 프린터는 비교적 좁은 공간에서도 설치가 가능하며 교실 또는 다목적실 등을 활용할 수 있다. 또한 칼, 톱 순간접착제 등 실습에 필요하지만 다소 위험한 실습 도구들에 비해 3D 프린터는 안전하고 결과물을 정교하게 생산한다. 무엇보다도 실습실을 구축하는 것에 비해 경제적이다.

현재 미국과 유럽을 중심으로 일상생활에서 활용 가능한 3D 프린터의 생산과 보급이 활발하게 이루어지고 있으며, 광기호, 박성우(2013)는 개인용 3D 프린터 시장규모를 2013년 1억 2,000만 달러에서 2018년 14억 6,000만 달러로 급속한 성장세를 나타낼 것이라고 예측한 바 있다. 우리 정부도 3D 프린터 산업을 육성하기 위해 많은 노력을 하고 있으며, 이러한 노력의 일환으로 2014년 4월 미래창조과학부와 산업통산자원부가 공동으로 3D 프린팅 산업 발전전략을 수립하였다. 기초·전문 인력 양성을 위해 초등 실과, 중등 기술·가정 등 교육과정에 3D 프린팅의 개념 이해 및 실습 내용을 포함한 시범교육을 실시하기로 하였으며, 무한상상실 운영기관을 통해 3D 프린터를 보급하고 있다.

3D 프린터는 군수, 의료, 항공기 부품 등 제한된 수요로 대량생산이 불가능한 부분에서 많이 사용되고 있으나 개인용 3D 프린터의 보급이 확대된다면 생활에서의 사용이 빈번해질 것이고, 이를 활용한 발명교육이 충분히 가능할 것이다. 특히 3D 프린팅 과정은 비교적 단순하여 발명교육에 효과적일 것이다. 발명 아이디어를 다양한 3D 도면 제작 프로그램을 활용하여 표현하고, 이를 3D 프린터로 출력하면 제작시간을 단축시켜줄 뿐만 아니라 제작에 서툰 학생들이 완성도 높은 작품을 제작할 수 있을 것이다.

3D 프린터 활용에 대한 연구는 의료와 디자인 분야를 중심으로 활발하게 이루어지고 있으나 3D 프린터의 교육적 활용에 대한 연구는 저조한 실정이다. 3D 프린터 연구학교 등을 통해 교육에 활용하고자 하는 노력들이 있으나 이것이 발명교육에 미치는 영향에 대한 연구는 미비하다. 따라서 다양한 발명교육 프로그램을 검토하여 초등학생의 특성에 맞는 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램을 구안하고 이것이 초등학생의 창의성에 미치는 효과를 알아보려고 한다.

2. 연구내용

이 연구는 3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램이 초등학생의 창의성에 미치는 효과에 대하여 알아보기 위해 수행한 것으로서, 연구 내용은 다음과 같다.

첫째, 초등학생에게 적합한 3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램을 개발한다.

둘째, 3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램이 초등학생의 창의성 향상에 미치는 효과를 검증한다.

셋째, 3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램이 초등학생의 흥미도 및 학습태도에 미치는 효과를 구명한다.

3. 연구의 제한점

본 연구는 3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램을 개발하여 초등학생에게 적용한 후 실험집단의 창의성 변화를 살펴본 것으로, 연구의 대상을 제주시에 위치한 N초등학교 5학년 학생 29명으로 하였기 때문에 연구 결과를 모든 초등학생에게 일반화하는데 한계가 있다.

II. 이론적 배경

1. 실과 발명교육

가. 실과 발명교육 관련 교육과정

1) 1차 교육과정(1954~1963)

1차 교육과정의 실과는 4~6학년 학생을 대상으로 실시하였다. 4~5학년은 남녀 구분 없이 실과 교과서를 공통으로 사용하였고, 6학년 학생은 남자용, 여자용으로 구분하여 사용하였다. 실과 교과내용은 총 10개 영역으로 구성되어 있는데, 이중 발명과 밀접한 관련이 있다고 판단되는 영역은 공작, 기계 다루기이다. 공작 영역의 내용 요소로는 4학년 종이공작, 농산 재료의 이용, 5학년 판지공, 목죽공, 금속공작, 칠하기, 농산 재료의 이용 공작, 제작도, 6학년 목공, 금속공, 시멘트 공작, 농산 재료의 공작, 제작도, 폐물 이용이 발명과 밀접한 관련이 있다. 기계 다루기 영역의 내용 요소로는 4학년 기구의 손질, 기계의 손질, 5학년 기계 기구의 손질과 부리기 및 뜯어 맞추기, 6학년 가정용 기계 기구, 등사가 발명과 밀접한 관련이 있다.

<표 II-1> 1차 교육과정의 실과 교과에서 발명 관련 내용 요소

학년 영역	4학년	5학년	6학년
재봉·뜨개	- 단정한 옷차림	- 간단한 의류 만들기 - 의류 수선 - 간단한 뜨개 - 간이 직조 띠짜기	- 간단한 뜨개 - 간단한 재봉 - 수놓기 - X자수 - 동양자수

<표 II-1> 계속

공작	- 종이 공작	- 판지공	- 목공
	- 목죽공예	- 목죽공	- 금속공
기계 기구 다루기	- 농산 재료의 이용	- 금속공작	- 시멘트 공작
		- 칠하기	- 농산 재료의 공작
		- 농산 재료의 이용 공작	- 제작도
		- 제작도	- 폐물 이용
		- 기계 기구의 손질과 부리기 및 뜯어 맞추기	- 가정용 기계 기구
			- 등사

주. “국민학교 교육과정 (pp. 99-109). 문교부. 1955.”을 재구성한 것임.

2) 2차 교육과정(1963~1973)

2차 교육과정의 실과는 4~6학년 학생을 대상으로 실시하였다. 4~6학년 학생 모두에게 남녀 구분 없이 실시하였다는 점이 특징이며, 대부분의 학습 시간을 현장 실습에 충당하도록 하고 있다. 관련 영역은 기구제작과 생활 향상이다. 기구제작의 내용 용소로는 4학년 간단한 연모 만들기, 5학년 연모 사용법과 물품 만들기, 6학년 기구의 사용과 물품 만들기 및 꾸미기이다. 생활 향상의 내용 요소는 4학년 여러 가지 폐물을 모아 이용하기, 5학년 옷 손질하기와 빨래하기, 6학년 여러 가지 폐물을 모아 이용하기, 설계와 관리, 옷 만들기과 물감들이기이다.

<표 II-2> 2차 교육과정의 실과 교과에서 발명 관련 내용 요소

영역	4학년	5학년	6학년
실과 지도 내용	- 여러 가지 폐물을 모아 이용하기	- 물품의 손질과 관리	- 여러 가지 폐물을 모아 이용하기
	- 간단한 연모 만들기	- 연모 사용법과 물품 만들기	- 설계와 관리
		- 옷 손질하기와 빨래하기	- 기구의 사용과 물품 만들기 및 꾸미기
			- 옷 만들기과 물감들이기

주. “국민학교 교육과정 (pp. 120-126). 문교부. 1963.”을 재구성한 것임.

3) 3차 교육과정(1973~1981)

3차 교육과정의 실과는 4~6학년 학생을 대상으로 실시하였다. 단순한 노작보다는 창의와 능률을 중시하였다. 3차 교육과정은 총 9개의 내용 영역으로 구성되어 있다. 이중 발명과 밀접한 관련이 있다고 판단되는 영역은 설계 공작, 기계 기구 조작, 재봉·세탁이다. 설계 공작의 내용 용소로는 4학년 공작칼, 가위, 송곳, 톱, 망치 등 간단한 연모를 사용해 여러 가지 필요한 물건 만들기, 5학년 펜치, 송곳, 칼, 톱, 망치, 합석 가위 등 간단한 연모를 사용하여 여러 가지 물품 만들기, 6학년 간단한 건축물의 설계도 이해, 연모의 사용과 물품 만들기 및 꾸미기이다. 기계 기구 조작 중 발명과 관련이 있는 내용 요소는 5학년 전기의 이용에 대한 이해, 가정용 전기 기구에 대한 이해, 6학년 재봉틀 등 기계 기구의 손질과 관리, 전기 및 기구 다루기이다. 재봉·세탁 중 발명과 관련이 있는 내용은 4학년 단추달기, 걸레 만들기 등 간단한 바느질하기이고, 5학년 의복에 대한 간단한 수선, 6학년 바느질하기이다.

<표 II-3> 3차 교육과정의 실과 교과에서 발명 관련 내용 요소

영역 \ 학년	4학년	5학년	6학년
설계·공작	- 공작칼, 가위, 송곳, 톱, 망치 등 간단한 연모를 사용해 여러 가지 필요한 물건 만들기	- 펜치, 송곳, 칼, 톱, 망치, 합석 가위 등 간단한 연모를 사용하여 여러 가지 물품 만들기	- 간단한 건축물의 설계도 이해 - 연모의 사용과 물품 만들기 및 꾸미기
기계·기구 조작		- 전기의 이용에 대한 이해 - 가정용 전기 기구에 대한 이해	- 재봉틀 등 기계 기구의 손질과 관리 - 전기 및 기구 다루기
재봉·세탁	- 단추달기, 걸레 만들기 등 간단한 바느질 하기	- 의복의 간단한 수선	- 바느질하기

주. “국민학교 교육과정 (pp. 160-166). 문교부. 1973.”을 재구성한 것임.

4) 4차 교육과정(1981~1986)

4차 교육과정의 실과는 4~6학년 학생을 대상으로 실시하였다. 4차 교육과정은 총 4개의 내용 영역으로 구성되어 있다. 이중 발명교과와 관련이 밀접하다고 판단되는 영역은 생활기능이다. 생활기능 중 발명과 관련이 있는 내용 요소는 4학년 판지로 만들기, 기초 만들기, 5학년 목재로 만들기, 6학년 금속 재료 및 합성수지로 만들기, 헌옷의 재생이다.

<표 II-4> 4차 교육과정의 실과 교과에서 발명 관련 내용 요소

학년 영역	4학년	5학년	6학년
생활 기능	- 판지로 만들기 - 기초 만들기	- 목재로 만들기	- 금속 재료 및 합성수지로 만들기 - 헌옷의 재생

주. “국민학교 교육과정 (pp. 86-92). 문교부. 1981.”을 재구성한 것임.

5) 5차 교육과정(1987~1992)

5차 교육과정의 실과는 4~6학년 학생을 대상으로 실시하였다. 실험 실습은 단순히 육체 노작보다는 창의와 능률, 실질을 고려하여 운영하도록 하였다. 또한 실습시 맥이 끊어지지 않도록 2시간을 연속하여 교과 시간을 편제하도록 허용하고 있다. 5차 교육과정은 총 4개의 내용 영역으로 구성되어 있다. 이중 발명교과와 관련이 밀접하다고 판단되는 영역은 생활기능이다. 생활기능 중 발명과 관련이 있는 내용 요소는 4학년 주거 환경 꾸미기, 판지로 만들기, 5학년 목재로 만들기, 6학년 금속 재료 및 합성수지로 만들기, 헌옷의 활용이다.

<표 II-5> 5차 교육과정의 실과 교과에서 발명 관련 내용 요소

학년 영역	4학년	5학년	6학년
생활 기능	- 주거 환경 꾸미기 - 판지로 만들기	- 목재로 만들기	- 금속 재료 및 합성수지로 만들기 - 헌옷의 활용

주. “국민학교 교육과정 (pp. 97-105). 문교부. 1987.”을 재구성한 것임.

6) 6차 교육과정(1992~1997)

6차 교육과정의 실과는 3~6학년 학생을 대상으로 실시하였다. 학습 내용을 학생들이 실생활에서 접할 수 있는 일감으로 선정하여, 그 일감을 해결하는데 필요한 수단의 차원에서 그 일감의 요소 기능을 단계적으로 체험할 수 있도록 조직하였다. 6차 교육과정 내용은 학생들이 일상생활에서 접할 수 있는 일감으로 총 4개의 내용 영역으로 구성되어 있다. 이중 발명교과와 관련이 밀접하다고 판단되는 영역은 다루기, 만들기이다. 다루기 중 발명과 관련이 있는 내용 요소는 3학년 공작 기구 다루기, 4학년 조리용 기구, 바느질 용구, 전기 공구, 농구 다루기, 전기 테스터 다루기, 5학년 바느질 용구, 납땀인두, 농구 다루기, 6학년 목공구 다루기, 나무 손질하는 가위 다루기이다. 만들기 중 발명과 관련이 있는 내용 요소는 3학년 종이로 정리 상자 만들기, 간단한 용품 만들기, 4학년 바느질로 용품 만들기, 5학년 전자 키트 만들기, 바느질로 용품 만들기, 6학년 목제품 만들기이다.

<표 II-6> 6차 교육과정의 실과 교과에서 발명 관련 내용 요소

영역 \ 학년	3학년	4학년	5학년	6학년
다루기	- 공작 기구 다루기	- 조리용 기구, 바느질 용구, 전기 공구, 농구 다루기 - 전기 테스터 다루기	- 바느질 용구, 납땀인두, 농구 다루기	- 목공구 다루기 - 나무 손질하는 가위 다루기
만들기	- 종이로 정리 상자 만들기 - 간단한 용품 만들기	- 바느질로 용품 만들기	- 전자 키트 만들기 - 바느질로 용품 만들기	- 목제품 만들기

주. “국민학교 교육과정 (pp. 108-112). 교육부. 1992.”을 재구성한 것임.

7) 7차 교육과정(1997~2007)

7차 교육과정의 실과는 5~6학년 학생을 대상으로 실시하였다. 지역성을 고려하여 내용 요소의 조합이나 지도 순서와 비중을 달리 할 수 있도록 하고 있다.

7차 교육과정 내용은 총 3개의 내용 영역으로 구성되어 있다. 이중 발명교과와 관련이 밀접하다고 판단되는 영역은 생활 기술이다. 생활 기술 중 발명과 관련이 있는 내용 요소는 5학년 간단한 생활 용품 만들기, 전기 기구 다루기와 전자 키트 만들기, 6학년 재봉틀 다루기, 목제품 만들기이다.

<표 II-7> 7차 교육과정의 실과 교과에서 발명 관련 내용 요소

영역 \ 학년	5학년	6학년
생활 기술	- 간단한 생활 용품 만들기 - 전기 기구 다루기와 전자 키트 만들기	- 재봉틀 다루기 - 목제품 만들기

주. “초등학교 교육과정 (pp. 178-186). 교육부. 1997.”을 재구성한 것임.

8) 2007 개정 교육과정(2007~2009)

2007 개정 교육과정의 실과는 5~6학년 학생을 대상으로 실시하였다. 일상생활과 가정 일에 필요한 기본적인 소양을 기르도록 구성되었다. 2007 개정 교육과정 내용 중 발명과 관련이 있다고 판단되는 내용 요소는 가정생활 중 간단한 생활 용품 만들기과 기술의 세계 중 5학년 생활 속의 목제품, 6학년 생활 속의 전기·전자이다.

<표 II-8> 2007 개정 교육과정의 실과 교과에서 발명 관련 내용 요소

영역 \ 학년	5학년	6학년
가정생활		- 간단한 생활 용품 만들기 · 손바느질로 용품 만들기 · 바느질 도구를 이용한 용품 만들기
기술의 세계	- 생활 속의 목제품 · 생활 속의 목재 이용 · 목제품 구상과 만들기	- 생활 속의 전기·전자 · 전기·전자 용품의 사용과 관리 · 간단한 전자회로 꾸미기

주. “초등학교 교육과정 (pp. 174-184). 교육인적자원부. 2007.”을 재구성한 것임.

9) 2009 개정 교육과정(2009~)

2009 개정 교육과정의 실과는 5~6학년 학생을 대상으로 실시하고 있다. 국가 사회적 요구인 과학, 기술, 공학, 예술 및 수학 교과 간 통합적 접근 교육과 건강한 소비와 녹색 생활 교육을 강화하였다. 또한 일과 관련된 체험적 활동을 통해 진로 탐색 기회를 강조하고 있다. 2009 개정 교육과정 내용은 총 2개의 내용 영역으로 구성되어 있다. 이 중 발명교과와 관련이 밀접하다고 판단되는 내용요소는 가정생활 중 창의적인 의생활의 실천과 기술의 세계 중 생활과 기술, 생활과 전기·전자이다. 이 중 생활과 기술에서는 기술과 발명의 기초 단원이 신설되어 발명을 직접 학생들에게 지도하도록 하고 있다.

<표 II-9> 2009 개정 교육과정의 실과 교과에서 발명 관련 내용 요소

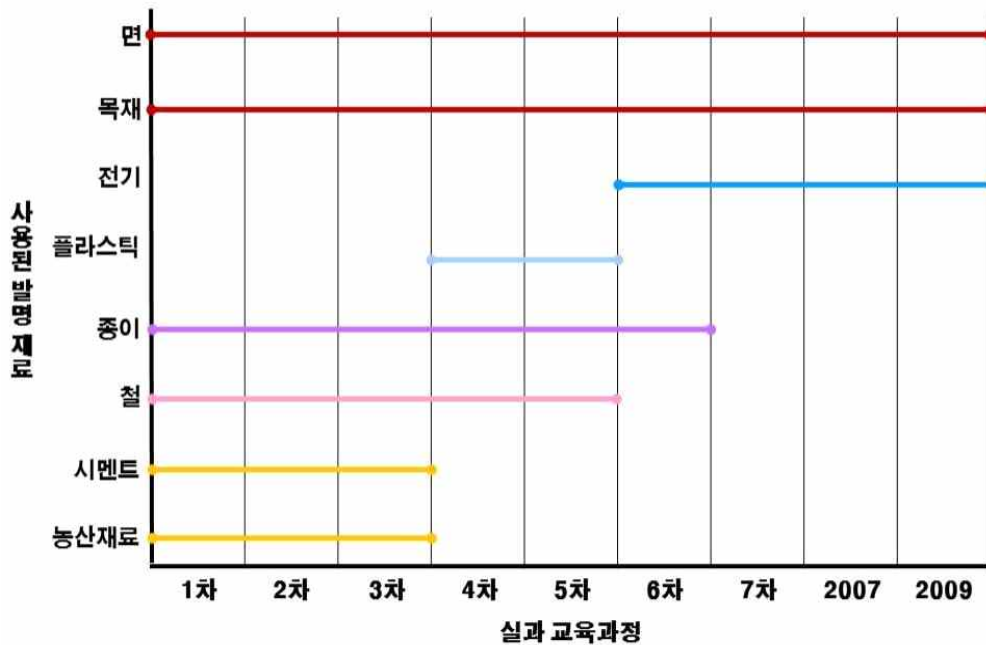
영역 학년군	가정생활	기술의 세계
5~6학년군	<ul style="list-style-type: none"> - 창의적인 의생활의 실천 · 생활 속 형질 용품 만들기 · 환경과 나눔의 생활 용품 만들기 	<ul style="list-style-type: none"> - 생활과 기술 <ul style="list-style-type: none"> · 기술과 발명의 기초 · 창의적인 제품 만들기 - 생활과 전기·전자 <ul style="list-style-type: none"> · 전기·전자의 이용 · 로봇의 이해

주. “실과(기술·가정) 교육과정 (pp. 4-7). 교육과학기술부. 2011.”을 재구성한 것임.

10) 실과 발명교육 내용 변화과정

실과 교과에서 발명과 관련된 학습내용 요소는 과학과 기술의 발전, 사회의 변화 및 지역사회의 요구 등으로 교육과정이 개정되며 조금씩 바뀌었다. 하지만 발명과 관련된 학습내용 요소는 다루기와 만들기의 두 가지 영역의 틀을 유지하고 있다. 다루기에서는 도구의 사용을 강조하고 있으며, 만들기에서는 다양한 재료를 사용하여 생활용품을 만드는 것을 주로 다루고 있다. 1차 교육과정에서는 종이뿐만 아니라 나무, 금속, 시멘트, 면 소재 등 농업 또는 가내 수공업에 필요한 생활 용품을 직접 제작할 수 있는 도구와 재료를 다루고 있다. 그러나 면 소재를 다루는 방법은 여학생들에게만 교육하고 있다. 2차 교육과정에서는

폐품(형깎, 휴지, 성냥갑, 고무신, 빈병, 우산살 등)을 모아 활용하는 내용을 다루고 있다. 또 간단한 연모를 직접 제작(총채, 옷걸이, 대젓가락, 촛대, 문패, 편지꽂이, 석쇠, 쓰레받기 등)하여 활용하도록 제시한 부분도 눈여겨볼만하다. 나무나 대나무로 청소도구나 옷걸이 등의 생활용품을 제작하여 활용하도록 하고 있다. 재료의 사용은 1차 교육과정과 동일하게 나무, 금속, 시멘트, 면 소재를 활용하도록 하고 있다. 3차 교육과정에서는 4학년에 설계와 공작이 독립된 단원으로 제시되어 설계와 공작의 중요성이 부각된 것으로 판단할 수 있다. 선, 기호 등에 대한 이해뿐만 아니라 설계 도구인 삼각자와 연필 등의 사용법도 지도하고 있다. 또한 전기와 재봉틀 및 다양한 연모를 사용하여 물품을 제작하는 내용이 제시되었다. 4차 교육과정에서는 시멘트의 사용은 다루지 않고 종이, 목재, 금속, 면 소재를 재료로 하고 있으며 합성수지로 물건을 만들도록 하고 있는데 합성수지가 처음으로 교육과정에 등장하고 있다. 또 3차 교육과정에서 설계와 공작이 독립된 단원으로 제시되었던 것과는 달리 목재로 만들기 단원에 도면 읽기와 제도 용구의 사용법을 배우도록 하고 있다. 5차 교육과정도 재료의 사용은 판지, 목재, 금속, 합성수지를 사용하고 있으며 4차 교육과정과 마찬가지로 목재로 만들기 단원에서 설계에 대한 내용을 학습한다. 6차 교육과정은 종이, 목재, 면 소재를 사용하여 물건을 제작하도록 하고 있으며 설계에 대한 내용이 독립적으로 다루어지고 있지 않다. 금속 재료와 합성수지는 더 이상 다루지 않으며, 전자 키트를 만드는 활동이 새롭게 제시되었다. 7차 교육과정에서는 종이는 더 이상 다루지 않고 목재와 면 소재를 사용하여 생활 용품을 만드는 내용이 제시되고 있다. 전자 키트는 전기기구와 함께 제시되었다. 2007 개정교육과정에서는 5학년에서 목제품을 활용하여 생활용품을 만들도록 하고 있으며, 6학년에서 간단한 전자 키트를 조립해보도록 하고 있다. 2009 개정 교육과정에서는 목제품을 다루는 내용이 대단원에서 소단원으로 비중이 낮아졌으며, 생활과 기술 단원에서 기술과 발명의 관계를 이해하고 발명에 필요한 간단한 발명 기법을 익히도록 하는 것이 특징이다. 또한 발명 아이디어 기법을 이용하여 창의적인 물건을 구상하고, 목재 및 플라스틱 등을 이용하여 일상생활에 필요한 생활용품을 만들도록 하고 있다.



