



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](#)

초등학생의 공학자 진로인식 향상을 위한
융합형 STEAM 프로그램 개발 및 적용
— 루브 콜드버그 제작 활동을 중심으로 —

김이림

2013년



석 사 학 위 논 문

초등학생의 공학자 진로인식 향상을 위한
융합형 STEAM 프로그램 개발 및 적용
- 루브 골드버그 제작 활동을 중심으로 -

A The Convergent STEAM Program Development and
Application for Improvement of Engineer Career
Awareness of Elementary School Students
- Focused on Rube Goldberg Machine Building Activity -

제주대학교 교육대학원

초등컴퓨터교육전공

김 이 립

2013년 8월

석사학위논문

초등학생의 공학자 진로인식 향상을 위한
융합형 STEAM 프로그램 개발 및 적용
- 루브 골드버그 제작 활동을 중심으로 -

A The Convergent STEAM Program Development and
Application for Improvement of Engineer Career
Awareness of Elementary School Students
- Focused on Rube Goldberg Machine Building Activity -

제주대학교 교육대학원

초등컴퓨터교육전공

김 이 립

2013년 8월

초등학생의 공학자 진로인식 향상을 위한
융합형 STEAM 프로그램 개발 및 적용
- 루브 골드버그 제작 활동을 중심으로 -

A The Convergent STEAM Program Development and
Application for Improvement of Engineer Career
Awareness of Elementary School Students
- Focused on Rube Goldberg Machine Building Activity -

지도교수 박 남 제

이 논문을 교육학 석사학위 논문으로 제출함

제주대학교 교육대학원

초등컴퓨터교육전공

김 이 립

2013년 5월

김 이 립의
교육학 석사학위 논문을 인준함

심사위원장 김 종 우 인

심사위원 박 남 제 인

심사위원 김 종 훈 인

제주대학교 교육대학원

2013년 6월

목 차

국문 초록	v
I. 서론	1
1. 연구의 필요성	1
2. 연구의 목적	2
3. 용어의 정의	3
II. 이론적 배경	4
1. 융합인재교육(STEAM)	4
2. 루브 골드버그 장치	16
3. Holland의 직업적 성격유형론	27
III. 교육 프로그램 설계 및 교재 개발	31
1. 교육과정 연계 분석	31
2. STEAM 교육 프로그램 설계	34
3. STEAM 교육 프로그램 교재 개발	53
IV. 연구 방법 및 현장 적용	55
1. 현장 적용 대상	55
2. 연구 설계 및 절차	55
3. 현장 적용 결과 및 해석	60
V. 결론 및 제언	68
참고 문헌	70
ABSTRACT	72
부 록	74

표 목 차

〈표 II-1〉 성격 유형별 직업 환경과 직업의 예	30
〈표 III-1〉 6학년 2학기 과학과 3단원, 에너지와 도구	31
〈표 III-2〉 5학년 실과과 5단원, 생활 속의 목제품, 천재교육	32
〈표 III-3〉 전반기 6차시 STEAM 교수·학습 단계	34
〈표 III-4〉 후반기 6차시 STEAM 교수·학습 단계	35
〈표 III-5〉 전반기 6차시의 교육 프로그램 개요	37
〈표 III-6〉 후반기 6차시의 교육 프로그램 개요	38
〈표 III-7〉 전반기 6차시의 차시별 계획 총괄표	39
〈표 III-8〉 후반기 6차시의 차시별 계획 총괄표	43
〈표 III-9〉 전반기 3~4차시 교수학습 과정안	47
〈표 III-10〉 후반기 5~6차시 교수학습 과정안	49
〈표 IV-1〉 연구 대상	55
〈표 IV-2〉 공학·기술 관련 직업 선택 성향 검사 도구의 구성	58
〈표 IV-3〉 검사 결과	62
〈표 IV-4〉 학생 만족도 평가 결과	64
〈표 IV-5〉 프로그램 적용 전 직업흥미유형 결과	66
〈표 IV-6〉 프로그램 적용 후 직업흥미유형 결과	66

그림 목 차

[그림 II-1] 융합인재교육(STEAM) 유형	11
[그림 II-2] 융합인재교육(STEAM)의 핵심역량과 구성요소	14
[그림 II-3] 융합인재교육(STEAM) 수업 구성의 원리	15
[그림 II-4] 풍선 터트리는 미친 장치	17
[그림 II-5] 쥐를 이용해 프로펠러 돌리는 장치	18
[그림 II-6] 골드버그 대회 홈페이지	18
[그림 II-7] 골드버그 대회 문제	18
[그림 II-8] 2013 골드버그 대회 최우수상 작품	19
[그림 II-9] 2013 골드버그 대회 수상자들	19
[그림 II-10] 우주인 선발대회 중 골드버그 장치 만들기 대회	19
[그림 II-11] 루브 골드버그e Goldberg (1883-1970))	20
[그림 II-12] 루브 골드버그의 발명 이미지 만화들	22
[그림 II-13] ‘나홀로 집에’ 영화의 한 장면	23
[그림 II-14] 자격루 속의 자동연속 작동장치	23
[그림 II-15] 골드버그 장치를 이용한 혼다 자동차의 CF장면	24
[그림 II-16] 롤링볼 ‘드림러너’	24
[그림 II-17] 드림러너 구상도	24

[그림 II-18] 리프트 종류 (코일형 리프트와 체인형 리프트)	24
[그림 II-19] '드림러너'의 트랙스위치	25
[그림 II-20] '드림러너'의 바운스	25
[그림 II-21] '드림러너'의 루프 부분	26
[그림 II-22] '드림러너'의 코일 부분	26
[그림 II-23] '드림러너'의 콜렉터 부분	26
[그림 II-24] Holland의 RIASEC 육각형	29
[그림 III-1] 루브 골드버그 장치를 활용한 놀이동산 만들기 프로젝트 교재	54
[그림 IV-2] 연구의 실험 설계	56
[그림 IV-2] 연구 절차	57
[그림 IV-3] 직업흥미유형 체크리스트	59
[그림 IV-4] 골드버그 장치 제작 과정 및 완성품	60
[그림 IV-5] 창의력챌린지대회 작품 및 수상 장면	61
[그림 IV-6] 과천과학관 골드버그 대회 작품 및 수상 장면	61
[그림 IV-7] 프로그램 적용 후 학생들의 서술형 응답	65
[그림 IV-8] 프로그램 전·후 학생들의 탐구형(I) 빈도수 변화	67

국 문 초 록

초등학생의 공학자 진로인식 향상을 위한 융합형 STEAM 프로그램 개발 및 적용 - 루브 골드버그 제작 활동을 중심으로 -

김 이 립

제주대학교 교육대학원 초등컴퓨터교육전공
지도교수 박 남 제

본 연구에서는 초등학생의 공학자 진로인식 향상을 위한 루브 골드버그 장치 만들기 STEAM 교육 프로그램 및 교재를 개발하여 실제 현장 적용하였다. 학생들은 루브 골드버그 장치를 활용한 놀이동산 꾸미기 프로젝트를 진행하면서 기초적인 과학 이론을 실습을 통해 배우고 협동하면서 흥미 있게 참여하였다. 프로그램 적용 결과 국내 여러 루브 골드버그 장치 만들기 대회에서 우수한 성과를 거두었고 특히, 학생들의 공학이나 기술에 대한 긍정적인 태도 변화와 진로와 직업 선택에 있어서의 공학자에 대한 긍정적인 인식 변화를 확인하였다.

주요어 : 융합형 STEAM 프로그램, 루브 골드버그, 공학자 진로 인식

I. 서 론

1. 연구의 필요성

최근 미국을 비롯한 여러 나라에서 주목받고 있는 새로운 교육 패러다임은 융합교육이다. 미국은 과학, 기술, 공학, 수학 교과 간의 통합·협력을 강조한 STEM 교육을 위해 2011년 약 37억 달러를 투자하고 있으며 STEM 교사 10만 명 육성과 STEM 중점학교 1000개 조성을 목표로 하고 있다(교육과학기술부, 2012). 영국은 STEM Advisory Forum 운영, 기업, 기관, 학교 연계로 STEMnet을 형성하여 2014년까지 과학과 혁신에 대한 틀 수립을 목표로 하고 있으며, 핀란드는 LUMA 센터를 설립하여 수학, 과학 교육 강화를 위한 LUMA 프로젝트를 추진하고 있고, 이스라엘은 과학예술영재학교(IASA, Israel Arts and Science Academy) 중심으로 모든 이를 위한 수학, 과학, 기술 교육을 추진(교육과학기술부, 2012)하는 등 융합교육을 위한 다양한 노력이 이루어지고 있다.

이러한 시대적 흐름에 따라 우리나라에서는 STEM 교육에 Arts를 추가한 STEAM 교육을 실시하고 있다. 교육과학기술부는 2011년 업무보고에서 교육과 과학기술의 융합 시너지를 활용한 체계적 과학기술인재 양성을 위해 ‘초·중등 STEAM 교육’을 강화하겠다고 발표하였고(2010), 이듬해인 2012년 업무보고에서는 STEAM 교육을 본격 추진하겠다고 발표하였다(2011).

우리나라에 STEAM 교육이 도입된 계기는 실질적으로 학생들의 이공계 회피 현상으로 인한 국가적 손실을 막고자 과학기술인재를 양성하는 데 있다. 그러나 학생들은 진로를 결정하고 직업을 선택하는 데 있어서 자신의 적성과 흥미, 장래를 충분히 고려하지 못하고 있고, 특히 기술과 공학 관련 직업 선호도는 인문·사회 계열 직업보다 현저히 저조한 실정이다. 한마디로 우리나라의 STEAM 교육의 목표는 학생들에게 과학 기술과 공학에 대한 긍정적인 인식을 심어주고 학생들로 하여금 과학과 기술에 대해 재미와 흥미를 갖게 하여 앞으로 우리나라를 이끌어 나갈 과학기술인재를 양성하는데 있다고 할 것이다.

지금까지 기술 관련 STEAM 프로그램 연구는 주로 기술 교과를 배우는 중·고등학생에게 이루어졌지만 진로를 고민하고 직업에 대한 자기 결정권을 가지기 시

작하는 초등학생을 대상으로 한 연구도 필요하다. 초등학생의 과학과 기술에 대한 긍정적인 인식과 태도는 중·고등학교를 거쳐 대학을 진학하고 직업을 선택하여 사회에 진출할 때까지 계속 연계될 것이며, 이는 곧 우리나라 STEAM 교육이 지향하는 국가경쟁력 향상으로 이어질 것이다.

따라서 본 연구에서는 기술기반 STEAM 교육은 중학생의 기술적 태도를 향상시키는데 긍정적인 효과가 있었고(배선아, 2011), STEAM 활동이 초등학생의 과학탐구능력을 향상시키고 과학에 대한 긍정적인 태도를 갖게 한다(채희인, 2013)는 연구 결과를 토대로 초등학생을 위한 공학·기술 관련 STEAM 프로그램 교재를 개발하는데 초점을 맞추었다. 더 나아가 공학·기술 관련 STEAM 프로그램을 실제 초등학생에게 적용하여 초등학생들의 공학·기술과 관련된 직업 선호도 변화를 확인하고 STEAM 프로그램에 대한 만족도, 흥미도 등을 분석하고 또한, Holland의 직업적 성격 유형론에 근거한 학생들의 직업 흥미 유형 빈도수 변화를 살펴보고자 한다.