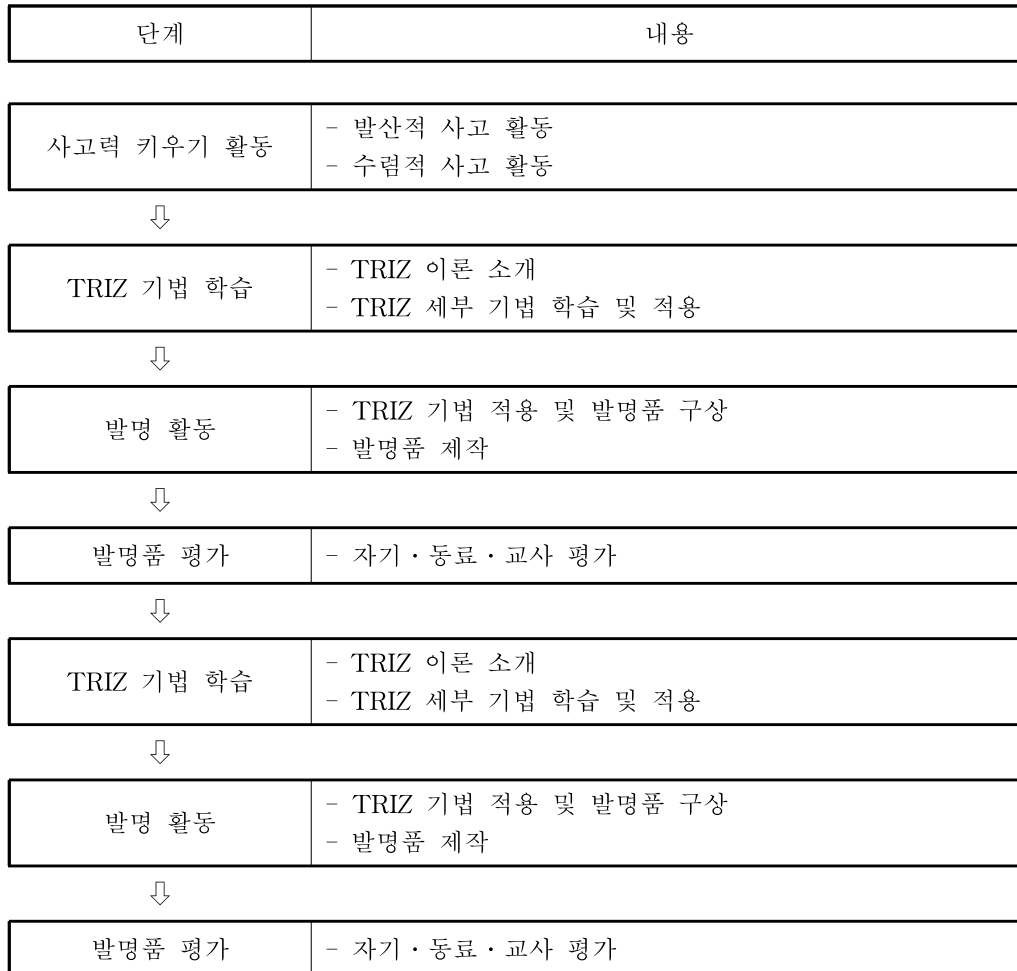
[그림 II-1] 실과 발명교육 내용 변화과정

나. 실과 발명교육 프로그램

1) TRIZ 발명교육 프로그램

TRIZ는 구 소련의 과학자이자 기술자인 알트술러(Genrich S. Altshuller)에 의해 확립된 발명이론으로 위대한 발명품들의 관련성을 체계적으로 정리한 것이 특징이다. TRIZ 발명교육 프로그램은 김희필(2007)이 개발한 것으로 총 24차시로 구성되어 있다. 사고력 키우기 활동, TRIZ 기법 학습, 발명 활동, 발명품 평가의 단계를 통해 학습하도록 되어 있으며, TRIZ 기법 학습, 발명 활동, 발명품 평가의 과정이 2회 반복되는 것이 특징이다. 사고력 키우기 단계는 발산적 사고 활동과 수렴적 사고 활동으로 구성되어 있다. TRIZ 기법 학습 단계는 TRIZ 이론 소개와 TRIZ 40가지 기법 학습으로 구성되어 있는데 40가지를 모두 학습하지는 않고, 초등학생에게 적합하다고 판단되는 16가지 기법을 8가지씩 2회에 나누어 학습하도록 하고 있다. 발명활동은 학교에서 사용할 수 있는 간단한 공작기구로 모형 제작을 통해 실제 제품의 현실 가능성이나 장·단점 등을 파악하도록 하고 있다. 발명품 평가는 발명 활동의 결과로 생긴 발명품을 평가하는 활동으로 다양한 평가방

법을 통해 평가하며, 다음 발명 활동에 대한 준비의 기회를 제공한다.



주. 출처 “초등학생의 창의성 교육을 위한 TRIZ 발명교육 프로그램의 개발 및 적용 효과” 김희필 등 저. 2007. **한국실과교육학회지**, 20(2), p. 10.

[그림 II-2] TRIZ 발명교육 프로그램

2) 오감 체험 중심 발명교육 프로그램

오감 자극 전략을 활용하여 아이디어 발상 등의 활동에 오감을 체험하도록 하는 발명교육 프로그램으로 박수진, 김용익(2013)이 개발하였다. 수업은 수업분위기 조성, 미션 제시, 활동 안내, 잠정적 문제해결, 구체적인 계획과 제작, 결과 발표

및 평가, 정리하기, 생각 넓히기로 진행되며 2차시로 구성되어 있는 것이 특징이다. 각 차시별로 오감을 이용하여 발명 문제를 해결하면서 발명 과정을 체험할 수 있도록 하고 있으며 프로그램의 내용은 <표 II-10>과 같다.

<표 II-10> 오감 체험 중심 발명교육 프로그램의 내용

주제	학습목표
Set up! Set up! 누가 누가 잘 세우나	<ul style="list-style-type: none"> - 여러 가지 말뚝의 원리를 바탕으로 실생활에 활용할 수 있는 말뚝을 제작할 수 있다. - 트리즈의 문제 해결 과정을 이해하고, 구조물을 잘 세울 수 있는 방법을 찾을 수 있다.
Smell up! Smell up! 누구 빛이 오감을 즐겁게 하는가	<ul style="list-style-type: none"> - 조명장치의 문제점을 정리하여 분석 할 수 있다. - 향기나고 시각적으로 아름다운 다기능 조명장치를 오감을 활용하여 설계하고, 제작할 수 있다.
Clam down! Clam down! 누구 집이 튼튼한가	<ul style="list-style-type: none"> - 바람을 이겨낼 수 있는 페이퍼 하우스를 설계하고 제작할 수 있다. - 페이퍼 하우스를 통해 건축물의 형태와 외부 환경과의 관계를 이해할 수 있다.
Pick up! Pick up! 누가 누가 잘 들어 올리나	<ul style="list-style-type: none"> - 지레의 원리와 관련하여 생활 속에서 찾을 수 있는 여러 가지 집게 도구의 원리를 알 수 있다. - 다양한 재료의 특성을 이용하여 물건을 효과적으로 들어서 옮길 수 있는 만능 집게를 설계하여 직접 만들 수 있다.
Shake it! Shake it! 누가 누가 빨리 섞나	<ul style="list-style-type: none"> - 전동기의 작동 원리를 이해하고, 물질이 더 잘 섞일 수 있는 방법을 찾을 수 있다. - 여러 가지 발명 원리를 바탕으로 실생활에서 유용하게 사용할 수 있는 나만의 믹서기를 만들 수 있다.

주. 출처 “오감 체험 중심 초등학교 고학년 발명교육 프로그램 개발” 박수진, 김용익 저. 2013. **한국실과교육학회지**, 26(4), p. 258.

3) 위대한 발명가의 발명품을 소재로 한 발명교육 프로그램

위대한 발명가의 발명품을 소재로 한 발명교육 프로그램은 발명가의 발명품을 통해 발명원리, 발명의 과정, 발명품의 가치, 발명가의 태도에 대한 이해를 할 수 있도록 프로그램을 구성하였으며, 미션 배경, 미션 공개, 평가 기준, 미션 탐구, 미션 해결, 미션 관련 지식의 단계를 통해 학습한다. 1~2차시는 레오나르도 다 빈치의 헬리콥터, 3~6차시는 레오나르도 다 빈치의 오니슈터를 제작하고 발명활동에 활용하였다.

<표 II-11> 위대한 발명가의 발명품을 소재로 한 발명교육 프로그램

단계	프로그램 내용
미션 배경	- 다빈치 뮤지엄에 작품을 관람 중 레오나르도 다 빈치의 비행 발명품에 관심이 생겼다. 레오나르도 다 빈치의 설계의 꿈 ‘오니슈터’를 실현해 보자.
미션 공개	- 주어진 재료로 ‘오니슈터’ 발명품을 실현하여 레오나르도 다 빈치의 꿈을 이루어라.
평가 기준	- 미션 이해와 이를 해결할 수 있는 구체적인 아이디어를 구상하였는가? - 아이디어 구상도는 정확하게 그렸고 설명서도 자세히 작성하였는가? - ‘오니슈터’가 작동할 수 있는 크랭크 축의 설계 및 제작 정도는 어떠한가? - 재료를 효과적으로 사용하여 아름다운 ‘오니슈터’ 작품을 제작하였는가? - 고무동력에 의한 ‘오니슈터’ 비행이 정상적으로 잘 이루어지는가? - 레오나르도 다 빈치와 자신이 만든 ‘오니슈터’를 비교해 보고 레오나르도 다 빈치 꿈을 실현할 수 있는 발명품에 대한 설명 정도는 어떠한가?
미션 탐구	- 비행원리(오니슈터 비행의 원리) 탐구 - 크랭크 축의 원리 탐구
미션 해결	- 미션해결을 위한 아이디어 구상 - 오니슈터 구상도 그려보기 - 제작 및 평가
미션 관련 지식	- 학생발명대회 비행과 날개와 관련된 출품작 소개

주. 출처 “위대한 발명가의 발명품을 소재로 한 발명교육 프로그램 개발 및 효과”
김기열, 함형인 저. 2013. **한국기술교육학회지**, 13(3), p. 57.

4) 체험중심 발명교육 프로그램(시뮬레이션을 활용한 발명아이디어 스케치)

체험중심 발명교육 프로그램 중 시뮬레이션을 활용한 발명아이디어 스케치는 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 아이디어의 모순을 찾아내고 실패 경험을 통해 아이디어를 보다 구체적으로 발전시키도록 하고 있다. 아이디어를 파일 형태로 저장할 수 있어 아이디어에 대한 공유가 쉽고, 시뮬레이션 활동을 통해 문제 해결 시간을 절약할 수 있는 장점이 있다. 수업활용 방안을 설계도구로 활용, 보조도구로 활용, 시뮬레이션만을 이용한 수업으로 선택하여 운영할 수 있다. 수업은 총 2차시로 구성되어 있으며 각각의 수업은 수업분위기 조성, 미션 제시, 활동 안내, 미션 탐구, 미션 해결, 결과 발표 및 평가, 정리하기, 생각 넓히기의 단계로 진행된다. 사용한 프로그램은 Phun으로 중력과 힘의 원리를 시뮬레이션 형태로 구현할 수 있으며, 프로그램을 익히기 쉽다. 프로그램의 내용은 <표 II-12>와 같다.

<표 II-12> 체험중심 발명교육 프로그램(시뮬레이션을 활용한 발명아이디어 스케치)

주제	학습목표
무한 반복 장치	- 모터의 회전운동을 이용하여 반복적인 물체의 운동을 만들어 낼 수 있다.
무한 점프 장치	- 회전운동을 직선운동으로 바꿀 수 있다.
지진에 강한 구조물	- 지진에 강한 높은 구조물을 만들 수 있다.
BB탄 자판기	- 동전을 넣으면 BB탄이 나오는 자판기를 구상하여 만들 수 있다.
병뚜껑 자판기	- 운동량 보존의 법칙을 이해하여 병뚜껑 자판기를 만들 수 있다.
자이언트 워터 플렉스	- 무게중심의 이동을 이해하여 자이언트 워터 플렉스를 만들 수 있다.

주. “체험중심 발명교육 프로그램_발명아이디어스케치(교사용) 김길수, 윤용진, 이상진 저. 2013. 특허청, 한국발명진흥회.”를 재구성한 것임.

5) 체험중심 발명교육 프로그램(골드버그 STEAM-T 프로그램)

체험중심 발명교육 프로그램 중 골드버그 STEAM-T 프로그램은 골드버그 장치 제작 요소를 유형별로 6개의 형태로 나누어 학습하도록 구성되어 있다. 수업의 흐름은 계획, 제작, 평가의 단계로 진행되며, 계획 단계에서는 미션 해결을 위한 아이디어 구상과 전체 및 모듈별로 구상도를 설계하고, 제작 단계에서는 재료들의 다양한 활용 방법을 추출하고 모듈별로 협동하여 작품을 제작하도록 하고 있다. 평가 단계에서는 전체 골드버그 장치를 조립하여 시연하고 추가 단계를 생각하여 정리하도록 하고 있다. 프로그램의 내용은 <표 II-13>과 같다.

<표 II-13> 체험중심 발명교육 프로그램(골드버그 STEAM-T 프로그램)

주제	학습목표
골드버그의 시작	- 주어진 4개의 미션을 통합하여 기본적인 골드버그 장치를 만들 수 있다. (줄자를 이용한 동력장치, 우드락을 이용한 레일, 2개의 공을 동시에 움직여라, 공을 공중에 띄워라)
운동과 골드버그의 만남 I	- 주어진 4개의 미션을 통합하여 기본적인 골드버그 장치를 만들 수 있다. (멀티 스타팅 출발하기, 회전 레일 만들기, 전등 켜기, 구슬 분리하기)
운동과 골드버그의 만남 II	- 물질의 다양한 성질들을 이용하여 골드버그 장치를 만들 수 있다. (알콜램프로 동력 전달하기, 고여 있는 물 내려 보내기, 이산화탄소 발생시키기, 종이컵 양팔저울 기울이기)
에너지와 골드버그의 만남	- 다양한 에너지들을 이용하여 골드버그 장치를 만들 수 있다. (태양으로 동력 전달, 전기로 바람에너지 생성, 360° 2회전 단계, 골드버그 방향 위로 전환)
지구과학과 골드버그의 만남	- 다양한 우주 현상들을 이용하여 골드버그 장치를 만들 수 있다. (진동으로 동력 전달, 없던 주행로 새로 만들기, 캐플러 접시 만들기, 로켓 멀리 높이 발사하기)

주. “체험중심 발명교육 프로그램_골드버그 STEAM-T 프로그램(교사용) 강석진, 백천기, 최병운 저. 2013. 특허청, 한국발명진흥회.”를 재구성한 것임.

다. 발명과 사고기법

1) 브레인스토밍

브레인스토밍은 알렉스 오스본이 개발한 집단 발상법이다. 주어진 시간에 가능한 한 많은 아이디어를 산출하게 하는 방법이다. 10명 내외로 집단을 구성하여 주어진 시간동안 아이디어를 산출하는 것으로 사회자는 토의를 진행하고, 기록자는 구성원이 제안한 아이디어를 핵심어 위주로 정리한다.

2) 브레인라이팅

브레인라이팅은 홀리거가 직업훈련 코스에서 소개한 것으로 침묵을 유지하면서 진행하므로 침묵의 브레인스토밍이라고도 한다. 사회자가 주제를 설명하고 브레인라이팅 용지를 구성원에게 하나씩 배부하면 구성원들은 5분 이내에 아이디어를 3개씩 생각하여 브레인라이팅 용지에 기입한 후 옆 사람에게 전달한다. 전달받은 사람은 앞 사람의 아이디어를 참고하여 생성한 아이디어를 5분 이내에 다음 줄에 기입한다.

3) 강제연결법

강제연결법은 서로 관계없는 둘 이상의 사물이나 아이디어를 강제적으로 연결시켜 새로운 아이디어를 생성하는 기법이다. 개선할 대상을 선정하여 연결할 대상을 무작위로 선택한다. 연결할 대상을 임의로 선택하여 속성을 열거한다. 연결한 대상의 속성을 개선할 대상에 적용한다.

4) 간단한 발명 기법

더하기 발명은 두 가지 이상의 기능을 합하거나, 기존 발명품에 새로운 기능을 추가하는 발명으로 연필 지우개를 예로 들 수 있다. 빼기 발명은 불편한 부분, 필요 없는 부분을 제거하여 기능을 개선하는 발명으로 씨 없는 수박을 예로 들 수 있다. 모양과 크기 변화 발명은 기존 제품 모양이나 크기를 변화시켜서 편리성과 실용성을 높이는 발명으로 다양한 모양의 과일을 예로 들 수 있다. 용도 전환 발명은 기존 제품의 쓸모를 바꾸거나 반대로 적용해보는 발명이다.

5) PMI 기법

PMI 기법은 제안된 아이디어의 좋은 점, 나쁜 점, 흥미로운 점을 살펴본 후 평가하는 방법이다. 이것은 어떤 아이디어에 대한 직관적인 판단을 피하면서, 간단하고 체계적인 방법으로 평가가 가능하게 한다(강종표 외, 2015).

2. 창의성

가. 창의성의 정의

창의성은 1950년대 Guilford가 미국심리학회(The American Psychological Association)에서 창의성의 중요성을 연설한 이래 최근까지 인간의 보편적 특성으로 널리 받아들여지게 되었다. 창의성의 개념은 학자들마다 조금씩 다르게 정의하고 있으나 통상적으로 비범한 아이디어를 산출하거나 전통적 사고유형에서 벗어나 새로운 사고를 하는 능력으로 이해되고 있다.

<표 II-14> 학자들의 창의성에 대한 견해

학자	개념
Guilford(1950, 1967)	확산적 산출을 사용하여 지식의 변환을 일으키는 과정으로 창의성을 문제해결력으로 인식
Torrance(1977)	근란한 문제를 인식하고 그것을 해결하기 위하여 아이디어를 내고, 가설을 세우고 검증하며, 그 결과를 전달하는 과정
Taylor(1988)	특정한 목적을 갖고 모인 집단에 의하여 지속적이고 유용하고 만족스러운 것으로 받아들여진 신기한 작품을 만들어내는 과정
Lubart(1994)	과제 조건에 맞는 새롭고 독창적인 작품을 생성하는 능력
Baer(1997)	새롭게 적절한 것을 산출하는 능력

나. 창의성의 구성요소

1) Guilford

Guilford는 창의성을 문제에 대한 민감성, 사고의 유창성, 사고의 융통성, 사고의 독창성, 재정의, 정교성 등의 6개의 하위요소로 구성된다고 제시하였다.

<표 II-15> Guilford의 창의성 구성요소

구성요소	내용
개방성	문제를 볼 줄 아는 능력
유창성	주어진 시간에 많은 아이디어를 생각해 내는 능력
융통성	다양한 사고 능력
종합력	정보의 분석, 종합 능력
독창성	문제에 포함된 의미의 명확한 파악과 새로운 반응의 도출 능력
정교성	주어진 문제를 세분화하는 능력
조직성	복잡한 문제를 간결하게 하는 것과 문제의 요소를 서로 관련시키는 능력

주. 출처 영재교육정보(<http://tjidea.co.kr>) 강충인. 2012.

20세기 중반까지는 Guilford의 확산적 사고력과 창의성을 인지적 능력으로 파악하거나 정의적 성향으로 설명하려는 경향이 주류를 이루었지만 20세기 후반에 들어 창의성은 미시적 관점이 대두되며 여러 요소들이 복합하여 나타난다고 가정하고 있다. 지적 모험심, 인내심, 지적 호기심 및 궁금증, 새로운 경험이나 정보에 높은 수용성 및 개방성, 자기 일에 열중, ‘미치다시피’ 심취, 자기 일에 대한 뚜렷한 목적의식 및 참여의식, 외부의 규제나 구속을 배척, 간혹 퇴행적이고 반추적 사고, 혼자 생각에 사로잡힘, 주위 사람들에게 영향을 미침 등의 형태가 최근 새롭게 인식하고 있는 창의성의 구성 요소라고 할 수 있다.

2) Torrance

Torrance(1970)도 창의성을 4가지 측면으로 언급하였다. 유창성은 아이디어의 양적인 풍부성에 관한 것으로, 독창성은 평범하지 않은 독특한 반응으로 설명하였다. 유연성은 사고의 방향이 얼마나 포괄적인가 또는 다양한가와 관련된 인지 과정으로, 정교성은 중심이 되는 생각을 정교화하거나 세부사항을 덧붙여 문제에 포함된 의미를 명확히 하고 부족한 것을 보충하는 능력으로 설명하였다.

Torrance(1974)는 이러한 능력을 측정하기 위해 창의성 검사를 개발하였고, 이 검사지는 창의성 측정뿐만 아니라 그 기능의 발전과 창의성 훈련 및 교육에도

활용되었다. 이 검사는 불완전한 도형을 완전한 도형으로 완성하게 함으로써 여러 각도에서 제시된 자극을 인지하게 하며, 여러 조합을 만드는 능력을 표현하게 한다(강윤정, 2010).

3) 이영덕 · 정원식

창의성을 순수한 지적능력과 성격적 특성을 포괄하는 개념으로 인식하였으며, 4가지 요인으로 구성된다고 판단하였다. 유창성은 주어진 자극에 대하여 제한된 시간에 많은 양의 변화를 보이는 능력이다. 반응의 질보다는 양이 중요하다. 개방성은 문제 사태에 대하여 민감하게 사실대로 지각을 할 수 있는 능력이다. 관련성이 없는 자극에 의하여 혼동되거나 장애를 받지 않고 독립적인 지각을 할 수 있는 것을 의미한다. 사고과정의 융통성은 한 가지 문제 사태에 대하여 다양하게 접근할 수 있는 능력이다. 주어진 어떤 문제를 해결하는 방법으로 한 가지 방법을 집착하지 않고 여러 가지 접근에 의한 해결을 보는 것은 그만큼 융통성이 있다는 것을 의미한다. 독창성은 사고의 결과로 나타난 반응의 독창성을 의미한다. 기존지식의 통합이나 재구성이 아니라 새로운 반응을 도출하는 능력을 말한다.

창의성 및 창의성 하위요인을 측정하기 위해 6개의 소검사를 개발하였다. 도형 찾기 검사는 지각적 개방성을 측정하는 검사이다. 그림완성 검사와 낱말쓰기 검사는 유창성을 측정하는 검사이다. 성냥문제 검사와 색채어휘 검사는 융통성을 측정하는 검사이다. 동화검사는 독창성을 측정하는 검사이다.

다. 발명교육과 초등학생의 창의성에 대한 연구

발명교육과 초등학생의 창의성에 대한 연구는 활발히 진행되고 있다. 허옥진(2002)이 발명기법 중심의 발명교육이 초등학생의 창의성 향상에 미치는 효과에 대한 연구를 실시하였고, 서석자(2003)는 발명교육이 창의성 증진에 미치는 영향에 관한 연구를 실시하였으며, 편도경(2005)은 발명교육 프로그램이 초등학생의 창의성에 미치는 효과를 연구하였다. 또 윤재중(2008)이 실과교과에 사용되는 도구의 발명을 통한 창의성교육을 연구하였으며, 조동현(2009)은 실과를 통한 발명교육이 아동의 창의성에 미치는 영향을 연구하였다. 변순학(2010)이 창의성 신장을 위한 발명교육 프로그램 개발 및 적용에 대한 연구를 실시하였고,

김기옥(2011)은 발명교육에서 위키 기반의 창의적 문제해결 수업 모형 적용이 창의성에 미치는 영향을 연구하였다. 전영찬(2012)이 아이디어 발상기법 중심의 발명교육이 초등학생의 창의성에 미치는 효과를 연구하였고, 윤태호(2013)는 동화활용 발명교육 프로그램이 초등학생의 창의성에 미치는 영향을 연구하였다. 문현정(2013)이 창의성 순발력 과제 수행이 초등 발명영재의 창의적 인성에 미치는 효과를 연구하였고, 김성준(2014)은 스캠퍼 기법을 활용한 재활용 발명교육 프로그램이 초등학생의 창의성에 미치는 영향을 연구하였다. 최근에 김소영(2015)이 RSP 모형을 적용한 초등 실과 교과에서의 발명교육 프로그램이 창의성에 미치는 영향을 연구하였다.

<표 II-16> 발명교육과 초등학생의 창의성에 대한 연구

저자	연구 활용한 창의성 구성 요소	효과가 입증된 창의성 구성요소
허옥진(2002)	개방성, 유창성, 융통성, 독창성	유창성, 융통성
서석자(2003)	개방성, 유창성, 융통성, 독창성	유창성, 융통성
편도경(2005)	개방성, 유창성, 융통성, 독창성	유창성, 융통성, 독창성
조동현(2009)	독자성, 개방성, 집요성, 호기심	집요성, 호기심
변순학(2010)	유창성, 독창성, 제목의 추상성, 정교성, 성급한 종결	유창성, 독창성, 정교성
김기옥(2011)	유창성, 융통성, 독창성	유창성
전영찬(2012)	유창성, 유연성, 독창성, 정교성	유연성, 독창성, 정교성

<표 II-16> 계속

윤태호(2013)	철저함과 최선을 다함, 사회적 책임감, 개방성, 독립성, 독단과 충동적 사고, 상상력과 환상, 확산적 및 수렴적 사고, 창의적 사고 능력, 내재적 동기, 호기심 및 다양한 관심, 근면, 용기	철저함과 최선을 다함, 사회적 책임감, 개방성, 독단과 충동적 사고, 상상력과 환상, 확산적 및 수렴적 사고, 창의적 사고 능력, 내재적 동기, 호기심 및 다양한 관심, 근면, 용기
문현정(2013)	호기심, 자기 확신, 상상, 인내/집착, 독립성, 모험심, 개방성, 유머감	상상, 모험심
김성준(2014)	개방성, 유창성, 융통성, 독창성	개방성, 유창성, 독창성
김소영(2015)	유창성, 독창성, 정교성	유창성, 독창성, 정교성

3. 3D 프린터와 3D 프린팅

가. 3D 프린터 활용의 국내외 동향

3D 프린터의 시장 점유율을 제조국 중심으로 살펴보면 미국이 72.9%, 유럽이 10.2%, 이스라엘이 9.3%, 일본과 중국이 3.7%, 한국이 2.2%로 한국의 시장 점유율은 다른 나라보다 낮은 수준이다. 또한 외국의 경우 3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터 관련 교육도 활발히 이루어지고 있다. 영국은 만 5세부터 16세의 학생들에게 코딩 기술과 3D 프린터 교육을 표준교과과정으로 편성하였다. 특히 1~2학년에 구조물을 만드는 방법과 안정감 있게 강화하는 방법을 주제로 교육 과정을 편성하였고, 3~6학년에 보다 복잡한 구조물과 회로 및 모터와 같은 전기 장치를 주제로 교육과정을 편성하였다. 7~9학년에 진보된 디자인 기술과 3D 모델링, 수학 모델을 학습하며, 3D 프린터를 활용해 실제 디자인한 것을 제작하도록 하고 있다(김민정, 2014).

국내의 3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터 활용은 디자인 분야를 중심으로 연구되고 있다. 임준빈, 정의철(2014)은 3D 프린터 시대의 입체조형 교육 방향을 기존의 조형교육의 점, 선, 면의 형태의 교육에서 탈피한 생산방식을 고려한 조형교육으로 패러다임의 전환이 필요하다고 주장하였다. 조운호, 유보현(2014)은 도학 중심의 스케치 교육은 3D 프린터 시대에 새로운 변화를 맞고 있으며

설계 기반의 솔리드 모델링 소프트웨어에서 요구되는 교육은 종속 관계에 기반을 둔 스케치 교육이라고 주장하였다.

나. 3D 프린팅

3D 프린팅이란 재료를 겹겹이 쌓아 올려서 부품을 만들고, 이를 이용해 최종 제품을 만들어내는 것으로 제조공정에서 많이 쓰는 용어이다. 1980년대에 개발된 이 공정은 제조업계에서 침삭 가공 혹은 빠른 프로토타이핑(prototyping)으로 알려져 있다. 프로토타이핑이란 설계를 계속해서 개선하면서 제품을 생산하는 과정이며, 각각의 설계 변경을 이터레이션(iteration)이라고 부른다. 3D 프린팅 방식은 다양하다. 플라스틱 필라멘트 압출 적층 방식, FFF 방식, 액체 형태의 강경화성 플라스틱을 굳히는 방식, 파우더 기반 방식, 3D 프린터로 왁스 모델을 만들어 로스트 왁스 주조법을 사용하는 방식 등이 있다. 3D 프린팅 프로세스는 [그림 II-3]에서 보는 것처럼 3D 모델을 스케치업과 같은 컴퓨터 프로그램으로 만든다. 3D 모델을 슬라이싱 프로그램이 읽을 수 있는 형식으로 변환한다. 슬라이싱 프로그램에서 STL 파일을 로딩하여 지코드(g-code)라는 명령어를 생성하고, 프린터는 지코드를 바탕으로 모델을 생성하게 된다. 프린터가 한 층씩 모델을 쌓아 올린다. 3D 프린터로 얻어진 결과물을 후처리 작업을 한다.

단계	내용
1	3D 모델을 스케치업과 같은 컴퓨터 프로그램으로 만든다.
↓	
2	3D 모델을 슬라이싱 프로그램이 읽을 수 있는 형식으로 변환한다. 보통 Stereolithography(STL) 형식이다.
↓	
3	슬라이싱 프로그램에서 STL 파일을 로딩하여 지코드(g-code)라는 명령어를 생성하고, 프린터는 지코드를 바탕으로 모델을 생성하게 된다.
↓	
4	프린터가 한 층씩 모델을 쌓아 올린다.
↓	
5	후처리 작업이 필요하거나 혹은 필요하지 않을 수도 있다.

[그림 II-3] 3D 프린팅 프로세스

Ⅲ. 연구방법

1. 실험 설계

3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램은 ADDIE 모형의 절차에 의해 개발하였다. 개발된 프로그램은 전문가 집단의 검증을 거쳐 최종 완성하였다.

3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램에 참여한 학생의 창의성 변화가 통계적으로 유의미한 차이를 갖는지 검증하기 위하여 프로그램에 참여한 실험집단과 비교집단을 대상으로 참여 전과 참여 후에 창의성 검사를 계획하였다. 이 결과를 바탕으로 사전 사후 차에 의한 대응 표본 t 검증을 실시하기로 하였다. 이러한 실험방안을 간단히 그림으로 나타내보면 다음과 같다.

$$\frac{(R_1) \quad O_1 \quad X_1 \quad O_2}{(R_2) \quad O_1 \quad X_2 \quad O_2}$$

(R_1)=실험집단, (R_2)=비교집단,

O_1 =사전 창의성 검사, O_2 =사후 창의성 검사,

X_1 =3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램 적용,

X_2 =일반적인 발명교육 프로그램 적용

주. (R)=인택그룹(intac group)

[그림 Ⅲ-1] 실험 설계 모형

[그림 Ⅲ-1]에서 보듯이 우선 본 연구자가 재직 중인 학교의 5학년 2개 학급을 표집하여 학생들의 창의성을 측정하는 사전검사를 실시하였다. 그리고 1개 학급 29명의 학생들에게는 3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램을 실시하였고, 다른 1개 학급 29명의 학생들에게는 일반적인 발명교육을 실시하였다. 발명교육 실시 후 학생들의 창의성 측정을 위한 사후검사를 실

시하였다. 그 후 3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램을 실시한 집단(R_1)의 사후검사 결과와 사전검사 결과의 차이(O_2-O_1)가 통계적으로 유의미한지 t검증하였다. 또 사후검사와 앞서 사전검사의 창의성 하위요소 산술 평균치들 간의 차이를 각 실험집단별로 산출해서 3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램을 받은 실험집단의 산술 평균치들 간의 차이가 일반적인 발명교육을 받은 실험집단의 산술 평균치들 간의 차이보다 유의적으로 크면 두 번째 연구내용이 입증되는 것으로 간주하였다. 세 번째 연구내용인 흥미도와 학습태도는 프로그램이 끝난 후 학생들의 설문 결과를 분석하여 알아보았다.

2. 연구 대상

본 연구에서는 제주특별자치도 제주시 소재의 N초등학교 5학년 1개 학급 29명을 실험집단으로, 다른 1개 학급 29명을 비교집단으로 실험을 진행하였다. 2개 학급 모두 정규 학교 교육과정을 통해 발명교육을 받은 학생들은 없었다.

실험을 위해서 프로그램을 적용할 실험집단과 비교집단에게 사전 창의성 검사를 실시하였으며 독립표본 t검정을 통하여 집단의 동질성 분석을 실시하였다. 이 검사 결과는 <표 III-1>과 <표 III-2>에 나타나 있다. <표 III-2>를 살펴보면 표집 대상인 2개 학급의 개방성, 독창성 평균은 비교집단이 유창성, 융통성, 창의성 평균은 실험집단이 높은 것으로 나타났으나, 통계적으로 유의미한 차이는 없었다. 따라서 두 집단을 창의성과 창의성 하위요소인 개방성, 유창성, 융통성, 독창성에서 동일한 집단으로 판단하였다.

<표 III-1> 실험집단과 비교집단의 사전 창의성 검사 결과

요인	그룹	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
창의성	실험집단	29	47.66	24.99
	비교집단	29	45.38	30.73
개방성	실험집단	29	38.72	25.80
	비교집단	29	39.76	27.42
창의성 하위 요소	유창성	29	54.46	30.73
	비교집단	29	44.24	30.93
융통성	실험집단	29	53.55	22.52
	비교집단	29	51.90	31.14
독창성	실험집단	29	37.17	23.81
	비교집단	29	38.86	23.60

<표 III-2> 실험집단과 비교집단의 사전 창의성 독립표본 t검정 결과

요인	Levene의 등분산 검정		평균의 동일성에 대한 t-검정			
	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
창의성	3.15	.082	7.35	.31	56	.758
개방성	.40	.529	6.99	-.15	56	.883
창의성 하위 요소	.14	.712	8.10	1.26	56	.212
융통성	11.07	.002**	7.17	.23	51	.817
독창성	.12	.729	6.23	-.27	56	.787

주. ** $p < .01$, 융통성은 등분산이 가정되지 않음.

3. 연구 기간

본 연구는 2014년 3월 1일부터 2015년 2월 28일까지 수행하였다. 3D 도면 제작 프로그램을 2014년 3월부터 8월까지 6개월에 걸쳐 개발하였으며, 교수학습 지도안을 작성하고 전문가 집단에 의뢰하여 검토한 후 PPT 자료를 제작하였다. 사전 창의성 검사는 9월 4일, 사후 창의성 검사는 12월 3일 코리안테스팅센터에 의뢰하여 실시하였다. 프로그램은 2014년 9월부터 11월까지 적용하였다. 프로그램 적용을 위해 주당 2시간인 실과시간 중 컴퓨터실을 사용할 수 있는 1시간을 활용하여 프로그램을 운영하였다. 1~4차시는 교실에서 수업을 진행하였으며, 5~9차시는 컴퓨터실을 활용하여 수업을 진행하였다. 원활한 수업진행을 위해 구글 스케치업 2014를 미리 설치해 두었고, 5~6차시 수업과 7~9차시 수업은 블록타임으로 설정하여 운영하였다. 흥미도 검사지는 자체 개발하여 12월 17일 실시하였다. 2014년 12월부터 2015년 2월까지 연구 자료를 분석하고 결과를 도출하였다.

<표 III-3> 연구 기간

연구 내용	연구 일정
프로그램 개발	2014. 3. ~ 8.
창의성 사전 검사	2014. 9. 4.
프로그램 적용	2014. 9. ~ 11.
창의성 사후 검사	2014. 12. 3.
흥미도 검사	2014. 12. 17.
연구 결과 도출	2014. 12. ~ 2015. 2.

4. 검사 도구 및 분석 방법

가. 창의성 검사지

3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램을 학습한

초등학생의 창의성 변화 정도를 분석 및 검증하기 위해서 이영덕·정원식(1995)이 개발한 간편 창의성 검사지를 사용하였다. 이 검사지는 창의성과 창의성 하위요소인 개방성, 유창성, 융통성, 독창성 검사로 이루어져있으며 각 창의성에 대한 문항 신뢰도는 .70 ~ .90으로 알려져 있다.

나. 흥미도 및 학습태도

3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램을 활용한 발명수업을 마친 후 해당 학생들에게 사후 설문 조사를 실시하여 발명교육에 대한 흥미도 및 학습태도를 조사하고 이를 분석하였다. 설문문항은 스토리텔링을 적용한 로봇교육프로그램이 초등학생의 창의성 계발과 흥미도에 미치는 영향(문경환, 2015)에 사용된 흥미도 설문지를 수정하여 사용하였다. 연구에 사용된 설문문항은 초등학생이 이해하기 쉽도록 진술되어 있으며, 흥미도 설문지가 특별히 로봇교육을 위해 제작된 것은 아니므로 발명 수업에 대한 흥미도를 추출할 수 있을 것으로 판단하였다. 설문 영역은 지속성, 심화, 진로탐색, 긴장감의 4개 영역으로 구성하였으며, 지속성은 3개의 문항으로 나머지 영역은 각각 1개의 문항으로 설문지를 구성하였다. 설문은 5점 Likert 척도를 활용하여 문항을 제작하였으며, 6개 문항에 대한 신뢰도는 Cronbach의 Alpha 값이 .765이다.

<표 III-4> 흥미도 설문 문항 내용

영역	문항 번호	내용
지속성	1	3D 도면 제작 프로그램과 관련된 발명교육을 지속적으로 받고 싶다.
	2	3D 프린터를 활용하여 생활용품이나 장난감을 만들고 싶다.
	3	3D 프린터와 관련된 동아리가 있다면 들어가고 싶다.
심화	4	더 높은 단계의 3D 도면 제작 프로그램 기술을 배우고 싶다.
진로탐색	5	3D 도면 제작 프로그램과 관련된 직업을 갖고 싶다.
긴장감	6	3D 프린터를 활용한 발명교육시 질문을 받을까 봐 걱정이 된다.

다. 분석 도구

창의성 결과를 통계적으로 검증하기 위하여 SPSS 18.0 for windows 프로그램을 이용하였다. 분석 방법으로 평균, 빈도, 표준편차 등의 기술통계와 더불어 대응표본 t검증, 독립표본 t검증의 추리통계가 사용되었으며, 이때 검증 조건은 유의수준 $\alpha=0.05$ 에서 양방향 검증을 실시하였다.

5. 프로그램 개발 방법

이 연구에서는 타당성 있는 3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램을 개발하기 위해서 ADDIE 모형을 적용하였다. ADDIE 모형은 교수체계의 일반 모형으로 초등 교사를 위한 발명교육 프로그램 개발(김용익, 2008)에서도 사용된 바가 있다.

첫째, 분석 단계에서는 선행연구, 교육여건, 대상 학생에 대한 분석이 이루어졌으며 프로그램 적용을 위한 환경을 구축하였다. 먼저 2007 개정 실과교육과정과 검정교과서를 살펴보고 발명교육을 적용할 수 있는 내용을 추출하였다. 또한 3D 프린터의 사용방법과 국내외 3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램 적용 사례에 대한 정보를 수집하고 이를 분석하였다.

대상학생의 경우 실험집단 29명 중 학습부진학생은 없었으며, 읽기능력 및 쓰기 능력은 평균 수준이었다. 컴퓨터를 전문적으로 다룬 경험은 없었으며, 발명교육을 받은 경험도 없었다. 프로그램을 적용할 공간으로 컴퓨터실과 교실을 설정하였다. 학교의 컴퓨터실은 각 반마다 운영시간표가 정해져 있었으나 프로그램 운영에 용이하도록 이를 조정하였다. 3D 프린터 2대를 발명교육센터에서 대여하여 프로그램 적용이 가능하도록 교실에 설치하였다. 실험집단과 비교집단을 연구자가 모두 교육하기 위해 비교집단의 실과는 연구자가 수업을 하고, 실험집단의 미술은 비교집단 담임교사가 교환하는 수업을 하는 것으로 수업 시수를 조정하였다. 프로그램 개발을 위해 연구자 및 검토자는 2014 맞춤형(MDL) 3D 프린터 활용 및 모델링을 통한 STEAM 체험 직무연수(15시간)를 이수하였다.

둘째, 설계 단계에서는 선행연구와 교육 여건을 통해 얻은 시사점을 기초로 프

로그래밍의 목표를 설정하고, 프로그램 내용을 선정 및 조직하였다. 또한 교수·학습 전략과 매체를 선정하였으며 프로그램 개발 지침을 선정하였다. 2007 개정 실과교육과정 중 발명교육 프로그램과 관련된 단원은 생활 속의 목제품이었다. 교육과정의 목표가 산업 기술에 대한 개념과 특성을 이해하고 일상생활과 관련 되는 문제를 창의적으로 해결함으로써 산업 기술에 대한 바람직한 자세와 미래 사회에 적응하는 능력과 태도를 기르는 것이므로 이를 전제로 프로그램의 목표를 3D 프린터의 쓰임새를 알고, 3D 도면 제작 프로그램을 활용하여 3D 제작물을 만들어봄으로써 3D 프린터의 제작 과정을 이해하고 제품을 직접 만들어 활용하고자 하는 태도를 기르는 것으로 정하였다.

3D 프린터의 출력시간은 제품의 성능에 따라서 차이가 있으나 연구에 사용한 3D 프린터로 밑면의 가로와 세로가 5cm인 직육면체를 뽑을 경우 높이가 5cm 일 때 3시간 30분~4시간, 10cm일 때 7시간 30분~8시간, 15cm일 때 9시간 30분~10시간이 소요되는 것으로 파악되었다. 프로그램을 통해 결과물 출력이 마무리되고 결과물에 대한 평가가 이루어지기 위해서 3D 제작물의 크기를 제한하여 도면을 작성할 필요가 있다고 판단하였다. 밑면의 가로와 세로를 5cm 이내로, 높이를 10cm 이내로 작성하도록 3D 도면 제작 기준을 세웠다.

학생들의 학업성취수준은 평균정도이나 컴퓨터를 다룬 경험이 부족하고 발명교육을 받은 경험이 없어 생활의 전반에 대한 아이디어를 발상하는 것 보다는 영역을 제한하여 아이디어를 쉽게 창출하는 것이 학습에 도움이 될 것으로 판단하여 발명의 주제를 학생들이 자주 사용하는 「연필꽂이를 활용한 발명품 제작」으로 선정하였다.

발명교육의 수업모형은 성철, 김동연, 김진수(2000)의 ‘초등학생 발명교육을 위한 수업모형’을 변형하여 적용하였다. 이 모형에서는 초등학생 발명교육을 위해서 총 6개의 단계와 하위 학습 활동을 제시하고 있는데, 각 단계는 동기유발, 아이디어 발상, 아이디어 타당성, 아이디어 활동과 구상, 발명품의 제작, 발표 및 토의, 발명품 완성으로 이루어져있다.

셋째, 개발 단계에서는 설계단계에서 세운 기준에 맞게 프로그램을 구성하고, 교수·학습 과정안을 작성하였다. 또한 수업에 활용할 자료를 제작하였다. 프로그램의 내용은 연구결과에 제시하였으며, 교수·학습 과정안과 수업자료는 부록

에 수록하였다.

넷째, 실행 단계는 구안된 프로그램을 학생들이 경험하게 하는 활동 단계로서, 주당 2차시씩 5주에 걸쳐 총 10차시의 발명교육을 실시하였다. 교수·학습 과정안과 더불어 활동지 혹은 시청각 매체 등의 수업 자료를 활용하였다.

5학년 목제품 만들기에 제시된 선반 만들기 도면 프로그램을 기초로 3D 도면 제작프로그램의 일종인 구글 스케치업을 익히도록 하였고, 발명 아이디어를 3D 도면으로 표현하기 위해 필요한 내용은 질문을 받아 개별적으로 안내하였다. 학생들이 3D 도면 제작 프로그램으로 표현한 3D 도면을 교사에게 메일로 전송하면 G-code 변환 후 3D 프린터로 뽑을 수 있는 판단기준에 알맞은 도면을 선정하여 출력하였다.

다섯째, 평가 단계에서는 프로그램을 적용한 후 프로그램 효과에 대한 양적 평가로서 창의성 평가가 이루어졌고, 질적 평가로서 학생의 흥미도 및 학습태도에 대한 서술이 이루어졌다.

단계	내용
분석(Analysis)	<ul style="list-style-type: none"> - 선행 연구 분석 - 교육 여건에 대한 분석 - 대상 학생 선정 - 프로그램 적용을 위한 환경 구축
↓	
설계(Design)	<ul style="list-style-type: none"> - 프로그램 목표 설정 - 프로그램 내용 선정 및 조직 - 교수·학습 전략 및 매체선정 - 프로그램 개발 지침
↓	
개발(Development)	<ul style="list-style-type: none"> - 프로그램 개발 및 편집 - 지도안 및 수업 자료 제작
↓	
적용(Implementation)	<ul style="list-style-type: none"> - 프로그램 운영(주당 2차시, 5주) - 관찰기록 및 유지
↓	
평가(Evaluation)	<ul style="list-style-type: none"> - 프로그램 평가(창의성 검사, 흥미도 및 학습태도 서술)

[그림 III-2] ADDIE 모형을 적용한 프로그램 개발 절차

IV. 연구결과

1. 프로그램의 내용

3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램은 총 10차시로 구성되어 있으며 프로그램을 구성하는 학습활동을 <표 IV-1>과 같이 구체화하였다.