2. 연구의 목적

이 연구의 목적은 루브 골드버그장치 만들기 STEAM 교육 프로그램을 개발하는데 있다. 총 20차시로 구성된 교재를 개발하여 실제 초등학생들에게 적용하고 이를 통한 STEAM 프로그램에 대한 학생들의 만족도, 흥미도 등을 분석하고 Holland의 직업적 성격 유형론에 근거하여 초등학생들의 공학·기술과 관련된 직업 선호도 변화를 확인하고자 한다. 이를 위한 구체적인 연구의 목적은 다음과 같다.

- 가. 우리나라의 융합인재교육(STEAM)의 필요성과 목적, 구성요소 등을 알아본다.
- 나. 루브 골드버그장치를 분석하고 이를 초등학생에게 적용하기 위한 프로그램과 교재를 개발한다.
- 다. 루브 골드버그장치 만들기 STEAM 교육 프로그램을 실제 교육 현

장에 적용한다.

라. 루브 골드버그장치 만들기 STEAM 교육 프로그램을 학생들에게 적용한 후 학생들의 공학자로의 직업인식 변화를 확인한다.

3. 용어의 정의

가. 공학·기술 관련 STEAM 프로그램

공학·기술 관련 STEAM 프로그램은 ‘루브 골드버그장치를 활용한 놀이동산 만들기’ 활동으로 과학, 기술, 공학, 예술, 수학 교과와 내용을 통합하여 초등학생들이 20차시 동안 수업할 수 있는 STEAM 교육 프로그램이다.

나. 루브 골드버그 장치

루브 골드버그장치(Rube Goldberg's Invention)란 “가장 단순한 과제를 해결하기 위해서 만든 가장 복잡한 기계”를 의미한다. 이들 장치의 각 단계에는 고도로 정교한 물리법칙이 적용된다. 루브 골드버그 장치 만들기는 학생들의 창의적인 아이디어와 과학적 지식과 기술, 공학이 결합된 활동으로 전 세계적으로 많은 대회가 열리고 있다.

다. Holland 직업흥미유형

직업흥미(vocational interest)는 개인이 특정 직업들에 대해 좋아하고 싫어하는 정도(Savickas & Spokane, 1999)를 의미한다. Holland의 직업적 성격 유형론에서 직업흥미는 실재형(Realistic), 탐구형(Investigative), 예술형(Artistic), 사회형(Social), 기업형(Enterprising), 관심형(Conventional) 등 여섯 차원으로 나누었다.

Ⅱ. 이론적 배경

1. 융합인재교육(STEAM)

가. 융합형 인재의 정의

일반적으로 융합은 서로 다른 이질적인 영역 혹은 분야들 간에 이루어지는데, 성공적 융합을 위해서는 반드시 서로에 대한 ‘이해’를 전제로 한다. 융합에 대한 논의는 점차적으로 과학기술과 인문, 사회과학, 예술 등 영역을 아우르거나 영역을 뛰어넘는 의미까지 이루어지고 있으며, 따라서 국가에서 요구하는 미래 사회에 필요한 융합적 인재의 의미는 더욱 확장되고 있다(백윤수 외, 2012).

융합형 인재란 미래의 과학기술정보 사회가 요구하는 새로운 인재상으로, 다양한 분야에 대한 융합의 전문성과 창의성을 지니고 삶을 즐기며 타인을 배려하고 소통하는 인재를 의미한다.

나. 융합인재교육(STEAM)의 핵심 역량: 4C(창의, 소통, 내용융합, 배려)

융합인재교육(STEAM)이 지향하는 융합형 인재의 핵심 역량은 성과를 내기 위한 구체적인 행동 양식으로서 성공적인 수행과 연결되기 때문에, 창조와 혁신을 추구하고 소통하며 융합을 통해 새로움을 개척해나가는 능력과 직결된다고 할 수 있다. 여기에는 또한 자신과 타인뿐만 아니라 주변 환경과 사회 문화 등을 이해하는 능력이 함께 요구된다.

따라서 융합인재교육(STEAM)에서는 ‘창조와 혁신을 추구하는 인재’, ‘소통 능력을 갖춘 인재’, ‘융합 지식을 이해하고 활용하는 인재’, ‘배려와 존중을 실천하는 인재’ 육성으로 ‘창의(Creativity)’, ‘소통(Communication)’, ‘내용융합(Convergence)’, ‘배려(Caring)’의 4C를 핵심 역량의 영역으로 제시하였다.

융합인재교육(STEAM)은 과학기술과 관련된 다양한 분야의 융합적 지식, 과정, 본성에 대한 흥미와 이해를 높여 창의적이고 종합적으로 문제를 해결할 수 있는 융합적 소양(STEAM Literacy)을 갖춘 인재를 양성하는 교육으로(백윤수 외,

2011), 4C(창의, 의사소통, 내용융합, 배려)를 추구한다.

첫째, ‘창의성’은 창의력, 문제해결력, 문제 확인 능력, 정보수집능력, 정보 분석 능력, 의사결정능력, 평가능력 등의 요소를 포함한다. ‘창의’는 교과 및 학문 영역에서 기초적이고 중점적인 역량으로서 기존의 ‘문제해결능력’을 포함한다.

둘째, ‘의사소통’은 언어적 소통, 시청각적 소통, 학문적 능력, 글로벌 소통능력, 소통하는 태도, 협력하는 요소가 포함된다. 자신과 다른 사람을 이해하고 국제 사회에서의 사회문화적인 이해를 위한 ‘소통’ 능력은 기존의 ‘의사소통능력’이나 ‘대인관계능력’과 관련된다.

셋째, ‘내용융합’은 다양한 지식의 이해, 다양한 지식간의 연결성 및 연관성에 대한 이해, 새로운 가치적 관점의 융합 지식의 창출, 융합 지식의 활용 등과 관련된 능력이다. ‘융합’은 ‘창의’, ‘소통’, ‘배려’와는 다른 차원이나, 맥락적인 지식을 이해, 설계, 응용 및 활용하는 것으로서, 창의, 소통, 배려와 함께 중요한 핵심 역량이라 할 수 있다.

넷째, ‘배려’는 자기애, 자신감, 자아정체감, 자아 효능감, 타인을 위한 배려, 타인 존중, 다문화 이해 등과 같은 사회적 정서 학습(SEL: Social Emotional Learning) 요소를 포함한다. ‘배려’는 경쟁 사회에서 인간으로서의 본성에 기초한 ‘인성’의 또다른 부분이자 이타적(利他的) 특성에 기반한 것으로, 자신과 남을 이해하고 나아가 집단, 사회, 국가, 인류 전체에 대한 인식과 존중에 핵심이 있다.

다. 융합인재교육(STEAM)의 필요성

1) 개인적 측면

가) 창의·인성, 지성과 감성의 균형 발달

‘2011년 한국 어린이·청소년 행복지수 국제 비교’ 결과에 의하면, 한국 어린이와 청소년들이 느끼는 주관적 행복지수는 65.98점/100점으로, 우리나라 어린이와 청소년의 ‘주관적 행복지수’가 경제협력개발기구(OECD) 국가 가운데 ‘최하위’로 나타났고, 비교지표가 있는 23개 OECD 국가 중 2012년을 포함하면 4년 연속 최하위를 기록하였다(백운수 외, 2011). 이는 현재 우리나라 교육의 방향에 대한 전면적인 검토가 필요함을 보여준다. 즉, 학생들의 창의·인성, 지성과 감성을 균형 있게 발달시킬 수 있는 방향으로 교육

의 방향이 전환되어야 함을 의미한다고 볼 수 있다.

나) 협력과 소통의 능력 함양

21세기는 타인과 소통하고 타인으로부터 정서적 공감대를 이끌어내는 사람이 중심이 되는 창조 지식인의 사회로 진화한다(백윤수 외, 2011). 사회적으로 인정받는 행복한 사람들의 예를 살펴보자. 그런 사람들은 자신의 감정과 타인의 감정을 잘 이해하며 공감하는 능력을 구비함으로써 다른 사람들과 원만한 인간관계를 형성하고 있다(문용린 외, 2010). 따라서 교육은 학생들이 타인과 협력하고 적극적으로 소통할 수 있는 능력을 함양시키는 방향으로 이루어져야 한다.

다) 창조적 협력 인재 양성

우리나라 국가 경쟁력의 자산인 미래 과학기술 발전을 주도할 창조적이고 융합적인 인재 양성을 위해 교육과학기술부(2010)는 초·중등학교 수준에서부터 과학기술에 대한 흥미와 이해를 높이고 융합적 사고와 문제 해결 능력을 배양할 수 있는 융합인재교육(STEAM)의 필요성을 제기하였다.

2) 사회적 측면

가) 미래 사회 변화의 적응력

미래 과학기술 사회의 국가 경쟁력은 급변하는 과학-기술-공학 영역의 요구되는 혁신에 얼마나 빠르게 적응하느냐의 문제이다. 지난 10여 년 동안 전 세계적 과학기술교육개혁의 키워드에는 국가경쟁력 강화를 위한 ‘창의성’, ‘디자인 (Design)’과 더불어 ‘과학, 기술, 공학, 수학’(Science, Technology, Engineering, Mathematics: STEM) 교육이 포함되었다. 미래 사회는 통섭과 융합의 시대로 수학과 과학을 바탕으로 기술과 공학이 융합되어 발전해가고 있다. 교육에서도 학문의 통합적 시도가 추진되고 있으며, 이공계 학문과 인문학 그리고 예술의 융합적 교육의 방향으로 전개해 나가고 있다. 따라서 학문 분야의 영역을 넘나드는 융합적이고 창의적인 사고를 하는 통섭적인 인재를 육성하는 방향으로 교육이 이루어져야 한다.

나) 합리적이고 다양성을 인정하는 문화 형성

현재 한국 사회는 다문화 가정이 증가하면서 사회 구성원도 점차 다양화 되어가고 있다. 사회가 발전함에 따라 사회 구성원의 다양화 현상은 더욱 가속 될 것이다. 따라서 우리 사회는 합리적이고 다양성을 인정하는 문화를 형성할 필요가 있으며 이는 교육을 통해서 이루어질 수 있다.

다) 대중의 과학화를 기반으로 한 합리적인 사회 구성

과학기술교육은 모든 사람들이 자연과 이로부터 생성된 과학기술 지식을 단순히 이해하는 수준을 넘어서 자연, 인간, 문명에 대해서 현대 과학적 이해를 토대로 창의적이고 합리적으로 문제를 해석하고 해결하며, 과학과 관련된 다양한 사회 문제를 비판적으로 판단할 수 있는 기본적인 능력을 갖추도록 하는 데 기여해야 한다. 게다가 과학기술교육은 단순히 과학기술과 관련된 윤리 의식을 갖추게 하는 수준뿐만 아니라, 원활한 소통을 토대로 적극적으로 타인을 이해하고 배려할 줄 아는 인성 또한 함양할 수 있도록 해야 한다(김영식, 2007, 2009; 스노우, 2001; 호프만, 1996). 이러한 교육은 개인의 창의성 발현 및 국가 경쟁력의 발달에 토대를 마련해 줄 수 있다.