3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램은 개발 과정에서 N초등학교에서 사용하고 있는 천재교육 실과 교과서의 학습주제를 재구성하였는데, 관련된 단원은 5학년 8개 단원 중 5단원 생활 속의 목제품이었다. 목제품 만들기 단원은 <표 IV-2>에서 제시된 것처럼 총 12차시로 구성되어 있으며, 1~2차시는 목재의 특성과 종류 및 활용에 대한 내용을 다루고 있어 3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램에 적합하지 않다고 판단되어, 3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램에는 적용하지 않았다. 3차시인 아이디어 스케치는 아이디어 발상 후에 적용하였으며 5차시 주제인 발명 기법 알기를 1차시로 바꾸어 프로그램을 개발하였다. 또한 발명 아이디어 발상을 위해 운영할 시간이 부족하여 발명 아이디어 발상의 범위를 학생들이 자주 사용하는 연필꽂이로 제한하여 운영하였다.

<표 IV-1> 실험집단 본시 학습주제

차시	학습주제
1/10	발명 기법과 그에 따른 예 알아보기
2/10	확산적 사고를 통한 발명 아이디어 창출
3/10	수렴적 사고를 통한 발명 아이디어 창출
4/10	아이디어를 프리핸드 스케치로 표현하기
5~6/10	선반 제작과정을 통한 스케치업 사용방법 익히기
7~9/10	3D 도면 프로그램을 활용한 발명품 도면 제작
10/10	발명품 제작 과정과 결과의 평가

<표 IV-2> 2007 개정 교육과정에 제시된 발명교육 관련단원 학습주제

차시	학습주제
1/12	목재의 특성
2/12	목재의 종류와 활용
3/12	목제품 아이디어 스케치하기
4/12	구상도 그리기
5/12	발명 기법 알기
6/12	제작도 그리기
7/12	공정표와 재료표 작성하기
8/12	목제품 만들기 및 평가하기(1/4)
9/12	목제품 만들기 및 평가하기(2/4)
10/12	목제품 만들기 및 평가하기(3/4)
11/12	목제품 만들기 및 평가하기(4/4)
12/12	목제품의 재활용

주. 출처 **초등학교 5학년 실과 지도서**(p. 137) 김병수 등 저. 2011. 천재교육.

동기유발 단계에서는 발명 기법과 발명과 관련된 사례 및 이야기를 중심으로 학생들이 발명에 대한 흥미와 관심을 갖도록 구성하였다. 발명 사례로는 “흥려, 깎지 않는 연필을 발명하다!”를 통해 흥미를 갖도록 하였다. 발명 기법은 더하기 기법과 빼기 기법, 크게 하기 기법, 작게 하기 기법을 알아보았다.

아이디어 발상 단계에서는 확산적 사고 과정을 통해 발명 아이디어를 창출하였다. 특히 강제결합기법을 사용하여 발상한 발명 아이디어를 칠판에 릴레이로 적는 활동을 통해 사고의 확장 과정을 거쳤다. 아이디어 타당성 검토 단계에서는 수렴적 사고 과정을 통해 발명 아이디어를 구체화하였다. PMI 기법을 활용하여 강제결합법을 통해 얻은 발명 아이디어를 구체화 하는 과정을 거쳤다. 아이디어 활동과 구상 단계에서는 실험집단과 비교집단 모두 프리핸드 스케치 기법을 알아보고, 프리핸드 스케치로 자신이 생각한 아이디어를 표현하도록 하였다.

기술의 습득 단계에서는 실험집단과 비교집단이 활동을 달리하였는데 실험집단은 구글 스케치업 사용방법을 학습하는 것으로, 비교집단은 목재 공구를 사용

하는 방법을 체득하는 것으로 구성하였다. 발명품 제작단계는 3차시로 구성하였다. 실험집단은 3D 프린터를 실제로 조작하여 발명품을 제작하는 과정을 익히도록 하였고, 비교집단은 목재를 활용하여 발명품을 제작하도록 구성하였다.

마지막으로 발표 및 토의 과정을 거쳤다. 만든 발명품을 다른 사람 앞에서 발표하고, 친구들과의 질의응답 과정을 통해 피드백을 받을 수 있도록 차시를 구성하였다. 발명품 평가는 자기 평가, 동료 평가, 교사 평가를 받도록 하였다.

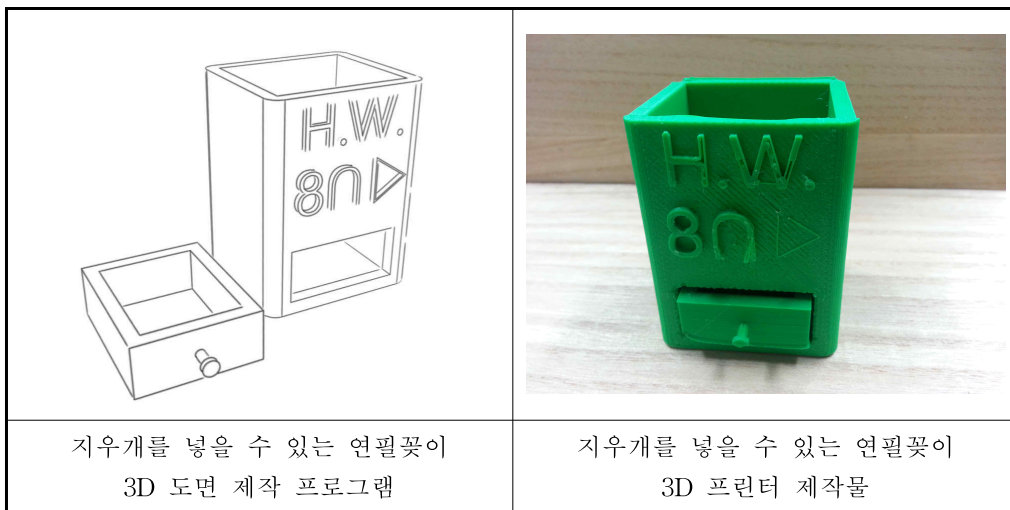
단계	내용		차시
	일반적인 발명수업	3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명수업	
동기유발	<ul style="list-style-type: none"> - 발명 기초 이론 - 발명에 관련된 사례 및 이야기 		1
↓			
아이디어 발상	<ul style="list-style-type: none"> - 확산적 사고를 통한 아이디어 창출 		2
↓			
아이디어 타당성 검토	<ul style="list-style-type: none"> - 수렴적 사고를 통한 아이디어 구체화 		3
↓			
아이디어 활동과 구상	<ul style="list-style-type: none"> - 발명 아이디어 구상 - 아이디어 스케치 		4
↓			
기술의 습득	<ul style="list-style-type: none"> - 도면 그리기 - 목재 공구 사용법 습득 	<ul style="list-style-type: none"> - 스케치업 사용법 습득 - 3D 도면 그리기 	5~6
↓			
발명품의 제작	<ul style="list-style-type: none"> - 목재를 활용한 발명품 제작 	<ul style="list-style-type: none"> - 3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명품 제작 	7~9
↓			
발표 및 토의 발명품 완성	<ul style="list-style-type: none"> - 발명품 발표 및 토의 - 발명문제해결 과정에 대한 평가 - 발명 결과 평가를 통한 피드백 		10

[그림 IV-1] 3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램 흐름도

2. 3D 결과물

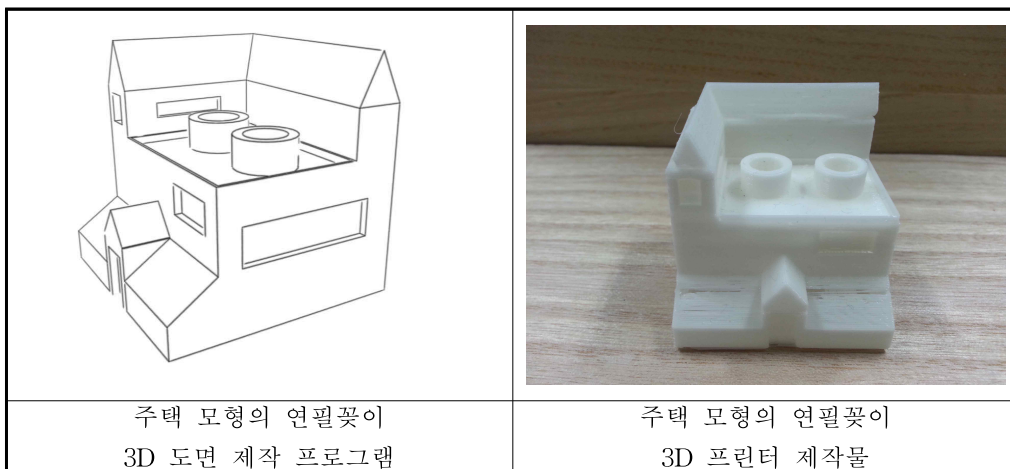
가. 수업 결과물

3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램의 주제는 연필꽂이였다. 학생들은 연필꽂이의 불편한 점을 찾아보고 연필꽂이를 개선하는 아이디어를 제시하였다. 이를 3D 도면으로 제작하고 평가기준에 따라 3D 프린터로 제작할 3D 도면을 선정하여 제작하였다. 학생들은 제시한 연필꽂이의 불편한 점은 공간이 좁아 많은 수의 필기구를 저장할 수 없고, 지우개가 연필꽂이의 아래쪽으로 내려가 꺼내기 어렵다는 것이었다. 이러한 점 이외에도 모양이 예쁘지 않고 공간을 많이 차지하며 책상 위에 있으면 잘 넘어지는 것이 불편하다고 하였다. 개선 점으로는 지우개를 넣는 공간과 연필을 넣는 공간을 분리하기, 연필꽂이의 크기를 크게 하거나 작게 하기, 연필꽂이를 다양한 모양으로 제작하기 등의 해결방안을 제시하였다. 학생들은 자신이 제시한 의견을 설계도면에 연필로 그려보았고, 이를 바탕으로 3D 도면 제작 프로그램을 활용하여 3D 도면으로 제작하였다.



[그림 IV-2] 지우개를 넣을 수 있는 연필꽂이 3D 도면 및 제작물(예시)

[그림 IV-2]는 지우개를 넣을 수 있는 연필꽂이를 3D 도면 제작 프로그램과 3D 프린터를 활용하여 제작한 결과물이다. 연필꽂이의 전면에 자신의 이니셜을 이용하여 디자인 하였고, 연필을 꽂을 부분과 지우개를 담을 부분의 공간을 분리하여 제작하였다. 실제 3D 프린터(Cel사의 Robox)로 뽑을 때는 연필을 꽂을 부분과 지우개를 담는 부분을 분리하여 제작하였으며, 제작이 끝난 후 사포로 끝부분을 가공하여 연필꽂이에 지우개 넣는 함을 넣어 완성하였다. 제작물 사진에서 보는 것처럼 3D 프린터로 제작한 부분의 일부가 완성도가 떨어지는 것을 볼 수 있으며 연필을 꽂는 부분의 일부가 휘어져있는 것을 볼 수 있었다. 그럼에도 불구하고 본 제품을 제작한 학생은 자신이 머릿속에서 생각했던 발명 아이디어가 오차범위 없이 3D 프린터로 제작된 것을 보고 신기해하였다.



[그림 IV-3] 주택 모형의 연필꽂이 3D 도면 및 제작물(예시)

[그림 IV-3]은 주택 모형의 연필꽂이를 3D 도면 제작 프로그램과 3D 프린터를 활용하여 제작한 결과물이다. 주택 모형을 이용하여 연필꽂이를 디자인하였고, 주택의 굴뚝 부분을 활용하여 연필을 꽂을 부분을 제작하였다. 설계시 3D WAREHOUSE의 모형을 참고하여 설계하였으며, (주)로킷의 3DISON+로 제작하였다. 제작이 끝난 후 사포로 다듬었다. 목공구 또는 다른 실습도구를 사용하여 제작하기 어려운 주택모형의 연필꽂이를 단시간에 3D 프린터를 활용하여 완성하였다.

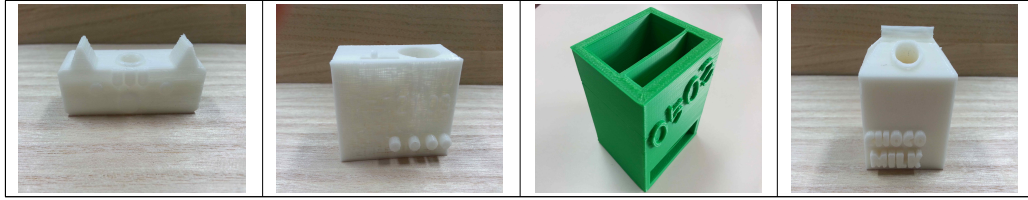
나. 수업 결과물 비교·분석

3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육을 실시한 실험집단의 결과물은 [그림 IV-4]이고, 일반적인 발명교육을 실시한 비교집단의 결과물은 [그림 IV-5]이다. 모양이나 세부적인 표현을 살펴보면 실험집단의 결과물이 비교집단의 결과물에 비해 훨씬 다양하고 정교하다. 실험집단은 전체적인 모양에서도 우유팩, 라디오, 고양이 등의 모양을 활용하여 결과물을 제작하였으며, 세부적인 부분에서도 글자를 세기거나 버튼을 만들어 자신이 생각한 아이디어를 구체적으로 표현한 것을 알 수 있다. 반면 비교집단의 결과물은 일반적인 연필꽂이 형태에 리본을 붙이거나, 포장지나 목재용 물감을 활용하여 색을 입히는 등의 변화를 준 것이 특징이라고 할 수 있다.

결과물을 통해 3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용하여 발명교육을 하게 되면 학생들이 다양한 아이디어를 산출한다는 것을 알 수 있다. 이는 학생들이 제작에 대한 부담에서 벗어나 모양이나 형태의 변화에 두려움을 갖지 않고 아이디어를 발산하기 때문에 다양한 아이디어를 제시하는 것으로 생각된다. 또 그림을 잘 그리지 못하는 학생도 3D 도면 제작 프로그램을 사용하여 쉽게 도면을 작성할 수 있기 때문에 자신의 아이디어를 제작할 수 있다.

3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육의 장점으로는 학생들이 3D 도면 제작 프로그램으로 그린 도면을 돌려보면서 입체에 대한 이해의 폭을 넓힐 수 있다는 것이다. 실제로 제작된 결과물을 확인해 보았을 때에도 비교집단에서는 미흡하게 처리되었던 면과 면사이의 접착, 면의 크기가 서로 맞지 않아 다시 제작하는 문제 등이 실험집단에서는 발견되지 않았다.

반면 3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육의 단점으로는 10차시의 3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램 중 2~3차시로는 3D 도면 제작 프로그램을 완벽하게 익히는데 시간이 부족하고, 3D 도면 제작시 3D 프린터의 출력과정에 대한 이해가 부족하기 때문에 3D 프린터로는 제작이 불가능한 아이디어를 제시하는 경우도 발생하는 것은 문제점이라고 하겠다. 또 3D 프린터로 출력하는데 소요되는 시간이 길어 수업시간에 결과물을 확인하지 못해 학생들이 답답해하는 모습을 보인 경우도 있었다.



[그림 IV-4] 실험집단의 결과물(예시)



[그림 IV-5] 비교집단의 결과물(예시)

3. 창의성 검증 결과

가. 실험집단의 사전·사후 창의성 검증 결과

두 번째 연구내용에서 알아보하고자한 3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램이 초등학생의 창의성에 미치는 효과를 측정하기 위해 실시한 실험집단의 사전·사후 창의성 검사 결과는 <표 IV-3>과 <표 IV-4>와 같다. <표 IV-3>은 실험집단의 사전·사후 창의성 검사 결과 비교표이고, <표 IV-4>는 이 결과가 통계적으로 유의미한지 검증하기 위해 실시한 사전·사후의 차에 의한 대응표본 t검증 결과이다. <표 IV-4>를 살펴보면 사전 창의성 검사 결과에 비해 사후 창의성 검사 결과의 창의성 평균은 28.10 증가한 것으로 나타났으며, 창의성 하위요소 중 개방성 평균은 22.31, 유창성 평균은 22.37, 융통성 평균은 23.24, 독창성 평균은 6.41 증가한 것으로 나타났다. 창의성($t=7.51, p<.001$)에서 유의미한 차이가 존재함을 알 수 있었으며, 창의성 하위요소도 독창성을 제외한 개방성($t=3.91, p<.01$), 유창성($t=4.75, p<.001$), 융통성($t=3.77, p<.01$)에서 유의미한 차이가 존재함을 알 수 있었다. 따라서 3D 도면

제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램은 초등학생의 창의성을 향상시키며 특히 개방성, 유창성, 융통성을 신장시키는데 탁월한 효과가 있는 것으로 판단된다.

<표 IV-3> 실험집단의 사전·사후 창의성 검사 결과

요인	구분	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
창의성	사전	29	47.66	24.99
	사후	29	75.76	23.31
개방성	사전	29	38.72	25.80
	사후	29	61.03	25.75
창의성 하위 요소	유창성 사전	29	54.46	30.73
	사후	29	76.83	25.00
융통성	사전	29	53.55	22.52
	사후	29	76.79	20.72
독창성	사전	29	37.17	23.81
	사후	29	43.59	26.24

<표 IV-4> 실험집단의 사전·사후 창의성 대응표본 t검정 결과

요인	대응차		<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
	<i>SD</i>	<i>SE</i>			
창의성	20.16	3.74	7.51	28	.000***
개방성	30.69	5.70	3.91	28	.001**
창의성 하위 요소	유창성 25.36	4.71	4.75	28	.000***
융통성	33.19	6.16	3.77	28	.001**
독창성	24.76	4.60	1.40	28	.174

주. ** $p < .01$, *** $p < .001$

나. 실험집단과 비교집단의 창의성 향상정도 비교 분석

3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램을 실시한 실험집단과 같은 기간 동안 일반적인 발명교육을 실시한 비교집단의 창의성 검사 결과는 <표 IV-5>와 <표 IV-6>과 같다. 실험집단과 비교집단의 사전 독립표본 t검정 결과 두 그룹의 유의미한 차이가 발견되지 않아 실험집단과 비교집단은 동일한 집단으로 추정되었다. 따라서 실험집단과 비교집단의 창의성 검사 결과를 사후 독립표본 t검정으로 비교, 분석하였다. 그 결과 창의성은 실험집단이 비교집단에 비해 12.79 높았으며, 창의성 하위요소 중 개방성과 독창성 평균은 비교집단이 실험집단에 비해 각각 7.70, 5.86 높았고 유창성, 융통성은 실험집단이 비교집단에 비해 각각 22.48, 7.72 높았다. <표 IV-6>을 보면 창의성 ($t(56)=2.07, p<.05$)에서 유의미한 차이가 발견되었다. 창의성 하위요소 중 개방성, 융통성, 독창성 항목에서는 유의미한 차이가 발견되지 않았고, 유창성 ($t(56)=3.13, p<.01$)에서 유의미한 차이가 발견되었다. 따라서 3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램은 일반적인 발명교육 프로그램에 비해 창의성 신장에 효과가 있으며, 특히 창의성 하위요소 중 유창성에 효과가 있는 것으로 확인되었다. 발명품 제작 능력을 습득하지 못하였거나 또는 제작에 서툰 초등학생들이 3D 프린터를 사용하여 발명품을 제작하면 샘플 또는 실물 제작에 대한 두려움에서 벗어나 다양한 아이디어를 발산할 수 있기 때문에 유창성이 증가한다고 유추할 수 있다. 또한 아이디어 스케치 과정 중 3D 도면 제작 프로그램에서 제공하는 다양한 도면을 자유롭게 변경할 수 있기 때문에 발명 아이디어를 창출하고 구체화하는 단계에서 다양한 의견을 제시할 수 있는 것도 유창성을 증가시키는 원인으로 생각할 수 있다.

<표 IV-5> 실험집단과 비교집단의 사후 창의성 검사 결과

요인	그룹	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
창의성	실험집단	29	75.76	23.31
	비교집단	29	62.97	23.87
개방성	실험집단	29	61.03	25.75
	비교집단	29	68.74	29.83
유창성	실험집단	29	76.83	25.00
	비교집단	29	54.34	29.54
융통성	실험집단	29	76.79	20.72
	비교집단	29	69.07	24.96
독창성	실험집단	29	43.59	26.24
	비교집단	29	49.45	25.97

<표 IV-6> 실험집단과 비교집단의 사후 창의성 독립표본 t검정 결과

요인	Levene의 등분산 검정		평균의 동일성에 대한 t-검정			
	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>SE</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
창의성	.22	.638	6.20	2.06	56	.044*
개방성	2.67	.108	7.32	-1.05	56	.297
유창성	1.78	.188	7.19	3.13	56	.003**
융통성	2.41	.126	6.02	1.28	56	.205
독창성	.04	.850	6.86	-.86	56	.396

주. * $p < .05$, ** $p < .01$

4. 흥미도 및 학습태도 조사 결과

가. 흥미도

3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명 수업을 실시한 실험집단을 대상으로 흥미도 조사를 실시한 결과는 <표 IV-7>과 같다.

<표 IV-7> 프로그램에 참여한 학생들의 흥미도 조사 결과

영역	문항 번호	매우 그렇다.	그렇다.	보통 이다.	그렇지 않다.	매우 그렇지 않다.	긍정 반응
	1	11(37.9)	11(37.9)	5(17.2)	2(6.9)		22(75.8)
지속성	2	15(51.7)	8(27.6)	3(10.3)	2(6.9)	1(3.4)	23(79.3)
	3	12(41.4)	8(27.6)	4(13.8)	4(13.8)	1(3.4)	20(69)
심화	4	8(27.6)	13(44.8)	4(13.8)	4(13.8)		21(72.4)
진로탐색	5		8(27.6)	13(44.8)	7(24.1)	1(3.4)	8(27.6)
긴장감	6		6(20.7)	13(44.8)	6(20.7)	4(13.8)	10(34.5)

주. n=29, 명(%)

3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육을 지속적으로 받고자 하는 학생이 75.8%로 3D 도면 제작 프로그램을 통한 발명교육의 필요성과 발명교육에서 3D 프린터의 활용이 요구되고 있다는 것을 알 수 있다. 3D 프린터를 생활에 이용하고자 하는 학생은 79.3%로 학교 현장에 3D 프린터의 보급과 3D 도면 제작 프로그램에 대한 교육이 필요하다는 것을 알 수 있으며, 3D 프린터를 수업 및 동아리 활동에서 활용하고자하는 학생들의 의지를 엿볼 수 있다. 3D 프린터와 관련된 동아리에 들어가고 싶어 하는 학생들은 69%로 자발

적으로 3D 도면 제작 프로그램을 익히거나 배우려는 의지는 다소 약하다고 판단된다. 더 높은 단계의 3D 프린터와 관련된 프로그램을 배우고자하는 의지도 72.4%로 강하다고 볼 수 있는데 보다 심화된 3D 프린터와 관련된 프로그램의 도입이 필요하다고 하겠다. 반면 3D 프린터와 관련된 직업의식은 27.6%로 다소 낮았는데 전문적인 3D 프린터 관련 직업인 양성보다는 발명교육에 있어서 하나의 도구로 3D 프린터와 관련된 프로그램을 사용하는 것이 바람직해 보인다.

나. 학습태도

3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 프로그램을 이수한 학생들의 발명에 대한 학습태도의 변화를 살펴보기 위해 수업 후에 느낀 점을 서술하도록 하였다. 발명에 대한 학습 태도는 3가지 영역으로 구분하여 분석하였다.

<표 IV-8> 학습태도 분석

영역	관련내용
자신감	발명활동이 좋아졌다. 발명이 많이 쉬워졌다. 발명에 소질이 있는 것 같다. 발명을 잘 할 수 있을 것 같다.
학습성향	발명이 재미있다. 발명은 신기하다. 발명활동은 행복하다. 발명 시간이 기다려진다. 발명에 가까워진 것 같다. 발명 시간에 아는 내용이 나오면 기쁘다.
가치	발명은 유익하다. 발명을 하면 도움이 된다. 발명을 하면서 보람을 느낀다. 발명은 꼭 필요한 학문이라고 생각한다. 발명을 지속적으로 하고 싶다.

<표 IV-9> 프로그램에 참여한 학생들의 학습태도 사례

영역	관련내용 진술 학생	인원(%)
자신감	S ₂ , S ₆ , S ₇ , S ₈ , S ₉ , S ₁₁ , S ₁₃ , S ₁₄ , S ₁₅ , S ₁₈ , S ₂₂ , S ₂₃ , S ₂₄ , S ₂₅ , S ₂₆ , S ₂₉	16(55.17)
학습성향	S ₁ , S ₂ , S ₃ , S ₄ , S ₅ , S ₆ , S ₇ , S ₈ , S ₉ , S ₁₀ , S ₁₁ , S ₁₃ , S ₁₄ , S ₁₅ , S ₁₆ , S ₁₇ , S ₁₈ , S ₁₉ , S ₂₁ , S ₂₃ , S ₂₄ , S ₂₅ , S ₂₆ , S ₂₇ , S ₂₈ , S ₂₉	26(89.66)
가치	S ₅ , S ₈ , S ₁₀ , S ₁₄ , S ₁₅ , S ₁₆ , S ₁₉ , S ₂₂ , S ₂₃ , S ₂₄ , S ₂₅ , S ₂₆ , S ₂₇ , S ₂₈	14(48.27)

주. n=29. 구체적인 내용은 [부록5]에서 제시.

실험집단 29명의 학생 중 3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램을 통해 자신감을 얻었다고 응답한 학생은 16명으로 전체의 55.17%가 3D 프린터를 사용하는 것을 자랑스러워하고, 3D 도면을 제작하는 것에 자부심을 가졌다. 발명 학습에 긍정적으로 응답한 학생은 26명으로 전체의 89.66%가 3D 프린터를 신기해하고 발명활동을 재미있다고 하였다. 발명에 가치가 있다고 응답한 학생은 14명으로 전체의 48.27%가 발명이 가치 있고 지속적으로 발명활동을 하겠다고 응답하였다. 반면 수업 내용에 대하여 부정적인 서술을 한 학생은 1명으로 3.4%의 학생이 재미없었고 어렵다는 진술을 하였다.

V. 결론 및 제언

1. 결론

학교 현장의 열악한 실습 환경과 실습 도구의 부족 현상을 극복하면서도 내실 있는 발명교육이 이루어지기 위해서 3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육이 대안이 될 수 있는지에 대한 물음에서 시작한 본 연구는 초등학생의 창의성 향상을 목적으로 하는 3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램을 개발하고 이에 대한 효과를 검증하는 것이었다. 3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램은 선행 연구를 바탕으로 프로그램을 개발하였고 이를 적용하였으며 실험집단의 사전·사후 창의성 검사결과와 실험집단과 비교집단의 창의성 검사결과를 분석하여 효과를 검증하였다. 또한 실험집단의 흥미도 검사 및 학습태도 설문 분석을 통해 발명에 대한 학생들의 흥미도와 태도 변화도 알아보았다.

이 연구를 통해 얻은 결론은 다음과 같다.

첫째, 초등학생에게 적합한 3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램을 개발하였다. 이 프로그램은 3D 프린터의 쓰임새를 알고 3D 도면 제작 프로그램을 활용하여 3D 제작물을 만들어봄으로써, 3D 프린터의 제작 과정을 이해하고 제품을 직접 만들어 활용하고자 하는 태도를 기르는 것을 목표로 개발하였다. 프로그램의 주제를 학생들이 자주 사용하는 연필꽂이를 활용한 발명품 제작으로 선정하였다. 개발된 프로그램은 동기유발, 아이디어 발상, 아이디어 타당성 검토, 아이디어 활동과 구상, 기술의 습득, 발명품 제작, 발표 및 토의를 통한 발명품 완성 단계로 구성하였다. 동기유발 단계에서는 발명 기법을 알아보고 발명 사례를 통해 발명활동에 대한 동기를 고취하였다. 아이디어 발상 단계에서는 브레인스토밍과 강제결합 기법을 통해 발명 아이디어를 창출하였다. 아이디어 타당성 검토 단계에서는 PMI 기법을 통해 아이디어를 구체화하였다. 아이디어 활동과 구상 단계에서는 프리핸드 스케치로 아이디어를 표현

하였다. 기능의 습득 단계에서는 3D 도면 제작 프로그램을 익히고, 3D 도면을 제작하였다. 발명품 제작 단계에서는 3D 프린터를 활용하여 발명품을 제작하였다. 발표 및 토의를 통한 발명품 완성 단계에서는 발명품에 대한 발표와 토의를 통해 발명품과 발명활동에 대한 평가를 하였다.

둘째, 3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램은 실험집단의 사전·사후 창의성 검사 결과를 검증한 결과 초등학생의 창의성을 향상시키는 것으로 나타났다. 특히 창의성 하위요소 중 개방성, 유창성, 융통성을 신장시키는 효과를 나타내었다. 또한 실험집단과 비교집단의 창의성 검사 결과를 검증한 결과 동일한 시기에 일반적인 발명교육을 받은 비교집단에 비해 창의성 향상 정도에서 유의미한 차이를 나타냈으며, 창의성 하위요소 중 유의미한 차이를 나타낸 요소는 유창성이다. 이는 같은 기간 내에 다른 발명교육 프로그램을 실시하는 것보다 3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램을 실시하였을 경우 초등학생의 창의성 향상에 도움을 줄 수 있으며, 특히 창의성 하위요소 중 유창성을 향상시키는 결과를 가져올 수 있음을 시사하는 것이다.

셋째, 3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램은 실험집단의 흥미도 및 학습태도를 분석한 결과 학생들의 발명에 대한 흥미를 높이고 학습태도를 긍정적으로 변화시키는 것으로 나타났다. 3D 도면 제작 프로그램을 익히고, 구상한 아이디어를 바탕으로 3D 프린터를 활용하여 발명품을 제작하는 활동은 학생들의 호기심을 자극하였으며 발명 활동에 대한 동기유발에도 효과적이었다. 또한 그림을 잘 그리지 못하는 학생도 3D 도면 제작 프로그램을 통해 쉽게 자신의 아이디어를 도면으로 표현하며 자신감을 보였다. 학생들은 발명 아이디어 통해 작성한 3D 도면이 3D 프린터로 제작되는 모습을 보고 감탄하였으며, 발명 활동에 대하여 긍정적인 반응을 보였다.

2. 제언

이 연구 결과를 기초로, 연구 결과의 활용과 계속 연구를 위하여 제언하고자 하는 내용은 다음과 같다.

첫째, 3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램에 대한 효과가 입증되었으므로 체계적인 개발이 필요하다. 특히 본 연구에서는 연필 끝이만을 주제로 프로그램이 구안되었으므로 후속 연구를 통해 다양한 주제와 소재를 사용하여 프로그램이 개발된다면 학생들이 자신이 선호하는 주제를 선택하여 체험할 수 있을 것이다. 또한 다양한 시청각 자료의 양적·질적 향상을 위한 노력이 선행되어야 한다. 특히 본 연구에서는 교과서에 제시된 선반을 3D 도면으로 제작하고 이를 바탕으로 3D 도면 제작 프로그램을 교육하여 학생들이 더욱 관심을 보였다. 따라서 초등학교 교육과정을 분석하여 3D 프린터로 출력이 가능한 다양한 소재를 찾아 수업 자료를 개발할 필요가 있다.

둘째, 3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램을 활용하기 위해 인적 자원에 대한 개발이 필요하고, 물적 자원인 3D 프린터의 보급이 요구된다. 발명교육에서 3D 프린터를 사용하기 위해 익혀야하는 프로그램은 3D 도면 제작 프로그램, G-code 변환 프로그램, 3D 프린팅 검증 프로그램 등 다양하다. 그럼에도 불구하고 3D 프린터를 사용하기 위한 교사 연수 등이 적극적으로 이루어지고 있지 않아 발명교육에서 3D 프린터를 활용하기에 제한되는 부분이 있다. 또한 3D 프린터의 보급도 절실하다. 학교 현장에서는 아직 3D 프린터를 찾아보기 어렵다. 일부 선도학교와 연구학교를 중심으로 3D 프린터가 설치되고 있으나 발명교육의 활성화를 위해 일반학교에서 3D 프린터의 설치가 이루어져야 한다. 초등학생 4명당 1대 정도의 프린터가 설치된다면 학생들이 3D 프린터를 사용할 기회가 훨씬 많아질 것이고 발명품 제작에도 효과적으로 사용할 수 있을 것이다.

셋째, 학생의 성별, 학력집단 등 다양한 변인에 따라 3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램에 보이는 반응을 분석할 필요가 있다. 초등학생의 성별 및 학력에 따라 새로운 기술을 익히는데 요구되는 시간이 다를 수 있다. 또한 도시와 농촌의 환경에 따라 3D 프린터에 대한 관심 정도도 다를 것으로 예상되므로 다양한 요인을 설정하여 연구를 수행하고 이를 바탕으로 초등학생에 보다 적합한 3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램의 개발이 이루어져야 한다.

참고문헌

- 강석진, 백천기, 최병운. (2013). **체험중심 발명교육 프로그램 골드버그 STEAM-T 프로그램(교사용)**. 한국발명진흥회.
- 강운정. (2010). **Torrance의 창의적 사고 검사에 대한 구성개념 타당도 검토**. 성균관대학교 일반대학원 석사학위 논문.
- 강종표, 김용익, 김지숙, 김희필, 남현욱, 문대영, 문성환, 박광렬, 배선아, 유영길, 이시원, 이춘식, 정진현. (2015). **발명교육학 기초**. 양서원.
- 강종표, 김용익, 김지숙, 김희필, 남현욱, 문대영, 문성환, 박광렬, 배선아, 유영길, 이시원, 이춘식, 정진현. (2015). **창의 체험활동을 위한 로봇교육**. 양서원.
- 곽기호, 박성우. (2013). **글로벌 3D 프린터산업 기술 동향 분석**. 기계저널 53(10), 58-64.
- 김건용. (2003). **발명동아리가 초등학생의 창의성 계발에 미치는 영향과 효과 분석**. 명지대학교 대학원 박사학위 논문.
- 김기열, 함형인. (2013). **위대한 발명가의 발명품을 소재로 한 발명교육 프로그램 개발 및 효과**. 한국기술교육학회지, 13(3), 47-68.
- 김길수, 윤용진, 이상진 저. (2013). **체험중심 발명교육 프로그램_발명아이디어 스케치(교사용)**. 한국발명진흥회.
- 김기욱. (2011). **발명교육에서 위키 기반의 창의적 문제해결 수업 모형 적용이 창의성에 미치는 영향**. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 김민정. (2014). **3D 프린터 국내외 연구 동향(디자인 교육 프로그램 중심으로)**. KODDCO 2014 Conference 자료집, 239-240.
- 김성준. (2014). **스캐퍼 기법을 활용한 재활용 발명교육 프로그램이 초등학생의 창의성에 미치는 영향**. 서울교육대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 김소영. (2015). **RSP 모형을 적용한 초등 실과 교과에서의 발명교육 프로그램이 창의성에 미치는 효과**. 서울교육대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 김오범. (2011). **슬기로운 생활 교과 활용 발명교육 프로그램이 아동의 창의**

- 성 신장에 미치는 효과. 서울교육대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 김용익. (2008). 초등 교사를 위한 발명교육 프로그램 개발. **한국실과교육학회지**, 21(2), 201-222.
- 김희필, 남승권, 이한규, 계광선, 이주호, 임병용, 송경옥, 정수정. (2006). 초등학생의 창의성 교육을 위한 TRIZ 발명교육 프로그램의 개발과 적용 효과. **한국실과교육학회지**, 20(2), 1-20.
- 노형진. (2001). **한글SPSS 10.0에 의한 조사방법 및 통계 분석**. 형설출판사.
- 문경환. (2015). 스토리텔링을 적용한 로봇교육프로그램이 초등학생의 창의성 개발과 흥미도에 미치는 영향. 제주대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 문현정. (2013). 창의성 증석 과제 수행이 초등 발명영재의 창의적 인성에 미치는 효과. 부산교육대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 박수진, 김용익. (2013). 오감 체험 중심 초등학교 고학년 발명교육 프로그램 개발. **한국실과교육학회지**, 26(4), 249-256.
- 박정옥, 박성민. (2013). **발명공식을 알면 나도 생각 천재**. 스킨라.
- 변순학. (2010). 창의성 신장을 위한 발명교육 프로그램 개발 및 적용. 서울교육대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 배지은. (2011). 과제기반 증석과제를 활용한 발명수업이 초등학생의 창의성과 과학적 태도에 미치는 영향. 서울교육대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 서석자. (2003). **발명교육이 창의성 증진에 미치는 영향에 관한 연구**. 수원대학교 경영대학원 석사학위 논문.
- 성태제. (2014). **현대기초통계학 이해와 적용**. 학지사.
- 성철, 김동연, 김진수. (2000). 초등학생의 발명교육을 위한 수업모형과 심화과정의 자료 개발 및 적용효과. **한국실과교육학회지**, 13(3), 115-129.
- 윤재중. (2008). **실과교과에 사용되는 도구의 발명을 통한 창의성 교육**. 서울교육대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 윤태호. (2013). **동화활용 발명교육 프로그램이 초등학생의 창의성에 미치는 영향**. 서울교육대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 이창조, 손종남. (2014). 3D 프린터 활성화를 위한 방안(피규어 제작을 중심으로)

- 로). *Journal of Digital Convergence*, 335-341.
- 임준빈, 정의철. (2014). 3D 프린터 시대의 입체조형 교육 방향 제언. **한국디자인학회 2014 봄 국제학술대회**, 108-109.
- 조동현. (2009). **실과를 통한 발명교육이 아동의 창의성에 미치는 영향**. 대구 교육대학교 석사학위 논문.
- 조운호, 유보현. (2014). 프리핸드스케치와 3D 모델링 명령어 상관 분석. **디자인 지식저널**, 31, 207-218.
- 전영찬. (2012). **아이디어 발상기법 중심의 발명교육이 초등학생의 창의성에 미치는 효과**. 서울교육대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 정성봉. (2007). **실과-기술가정 교육과정론**. 교학사.
- 정용호. (2009). **정색의 친절한 Sketcho up7**. 헤지원.
- 최은지, 김상아, 배지윤, 권연주, 이강희. (2013). 3D 프린터의 활용 및 현황 고찰. **한국컴퓨터정보학회 2013학년도 제48차 하계학술발표논문집**, 21(2), 385-388.
- 차배근, 차경옥. (2013). **사회과학 연구방법 실증연구의 원리와 실제**. 서울대학교 출판문화원.
- 편도경. (2005). **발명교육 프로그램이 초등학생의 창의성에 미치는 효과**. 한서대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 허옥진. (2002). **발명기법 중심의 발명교육이 초등학생의 창의성 향상에 미치는 효과**. 서울교육대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 허홍렬. (2006). **인터넷 정보를 활용한 발명교육이 초등학생의 창의성 및 발명 인식도 신장에 미치는 효과**. 영남대학교 교육대학원 석사학위논문.
- Marcus Ritland. (2014). **3D 프린팅을 위한 구글 스케치업**(감영하 역). 에이콘.

A B S T R A C T *

The Effects of an Invention Education Program Using 3D Design and 3D Printers on Elementary School Students' Creativity

Lee, Young Chan

Major in Elementary Practical Arts Education
Graduate School of Education
Jeju National University

Supervised by Professor Kim, Heuipil

The purpose of this study was to investigate the effects of an invention program using 3D design and 3D printers that can be applied to elementary school students.

An invention education program by using 3D design and 3D printers is composed of 10 periods. The 1st period is focused on motivation. The 2nd to 3rd periods are to make invention ideas. The 4th period is to draw a picture about invention ideas. The 5th to 6th periods are to learn about a 3D design program and to draw 3D designs. The 7th to 9th periods are to make an invention using a 3D printer. The 10th period is a wrap up activity with

* A thesis submitted to the committee of Graduate School of Education, Jeju National University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Education conferred in August, 2015.

presentation of the inventions and exchanging of opinions about other's inventions.

The members of the experimental group included 29 students who were in 5th grade in a class of an elementary school in Jeju Island, South Korea. This study was designed by pretest-posttest design. A test of creativity designed for 4th to 6th grades elementary school students was used as a measuring device made by Lee Young Deok and Jeong Won Sik(1995), published at the Korean Testing Center. The measured value of pretest and posttest of creativity and subfactor were verified by t-test with the statistics software, SPSS 18.0 for Windows program.

The Mean of creativity in posttest(75.76) was significantly higher, in comparison with the Mean of creativity in pretest(47.66) at the level of $p<.001(t(28)=7.51)$. Among four sub factors of creativity, especially the Mean of openness($t(28)=3.91, p<.01$), fluency($t(28)=4.75, p<.001$), flexibility($t(28)=3.77, p<.01$) was revealed to be increased by this program.

The Mean of creativity in the experimental group was significantly higher, in comparison with the Mean of creativity in comparative group at the level of $p<.05(t(56)=2.06)$. Among four sub factors of creativity, the Mean of fluency($t(56)=3.13, p<.01$) was revealed to be increased by this program.

The findings show this invention program using 3D design and 3D printers has an effect on increasing creativity of elementary school students.

Key Words : Creativity, Invention Education, 3D Design, 3D Printer

부 록

[부록 1] 차시별 교수·학습 과정안

[부록 2] 프로그램에 활용한 수업자료

[부록 3] 수업 활동사진 및 결과물

[부록 4] 프로그램에 대한 흥미도 검사지

[부록 5] 프로그램에 대한 서술형 응답내용 및 응답지

[부록 1]

차시별 교수·학습 과정안

(실과)과 교수·학습 과정안					
학습주제		발명 기법과 그에 따른 예 알기	차시	1 / 10	
학습목표		우리 생활을 편리하게 만드는 발명 기법을 알 수 있다.	수업 모형	문제 해결 학습 모형	
학습 단계	학습 과정	교수학습 활동		시간 (분)	자료(●) 및 유의점(※)
도입	동기 유발	○ 동기유발 ● 연필과 지우개 그리고 지우개 달린 연필, 이 세 가지 물건은 어떤 관련이 있습니까? - 연필과 지우개가 합쳐져 하나의 물건이 되었습니다. ● 이 세 물건 중 하나만 선택해야 한다면 어떤 물건을 선택할 것입니까? 그 이유는 무엇입니까? - 지우개 달린 연필을 선택할 것입니다. 그 이유는 지우개 달린 연필은 지우개와 연필 을 모두 선택한 것과 같기 때문입니다.		5'	● 연필, 지 우개, 연필 지우개
	학습 문제 확인	○ 학습 문제 확인하기 우리 생활을 편리하게 만드는 발명 기법을 알아보시다.			
	학습 활동 안내	○ 학습 활동 안내하기 <활동1> 발명이야기 알아보기 <활동2> 발명 기법 알아보기			
전개	발명 이야기	<활동1> 발명이야기 ● 흥려는 어릴 때 무슨 일을 했습니까? - 아버지를 도와 대장간 일을 했습니다. ● 흥려는 왜 빗을 지게 되었나요?		15'	● 흥려의 깎지 않는 연필 이야 기

	<p>- 100여건에 달하는 발명품을 만들어 냈지만 그 어느 발명품도 잘 팔리지 않아 빚만 늘었습니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 흥려를 세계적인 부자로 만들어준 발명품은 무엇인가요? <p>- 깎지 않아도 되는 연필입니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 깎지 않아도 되는 연필은 무엇을 보고 아이디어를 얻었습니까? <p>- 치약 튜브와 치약을 보고 아이디어를 얻었습니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 이처럼 아이디어를 빌리는 것도 발명 기법이라고 합니다. <p><활동2> 발명기법에 대해 알아보기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 다음 그림 중에서 더하기 발명 기법을 사용한 예를 찾아봅시다. <p>- 딸기 우유, 원피스, 인라인 스케이트, 핀 달린 볼펜</p> <ul style="list-style-type: none"> • 다음 그림 중에서 빼기 발명 기법을 사용한 예를 찾아봅시다. <p>- 단소, 씨 없는 수박, 스포츠카</p> <ul style="list-style-type: none"> • 다음 그림 중에서 크게하기 기법을 사용한 예를 찾아봅시다. <p>- 풍력 발전기, 고가 사다리</p> <ul style="list-style-type: none"> • 다음 그림 중에서 작게하기 기법을 사용한 예를 찾아봅시다. <p>- 차량용 텔레비전, 노트북 컴퓨터</p>	<p>15'</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 발명품 그림
정리	<p><정리 및 평가하기></p> <ul style="list-style-type: none"> • 발명 기법의 예가 되는 물건 알기 	<p>5'</p>	

(실과)과 교수·학습 과정안					
학습주제		확산적 사고를 통한 발명 아이디어 창출	차시	2 / 10	
학습목표		포스트잇을 활용하여 발명 아이디어를 발상할 수 있다.	수업 모형	문제 해결 학습 모형	
학습 단계	학습 과정	교수·학습 활동		시간 (분)	자료(○) 및 유의점(※)
도입	동기 유발	○ 동기유발 • 손정의 사장이 돈 벌 방법으로 찾은 것은 무엇입니까? - 발명입니다. • 손정의 사장이 발명하기 위해 어떻게 하였습니까? - 아침마다 단어 두 개를 뽑아 결합하는 아이디어 연습을 하였습니다. • 손정의 사장의 발명 아이디어 훈련 방법을 강제결합기법이라고 합니다.		5'	• 손정의 사장 이야기
	학습 문제 확인	○ 학습 문제 확인하기 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">포스트잇을 활용하여 발명 아이디어를 발상해 봅시다.</div>			
	학습 활동 안내	○ 학습 활동 안내하기 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <활동1> 강제결합기법 알아보기 <활동2> 강제결합기법 해 보기 </div>			
전개	강제 결합 기법 알아 보기	<활동1> 강제결합기법 알아보기 • 강제결합기법을 위해 아이디어 주머니를 제작하고, 강제결합법을 사용하여봅시다. 1. 휴대성이 큰 지퍼백을 준비합니다. 2. 포스트잇에 평상시에 관심이 있었던 주위의 물건을 선택하여 적습니다. 3. 이를 절반으로 접어 지퍼백에 넣습니다. 4. 2개를 뽑아 강제로 결합하고 발명품의 이름을 적습니다.		15'	• 지퍼백, 포스트잇