3) 교육적 측면

가) 교육과정의 유연성

21세기는 융합적 지식과 사고를 토대로 해결해야 하는 문제가 증가(예, 지구온난화, 자원부족 등)하고, 지식기반에서 개념기반사회로 전환되며, 창조와 문화의 시대로 특징지어 진다. 따라서 미래 사회는 여러 학문 분야의 영역을 넘나드는 융합적 사고, 창의적인 사고, 상상력, 다양성의 수용, 과정적 지식, 감성적 기능이 더 중요해지므로 과거와는 다른 교육시스템이 요구된다. 지난 세기의 교육이 과목별 장르별 수직적 체계에 의한 주지교육이었다면, 21세기는 수평적 통합적 교육이 될 것이다(백운수 외, 2011). 따라서 교육과정 또한 유연성 있게 운영될 필요가 있다.

나) 시스템적 교육패러다임 변화의 필요성(수요자, 교사, 교과간의 협력체제)
과거의 과학기술 교육의 문제점들을 해결하기 위해서는 앞으로의 교육은 보다 학습자 중심의 교육으로 전환되어야 하며 수평적 융합적 교육이 이루어지기 위해서는 교사나 교과간의 긴밀한 협력체제가 요구된다.

다) 융합적 지식 및 과정의 중요성

미래 사회의 경제패러다임이 아이디어, 혁신, 창의성에 기반을 둔 창조경제로 변함에 따라 새로운 문제에 직면했을 때 창의적이고 유연한 사고와 태도로 이종 분야를 넘나들면서 새롭고 가치 있는 방식으로 문제를 해결할 수 있는 능력이 필요하다(김왕동, 2011). 따라서 분야별 개별 지식만으로는 복잡하고 다층적인 다양한 문제를 해결하는데 한계에 봉착하게 될 것이다. 이러한 미래 사회에 대비하기 위해서는 학생들에게 각 교과에 대한 교육이 개별적인 교과 지식을 학습하는 수준을 넘어서 창의성과 같은 고등 사고와 함께 여러 교과 영역 사이에서 지식을 전이시키고 융합시킬 수 있는 능력, 그리고 실세계 현상을 포함한 다양한 맥락 속에서 여러 가지 문제를 해결할 수 있도록 하기 위해 학생들이 학습한 지식을 다양한 형태로 융·복합하여 적용시킬 수 있는 능력을 강조해야 한다.

4) 국가적 측면: 과학기술 및 융합인재 양성

지난 10년 동안 우리나라의 과학기술교육 관련 학계에서는 학생들의 과학학습에 서의 낮은 정의적 성취와 이공계 기피 현상을 해결하고자 다양한 시도를 하였지만 커다란 실효를 거두지 못한 것으로 나타났다. 예를 들면, 대학수학능력시험에서 자연계열 응시자가 지속적으로 감소하고 있는 것으로 나타났다. 대학수학능력시험 총 응시자 중 자연계 지원율은 1998년 42.4%, 1999년 39.9%, 2000년 34.8%, 2001년 29.5%, 2002년 26.9%로 지속적으로 감소하였다. 또한 4년제 대학 입학시험 지원율의 경우도 인문계 지원율이 자연계 지원율을 능가하고 있다. 1995년에는 자연계 지원율이 41.7%(인문계 39.7%)로 인문계에 비해서 높았던 반면 2001년에는 자연계 지원율이 40.8%(인문계 41.4%)로 인문계 보다 낮게 나타났다(교육통계서비스, <http://cesi.kedi.re.kr/index.jsp>). 이러

한 현상은 대학입시제도 상의 문제에서 비롯된 것으로 볼 수도 있으나, 그 이면에는 그동안 축적되어 온 과학교육의 여러 문제점들이 작용한 것으로 볼 수 있다(백운수 외, 2011). 수험생들이 자연계열 진학을 기피하는 표면적인 이유는 손쉬운 방법으로 대학에 진학하려는 것이지만, 근본적인 이유는 청소년들의 과학에 대한 낮은 관심과 과학이 학습하기에 어려운 과목이라는 인식 때문이다(백운수 외, 2011). 국제학업성취도 비교 연구인 PISA 또는 TIMSS 연구 결과에 따르면, 우리나라 중, 고등학생들의 수학과 과학 성취도는 전반적으로 높지만 정의적 영역의 성취도는 낮은 것으로 나타났다. 예를 들면, PISA 2006의 결과에 의하면, 우리나라 고등학교 1학년 학생들의 ‘과학에 대한 일반적인 흥미’는 57개국 중 55위, ‘과학에 대한 자아개념’은 56위, ‘과학에 대한 즐거움’도 51위, ‘과학에 대한 외적 동기’는 53위로 낮게 나타났다(이미경, 손원숙, 노언경, 2007). TIMSS 2007에서도 유사한 결과를 볼 수 있다. 우리나라 중학교 2학년 학생들의 수학·과학학습에 대한 자신감, 즐거움, 가치인식 지수는 국제 평균보다 낮게 나타났으며 ‘자신감’ 지수가 높은 학생의 비율은 50개국 중 수학 43위, 과학 27위, ‘즐거움’ 지수가 높은 학생의 비율은 수학 43위, 과학 29위로, ‘가치인식’ 지수가 높은 학생의 비율은 수학 45위, 과학 26위로 나타났다(김경희 외, 2008). 이러한 수학, 과학에 대한 중, 고등학생들의 흥미 및 자신감의 저조, 과학기술분야 진로 기피 등으로 우수한 과학기술인력의 양성 및 공급에 상당한 차질을 초래하여 우리나라는 향후 5년에서 15년 사이 국가과학기술경쟁력의 저하가 예상된다(백운수 외, 2011). 이에 과학기술에 대한 꿈과 비전을 제시하고 흥미와 이해를 높임으로써 우리나라 과학기술교육이 가진 문제를 해결하고 과학기술 전문 인력을 확충할 수 있는 방향으로 교육이 전환되어야 한다.

라. 융합인재교육(STEAM)의 목적

앞서 살펴본 융합인재교육(STEAM)의 필요성에 토대를 둔 융합인재교육(STEAM)의 목적은 다음과 같다.

- 1) 빠르게 변화하는 사회 변화에 개인의 적응력을 높이는 것이다.

- 2) 개인의 창의·인성, 지성과 감성의 균형 있는 발달을 돕는 것이다.
- 3) 타인을 배려하고 협력하며, 소통하는 능력을 함양하는 것이다.
- 4) 과학 효능감과 자신감, 과학에 대한 흥미 등을 증진시킴으로써 과학학습에 대한 동기유발을 높이는 것이다.
- 5) 융합적 지식 및 과정의 중요성을 인식시키는 것이다.
- 6) 학습자 중심의 수평적 융합적 교육으로 전환하는 것이다.
- 7) 합리적이고 다양성을 인정하는 문화 형성에 기여하는 것이다.
- 8) 대중의 과학화를 기반으로 한 합리적인 사회를 구성하는데 기여하는 것이다.
- 9) 창조적 협력 인재를 양성하는 것이다.
- 10) 이공계 기피 현상을 최소화 하여 과학기술 분야로 진출하는 학생의 수를 확대하는 것이다.

마. 융합인재교육(STEAM)의 개념적 정의

융합인재교육(STEAM)은 다양한 분야의 융합적 내용을 창의적 설계(Creative Design)와 감성적 체험(Emotional Touch)으로 경험함으로써 과학기술과 관련된 다양한 분야의 융합적 지식, 과정, 본성에 대한 흥미와 이해를 높여 창의적이고 종합적으로 문제를 해결할 수 있는 융합적 소양(STEAM Literacy)을 갖춘 인재를 양성하는 것이다.

1) 창의적 설계(Creative Design)

창의적 설계(Creative Design)는 학습자들이 주어진 상황에서 지식, 제품, 작품 등과 같은 산출물을 구성하기 위하여 창의성, 효율성, 경제성, 심미성 등을 발현하여 최적의 방안을 찾아 문제를 해결하는 종합적인 과정이다.

창의적 설계 과정은 학습자가 개인의 삶에서 필요와 가치를 찾고, 학습자 스스로의 문제로 받아들여 '설계 작업'을 수락하는 것으로부터 출발하며, 학습 활동과 구체적이며 실질적인 관계 설정을 통한 자기주도적 학습을 의미한다.

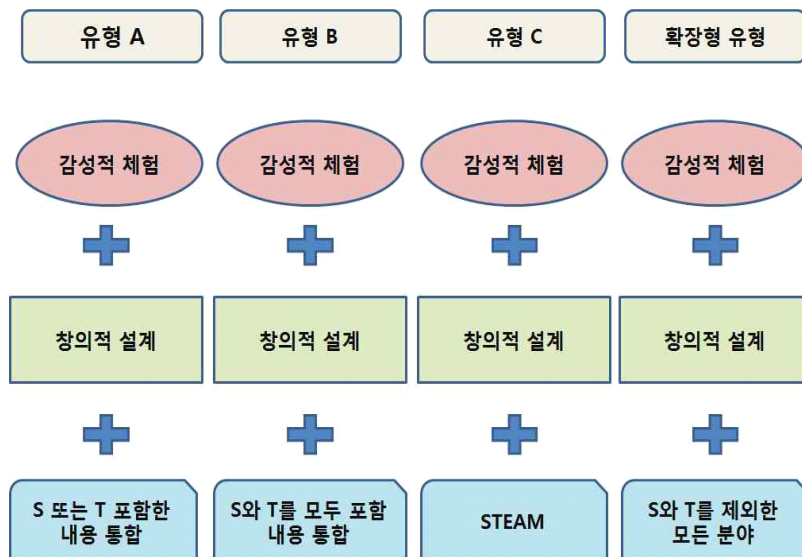
2) 감성적 체험(Emotional Touch)

감성적 체험(Emotional Touch)은 학습자들이 학습에 대해 긍정적 감정을

느끼고 성취의 기쁨과 실패의 가치를 경험하게 하는 다양한 활동들이 포함된다. 학습에 대한 흥미, 자신감, 지적 만족감, 성취감 등을 느껴 학습에 대한 동기 유발, 욕구, 열정, 몰입의 의지가 생기고 개인, 타인 및 공동체와의 관계, 자연과 문화 등의 의미를 발견하여 선순환적인 자기주도적 학습이 가능하게 하는 모든 활동과 경험을 의미한다.

3) 내용 통합

내용 통합은 두 개 이상의 교과 내용이 유기적으로 통합하는 것을 의미한다. 다만, 내용 통합의 용이성을 위하여 다음과 같은 유형으로 구분할 수 있다. 예를 들면, 유형 A는 과학(S)과 기술(T) 포함하는 모든 분야 또는 내용, 유형 B는 과학(S)과 기술(T)을 동시에 모두 포함하는 분야 또는 내용, 유형 C는 과학(S), 기술(T), 공학(E), 예술(A), 수학(M)의 모든 내용이 서로 연관되어 제시된 STEAM 분야 또는 내용으로 구분된다.



[그림 II-1] 융합인재교육(STEAM) 유형

한편 보다 확대된 내용통합으로, 과학(S)과 기술(T)를 제외한 모든 분야의 내용이 유기적으로 통합하는 확장형 유형이 있다. 융합인재교육(STEAM)의

확장형 유형은 과학 또는 기술의 분야가 반드시 포함되지 않더라도, 두 개 이상의 내용이 통합되어 감성적 체험과 창의적 설계와 융합되는 것을 의미한다.