정리	강제 결합 기법 사용하기	<p><활동2> 강제결합기법으로 생각한 발명품 이름 릴레이</p> <ul style="list-style-type: none"> 강제결합기법으로 생각한 발명품 이름을 칠판에 적어봅시다. 자동알림이 방식 지우개가 부착된 볼펜 계량컵이 필요 없는 양념통 연필꽂이가 부착된 방식 테이프가 부착된 쓰레받이 물병 책꽂이 <p>강제결합기법이 현실적으로 실현될 수 있는 방법을 찾아보고, 매일 강제결합기법을 사용하여 발명 아이디어를 완성한다면 머지않아 훌륭한 발명가가 될 수 있을 것입니다.</p>	15'	
	강제 결합 기법	<p><정리 및 평가하기></p> <ul style="list-style-type: none"> 강제결합기법 알기 	5'	

(실과)과 교수·학습 과정안				
학습주제		수렴적 사고를 통한 발명 아이디어 창출	차시	3 / 10
학습목표		PMI 기법을 활용하여 발명 아이디어를 선정할 수 있다.	수업 모형	문제 해결 학습 모형
학습 단계	학습 과정	교수·학습 활동		시간 (분)
도입	동기 유발	○ 동기유발 <ul style="list-style-type: none"> • 가로수의 나뭇가지를 치는 모습을 보면서 어떤 생각이 들었습니까? - 가로수가 깨끗해지는 것을 느꼈습니다. • 가로수를 깨끗하게 정리하는 이유는 무엇입니까? - 잔가지들을 정리하여 나무가 튼튼하게 자라나도록 하기 위해서입니다. 	5'	자료(○) 및 유의점(※) <ul style="list-style-type: none"> • 나뭇가지 치는 동영상
	학습 문제 확인	○ 학습 문제 확인하기 <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin: 5px 0;">PMI 기법을 활용하여 발명 아이디어를 선정해 봅시다.</div>		
	학습 활동 안내	○ 학습 활동 안내하기 <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <활동1> PMI기법 알아보기 <활동2> PMI기법 해 보기 </div>		
전개	PMI 알아 보기	<활동1> PMI기법 알아보기 <ul style="list-style-type: none"> • 지난 시간에 알아본 강제결합기법 중에서 기억에 남는 발명품이 있습니까? - 지우개가 달린 볼펜이 기억에 남습니다. • 지우개가 달린 볼펜의 좋은 점은 무엇입니까? - 볼펜을 사용하다 연필로 쓴 잘못된 글씨를 지울 수 있습니다. - 샤프와 볼펜과 지우개를 가지고 다니지 않고, 샤프와 지우개가 달린 볼펜만 가지고 다녀도 되니 편리합니다. 	15'	

	<p>PMI 사용 하기</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 지우개가 달린 볼펜의 나쁜 점은 무엇입니까? - 지우개가 달려 있어서 무겁습니다. • 지우개가 달린 볼펜의 흥미로운 점은 무엇입니까? - 볼펜에 지우개가 달려 있다는 것이 흥미롭습니다. • 이처럼 발명품의 좋은 점과 나쁜 점, 흥미로운 점을 알아보는 기법을 PMI 기법이라고 합니다. <p><활동2> PMI 기법 해보기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 강제결합기법으로 생각한 발명품에 PMI 기법을 적용하여 봅시다. • PMI 기법은 발명품을 더 깊이 있게 분석하거나 발전시킬 필요가 있을 때에 활용하는 수렴적 사고 기법입니다. 이 기법을 통해 여러분이 생각한 발명 아이디어를 좀더 발전시켜봅시다. 	<p>15'</p>	
정리		<p><정리 및 평가하기></p> <ul style="list-style-type: none"> • PMI기법 알기 	<p>5'</p>	

정리	스케치 해보기 프리 핸드 스케치	<활동2> 프리핸드 스케치 해보기 <ul style="list-style-type: none"> • 프리핸드 스케치를 하기 위해 연필을 잡을 때는 연필 끝에서 30~40mm 떨어진 곳을 느슨하게 쥐는 것이 좋습니다. • 시선은 선의 끝점에 두는 것이 좋습니다. • 프리핸드 스케치를 하기 위해서는 연습이 필요합니다. <ul style="list-style-type: none"> - 선긋기 연습 - 긴 선그리기 연습 - 원과 호 그리기 연습 - 다각형 그리기 연습 - 비례에 맞게 그리기 연습 • 프리핸드 스케치를 잘 사용하기 위해서는 숙달과정이 필요합니다. 선, 원, 호, 다각형을 그리는 연습을 통해서 프리핸드 스케치를 잘 익혀 발명아이디어를 언제나 메모하는 습관을 기릅니다. <정리 및 평가하기> <ul style="list-style-type: none"> • 프리핸드 스케치 알기 	15'	
			5'	

	<p>뒤, 커서를 원하는 위치로 이동시키고 다시 한번 클릭합니다. 클릭된 두 지점을 이어주는 선이 생성되는데 잘라낼 부분의 대각선을 그릴 때 사용하며, 나머지 부분은 지우개로 지워주면 됩니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 툴바에서 Eraser툴을 선택합니다. 커서를 원하는 위치로 이동시키고 불필요한 부분을 클릭하면 선택된 단선, 그리고 단선과 연결된 면들이 함께 삭제됩니다. 밑판 사각형의 오른쪽 모서리와 왼쪽 모서리의 불필요한 부분을 제거합니다. • Push / Pull툴을 선택하고, 왼쪽 위 오른쪽 위가 제거된 밑판을 선택하여 커서를 위치하면 Push/Pull명령이 적용 가능하면 파란 망점들이 표시되며 이를 클릭한 채로 마우스를 드래그 해 돌출시킵니다. Distance값을 12로 하면 12mm만큼 돌출됩니다. • 상부에서 210 떨어진 곳에 가로 250, 세로 100의 사각형을 그립니다. Dimension툴을 선택하고 두 지점을 연달아 클릭하여 마우스를 움직이면 커서의 이동에 따라 원하는 지점의 치수선이 완성됩니다. • Push / Pull툴을 선택하고, 선반부분의 사각형 위에 커서를 위치하면 파란 망점들이 표시되며 이를 클릭한 채로 마우스를 드래그 해 돌출시킵니다. Distance값을 12로 하면 12mm만큼 돌출됩니다. • 툴바에서 Line툴을 클릭하여 선반 부분의 끝과 밑면의 100mm되는 지점을 연결하는 선분을 만듭니다. 선분을 만들면 자동으로 Dimension이 적용되어 밑면 상단에서부터 선분까지의 길이가 표시됩니다. • Push / Pull툴을 선택하고, 직각삼각형부분 위에 커서를 위치하면 파란 망점들이 표시되며 이를 클릭한 채로 마우스를 드래그 해 돌출시킵니다. Distance값을 12로 하면 12mm만 	
--	---	--

	선반 변형하기	<p>큼 돌출됩니다.</p> <p><활동2> 선반 변형하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 선택틀을 선택하여 선반 전체를 클릭합니다. Paint Bucket틀을 선택하면 Materials창이 나타납니다. 이 중에서 Wood를 선택한 뒤 장면에서 선택된 색을 매핑하고 싶은 곳으로 커서를 옮깁니다. 클릭하면 재질이 바뀝니다. • 선택틀을 선택하여 선반 전체를 클릭합니다. Paint Bucket틀을 선택하면 Materials창이 나타납니다. 이 중에서 Colors를 선택한 뒤 장면에서 선택된 색을 매핑하고 싶은 곳으로 커서를 옮깁니다. 클릭하면 색깔이 바뀝니다. • 선반 위에 사진 등으로 무늬를 꾸미고자 한다면 Import명령으로 이미지를 매핑할 수 있습니다. 열기 버튼을 누르면 커서를 따라 선택된 이미지가 움직이고 커서를 따라다니던 이미지는 선택된 앞면에 새겨지게 됩니다. 	30'	
정리	정리	<p><정리 및 평가하기></p> <ul style="list-style-type: none"> • 스케치업 알기 	5'	

(실과)과 교수·학습 과정안					
학습주제		3D 프린터를 활용한 발명품 제작	차시	7~9 / 10	
학습목표		3D 프린터를 활용하여 발명품을 제작할 수 있다.	수업모형	문제 해결 학습 모형	
학습단계	학습과정	교수·학습 활동		시간(분)	자료(●) 및 유의점(※)
도입	동기유발	○ 동기유발 ● 3D 프린터로 제작된 물건을 본 적이 있습니까? 3D 프린터로 제작된 비누곽입니다. 물건의 형태는 어떻습니까? - 단단한 재질로 되어 있습니다. - 실제로 파는 제품과 유사합니다.		5'	● 스케치업 아이언맨 도면
	학습문제확인	○ 학습 문제 확인하기 3D 프린터를 활용하여 발명품을 제작해 봅시다.			
	학습활동안내	○ 학습 활동 안내하기 <활동1> 발명품 만들기 단계 이해하기 <활동2> 도면 그리기 <활동3> 3D 프린터로 제작하기			
전개	단계이해하기	<활동1> 3D 프린터로 발명품 만들기 단계 이해하기 ● 3D 프린터로 발명품을 만들기 단계 1) 아이디어를 발상 2) 정보를 수집 및 설계도 그리기 3) 스케치업으로 3D 도면으로 그리기 4) 3D 프린터로 인쇄하기 ● 은행이나 동사무소에 가면 줄이 매달린 채로 세워진 볼펜을 본적이 있을 것입니다. 이 볼펜꽂이와 캐릭터를 강제로 결합하여 독창적인 아이디어를 만들어 봅시다.		20'	● 스케치업

	<p>도면 그리기</p>	<p><활동2> 도면그리기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 자신의 독창적인 아이디어를 프리핸드 스케치로 표현해봅시다. 프리핸드 스케치로 표현할 때에는 3D 도면으로 그리기 쉽도록 표현합니다. • 프리핸드 스케치로 발명 아이디어를 표현한 학생들은 스케치업으로 3D 도면으로 나타냅니다. 3D 도면으로 나타낼 때는 3D WAREHOUSE에서 비슷한 도면을 불러와서 변형하면 쉽게 자신이 표현하고자 하는 발명 아이디어를 표현할 수 있습니다. • 3D 도면을 3D 프린터로 인쇄하기 위해 STL 파일로 EXPORT합니다. 	60'	
	<p>제작 하기</p>	<p><활동3> 3D 프린터를 활용하여 제작하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 스케치업으로 표현이 다 된 학생들은 3D 프린터로 인쇄하기 위해 Creator K를 실행합니다. • 출력하고자 하는 STL 파일을 Creator K에서 불러옵니다. • 선택한 파일이 팔레트에 나오면 우측 하단의 이동 및 회전 버튼을 이용하여 위치를 조정합니다. • 위치가 조정되면 우측 하단의 메뉴를 확대 또는 축소 버튼을 이용하여 원하는 크기를 만듭니다. • G-Code 파일을 생성하고 베이스 및 서포터 등을 설정합니다. • 녹색바 상단에 있는 프린트 버튼을 클릭하면 3D 프린터를 통해 발명품이 제작됩니다. 	30'	
<p>정리</p>		<p><정리 및 평가하기></p> <ul style="list-style-type: none"> • 3D 프린터로 발명아이디어 인쇄하기 	5'	

(실과)과 교수·학습 과정안					
학습주제		발명문제해결 과정과 결과의 평가	차시	10 / 10	
학습목표		발명문제해결 과정과 결과를 평가하여 피드백할 수 있다.	수업 모형	문제 해결 학습 모형	
학습 단계	학습 과정	교수·학습 활동		시간 (분)	자료(●) 및 유의점(※)
도입	동기 유발	<input type="radio"/> 동기유발 <ul style="list-style-type: none"> • 애완견 우산을 본 적이 있습니까? 만약 있다면 어떤 모양을 할 것 같습니까? - 사람이 쓰는 우산과 똑같은 것 같습니다. • 애완견 우산을 잘 보지 못한 이유는 무엇입니까? - 발명품으로서 가치가 떨어지기 때문인 것 같습니다. 		5'	<ul style="list-style-type: none"> • 연필, 지우개, 연필지우개
	학습 문제 확인	<input type="radio"/> 학습 문제 확인하기 <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; text-align: center;">발명문제해결 과정과 결과를 평가하여 피드백해 봅시다.</div>			
전개	학습 활동 안내	<input type="radio"/> 학습 활동 안내하기 <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; text-align: center;"> <활동1> 발명문제해결 과정에 대한 평가 <활동2> 발명품 평가하기 </div>			
	발명 문제 해결 과정 평가	<input type="radio"/> <활동1> 발명문제해결 과정에 대한 평가 <ul style="list-style-type: none"> • 나의 발명품 제작과정의 문제해결과정 중 잘된 점과 잘못된 점을 자유롭게 평가해 봅시다. - 문제확인단계의 잘된 점과 잘못된 점 - 정보수집단계의 잘된 점과 잘못된 점 - 계획단계의 잘된 점과 잘못된 점 - 제작단계의 잘된 점과 잘못된 점 - 평가단계의 잘된 점과 잘못된 점 <ul style="list-style-type: none"> • 나의 발명품 제작과정의 문제해결과정 중 잘된 점과 잘못된 점을 발표해 봅시다. 		15'	<ul style="list-style-type: none"> • 발명품

정리	발명품 평가	<p><활동2> 3D 프린터를 활용한 발명품 평가</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3D 프린터를 활용한 발명품의 잘된 점과 잘못된 점을 자유롭게 평가해 봅시다. - 기능적 측면에서 잘된 점과 잘못된 점 - 디자인 측면에서 잘된 점과 잘못된 점 - 실용적 측면에서 잘된 점과 잘못된 점 • 3D 프린터를 활용한 발명품의 잘된 점과 잘못된 점을 발표해 봅시다. • 성공한 발명과 실패한 발명의 차이는 객관적인 평가가 기준이 됩니다. 실패한 발명의 경우 객관적인 평가가 결여되어 엉뚱한 발명으로 발전할 가능성이 매우 높습니다. <p><정리 및 평가하기></p> <ul style="list-style-type: none"> • 발명품 평가 	15'	
			5'	

[부록 2]

프로그램에 활용한 수업자료

홍려, 깎지 않는 연필을 발명하다!

타이완에 홍려라는 사람이 살고 있었다. 가난한 대장장이 아버지를 도와 대장간 일을 돕던 홍려는 어릴 때부터 발명을 좋아했다. 밤새 발명 연구에 매달리던 홍려는 100여건에 달하는 발명품을 만들어 냈지만, 그 어느 발명품도 잘 팔리지 않아 오히려 빚만 늘었다. 또 매일 종이에 많은 발명품을 그리다 보니 연필이 너무 빨리 닳아 버렸다.

연필을 깎는 일이야 말로 홍려에게는 너무나 귀찮은 일이었다. 그래서 홍려는 깎지 않아도 되는 연필을 발명하기로 마음먹고 끊임없이 연구에 몰두했다. 연필에 대한 생각으로 가득 차 있던 어느 날, 홍려는 양치질을 하려고 치약을 짜다가 문득 아이디어가 떠올랐다.

‘아! 치약 튜브와 치약처럼 연필과 연필심을 분리하면 어떨까? 치약 튜브를 짜는 것처럼, 누르면 연필심이 나오게 하는 거야!’

이렇게 해서 홍려가 만든 ‘깎지 않아도 되는 연필’은 세계적인 수출 상품이 되었고 홍려는 큰돈을 벌게 되었다.

[출처. 발명 공식을 알면 나도 생각 천재, p. 58]



3D 도면제작 프로그램 구글 스케치업

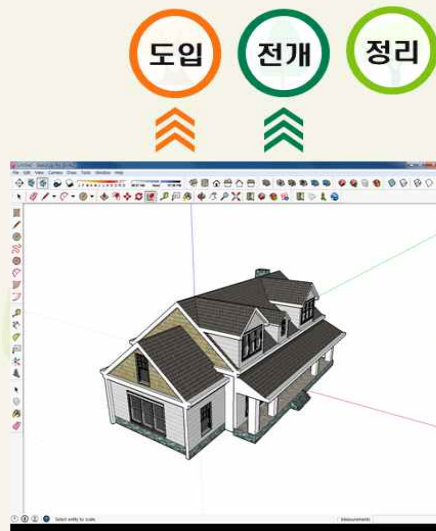
3D 도면제작 프로그램

📌 Sketchup

3D modeling

[Sketchup]

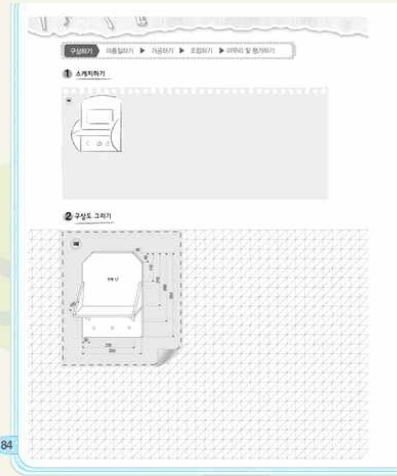
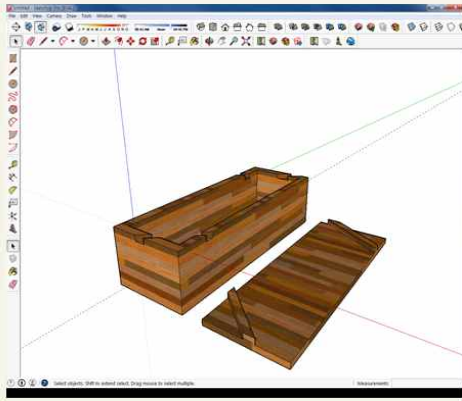
구글 스케치업은 주로 건축 분야의 업무에서 활용되고 있는 프로그램이지만 교육적인 활용 가능성이 크다. 다른 사람들이 공유해 놓은 많은 3D 모델을 다운받아 사용이 가능하며 입체도형의 단면을 전, 후, 좌, 우에서 볼 수 있어 유용하게 사용 가능하다.



3D 도면제작 프로그램

Sketchup

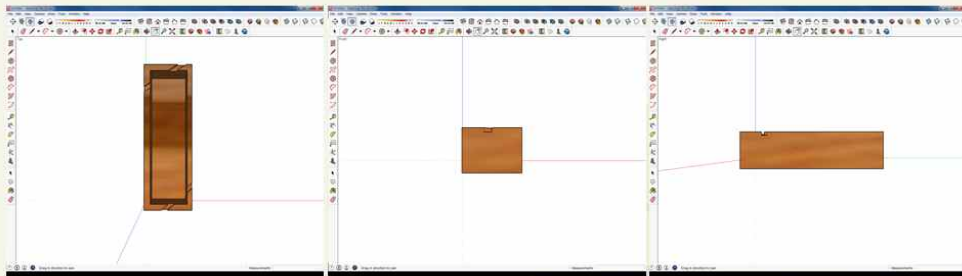
3D modeling



3D 도면제작 프로그램

Sketchup

3D modeling



[평면도]

[측면도]

[정면도]

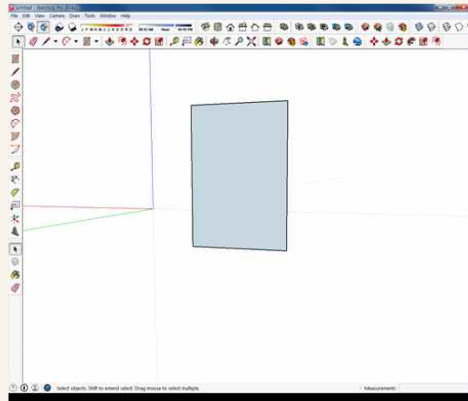
3D 도면제작 프로그램

🌿 Sketchup

3D modeling

[Rectangle]

Rectangle툴을 선택하고, 한 점을 클릭한다. 이어 원하는 크기의 도형이 나오도록 커서를 드래그 한 뒤, 마우스를 클릭해서 사각형을 만든다.
커서를 250, 350으로 입력하면 다용도 선반의 밑판이 완성된다.



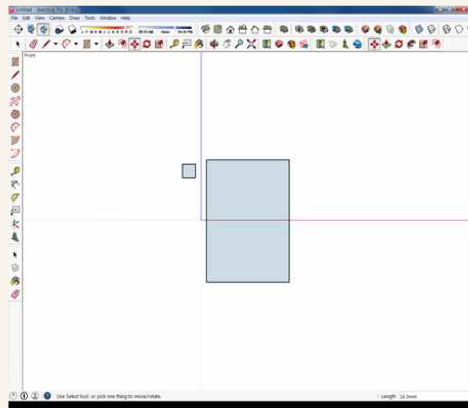
3D 도면제작 프로그램

🌿 Sketchup

3D modeling

[Rectangle]

Rectangle툴을 선택하고, 한 점을 클릭한다. 이어 원하는 크기의 도형이 나오도록 커서를 드래그 한 뒤, 마우스를 클릭해서 사각형을 만든다.
커서를 40, 40으로 다용도 선반에서 잘라내어야 할 부분을 만들 수 있다.



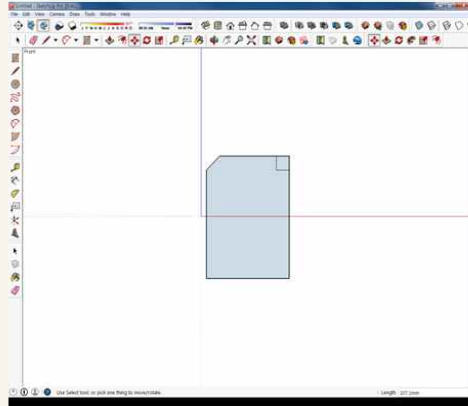
3D 도면제작 프로그램

🌿 Sketchup

3D modeling

[Line]

툴바에서 Line툴을 클릭하거나 단축키 L을 누른다. 이어 장면의 한 곳을 클릭한 뒤, 커서를 원하는 위치로 이동시키고 다시 한번 클릭한다. 클릭된 두 지점을 이어주는 선이 생성된다. 잘라낼 부분의 대각선을 그릴 때 사용하며, 나머지 부분은 지우개로 지워주면 된다.



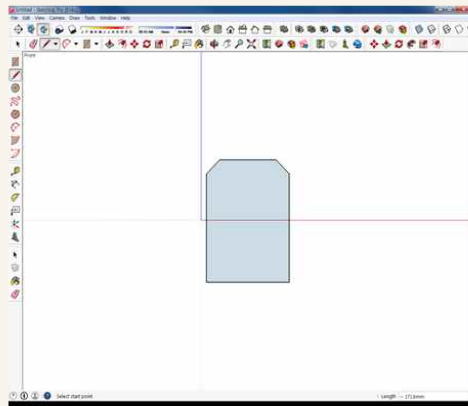
3D 도면제작 프로그램

🌿 Sketchup

3D modeling

[Eraser]

툴바에서 Eraser툴을 한다. 커서를 원하는 위치로 이동시키고 불필요한 부분을 클릭하면 선택된 단선, 그리고 단선과 연결된 면들이 함께 삭제된다. 밑판 사각형의 오른쪽 모서리와 왼쪽 모서리의 불필요한 부분을 제거한다.



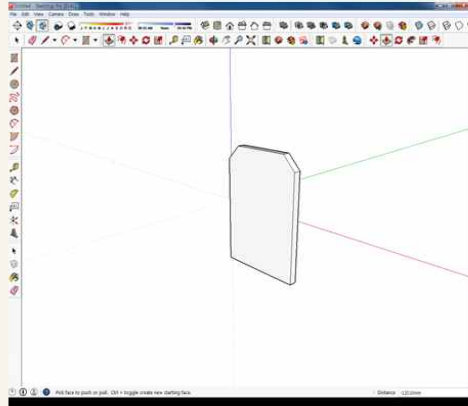
3D 도면제작 프로그램

🌿 Sketchup

3D modeling

[Push / pull]

Push / Pull툴을 선택하고, 왼쪽 위 오른쪽 위가 제거된 밑판을 선택하여 커서를 위치하면 Push/Pull명령이 적용 가능하면 파란 망점들이 표시되며 이를 클릭한 채로 마우스를 드래그 해 돌출시킨다. Distance값을 12로 하면 12mm만큼 돌출된다.



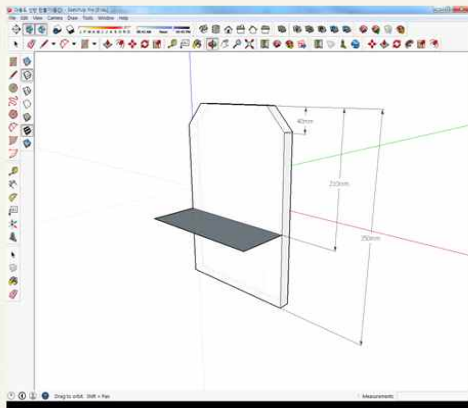
3D 도면제작 프로그램

🌿 Sketchup

3D modeling

[Dimension]

상부에서 210 떨어진 곳에 가로 250, 세로 100의 사각형을 그린다.
Dimension툴을 선택하고 두 지점을 연달아 클릭하여 마우스를 움직이면 커서의 이동에 따라 원하는 지점의 치수선이 완성된다.



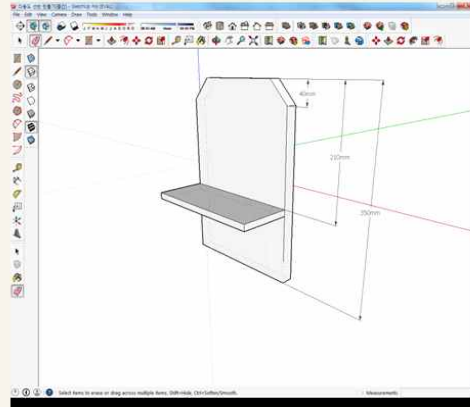
3D 도면제작 프로그램

📌 Sketchup

3D modeling

[Push / pull]

Push / Pull툴을 선택하고, 선반부분의 사각형 위에 커서를 위치하면 파란 망점들이 표시되며 이를 클릭한 채로 마우스를 드래그 해 돌출시킨다. Distance값을 12로 하면 12mm만큼 돌출된다.



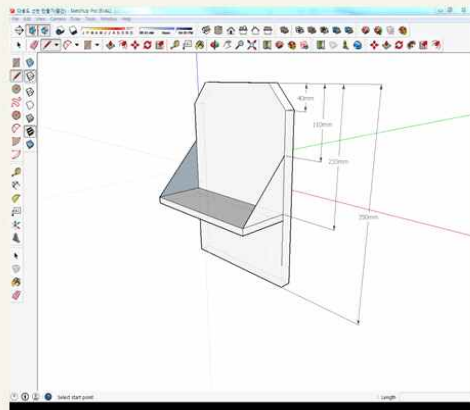
3D 도면제작 프로그램

📌 Sketchup

3D modeling

[Line]

툴바에서 Line툴을 클릭하여 선반 부분의 끝과 밑면의 100mm되는 지점을 연결하는 선분을 만든다. 선분을 만들면 자동으로 Dimension이 적용되어 밑면 상단에서부터 선분까지의 길이가 표시된다.



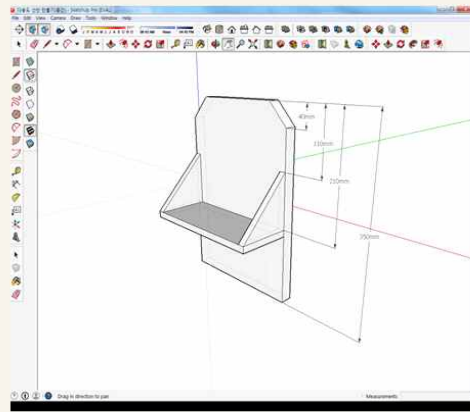
3D 도면제작 프로그램

🌿 Sketchup

3D modeling

[Push / pull]

Push / Pull툴을 선택하고, 직각삼각형부분 위에 커서를 위치하면 파란 망점들이 표시되며 이를 클릭한 채로 마우스를 드래그 해 돌출시킨다. Distance값을 12로 하면 12mm만큼 돌출된다.



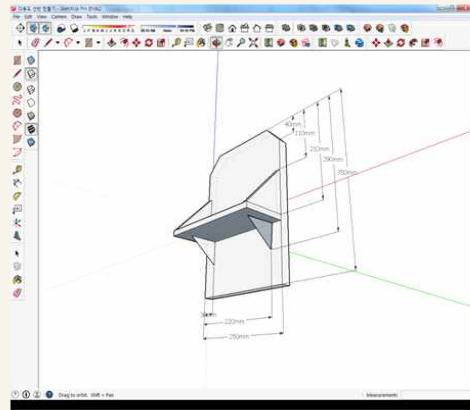
3D 도면제작 프로그램

🌿 Sketchup

3D modeling

[Line]

툴바에서 Line툴을 클릭하여 선반 밑 부분에서 30mm되는 지점에 직각삼각형을 만든다. 선반을 받치기 위해 2개의 다리를 만들 것이므로 같은 직각삼각형을 2개 만들어 준다.



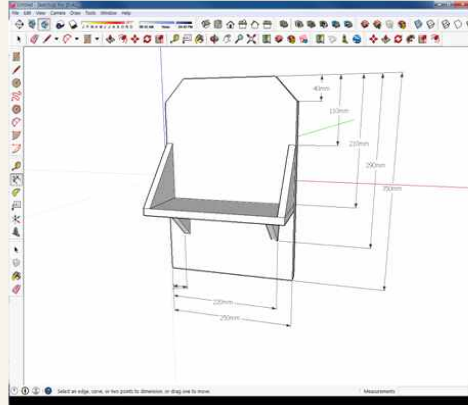
3D 도면제작 프로그램

🌿 Sketchup

3D modeling

[Push / pull]

Push / Pull툴을 선택하고, 다리가 될 부분 위에 커서를 위치하면 파란 망점들이 표시되며 이를 클릭한 채로 마우스를 드래그 해 돌출시킨다. Distance값을 12로 하면 12mm만큼 돌출된다.



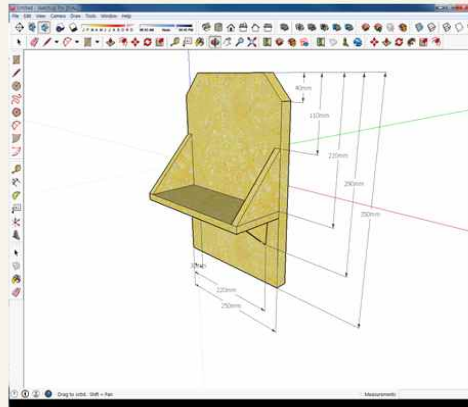
3D 도면제작 프로그램

🌿 Sketchup

3D modeling

[PaintBucket]

선택툴을 선택하여 선반 전체를 클릭한다. Paint Bucket툴을 선택하면 Materials창이 나타난다. 이 중에서 Wood를 선택한 뒤 장면에서 선택된 색을 매핑하고 싶은 곳으로 커서를 옮긴다. 클릭하면 재질이 바뀐다.



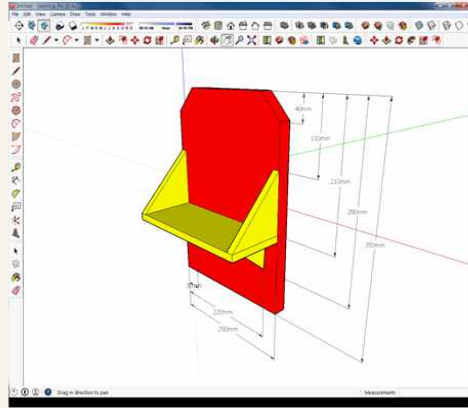
3D 도면제작 프로그램

🌱 Sketchup

3D modeling

[PaintBucket]

선택툴을 선택하여 선반 전체를 클릭한다. Paint Bucket툴을 선택하면 Materials창이 나타난다. 이 중에서 Colors를 선택한 뒤 장면에서 선택된 색을 매핑하고 싶은 곳으로 커서를 옮긴다. 클릭하면 색깔이 바뀐다.



3D 도면제작 프로그램

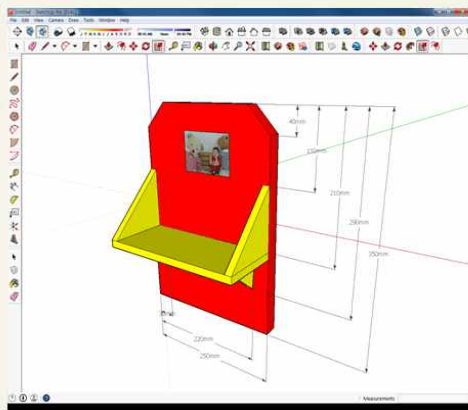
🌱 Sketchup

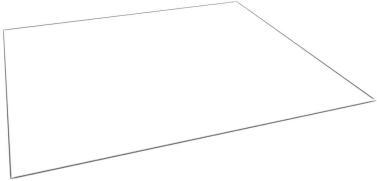
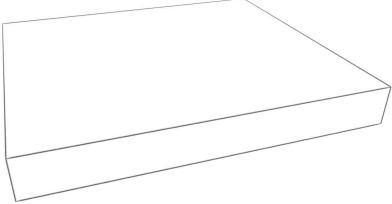
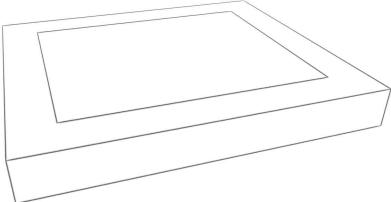
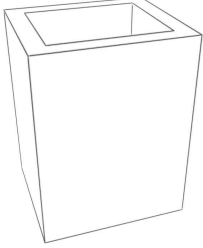
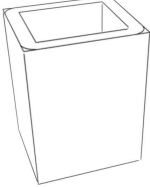
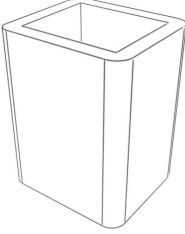
3D modeling

[Image]

선반 위에 사진 등으로 무늬를 꾸미고자 한다면 Import명령으로 이미지를 매핑할 수 있다.

열기 버튼을 누르면 커서를 따라 선택된 이미지가 움직이고 커서를 따라다니던 이미지는 선택된 앞면에 새겨지게 된다.



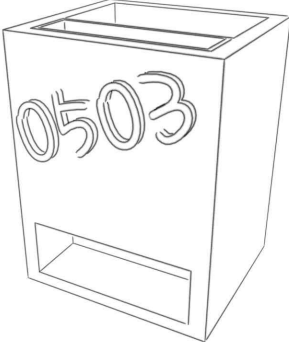

	
<p>Rectangle(75×85)</p>	<p>Push(10)</p>
	
<p>Offset(10)</p>	<p>Push(100)</p>
	
<p>Arc</p>	<p>Push</p>

[부록 3]

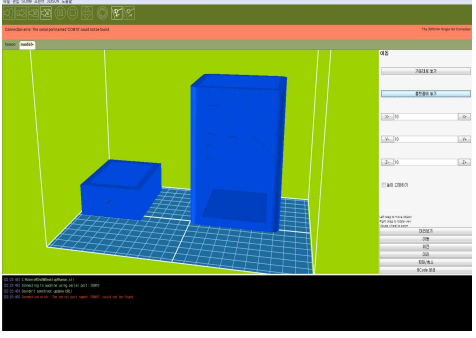
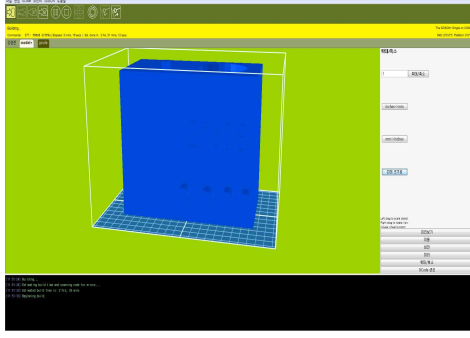
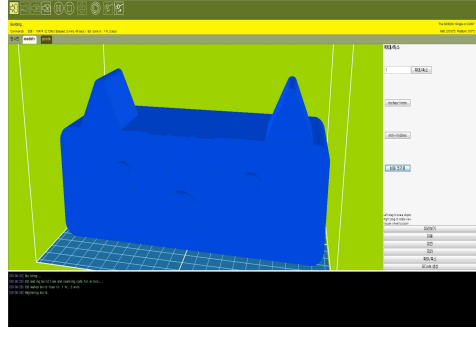
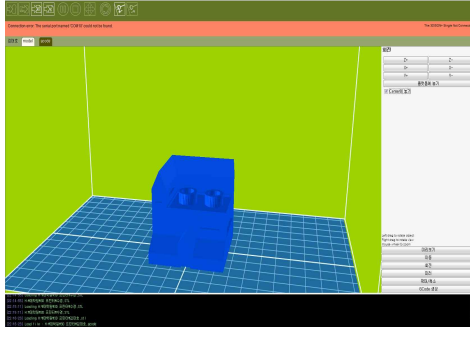
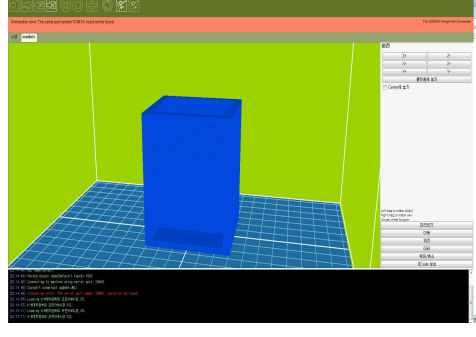
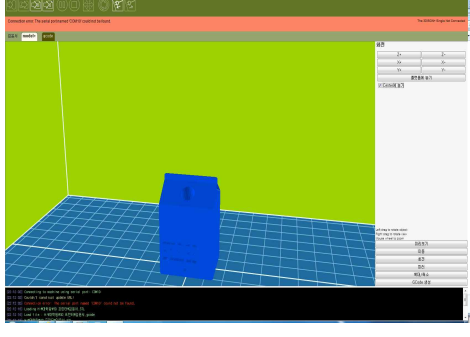
수업 활동사진

	
<p>1차시 발명 기법과 그에 따른 예 알기</p>	<p>3차시 수렴적 사고로 발명아이디어 창출</p>
	
<p>5~6차시 스케치업 사용방법 익히기</p>	<p>7차시 3D 도면 제작 프로그램 활용</p>
	
<p>8~9차시 3D 프린터를 활용한 발명품 제작</p>	<p>10차시 발명문제해결 과정과 결과의 평가</p>


3D 도면 제작 프로그램으로 제작한 도면

	
<p>지우개를 넣을 수 있는 연필꽂이</p>	<p>라디오 모양의 연필꽂이</p>
	
<p>고양이 모양의 연필꽂이</p>	<p>집 모양의 연필꽂이</p>
	
<p>반 번호가 적힌 연필꽂이</p>	<p>우유팩 모양의 연필꽂이</p>

3D 프린터 Creator K 코덱변환 화면

	
<p>지우개를 넣을 수 있는 연필꽂이</p>	<p>라디오 모양의 연필꽂이</p>
	
<p>고양이 모양의 연필꽂이</p>	<p>집 모양의 연필꽂이</p>
	
<p>반 번호가 적힌 연필꽂이</p>	<p>우유팩 모양의 연필꽂이</p>

3D 프린터로 제작한 제작품

	
<p>지우개를 넣을 수 있는 연필꽂이</p>	<p>라디오 모양의 연필꽂이</p>
	
<p>고양이 모양의 연필꽂이</p>	<p>집 모양의 연필꽂이</p>
	
<p>반 번호가 적힌 연필꽂이</p>	<p>우유팩 모양의 연필꽂이</p>

[부록 4]

프로그램에 대한 흥미도 검사지

흥미도 검사지

() 학년 () 반 이름()

여러분 안녕하세요? 3D 프린터를 활용한 발명교육에 대한 여러분의 생각을 알아보려고 합니다. 여러분의 솔직한 대답은 3D 프린터를 활용한 발명교육에 큰 도움이 될 것입니다. 이 설문지는 여러분의 성적과는 아무 상관이 없으며, 설문결과는 오직 선생님만 알고 있을 것입니다. 그러므로 여러분은 문제를 잘 읽고 여러분의 생각에 가장 가까운 대답을 골라 주시면 되겠습니다. 본 설문조사에 참여해 주셔서 대단히 감사합니다.

1. 여러분은 3D 프린터를 활용하여 발명교육을 받고 싶나요?

① 매우 그렇다	② 그렇다	③ 보통이다.	④ 그렇지 않다.	⑤ 매우 그렇지 않다.

2. 여러분은 3D 프린터와 관련된 프로그램이나 기술을 배우고 싶나요?

① 매우 그렇다	② 그렇다	③ 보통이다.	④ 그렇지 않다.	⑤ 매우 그렇지 않다.

3. 여러분은 3D 프린터를 활용하여 생활용품이나 장난감을 만들고 싶나요?

① 매우 그렇다	② 그렇다	③ 보통이다.	④ 그렇지 않다.	⑤ 매우 그렇지 않다.

4. 여러분은 3D 프린터를 활용한 발명교육 동아리가 있다면 들어가고 싶나요?

① 매우 그렇다	② 그렇다	③ 보통이다.	④ 그렇지 않다.	⑤ 매우 그렇지 않다.

5. 여러분은 3D 프린터와 관련된 직업을 갖고 싶나요?

① 매우 그렇다	② 그렇다	③ 보통이다.	④ 그렇지 않다.	⑤ 매우 그렇지 않다.

6. 여러분은 3D 프린터를 활용한 발명교육 시간에 질문을 받을까봐 두근거리나요?

① 매우 그렇다	② 그렇다	③ 보통이다.	④ 그렇지 않다.	⑤ 매우 그렇지 않다.

[부록 5]

프로그램에 대한 서술형 응답 내용

대상	3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명수업을 들은 후 느낀 점
S ₁	3D 프린터를 활용한 발명교육을 받으면서 느낀 점은 정말 흥미롭고 신기했다. 특히 기계가 이렇게 똑똑할 줄 몰랐다. 3D 프린터로 피자도 만들 수 있다고 했는데 정말 피자도 만들 수 있는지 궁금했다. 연필꽃이를 만들 때에 처음에는 아무것도 없었는데 필통이 눈 깜짝할 사이에 만들어져서 정말 신기했다. 선생님이 3D 프린터를 사용하는 것을 보니까 정말 멋있었다고 생각했다.
S ₂	입체로 복사가 되는 3D 프린터를 보고 무척 신기했다. 입체로 복사하는 것은 미래의 기술이라고 생각했는데 현재에 존재한다는 것이 신기했다. 하지만 스케치업을 통해 만든 것을 보니 색깔도 하나이고 간단해서 안 뽑아도 되겠다고 생각했다. 수업을 통해 3D 프린터를 알게 돼서 좋았다.
S ₃	스케치업을 처음으로 사용하였을 때는 ‘이런 프로그램도 있구나.’라는 생각을 했다. 스케치업을 이용하여 만들고 싶었던 것을 만들 수 있어 재미있었다. 스케치업 기능 중에서 제일 좋았던 것은 3D Warehouse였다. 왜냐하면 멋진 것도 있고 만들지 않고 볼 수 있는 것이 많았기 때문이다.
S ₄	3D 프린터로 직접 연필꽃이를 만들어 보니까 아주 재밌고 나에게 좋은 체험이었다고 생각한다. 유튜브에서 동영상이나 사진으로 봤던 것을 직접 보고 체험하니 5학년에서 가장 즐거웠던 추억인 것 같고 3D 프린터가 굉장히 신기했다는 생각이 들었다. 또 3D 프린터를 우리 반에 약 1주일동안 뒤서 3D 프린터와 친해진 것 같다.
S ₅	처음에 선생님께서 3D 프린터를 이용하여 연필꽃이를 만든다고 했을 때 많이 신이 났다. 동영상으로만 봤던 작업을 눈앞에서 볼 수 있다는 생각 때문이었다. 그래서 내 작품이 뽑히기 위해 열심히 노력했다. 그런데 스케치업이 생각보다 꽤 어려웠다. 3D 프린터와 스케치업으로 한 활동은 재미있고 또 유익했다.
S ₆	처음에 스케치업으로 3D 도면 제작하는 것을 배웠을 때 많이 어려웠다. 연필꽃이를 만들 때 사각형을 만들고 입체로 만드는 것까지는 했는데 구멍을 뚫어 밀어내는 것을 몰라서 그냥 사각형 위에 사각형을 그릴 정도였다. 옆에 있는 아이들에게 물어볼 정도였다. 선생님께서 가르쳐주셔도 뭐가 뭔지 아무것도 몰랐다. 머리 아프기만 했고, 뭘 가르쳐줘도 모르니 포기해버릴까 생각도 했다. 처음 재미가 붙기 시작한 것은 연필 1개만 꽃는 연필꽃이를 만들 때였다. 나는 그때까지도 3D 웨어하우스에서 뭔가를 다운로드 받는 것조차