바. 융합인재교육(STEAM)의 목표

융합인재교육(STEAM)은 다양한 분야의 융합적 지식, 과정, 본성에 대한 흥미와 이해를 높여 창의적이고 종합적으로 문제를 해결할 수 있는 융합적 소양(STEAM Literacy)을 갖춘 인재의 양성을 목표로 한다. 즉, 과학, 기술, 공학, 예술, 수학 등 다양한 분야의 융합적 지식을 기반으로 새로운 가치를 창출하고, 종합적인 문제해결력을 갖추어 동시에 타인과 더불어 살 줄 아는 인재를 양성하는 것이다.

첫째, 과학, 기술, 공학, 예술, 수학 분야의 융합적 지식과 개념을 이해하고 실생활 문제 및 문제 해결에 활용한다.

둘째, 종합적인 문제해결과 창의적 사고와 설계 방법을 학습하고 다양한 가치 창출에 기여한다.

셋째, 과학, 기술, 공학 등에 대한 흥미와 호기심을 기르고 긍정적 태도를 함양한다.

넷째, 배려, 의사소통, 개방성, 다양성, 협동심 등과 같은 사회적 감성 및 인성을 기른다.

사. 융합인재교육(STEAM)의 성취기준 방향

융합인재교육(STEAM)의 목표를 수립하기 위해서는 ‘개인 중심적’, ‘사회 중심적’, ‘통합적’ 관점 등을 고려해야 한다. 개인 중심적 관점에서는 학생 개인의 능력·필요·흥미 등에 기초하여 효과적이고 충실한 발달에 중점을 두어야 하며, 사회 중심적 관점에서는 사회에의 적응 및 개조를 교육의 목적으로 보고 이에 합당한 교육 목표를 수립해야 한다. 통합적 관점에서는 개인에 의해 사회가 구성되고 개선되지만, 사회 또한 개인 구성원의 성격이나 활동 방향을 규제한다고 보고 사회와 개인의 상호작용적 특성을 중시해야 한다. 따라서 학생의 사회적 자아실현을 강조하고 사회의 요청과 개인의 필요를 절충하여 높은 차원에서 교육 목표를 구

성해야 할 것이다.

교육에서 지향하는 목표의 본질은 교육을 통하여 성취되어질 학생들의 상태(state)의 변화로 규정되며, 그 상태는 학습을 어떻게 보느냐에 따라서 행동 혹은 인지구조로 볼 수 있다. 즉 행동주의자들은 학생을 행동의 변화로 보고 상태를 관찰과 측정이 가능한 행동으로 보며, 인지론자들은 학습을 인지 구조의 변화로 보기 때문에 상태를 학생이 과지한 인지구조로 보고 있다(이화국, 1984). 기초과학기술교육으로서 과학기술교육이 지향해야 할 목표도 초등과학기술교육은 ‘과학 기술정신으로 실천하는 민주시민’, 중등과학기술교육은 ‘과학기술정신으로 실천하는 민주시민’과 더불어 ‘과학기술응용력이 있는 직업인’을 위한 기초 교육이라 할 수 있다.

교육 목표는 인간 행동의 분류에 따른 행동적 특징을 교육의 내용과 관련시켜 진술하고, Bloom은 행동적 교육 목표의 영역을 인지적 영역(Cognitive domain), 정의적 영역(Affective domain), 심동적 영역(Psychomotor domain)으로 분류한다.

우리나라 각급 학교의 교육 목적 및 목표는 교육법에 명시되어 있지만 국가 수준에서 제시되고 있는 교육 목적이나 목표들은 실제 수업 상황이나 평가 상황에서 실질적인 기준의 역할을 수행할 수 있을 정도로 충분히 구체적이지 못하기 때문에, 이러한 역할을 수행하기 위한 기준으로서 교육 목표나 내용을 상세화, 구체화, 명료화하여 진술한 성취기준의 개발이 필요하다. 그러나 성취기준을 너무 구체화하여 제시할 경우 교육의 획일성을 조장할 수 있으므로, 융합인재교육(STEAM)의 목표와 의미가 명확히 드러나 누구나 유사한 뜻으로 이해하고 해석할 수 있는 수준에서의 성취기준 제시가 요구되는 바이다.

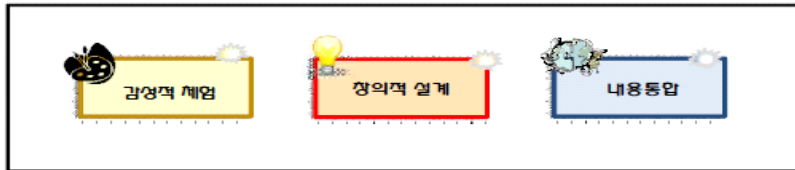
앞장에서 서술된 ‘미래 사회의 특징과 인재상’으로부터 도출된 융합인재교육의 일반적 목적을 상기해보면 ‘융합적 지식이나 과정’의 중요성과 더불어 창의·인성, 감성과 소통, 합리적이고 다양성을 인정하는 문화 형성, 창조적인 과학기술 인력 양성 등의 키워드를 충족시킬 수 있는 교육 목표와 성취 기준의 제시가 필요할 것이다.

아. 융합인재교육(STEAM)의 구성요소

융합인재교육(STEAM) 핵심역량 4C



융합인재교육(STEAM) 3대 구성요소



[그림 II-2] 융합인재교육(STEAM)의 핵심역량과 구성요소

1) 감성적 체험(Emotional Touch)

감성적 체험은 학생이 학습에 대한 긍정적 감정을 느끼고 성공의 경험을 하는 것으로 학생이 학습 과정에서 학습에 대한 흥미, 자신감, 지적 만족감, 성취감 등을 느껴 학습에 대한 동기유발, 욕구, 열정, 몰입의 의지가 생기고 개인적 의미를 발견하는 선순환적인 자기주도적 학습이 가능하게 하는 모든 활동과 경험을 의미 한다.

감성적 체험은 학습자에게 학습 상황을 경험(experience)하고 체험함으로써(hands-on) 마음을 움직이는 감동(heart-on) 학습을 강조한다. 즉 감성적 체험은 Bloom과 Krathwohl 등이 제안한 교육 목표인 정의적 영역(affective domain)의 관점이 아닌, 학습자에게 어떤 학습 경험을 어떻게 제공할 것인가의 학습전략적 관점에서 제안된 것이다.

2) 창의적 설계

창의적 설계(Creative Design)란 학생이 어떤 상황에서 창의성, 효율성, 경제성, 심미성 등을 발현하여 최적의 방안을 찾아 지식(knowledge), 제품(products), 작품(Artworks)을 산출하는 종합적인 과정이다.

설계(design)라는 용어의 사전적 의미는 ‘지시하다·표현하다·성취하다’의 뜻을 가지고 있는 라틴어의 데시그나레(designare)에서 유래하였다. 설계는 주어

진 어떤 목적을 달성하기 위하여 여러 조형 요소 가운데서 의도적으로 선택하여 그것을 합리적으로 구성하여 유기적인 통일을 얻기 위한 창조활동이며, 그 결과의 실체가 곧 설계 결과물이다. 설계는 관념적인 것이 아니고 실체이기 때문에 어떠한 종류의 설계이든지 실체의 산출을 떠나서 생각할 수 없다. 특히 창의적 설계는 지식(knowledge), 제품(products), 작품(artworks)이 산출되는 과정이며 다음과 같은 하위 과정 요소를 포함한다.

3) 내용통합

융합인재교육(STEAM)의 구성은 내용 통합과 더불어 창의적 설계 및 감성적 체험의 과정을 함께 반영해야 한다. 내용 통합은 다학문적, 간학문적, 탈학문적으로 구분할 수 있다. 초·중등교육을 위한 현실적인 측면을 고려할 때, 통합의 정도에서 있어서, 간학문적 접근이 보다 현실적이며 어느 정도의 효과를 기대할 수 있을 것이다. 다학문적 접근은 각 학문 영역의 내용들이 열거되기 때문에, 그리고 탈학문적 접근은 각 학문 영역의 구별이 어렵기 때문에, 교육의 현실적 목표를 달성하는데 어려움이 발생할 수 있다. 따라서 간학문적 접근 방식으로 교육 내용에 초점을 맞추고, 내용을 어떻게 창의적 설계와 감성적 체험을 구현할 것인가를 성찰해볼 필요가 있다.

자. 융합인재교육(STEAM).. 수업 구성의 원리

융합인재교육(STEAM) 수업을 위한 구성의 원리는 [그림 II-3]과 같다.



[그림 II-3] 융합인재교육(STEAM) 수업 구성의 원리

첫째, 상황을 제시하여 학습 활동을 자기 문제로 인식하게 한다. 융합인재교육(STEAM)의 학습은 전체를 포괄하는 상황을 제시하는 것으로 시작된다. 학습 내용과 활동 사항을 학생 자신의 문제로 인식하게 하는 것이다. 제시된 상황과 학생 자신의 관련성을 높임으로 인하여, 몰입의 동기가 생기도록 하는 것이다.

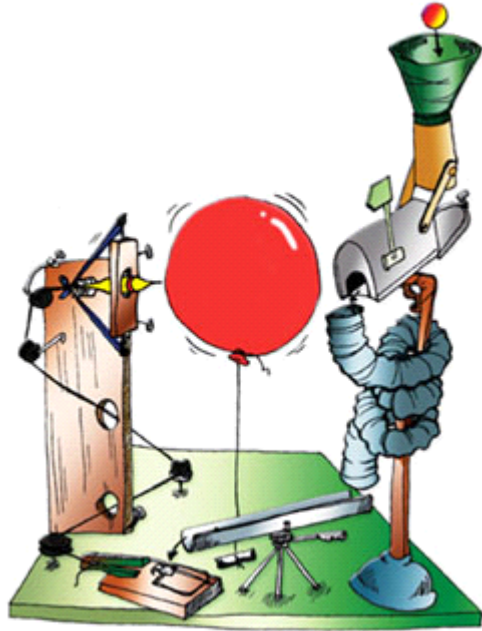
둘째, 창의적 설계로 자기주도적인 학습과정을 통하여 종합적인 문제해결력을 배양한다. 일방적인 강의식 수업과 차이를 보이는 부분으로, 창의적 설계의 핵심은 학생 스스로가 창의적으로 생각해낸 아이디어를 학습 활동에 실질적으로 반영하는 경험을 갖는 것이다. 학교 수업에서는 거의 모든 학생들이 동일한 결과물을 얻는다. 게다가 과학적 지식의 대부분은 완성된 이론이기 때문에 실생활에서 마주치는 문제들과는 다르다. 문제해결력을 늘리려면 단순히 지식을 아는 것에서 그치지 않고 활용까지 나아가야 한다. 문제를 스스로 정의하고 해결하는 경험을 도와주는 창의적 설계는 창의적으로 사고하는 습관의 형성에 기여하게 될 것이다.