	<p>잘 못했었다. 그래서 만들 때 선생님 하시는 것 보고 대상 했는데 트리 모양으로 하려다 꼭대기의 별을 못 지워서 실패하였고 또 별을 지웠더니 입체 모양이 사라져버렸다. 그래도 배운 보람은 있었다. 나중에 커서도 한번 해볼까 싶다.</p>
S ₇	<p>3D 도면을 제작해 보고 수업시간에 발명교육을 받아서 좋았고 재미있었다. 그리고 3D 프린터에서 직접 만들어지는 것도 보아서 좋았다. 처음에는 3D 프린터로 연필꽂이도 만들고 연필통도 만들고 3D 프린터가 다 해주어서 편하고 신기하였다. 그런데 기다리는 시간이 많이 걸려서 조금 힘들었지만 기다리는 동안 3D 프린터가 동작하는 것을 보면 신기하다. 처음에 스케치업으로 만들 때 망쳐서 다시하고 시간이 많이 걸렸다. 그래서 시간이 다 되면 못하고 그냥 가는 경우가 있었다. 그때에는 정말 어렵고 짜증이 났다. 선생님이 스케치업 설명할 때 무슨 말을 하는지 몰랐었다. 그래서 선생님께 화도 많이 났다.</p>
S ₈	<p>실과시간이나 창체시간에 스케치업을 이용하여 직접 비누 곱하고 연필꽂이 구상도를 그려 3D 프린터로 뽑아서 재밌고 신기하였고, 못 뽑힌 사람도 있지만 3D 도면을 3D 프린터로 뽑아서 3D 프린터를 활용한 발명교육을 받아서 좋았다. 스케치업으로 구멍을 뚫거나 높이를 올리는 것, 글을 쓰는 것 등을 배우고 익힐 수 있어서 정말 도움이 되는 것 같다. 3D 프린터로 뽑다가 망치는 것도 있었다. 그렇지만 3D 프린터에서 나오는 모습을 보니 정말 신기하였다. 3D 프린터를 활용한 발명 수업은 나에게 많은 도움을 주는 것 같다. 특히 스케치업에 있는 3D 웨어하우스에서 따오는 것이 신기하였고 나중에도 도움이 될 것 같다.</p>
S ₉	<p>내가 디자인 한 것이 실제로 3D 프린터로 나온다고 하니 신기했고 좋았다. 또 3D 프린터로 여러 가지를 활용할 수 있어서 신기했다. 펜홀더도 프로그램에서 직접 디자인하고, 구멍을 뚫었을 때 그게 그대로 쪽 나온다고 하니 재미도 있었다. 또 스케치업이라는 프로그램을 알게 되고 스케치업에서 디자인하는 법도 알게 되고 3D 웨어하우스라는 것에 들어가서 다른 것도 볼 수 있어서 재미있었다. 하지만 3D 프린터의 소음이 점점 심해져 시끄러웠다. 또 만들 때 자꾸 오작동을 일으켜서 짜증도 났다. 그래도 3D 프린터로 만드는 것은 재미있었다.</p>
S ₁₀	<p>3D 프린터를 사용하며 느낀 점은 처음에는 신기하고 새로웠는데 점점 시간이 지나면서 소음이 귀에 거슬렸다. 그리고 작동하다가 계속해서 떠서 약간 귀찮았다. 하지만 3D 프린터는 점점 나아가는 세계에 꼭 필요한 제품인 것 같다. 그리고 조금 귀찮아도 3D 프린터 작동 법을 더 배워보고 나만의 작품도 만들고 싶다. 3D 프린터를 배워보고 가까이서 보는 게 참 보람찼다.</p>
S ₁₁	<p>3D 프린터를 활용한 발명교육을 받으면서 3D 프린터란 어떤 것인지 어떻게 3D 프린터로 뽑는 것인지 어떻게 만들어지는 것인지 배웠다. 무척 재미있기</p>

도 하였고, 신기하였다. 3D 프린터가 만들다가 뜨는 것도 알게 되었고 선생님께서 어떻게 올리는지 이런 것들을 체험해 보는 것이 좋은 경험이 되었던 것 같다.

S₁₂ 3D 프린터로 뽑는 것을 보니까 조금 시끄럽기는 했지만 나는 뽑지 않았다. 왜냐하면 선생님 메일도 모르고 하기도 귀찮고 해서 그냥 뽑지 않았다. 뽑은 다른 애들을 보니 별로 쓸모도 없어 보여서 다행이라고 생각했다. 그냥 나는 선생님이 3D 웨어하우스에서 생성하라고 해서 찾아보았지만 영어로 되어 있어서 나쁘다고 생각한다.

S₁₃ 3D 프린터를 활용한 발명교육을 받으면서 머리가 복잡해서 이해가 잘 안될 때도 있었다. 그래서 연필꽃이를 잘못 만들 때가 많았다. 그래서 발명교육을 집중해서 받았더니 연필꽃이를 쉽게 만들 수는 없었지만 전보다 많이 쉬워졌다. 그리고 3D 프린터로 다른 모양으로 연필꽃이를 만들 때 처음으로 디자인을 하는데 생각을 하는 게 너무 힘들었다. 하지만 이것이 좋은 추억이었다. 그리고 망치모양에 연필꽃이를 디자인 했는데 통과를 받고 망치모양을 만들었다.

S₁₄ 3D 프린터를 활용하여 발명교육을 받으면서 느낀 점은 3D 프린터를 활용해서 발명교육동아리를 들어가고 싶고 또한 3D 프린터로 연필꽃이 기본 사각형과 연필꽃이 펜홀더를 만들어보니 발명교육을 직접 받고 싶었다. 그리고 나중에 재능을 펼칠 때가 되면 3D 프린터를 할 수 있고 직접 컴퓨터로 만들 수 있어서 저장될 수 있을 것 같아 행복했다. 그리고 3D 프린터 기능 중에 3D 웨어하우스에서 많은 것을 보고 거기서 생각하고 만들 수 있을 것 같아서 신기하고 재미있을 것 같고 많은 사람들 앞에서 자랑거리가 될 수 있을 것 같다고 생각했다.

S₁₅ 내 눈앞에서 3D 프린터를 보니 되게 신기했다. 스케치업을 활용하여 물건을 스케치해 본 것도 꿈만 같았다. 이렇게 3D 프린터와 스케치업 프로그램을 나중에 사용하다 보면 쓰기 편할 것 같다. 다른 사람들은 경험하지 못할 경험을 해 보아 정말 좋았다. 연필꽃이를 스케치업으로 구상할 때 3D 웨어하우스에서도 나에게 필요한 것들을 피울 수 있어 좋았다. 모서리도 둥글게 할 수 있다는 것도 알 수 있었다. 또 연필꽃이에 글자를 새겨 넣는 것도 배워 좋았다. 여러 가지의 과학 기계들을 내 눈으로 볼 수 있어 정말 좋은 시간이었던 것 같다. 과학동아리에서도 여러 가지 대회를 나가보아 나에게 정말 좋고 또 소중한 경험이 되었던 것 같다. 다음에 또 언제 과학동아리를 할지 모르겠지만 그래도 6학년이 되어서도 과학동아리를 하고 싶다. 그리고 과학동아리를 하여 자신감도 생긴 것 같다. 이 자신감으로 내가 과학발명동아리에서 대회를 나갔던 것처럼 발명대회를 나가고 싶다.

S ₁₆	<p>스케치업으로 연필꽃이와 놀이터 같은 것을 디자인하고 만드는 과정이 정말 흥미롭고 재미있었다. 그리고 제일 재미있었던 것은 펜 홀더 디자인하기였다. 스케치업 기능 중에는 구멍 뚫기, 색 입히기, 도형 만들기, 깎기 등이 있었다. 신기했던 기능들도 많았다. 또 내가 만든 작품을 선생님께 보내면 3D 프린터로 뽑아주셨다. 3D 프린터는 필라멘트를 녹여 나오면서 재빨리 굳어버렸는데 3D 프린터를 만든 사람은 정말 대단한 것 같다. 이번 3D 프린터로 발명교육을 받으면서 정말 재미있었다.</p>
S ₁₇	<p>선생님이 3D 프린터를 가지고 와서 다른 애들 것을 만들 때 3D 프린터가 움직여서 정말 재미있었다. 작품을 만들면 만든 모양으로 돼서 정말 신기하였다. 그리고 옆에 화면에 몇 퍼센트 완성되었는지 나와서 정말 편리한 기능인 것 같다. 3D 프린터 중에 어떤 못 같은 게 어떤 고체를 뿜어내면서 작품을 만들어내는 것 같다. 3D 프린터가 작품을 만들면서 완성되어가는 소리가 들리는 것 같다. 근데 3D 프린터가 작품을 만드는 게 좀 특이한 것 같다. 그리고 스케치업을 하면서 컴퓨터랑 3D 프린터가 작품을 만들어 낸다는 걸 알았다. 발명수업을 하면서 이게 제일 재미있는 것 같다.</p>
S ₁₈	<p>선생님께서 발명 또는 과학에 관심이 많아서 내가 처음으로 3D 프린터에 접하게 되면서 3D 프린터에 조금씩 관심을 가지게 되었다. 3D 프린터는 디자인을 하여 만드는 것이기 때문에 스케치업으로 디자인을 하면서 스케치업 기능을 알게 되었다. 3D 프린터는 우리처럼 생각을 잘 하지 못하기 때문에 손이 많이 갔었다. 하지만 그럴수록 내가 직접 디자인한 연필꽃이를 보니 많이 뿌듯해지고 기분이 좋아졌다. 처음에는 연필꽃이를 디자인할 때 생각이 잘 나지 않았다. 하지만 종이에 디자인을 할 때도 잘 생각이 나지 않았지만 좀 더 깊이 생각하고 주변에 있는 사물들로 잘 조합해보니 멋진 연필꽃이 디자인이 완성되었다. 종이에 디자인 그대로 스케치업으로 최종 디자인을 하고 선생님께 이메일로 보내니 멋진 연필꽃이가 완성되면서 엄청 편해지고 기분이 좋아지고 상쾌했었다. 지금은 좀 더 발전하여 연필을 하나만 꽃을 수 있는 연필꽃이지만 그 연필꽃이는 나중에 많이 필요할 수도 있겠다는 생각을 하였다. 그래서 선생님 덕분에 발명 또는 과학에 좀 더 많이 가까워진 것 같다.</p>
S ₁₉	<p>3D 프린터로 연필꽃이 같은 물건을 어떻게 만들었는지 궁금했는데 만드는 것을 직접 눈으로 보니 신기했다. 3D 프린터로 우유팩, 라디오, 연필꽃이 집 모양 등 여러 개의 물건을 다 만들 수 있는 게 신기했다. 처음에는 선생님이 컴퓨터에 만든 것이 잘 뽑히지 않을 줄 알았는데 뭐든지 만들면 뽑히니까 신기했다. 그런데 큰 것을 뽑으려고 할수록 너무 시간이 오래 걸려서 조금만 더 빠르면 좋겠다. 나도 발명교육동아리에 들어가면 좋겠다고 생각했는데 못 들어갔다. 그래도 선생님이 3D 프린터를 학교에 놓고 만들어서 메일로 보고 거의 다 뽑아 주었다. 다 잘 뽑혀서 신기했다.</p>

S ₂₀	<p>3D 프린터를 활용한 발명교육을 받고나서 스케치업이란 프로그램을 알고 스케치업에서 도형에 구멍 뚫기, 3D 웨어하우스 등을 배웠고 스케치업 프로그램으로 연필꽂이, 펜홀더를 직접 스케치하고 프로그램으로 옮겨서 3D 프린터로 뽑았다. 3D 프린터로 만들면 비용이 줄어든다는 것도 알았다. 3D 프린터로 뽑을 때 단점은 한번 잘못하면 처음부터 뽑아야하고 화상에 주의해야 한다.</p>
S ₂₁	<p>3D 프린터를 활용한 발명교육을 받으면서 한편으로 신기했다. 한 가지 색만 나오는 것이 너무 아쉬웠다. 스케치업으로 모델을 만들 때 처음에는 뭐가 뭔지 몰라 그냥 아무렇게나 했다. 그리고 나오는 것이 매우 신기했다. 매우 재미있었다.</p>
S ₂₂	<p>3D 프린터를 활용해서 3D 프린터로 뽑는 것을 창체와 실과 시간에 배웠을 때는 많이 힘들었다. 하지만 3D 프린터를 계속 공부하니깐 많이 힘들었던 게 힘들지 않았다. 처음에는 사각형을 만들고 올려서 구멍을 뚫어서 만든다. 이 건 단순하게 생겼지만 과정이 힘들었다. 나는 3D 프린터로 제작한 물건을 갖고 싶은 마음이 들었고 만들 때 어떻게 해야 하는지 알았다. 3D 프린터를 이용해서 만들려고 해도 실패만 나온다. 3D 프린터를 활용해서 신나는 것을 만들 것이다.</p>
S ₂₃	<p>3D 프린터를 이용한 발명교육을 받고 많은 것을 느끼고 많은 것을 생각할 수 있었다. 제일 먼저 느낀 것은 3D 프린터와 친구가 된 느낌을 받았고 요즘 기계가 이렇게 물건을 만들 수 있다는 것이 신기한 느낌을 받았다. 그리고 나는 생각했다. 3D 프린터가 우리에게 친구같은 존재인지 아니면 3D 프린터는 우리에게 어떤 존재인지 생각했다. 그리고 그 결과는 나는 3D 프린터는 나의 친구같고 우리가 만들지 못하는 것을 도와주는 기계라는 것을 생각하였다. 3D 프린터는 더 발전해서 소음하나 내지 않고 완벽하고 에러먹지 않은 채로 만들 수 있을 것이라고 생각했다. 내가 3D 프린터를 업그레이드한다면 더 멋지고 소음 없게 만들 것이다.</p>
S ₂₄	<p>3D 프린터가 필라멘트를 녹여서 물건을 만드는 것이 신기했고 가끔씩 오류가 뜨기도 했지만 재미있었다. 하지만 3D 프린터로 만드는 것이 좀 느려서 하루에 2개 정도를 만드는 것을 볼 수가 없어 아쉬웠다. 그리고 수업시간에는 살짝 시끄러웠지만 괜찮았다. 가까이서 볼 때 만들어지는 것을 보면 안 만들어지는 것 같지만 시간이 지나면서 점점 만들어지는 것이 신기했다. 그리고 3D 프린터가 작품을 만들면서 촘촘히 채우거나 촘촘하지 않게 채울 수 있다는 것도 알았다. 그리고 의문점이 있다. 3D 프린터는 왜 소음이 나는지 궁금했다. 과학기술이 발달해서 소음이 안 나는 줄 알았지만 좀 시끄럽게 소리가 난 것 같다. 과학기술이 발달하면서 발전하는 3D 프린터의 모습이 기대된다.</p>

S ₂₅	<p>발명수업을 받으면서 3D 프린터라는 것도 알게 되었고 3D 프린터를 이용해 사각형 형태에 연필꽂이, 캐릭터나 새로운 모양을 이용해 펜홀더를 만들었다. 비록 뽑지 못한 친구들도 있었지만 우리에게 새로운 기술과 물건 등을 알 수 있는 금같은 시간이었다. 나는 정말 좋은 경험을 한 것 같다. 내가 새로운 것을 알게 되어서 가장 궁금한 것은 필라멘트를 어떻게 칠하고 색깔을 어떻게 입히는지 그것이 가장 궁금하였다. 시간이 더 있었다면 아마도 더 많은 것을 알 수 있었을 것이다. 비록 스케치업을 오류로 깔지는 못했지만 기회가 된다면 뽑지 못하여도 꼭 내 스스로 그림을 그려보고 싶다. 그리고 3D 프린터도 사고 싶다. 그리고 구멍 뚫는 기술, 3D 웨어하우스도 알게 되어 기분이 아주 좋다.</p>
S ₂₆	<p>3D 프린터를 활용한 발명교육을 받으면서 3D 프린터를 활용해서 하는 것이 재미있었다. 스케치업을 통해 연필꽂이, 펜홀더 등을 만들었고, 색칠하기, 높이를 높이기 안에 구멍 뚫기 등의 기능도 할 수 있었다. 또한 3D 웨어하우스에서 내가 만든 작품에 부족한 부분을 채워준다. 그렇게 만든 작품을 3D 프린터로 뽑는다. 그 작품을 만들고 뽑으며 내 자신에 대한 자랑스러움이 느껴진다. 3D 프린터를 활용해 발명교육을 하면 창의성이 발달되며, 발명교육을 더 효과적으로 할 수 있다. 창의성이 발달되면서 나의 생각도 넓어지고 좋은 생각이 나도록 해 준다. 3D 프린터로 교육을 하면 재미있고 더욱더 발달된 3D 프린터를 경험하고 싶다.</p>
S ₂₇	<p>3D 프린터를 경험하면서 내가 만든 것이 어떻게 나올지 3D 프린터로 내것을 어떻게 해서 나오는지 구성이 어떻게 되었는지 궁금했고 좀 호기심이 깊었다. 과학동아리에 들어가서 더 많이 하고 싶다. 내가 뽑히지 않았지만 그래도 만드는 기분이 좋아서 재미있었다.</p>
S ₂₈	<p>3D 프린터를 활용하면서 느낀 점은 3D 프린터가 신기하기도 했고 스케치업으로 직접 3D 프린터를 만들 수 있다는 것도 신기했다. 3D 프린터로 물건을 뽑을 때 약간의 소음이 들리기도 했지만 3D 프린터를 활용하면서 생활용품을 만든다는 것이 신기했다. 3D 프린터는 발명교육에 큰 도움이 될 것 같다. 다음에도 3D 프린터로 발명교육을 받고 싶다.</p>
S ₂₉	<p>3D 프린터를 활용한 발명교육을 받으면서 느낀 점은 아주 좋은 발명교육이었다는 것이다. 아쉬운 점은 내가 만든 연필꽂이가 3D 프린터로 뽑히지 않아 아쉬웠고 한 색깔로만 제작된다는 것이 아쉬웠다. 그리고 스케치업으로 물건을 만든다니 신기하였고 재미있었다. 스케치업으로 연필꽂이를 만드는 방법을 배우니 좋은 경험이었던 것 같다.</p>

프로그램에 대한 서술형 응답지

<p>8. 3D 프린터를 활용한 설명교육을 받으면서 느낀 점을 써주세요.</p> <p>발명수업을 받으면서 3D프린터(3D프린터)를 알게되었고, 3D프린터를 이용해, 사물형 형태로 연결되고, 크래프트나 사물우 모형을 이용해, 핀셋을 만들었다. 비록 뽀뽀하는 차들도 있었지만 우리에게서 새로운 기술과 물건들을 알수있는 금같은 시간이었다. 나는 정말 좋은 경험을 한것 같다. 내가 새로운 것을 알게되어서(3D프린터) 가장궁금한것은 필라멘트를 어떻게 할수있고 색갈을어떻게하는지 그것이 가장궁금하다. 시간이 더 있었다면 아마도 더 많은것을 알았을것이다. 다음에 기회가 되면 필라멘트를 어떻게 할하는지 꼭 알겠다. 비록 스케치업을 오류로 걸치였지만 시간이된다면 뽀뽀하여도 꼭 내 스스로 그림을 그려보고싶다. 그리고 3D프린터도 시모싶다.(베르비비비비비비비) 그리고 구멍통는 기술, 3D weat house도 알게되어서 기본이 아주 좋다.</p> <p>- 응답해주셔서 감사합니다. -</p>	<p>8. 3D 프린터를 활용한 설명교육을 받으면서 느낀 점을 써주세요.</p> <p>처음에는 스키치업으로 3D 프린터로 뽀뽀는 것을 실과-합체시간에 배웠을 때 는 많이 어려웠다. 심지어 연결장치를 만들어서 시간처럼 안쪽 안쪽으로 만드는 것 까지는 장문데 구멍을 뚫게 만들어서 하는 것을 몰라서 그냥 사 기성품이 사기처럼 그럴 정도였다. 옆에 있는 아이들에게 물어볼 정도 였는데 ... 한 마디로 엄청 못했었다. 그리고 선생님께서 가르쳐 주셔도 뭐가 뭔지 아예것도 몰랐다. 머리 아파간 채로, 할 가려하려도 모르겠다. 나도 그댄 할 포기해버린 거 생각났다.</p> <p>너를 재미가 볼기 시작할 것을 언당 1개만 골을 편질 공기를 만든 채 있다. 나는 그대까지도 3D 웨이퍼에서 뽀뽀만 만든 받은 거조차 가 못했어. 그래서 만들때 선생님 하시게 보고 데기 했을때 트리 모양으로 하려다 꼭대기까 뽀뽀 못기워서 거의 실패 하고 단 뽀뽀 기성품대 입체가 아나게 되서 버렸다. 그래서 대강했더 니 물건 말하 버리고 ... 그대 까지 나는 포기 해서 대강된 것을 보냈다. 드레가 드레한게 드레한게는 있었지만 그래도 개런까지 버린 보람은 안있다. 나중에 개런 해볼까 있다.</p> <p>- 응답해주셔서 감사합니다. -</p>
<p>8. 3D 프린터를 활용한 설명교육을 받으면서 느낀 점을 써주세요.</p> <p>실과시간이나 창의성에 세척업을 이용하여 직접 비누약하고 큰필라멘의 관을 그려 3D프린터로 붓아서 재밌고 신기하고, 문풀이같은 것인 3D프린터를 활용한 설명교육을 받아서 좋았다.</p> <p>세척업으로 구멍 뚫거나 흙을 옮기는 것, 글 쓰는 것들을 배우고 알수 있어서 정말 도움이 되는 것 같다. 3D 프린터로 붓다가 멍치는 것도 있었다. 그렇지만 3D프린터에서 나오는 모습을 보 정말 신기하였다.</p> <p>3D 프린터로 인하여 나에게 많은 도움을 주는 것 같다. 특히, 세척업에 있는 3D 웨어하우스에서 파는 것이 신기하고 내용에도 도움이 될 것 같다.</p> <p>- 응답해주셔서 감사합니다. -</p>	<p>8. 3D 프린터를 활용한 설명교육을 받으면서 느낀 점을 써주세요.</p> <p>내 눈앞에서 3D프린터로 뽀뽀되기 신기하다. 스키치업을 활용하여 만들어진 스키치업도 좋았다. 이렇게 3D프린터나 크래프트 핀셋을 나에게 사용할수되면 쓰기 또한것 같다. 다른사람들 경험해보길 이점을 경험해보아 정말 좋았다. 연결장치를 스키치업으로 구상할때 3D 웨이퍼에서도 나에게 필요한 것들 들을 퍼올 수 있게끔이나 뽀뽀도 들기 할수 있다는 것도 알수 있었다. 또 연결장치에 크리를 서게되는 것도 배려 좋았다. 여러가지의 과학기계를 내 눈앞에 볼수 있어 정말 좋은 시간 이었던 것 같다. 과학동아리에서도 여러지 대를 나가서 나에게 정말 큰 돈 수확한 경험이 있었던 것 같다. 다음에 이벤트 과학동아리를 하면 못지않지만 그래도 과학이 되어서도 과학동아리를 하고 싶다. 그리고 과학동아리를 하며 자신감도 생길 것 같다. 이 시간으로 내가 과학발전 동리에서 대를 냈던 것처럼 정말 대를 내면 싶다.</p> <p>- 응답해주셔서 감사합니다. -</p>