셋째, 감성적 체험을 경험할 수 있는 학습 활동의 제공으로 인하여, 학습에 대한 새로운 도전 의식을 갖게 된다. 감성적 체험은 학생 스스로 경험하고 체험하면서 마음을 움직이는 ‘감동 학습’을 강조한다. 상황 제시를 통해 문제를 자신의 것으로 인식하고 창의적 설계과정을 통해 문제를 해결하는 과정에 몰두하면서 학생들이 성취의 기쁨을 느끼게 된다. 이 성취의 기쁨을 바탕으로 새로운 문제에 열정적으로 도전하도록 격려하게 된다. 학습 활동 도입부의 동기유발 그리고 문제 해결 이후에 주어지는 보상 체계도 감성적 체험의 요소이다. 학습 활동에 대한 감성적 체험 요소만 제대로 작동한다면 하나의 문제를 해결한 이후에 다른 문제에 다시 도전하는 선순환 구조가 완성된다.

2. 루브 골드버그 장치

가. 루브 골드버그 장치(Rube Goldberg's Invention)란?

골드버그장치(Rube Goldberg's Invention)란 “가장 단순한 과제를 해결하기 위해서 만든 가장 복잡한 기계”를 의미한다. 이 장치는 골드버그라는 사람이 이러한 아이디어를 만화로 그렸기 때문에 “골드버그 장치”라고 부른다. 예를 들면 입을



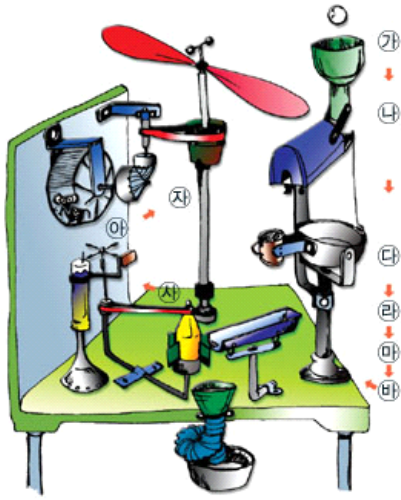
[그림 II-4] 풍선 터트리는 미친 장치

뒹아주는 기계가 있는가 하면, 지각했을 때 상사가 눈치 채지 못하게 하는 장치도 있다. 그리고 창문을 닫는 간단한 일을 하기 위해 줄과 구슬, 도미노와 도르래, 스프링과 추, 물통과 고리 등을 교묘하게 결합한 복잡한 장치가 동원된다. 이들 장치의 각 단계에는 고도로 정교한 물리법칙이 적용된다. 그러나 노력한 결과에 비해 그 결과는 허망하거나 초라하다. 골드버그는 이를 두고 "최소의 결과를 얻기 위해 최대의 노력을 기울이는 인간의 놀라운 능력"이라고 정의를 내렸다.

[그림 II-4]은 미국의 초등학교 6학년생인 산드라(sandra)라는 학생이 고안한 어느 장치를 약간 변형하여 그린 그림이다.

산드라(Sandra)는 루브 골드버그(RubeGoldberg)라는 사람이 그린 만화를 보고서 영감을 얻어 아래와 같은 "풍선 터트리는 미친 장치"를 설계하였다. 풍선이야 그냥 바늘로 콕 찌르면 터지게 되는데 이런 풍선을 터뜨리기 위해 이런 복잡한 장치가 도대체 왜 필요할까? 하지만, 그 아이디어를 들여다 보기만 하여도 너무 재미있고 기발하며 과학적 창의성을 북돋으면서 상식을 뒤집는 역발상의 묘미가 너무 재미있고 기발하여 탄성을 터뜨리지 않을 수 없다.

실제 예를 들어 골드버그 장치의 구조와 작동과정을 살펴보자. 작은 공을 넣어서 쥐가 들어있는 쳇바퀴를 돌리는 장치이다. 여기에는 여러 가지 발명원리와 창의력이 숨겨져 있다. 오른쪽부터 그림을 보면 다음과 같이 ㉠부터 ㉣의 순서로 작동한다.



[그림 II-5] 쥐를 이용해 프로펠러 돌리는 장치

㉠ 공이 떨어진다. → ㉡ 공이 통 속을 굴러 컵에 떨어진다. → ㉢ 공의 무게로 물이 앞질러진다. → ㉣ 물이 흠통을 따라 쏟아지며, 페트병의 날개를 돌린다. → ㉤ 페트병이 돌며 뚜껑에 연결된 벨트가 돌아간다. → ㉥ 벨트에 연결된 코르크 마개가 돌아가며, 성냥이 켜진다. → ㉦ 촛불이 켜진다. ㉧ 쥐가 뜨거운 발을 구르면 쳃바퀴가 돌아간다. → ㉨ 쳃바퀴와 연결된 기어가 돌아간다. → 맞물린 기어가 돌아가며 벨트도 따라 돈다

미국에서는 해마다 루브 골드버그 기계 콘테스트(Rube Goldberg Machine Contest)가 열리고 있다. [그림 II-6]은 골드버그 대회 홈페이지(www.rubegoldberg.com)이고, [그림 II-7]은 2013년 대회 문제인 ‘망치로 못 박기’와 2014년 대회 문제인 ‘지퍼 닫기’이다.



[그림 II-6] 골드버그 대회 홈페이지



[그림 II-7] 골드버그 대회 문제

[그림 II-8]과 [그림 II-9]는 2013년 골드버그 기계 콘테스트에서 최우수상을 받은 작품과 대회 수상자들의 모습이다.



[그림 II-8] 2013 골드버그 대회 최우수상 작품 [그림 II-9] 2013 골드버그 대회 수상자들

이 대회는 골드버그처럼 그 장치를 상상하여 그림으로 표현하는 것이 아니라, 직접 그 장치를 만들어 내야 한다. 이 장치는 일상용품들, 잡동사니들, 기계 부품들을 역학적으로 잘 연결하거나 조립해야 한다. 그래서 대회 명칭이 "루브 골드버그 기계 콘테스트"이고 매년 퍼듀대학교에서 누가 더 황당하면서도 복잡한 기계를 만드느냐를 두고 대회가 개최되고 있다.

루브 골드버그 장치는 아주 재미있기 때문에 학생들에게 문제해결을 하는데 있어서 고정 관념을 탈피하고 실생활 속에서 창의성을 발휘할 수 있도록 해준다. 실제 우리나라에서도 2006년에 우주인 선발문제에 골드버그 문제가 출제되어 화제를 일으켰다.



[그림 II-10] 우주인 선발대회 중 골드버그 장치 만들기 대회

이제 골드버그 장치에 대한 이야기는 뉴욕 타임즈 같은 유명한 신문, TV, 라디오에서 빠지지 않고 다루어지는 주제며 용어가 되었으며, 웹스터 영어사전에 수록되었다. 웹스터 영어 사전에서는 골드버그장치에 대해 "극단적으로 복잡하게 수행되지만, 실제로는 간단히 처리될 수 있는 일을 우회적으로 의미하는 장치나 방법(a device or method to accomplish by extremely complex and roundabout means a job that actually could be done simply)"이라고 설명되고 있다. 그래서 루드 골드버그 장치라는 말은 이제 쓸데없이 복잡하면서도 성과는 비효율적인 제도나 규제를 지칭하는 전문용어로 자리 잡았다.

나. 루브 골드버그(Rube Goldberg)란 어떤 사람인가?



[그림 II-11] 루브 골드버그
(Rube Goldberg (1883-1970))

루브 골드버그의 원래 이름은 루브 루시어스 골드버그(Reuben Lucius Goldberg)이다. 그는 1883년 샌프란시스코에서 태어났다. 풀리처상을 받은 미국의 만화가 루브 골드버그(1883-1970)는 온갖 기계장치에 치여 사는 현대인의 번잡한 일상을 풍자한 만화로 유명하다. 그의 만화에는 아주 단순한 과제를 해결하기 위해 만들어진 극도로 복잡한 기계들이 등장한다.

골드버그는 왜 이러한 만화를 그렸을까? 골드버그는 “일을 하는 데는 두 가지 방법이 있다. 하나는 쉬운 방법 또 하나는 어려운 방법이다. 그런데 대부분의 사람들은 놀랍게도 어려운 방법을 택한다.”고 말한다.

참 재미있는 말이 아닐 수가 없다. 공학을 공부한 그는 만화에서 아주 복잡하고 교묘한 도구나 기계 장치들을 동원하여 섬세하게 그릴 수 있었다.

그러나 그는 첨단 기술과 기계에 회의적이었다. 대부분의 기계가 어려운 일을 간단히 처리할 수 있게 하기 위해 만들어졌지만, 더 근본적으로 들여다보면 인간

들이 단순하고 소박하게 살 수 있음에도 불구하고, 온갖 기계를 만들어 내어 오히려 복잡하게 살려고 한다고 말하고 싶었던 것이다.

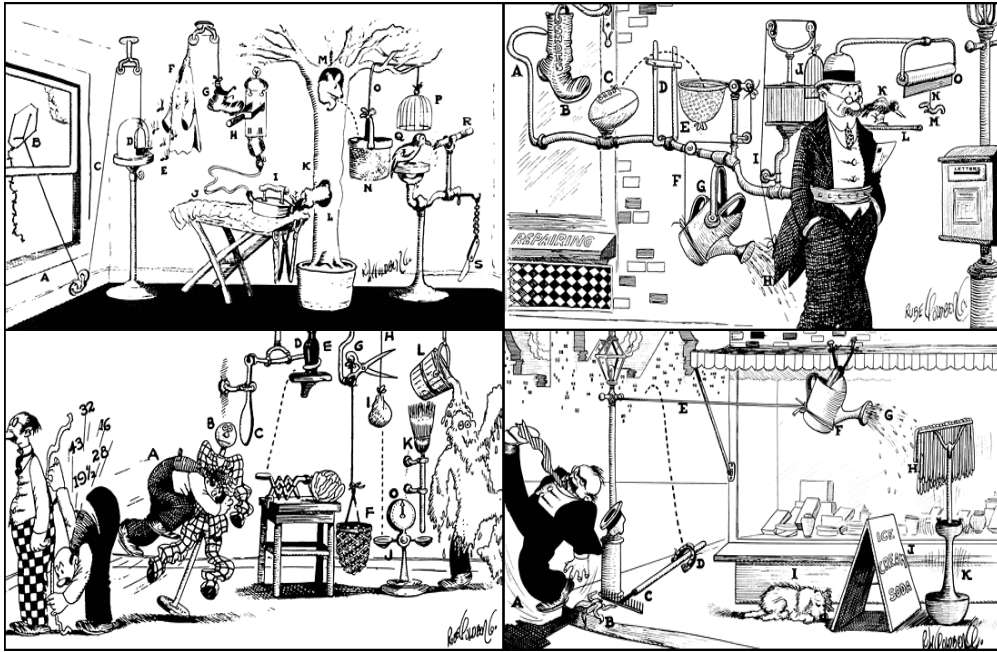
골드버그는 만화를 그렸지만, 그 만화는 많은 발명가들에게 영감을 주기도 하였다. 골드버그 장치는 단순한 작업을 될 수 있으면 어렵고 복잡하게 만드는 것이 목적이다. 그러나 그 결과는 허망하거나 한심하기 짝이 없다. 골드버그는 이를 두고 “최소의 결과를 얻기 위해 최대의 노력을 기울이는 인간의 놀라운 능력”이라고 비유했다.

골드버그 장치는 복잡하게 살아가는 인생에 대한 골드버그의 독특한 코멘트이다. 이 복잡한 기계장치들을 따라가 보다 보면 “어? 고작 이것을 하려고 이렇게 복잡하게 만들었어.” 하며 어처구니없어 웃게 된다. 인생을 행복하게 살기 위해서 우리에게 정작 필요한 건 가장 단순하고 간단한 생활방식이라는 것이 골드버그의 메시지이다.

그러나 골드버그가 단순한 것을 복잡하게 살고 있는 어리석음을 깨우쳐주고 있지만, 골드버그조차 가장 복잡한 표현을 택하지 않을 수 없었다. 조각가로서도 활동한 그는, 열광적인 팬들을 뒤로하고 1970년 사망하였다. 골드버그 장치 대회, 골드버그 장치우표, 우편엽서, 그리고 TV와 라디오, 잡지에서는 골드버그 특집이 그치지 않고 있다.

루브 골드버그의 만화에서 유래되어 ‘Rube-Goldberg Machine’은 그의 작품에 등장하는 엉뚱하고 복잡한 기계장치를 말하고, ‘Rube-Goldberg Machine Contest’는 만화적 상상력을 현실로 옮기는데 필요한 과학적 상상력과 창의력이 핵심이며, 과학적 소양을 키우는 교육대회로 자리 잡고 있다.

[그림 II-12]는 Rube Goldberg 사이트(www.rubegoldberg.com) Artwork Gallery에 수록되어 있는 루브 골드버그의 발명 이미지 만화들이다.



[그림 II-12] 루브 골드버그의 발명 이미지 만화들

다. 루브 골드버그 장치의 예

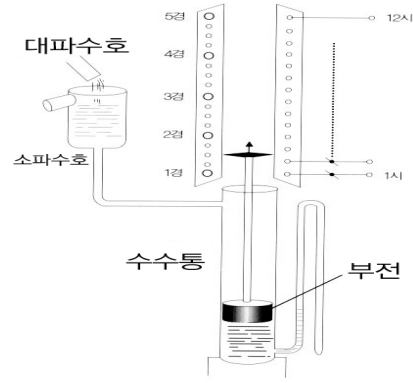
골드버그 장치의 각 단계에는 역학적인 과학 원리가 도입되어 사용되고, 골드버그 장치의 구성 재료로는 생활용품이나 잡동사니, 폐품, 기계부품 등이 주로 활용된다.

예를 들면, [그림 II-13] 처럼 ‘나 홀로 집에’라는 영화를 보면 집에 들어온 도둑을 물리치기 위해 소년이 여러 단계의 장치를 만들어 작동시켜 도둑을 쫓아내는 장면이 나온다. 도둑이 마룻바닥을 밟으면 바닥이 흔들려 구슬이 굴러가게 되면서 도미노 장치를 건드리고, 그 장치에 의해 방문이 열리면서 천장에 연결된 망치가 떨어져 도둑을 쓰러뜨리게 되는 장면도 있다. 소년은 도둑을 퇴치하기 위해 여러 단계의 창의적인 골드버그 장치를 만든 것이다.

우리나라의 경우 [그림 II-14]와 같이 세종대왕 때 장영실이 만든 ‘자격루’(물시계)가 골드버그 장치의 원리를 활용한 좋은 예이다. 따라서 골드버그 장치의 원리는 미국보다 우리나라에서 먼저 시작되었다고 볼 수 있다.

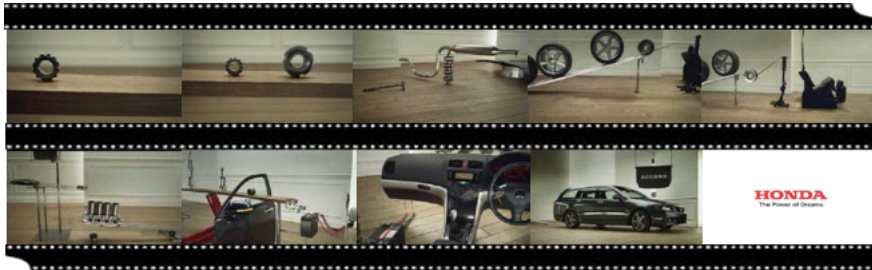


[그림 II-13] '나홀로 집에' 영화의 한 장면



[그림 II-14] 자격루 속의 자동연속 작동장치

또한 [그림 II-15]처럼 혼다 자동차는 골드버그 머신 장치를 응용한 CF로 자사 기술력의 우위를 알리는 CF를 홍보함으로써 광고효과를 극대화하기도 하였다. 이와 같이 우리 주변에는 다양한 곳에서 골드버그 장치가 사용됨을 알 수 있다.

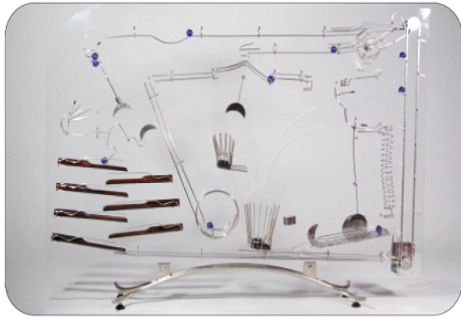


[그림 II-15] 골드버그 장치를 이용한 혼다 자동차의 CF장면

라. 루브 골드버그 장치의 기계적 매커니즘 분석

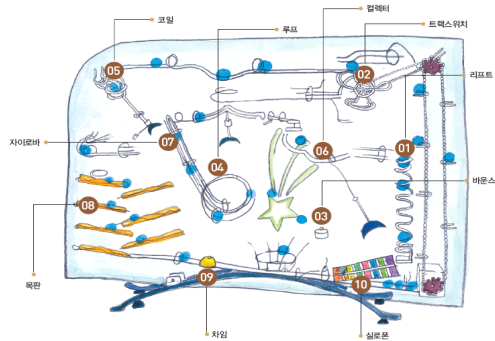
골드버그 장치의 기계 매커니즘을 이해할 수 있도록 루브 골드버그 장치의 모태가 될 수 있는 롤링볼을 기준으로 설명한다.

[그림 II-16]은 롤링볼 박물관 입구에 전시되어있는 '드림러너' 롤링볼이고, [그림 II-17]은 기계 매커니즘을 설명하기 위한 드림러너 구상도다.



[드림러너(Dream Learner)]

[그림 II-16] 롤링볼 ‘드림러너’



[그림 II-17] 드림러너 구상도

1) 리프트(Lifts)

위를 향해 올라가기 위한 전기적 엘리베이터 장치를 말하며 주로 높은 위치에너지를 얻기 위해 높은 곳으로 구슬을 올리기 위해서 작동시킨다.



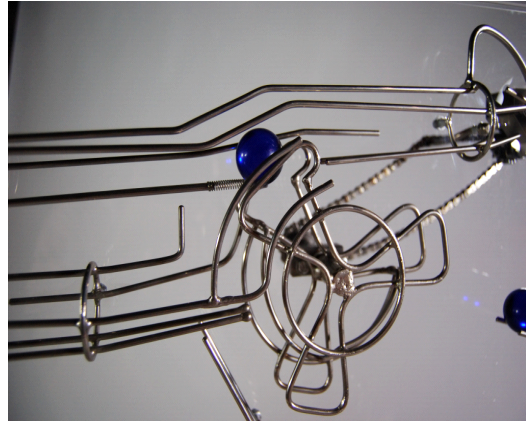
[그림 II-18] 리프트 종류 (코일형 리프트와 체인형 리프트)

위를 향해 올라가기 위한 전기적 엘리베이터 장치를 말하며 주로 높은 위치 롤링볼에서는 자동으로 작동시킬 경우에는 주로 전기적 장치를 사용하며 [그림 II-18]과 같이 코일형 리프트와 체인형 리프트가 사용된다. 코일형 리프트는 공간을 많이 차지하지 않지만 속도가 느린편이고, 체인형 리프트는 속도는 빠르나 공간을 많이 차지하는 단점이 있다. 이를 위해 올라가기 위한 전기적

엘리베이터 장치를 말하며 주로 높은 위치각각 손으로 회전시킬 수 있으나 자동적으로 작동시킬 수 있도록 하기 위해 전기를 이용한 모터를 사용하여 자동적으로 작동시킨다.

2) 트랙스위치(Track swiches)

[그림 II-19]는 공이 다른 길로 가기위해 지나가는 징검다리로서 공의 방향을 바꿔주는 기계적 요소로 주로 지레의 원리나 공의 무게를 이용해 공을 다른 길로 바꿔주는 장치이다. 공이 오는 순서대로 다른 방향으로 가게해서 그 공들이 다양한 동작을 하도록 하는 역할을 한다.



[그림 II-19] ‘드림러너’의 트랙스위치

3) 바운스(Bounce)

[그림 II-20]은 바운스로 공이 밑으로 떨어지면서 튀겨지며 다른 곳으로 도약할 수 있게 하는 장치로 탄성을 이용한 기계 매커니즘이다. 이렇게 정확하게 다른 곳으로 보내기 위해서는 수 백 번 테스트를 거치는 실험을 통하여 만이 원하는 곳으로 보낼 수 있고 재질은 내구성을 위해 주로 금속재료가 사용되나 창의력 올림피아드 대회에서는 고무줄, 가죽 등 탄성이 좋은 재질이 사용되었다.



[그림 II-20] ‘드림러너’의 바운스

4) 루프(Loops)

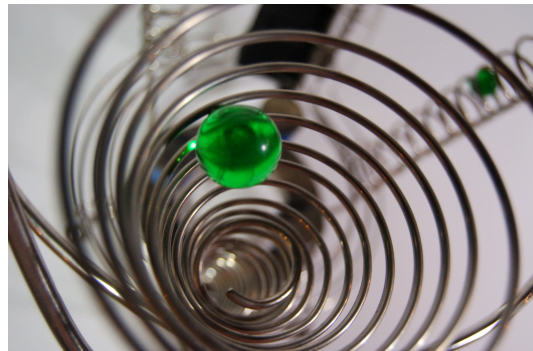


[그림 II-21] '드림러너'의 루프 부분

루프는 [그림 II-21]처럼 수직으로 롤러코스터를 만들어내는 레일로서 위치에너지와 운동에너지가 서로 바뀌게 되는 부분으로 공을 공중으로 점프하게 하거나 레일을 타고 회전하도록 하는 등 다양한 운동을 할 수 있도록 하는 역할을 한다.

5) 코일(Coils)

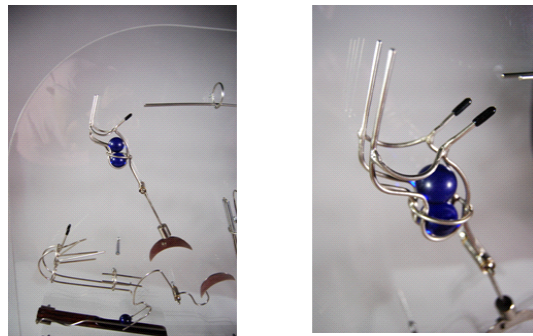
[그림 II-22]은 코일 부분으로 수평으로 된 원형의 와이어를 타고 내려가는 원심력 터널로 공이 회전 운동을 하면서 원심력을 갖게 되면서 위치에너지를 운동에너지로 바꿔주는 장치이다. 공이 위에서 볼 때 뱅글뱅글 돌면서 내려가게 되는데 내려가는 속도는 늦으나 강한 운동에너지를 갖게 되는 것이 특징인 장치이다.



[그림 II-22] '드림러너'의 코일 부분

6) 컬렉터(Collectors)

[그림 II-23]은 '드림러너'의 컬렉터 부분으로 공을 모아두었다가 공의 무게나 높이에 의해 일정한 조건이 되면 한꺼번에 공을 보내는 장치로 공을 잠시 가둬두는 역할을 하게 된다.



[그림 II-23] '드림러너'의 컬렉터 부분

3. Holland의 직업적 성격유형론

Holland의 직업선택이론은 1950년대 이후 직업흥미, 직업선택, 그리고 직업만족을 이해하는 데 중요한 단서가 되어 왔으며, 개인의 흥미와 특성에 관한 초기 유형연구와 개인 환경 이론에 그 이론적 배경을 두고 있다. 직업 적성으로 개인차를 탐구해 보려는 연구가 최근 들어 대두되고 있으며, 특히 Holland 진로 적성에 대한 연구가 많이 이루어지고 있다 (공은정, 2008; 김선영, 2009; 김종호·신용섭, 2006; 김현재, 2006; 김희정, 2007; Dik, 2005; 황매향, 2004). Holland(1985, 1977)는 사람들의 특성을 실제형 (Realistic), 탐구형 (Investigative), 예술형 (Artistic), 사회형 (Social), 기업형 (Enterprising), 관습형 (Conventional)의 6가지 유형으로 분류하였다 (김희정, 2007; 이종승, 2002). 각 개인은 어느 한 유형에 가까우면 가까울수록 그 유형의 성격적 특질과 행동을 더욱 분명하게 드러낸다.

Holland의 이론은 다음과 같은 네 가지 가정을 기초로 하고 있다(Holland, 1977, 1992).

첫째, 대부분의 사람들은 “실제적, 탐구적, 예술적, 사회적, 기업적, 관습적”, 여섯 가지 유형 중의 하나로 분류될 수 있다. 머릿글자 RIASEC는 여섯 가지 유형의 이름과 순서를 기억하는데 도움을 준다.

둘째, “현실적, 탐구적, 예술적, 사회적, 기업적, 관습적”, 여섯 가지 종류의 환경이 있다. 일반적으로 각 환경에는 그 성격유형에 일치하는 사람들이 머물고 있다.

셋째, 사람들은 자신의 능력과 기술을 발휘하고 태도와 가치를 표현하고 자신에게 맞는 역할을 수행할 수 있는 환경을 찾는다.

넷째, 개인의 행동은 성격과 환경의 상호작용에 의해서 결정된다. 사람의 성격과 그 사람의 직업 환경에 대한 지식은 진로선택, 직업변경, 직업적 성취감 등에 관해서 중요한 결과를 예측할 수 있게 해준다(김선영, 2009; 김종호·신용섭, 2006; 황매향, 2004).

선행연구에 의하면 직업적 성격유형은 적성요인과 관계가 많다(박보경, 이종승, 2002). 실제적 유형은 공간지각, 과학적 사고력과 관련이 있으며 탐구적 유형은 추리력, 수리력, 공간 적성, 과학적 사고, 언어논리력과 관련이 있다. 따라서 실제적 유형과 탐구적 유형이 포함된 학생들은 공학적성으로 분류하고 그렇지 않은 학생들은 공학비적성으로 분류하였다.

가. Holland 이론의 기원

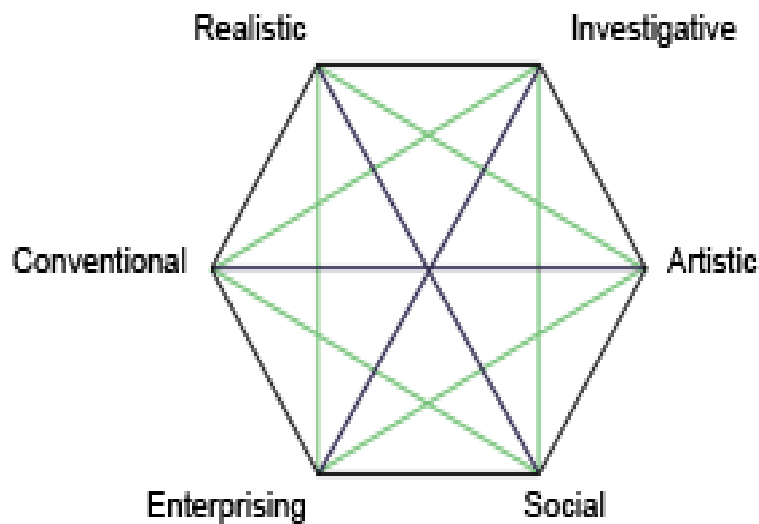
Holland는 제 2차 세계 대전 동안 군대에서 복무하면서 군인들의 직업 특성을 몇 개의 유형으로 설명 할 수 있다는 생각을 하였고 이후 스트롱 흥미검사를 이용해 다양한 직업을 가진 사람들의 성격적 특성에 대한 밑그림을 그려 나가면서 어떤 성격이 어떤 직업과 적합한지 연구하기 시작했다. 1959년 최초로 자신의 이론적 가설을 [상담심리학] 저널에 발표하면서 시작되었고 ‘실제적인’, ‘탐구적인’, ‘사회적인’, ‘관습적인’, ‘기업가적인’, ‘예술적인’으로 총6가지로 분류하였으나 1960년대에 그의 동료들과 함께 프로젝트를 하면서 거듭 수정된다. 1970년대에 Holland의 이론은 확장하고 명료화 되었다. 이 시기의 개정판은 이론의 영역을 좀 더 명확하게 하고 흥미의 발달 과정에서 학습의 역할과 행동적 특성 등을 포함한 부가적인 생각들을 소개 하였다.

나. 유형의 발달과 주요 원리

사람들과 직업에 관련되어 수많은 정보들을 조직화하려고 시도하기 때문에 ‘구조적’ 또는 ‘유형론적 상호작용’이라 일컫는다. 또한 진로와 사회행동은 개인과 환경간의 상호작용의 결과물이라고 가정하기 때문에 ‘상호작용’이라는 용어를 사용한다. 개인의 성격유형은 18-30세 사이에 가장 잘 드러난다. 또한, 아이들의 초기 활동은 장기적으로 흥미와 역량을 만들어가며 그러한 경험을 통해 독특한 자아개념, 외모, 기질을 갖게 된다. 게다가 사람들의 흥미변화는 직업 환경의 특징도 변화시킨다.

다. 주요 4가지 가정

사람들은 6가지 성격 유형으로 분류될 수 있다. 유전, 부모, 친구, 지위, 문화, 환경들 간의 상호작용 등으로 경험으로 개인은 어떤 독특한 개인적 성향으로 진전하게 되는데, 이것이 바로 성격 유형으로 발전한다는 것이다. 또한, 직업 환경도 6가지 환경유형으로 분류될 수 있다. 사람들은 자신들과 유사한 성격 유형의 사람들이 많이 모여 일하는 직업 환경을 찾게 되고, 따라서 그 성격 유형을 반영하는 직업 환경을 만들어 낸다. 사람들은 자신에게 맞는 환경을 찾기도 한다. 자신의 기술과 능력이 발휘되고 태도와 가치를 표현하며 자신에게 맞는 역할을 수행할 수 있는 환경을 찾게 되는 것이다. 마지막으로 성격과 환경이 상호작용하여 행동으로 나타난다. 개인의 성격과 환경이 유사할수록 성취 직무 만족 등이 높아지게 된다. [그림 II-24]는 6가지의 유형을 6각형 모형을 나타낸 것이고, <표 II-1>은 성격 유형별 직업 환경과 직업의 예이다.



[그림 II-24] Holland의 RIASEC 육각형

<표 II-1> 성격 유형별 직업 환경과 직업의 예

성격유형	유형	직업환경	EX
실용적, 검소함, 인내력 있음, 수줍음 많음, 소박함, 자신에 대해 이야기하는 것을 불편해함, 전통적	현실형 (Realistic) -운동 능력, 기계적인 능력을 가진 사람들	현실적인 결과가 있는 일 물리적인 활동이 필요한 일	기술자, 엔지니어, 농부, 자동차 정비사, 전자수리기사, 전기기사, 운동선수
독립적, 과묵함, 내향적, 분석적, 탐구심이 많음, 과제 지향적, 독창적, 창조적, 비판습적	탐구형 (Investigative) -관찰, 탐구, 분석, 평가, 문제 풀이를 좋아하는 사람들	사고를 통하여 문제를 해결하는 일 독립적으로 하는 일 과학적인 상황에서 하는 일 정보 수집 조직화 하는 일	과학자, 의사, 생물학자, 화학자, 인류학자, 물리학자
독립적, 비판습적, 자기 표현을 함, 직관적, 민감함, 정서적, 충동적, 심미적 일에 끌려함	예술형 (Artistic) -예술적 능력을 가진 사람들	창작 및 예술 활동 독립적으로 하는 일 융통성 있는 환경에서 자기를 표현하는 일	예술가, 연예인, 소설가, 미술가, 음악가, 무용가, 디자이너
인간주의적, 이상적, 윤리적, 다른 사람의 복지에 관심, 재치 있음, 협조적, 관대한, 친절하고 쾌활, 통찰력 있음	사회형 (Social) -사람들과 함께 일하기를 좋아하고 언어능력이 좋은 사람들	가르치고 설명하고 지도해주는 일 문제를 해결하고 토론을 이끄는 일	사회복지가, 심리상담가, 교사, 종교인, 간호사, 유치원교사
지위에 관심이 많음, 야망적, 경쟁적, 사고적, 말이 많은, 낙관적, 열성적, 인기 있는, 적극적, 모험을 좋아함	기업형 (Enterprising) -설득력있게 일을 수행하고 지도력이 있는 사람들	판매/구매 하는 일 사람들과 프로젝트를 관리하는 일 연설 및 프레젠테이션을 하는 일	경찰, 정치가, 판사, 영업사원, 상품구매인, 보험회사원
진지함, 인내심 있는, 실용적, 보수적, 질서 정연한, 체계적, 꼼꼼한, 정확한, 조심성 있음, 절제력 있음	관습형 (Conventional) -자료를 가지고 일하기를 좋아하는 사람들	사무적인 절차를 조직하는 일 기록을 관리하고 체계를 구축하는 일 보고서를 작성하고 차트를 만드는 일 구조화된 조직에서 하는 일	서기, 세무사, 경리사원, 행정공무원, 은행원, 감사원

Ⅲ. 교육 프로그램 설계 및 교재 개발

이 연구는 골드버그 장치 만들기 STEAM 교육 프로그램 교재를 개발하는 데 있다. 또한, 개발한 프로그램을 실제 학생들에게 적용하여 학생들의 과학 기술에 대한 태도 변화와 기술·공학 분야의 진로와 직업에 대한 인식의 변화에 미치는 영향을 알아보기 위한 것이다. 이를 위하여 STEAM 요소가 잘 반영된 골드버그장치 만들기 STEAM 교육 프로그램을 개발하여 학생들에게 적용하고 이에 따른 학생들의 공학·기술에 대한 태도 및 직업 흥미 유형을 분석해 보고자 한다.

먼저, 교육과정과 연계된 12차시의 교수·학습 단계를 설계하였다. 전, 후반기 6차시로 나누어 각각 차시별 총괄 계획표를 작성하고 이에 따른 교육 프로그램 개요 작성 및 교수·학습 과정안을 마련하였다. 실제 학생들에게 12차시의 수업을 적용하여 프로그램에 대한 학생들의 이해 정도와 교사의 효과적인 교수 방법 등을 모색하였고 이를 반영하여 총 20차시의 ‘나만의 루브 골드버그 놀이동산 만들기’ 프로젝트 교재를 개발하였다.

1. 교육과정 연계 분석

루브 골드버그 장치 만들기와 관련된 과학, 실과, 미술 과목의 교육과정을 분석하였다. 2009 개정 교육과정의 교과서 세부 내용은 다음과 같다.

<표 Ⅲ-1> 6학년 2학기 과학과 3단원, 에너지와 도구

단계	차시	차시명	학습 목표
재미있는 과학	1/9	재미있는 도미노 놀이	<ul style="list-style-type: none"> · 도미노 놀이를 통하여 에너지와 도구에 관련된 형상에 관심을 갖는다.
과학 실험방	2/9	에너지란 무엇이며, 에너지에는 어떤 종류가 있을까요?	<ul style="list-style-type: none"> · 일을 하려면 에너지가 필요함을 설명할 수 있다. · 에너지의 종류를 말할 수 있다. · 주변에서 존재하는 에너지의 예를 찾을 수 있다.

	3/9	에너지의 종류가 바뀌는 예를 찾아볼까요?	<ul style="list-style-type: none"> · 에너지 전환을 설명할 수 있다. · 일상생활에서 에너지가 전환되는 예를 찾아서 그 과정을 설명할 수 있다.
	5/9	지레를 이용하면 어떤 점이 이로우을까요?	<ul style="list-style-type: none"> · 지레를 이용한 실험을 통하여 지레의 이로운 점을 설명할 수 있다. · 지레의 원리를 이용한 도구를 찾고, 지레의 원리를 설명할 수 있다.
	6/9	도르래를 이용하면 어떤 점이 이로우을까요?	<ul style="list-style-type: none"> · 도르래를 이용한 실험을 통하여 도르래의 이로운 점을 설명할 수 있다. · 실생활에서 도르래를 이용한 예를 찾을 수 있다.
	7/9	경사면을 이용하면 어떤 점이 이로우을까요?	<ul style="list-style-type: none"> · 경사면을 이용한 실험을 통하여 경사면의 이로운 점을 설명할 수 있다. · 일상생활에서 경사면을 이용한 예를 찾을 수 있다.
과학 생각 모음	8/9	에너지와 편리한 도구에 대하여 정리해 볼까요?	<ul style="list-style-type: none"> · 에너지와 관련된 개념을 정리할 수 있다. · 지레, 도르래, 경사면과 관련된 개념과 예를 정리할 수 있다.

<표 III-1>의 6학년 2학기 과학과 3단원은 교육과정 중 ‘(7) 에너지’에 해당한다. 주요 학습 내용은 에너지의 개념을 이해하고 에너지의 종류를 알며 에너지가 전환되는 과정과 그 예를 알게 하는 것이다. 또한, 지레, 도르래와 경사면을 이용할 때의 이로운 점을 탐구 활동을 통하여 확인하고 설명할 수 있도록 하는 단원으로서 루브 골드버그 장치 만들기 활동의 핵심 내용이다.

<표 III-2 > 5학년 실과과 5단원, 생활 속의 목제품, 천재교육

소단원	차시	주제(제재)	주요 학습 내용
목제품 구상과 만들기	3/12	목제품 아이디어 스케치하기	<ul style="list-style-type: none"> · 좋은 제품 설계 시 고려할 점 · 아이디어 스케치하고 평가하기

4/12	구상도 그리기	· 구상도 그리는 방법 알고 그리기
5/12	발명 기법 알기	· 다양한 발명 기법 알기 · 발명 기법에 따른 예 찾기
6/12	제작도 그리기	· 제작도 그리는 방법 알기 · 제작도 그리기
7/12	공정표와 재료표 작성하기	· 공정표와 재료 표 작성하기 · 목공용 공구의 종류 알기
8~11/12	목제품 만들기 및 평가하기	· 마름질하기, 가공하기, 조립하기, 칠하기 과정 · 검사 및 평가하기
12/12	목제품의 재활용	· 사용하지 않는 목제품의 개선점 파악하기 · 고려할 점에 유의하여 목제품 스케치하기 · 목재로 바꾸고 싶은 제품 발표하기

<표 III-2>의 5학년 실과과 ‘생활 속의 목제품’ 단위에서는 제작 실습을 위한 기초를 다지는 내용으로 구성되어 있다. 아이디어 스케치부터 구상도, 제작도, 재료표 작성하기, 만들기까지 루브 골드버그 장치 만들기 활동에 필요한 학습 내용이다. 특히, 5차시의 ‘다양한 발명 기법 알기’에서는 실제 놀이동산을 작게 제작하여 루브 골드버그 장치로 꾸미기 위해 필요한 ‘작게 하기’, ‘생각 빌리기’, ‘모양 바꾸기’, ‘용도 바꾸기’, ‘재료 바꾸기’, ‘폐품을 이용하기’ 등의 기법들을 다루고 있다.

과학과와 실과과의 주요 학습 내용을 바탕으로 루브 골드버그 장치 만들기 STEAM 교육 프로그램을 설계하고 교재를 개발하였다.

2. STEAM 교육 프로그램 설계

가. STEAM 교수·학습 단계 설계

루브 골드버그 장치 만들기 STEAM 교육 프로그램을 개발하기 위해 먼저 학습 주제와 목표를 선정하고 STEAM 과목 요소와 단계 요소를 추출하여 STEAM 교수·학습 단계를 설계하였다. 전체 12차시로 구성하였고 전반기 6차시는 에너지 보존 과정을 이해하고 제이슨 프로젝트를 활용하여 과학 원리를 이해한 후 롤러코스터를 제작하는 단계이다. 후반기 6차시는 루브 골드버그 장치를 직접 제작하는 단계로 이루어져 있다. 전반기 6차시와 후반기 6차시의 STEAM 교수·학습 단계는 각각 <표 III-3>과 <표 III-4>와 같다.

<표 III-3> 전반기 6차시 STEAM 교수·학습 단계

학습 주제	나는 롤러코스터 발명가	
학습 목표	내용 목표	<ul style="list-style-type: none"> - 에너지의 뜻을 알고 설명할 수 있다. - 우리 주변의 다양한 현상을 에너지의 종류와 연결하여 설명할 수 있다. - 에너지의 보존 과정을 알고 일상생활의 에너지 보존을 설명할 수 있다.
	과정 목표	<ul style="list-style-type: none"> - 우리 주변의 에너지에 대하여 호기심을 갖는다. - 일상생활에서의 여러 현상을 관찰하고 에너지와 관련된 자료를 수집하고 탐구하려는 태도를 갖는다. - 다양한 에너지 전환 도구 제작을 통해 지속적으로 탐구하려는 태도를 갖는다.
STEAM 과목 요소		<ul style="list-style-type: none"> - S : 에너지의 종류, 에너지 보존 - T : 롤러코스터 제작 기술, 간이 물레방아 제작 기술 - E : 롤러코스터의 동작 원리, 간이 물레방아의 동작 원리 설계 - A : 롤러코스터 디자인, 에너지의 종류 신체활동 - M : 물레방아 제작도를 통한 평면도형의 이해, 롤러코스터의 동작 계산 활동

	상황 제시	<ul style="list-style-type: none"> - 놀이공원의 놀이기구와 장난감 자동차를 움직이는 힘은 무엇일까? - 우리 주변에는 어떤 에너지가 있을까? - 떨어지는 물은 어떻게 물레방아를 움직이는 것일까? - 우리 주변에서 에너지가 보존되는 예는 어떤 것들이 있을까?
STEAM 단계 요소	창의적 설계	<ul style="list-style-type: none"> - 자신만의 용어를 사용하여 에너지의 개념 표현하기 - 창의적인 몸짓으로 다양한 에너지 표현하기 - 에너지 전환이 잘 이루어지는 물레방아의 모양 설계하고 제작하기 - 롤러코스터의 기능을 살려 다양한 모양의 롤러코스터 만들기 - '제이슨 프로젝트'를 활용한 롤러코스터의 에너지 전환 생각하기 - 에너지 보존의 예를 활용한 자신만의 이야기 책 만들기
	감성적 체험	<ul style="list-style-type: none"> - 우리 주변의 다양한 에너지에 대한 관심 갖기 - 물레방아의 동작 원리를 탐구하고 직접 제작해봄으로써 일상생활에서의 에너지 전환에 대한 관심을 고취 - 시각으로 탐구하는 롤러코스터를 통해 에너지 보존에 대한 탐색 의지 고취 - 다양한 신체활동과 표현활동을 통한 예술성과 독창성의 발현

<표 III-4> 후반기 6차시 STEAM 교수·학습 단계

학습 주제		루브 골드버그 장치 만들기
	내용 목표	<ul style="list-style-type: none"> - 힘의 전달을 알고 설명할 수 있다. - 간단한 과학 법칙을 이해할 수 있다. - 일상생활에서의 힘의 전달을 설명할 수 있다.
학습 목표	과정 목표	<ul style="list-style-type: none"> - 우리 주변의 에너지에 대하여 호기심을 갖는다. - 일상생활에서의 힘의 전달과 관련된 현상을 탐구하려는 태도를 갖는다. - 골드버그 장치 제작을 통해 힘의 전달을 탐구하려는 태도를 갖는다.
STEAM		- S : 도르레, 빗면, 지렛대, 에너지 보존, 운동에너지, 위치에너지,

과목 요소	부력 등의 물리 법칙 - T : 골드버그 장치 제작 - E : 골드버그 장치의 공학적 설계 - A : 골드버그 장치 디자인, 협력학습을 통한 협동심 고취 - M : 골드버그 장치 제작에 필요한 직관적인 수학 감각
상황 제시	- 우리 주변에서 힘이 전달되어 연쇄적으로 일이 일어나는 일은 어떤 것이 있을까? - 에너지의 종류는 어떤 것이 있을까? - 에너지는 서로 바뀔 수 있을까? - 우리 주변에서 에너지가 보존되는 예는 어떤 것들이 있을까?
STEAM 단계 요소	창의적 설계 - 골드버그 장치를 보면서 힘의 전달 과정 설명하기 - 골드버그 장치 분석하기 - 골드버그 장치 제작을 위한 설계하기
감성적 체험	- 생활 주변의 에너지 전환 탐구하기 - 골드버그 장치 설계 및 제작 과정에서 협동심 고취 - 골드버그 장치 완성 후 성취감 함양

나. STEAM 교육 프로그램의 개요 작성

루브 골드버그 장치 만들기 STEAM 교육 프로그램의 전반기 6차시의 주제인 ‘나는 롤러코스터 발명가’와 후반기 6차시의 주제인 ‘나만의 루브 골드버그 장치 만들기’ 수업을 위해 우선 주제중심학습 모형으로 소주제, 차시, 주요내용, 관련 교과를 설계하고 분석하였다. <표 IV-1>은 전반기 6차시의 교육 프로그램으로서 에너지와 관련된 소주제로 세분화하여 주요 내용을 다루었다. <표 IV-2>는 후반기 6차시의 교육프로그램 개요이다.

<표 III-5> 전반기 6차시의 교육 프로그램 개요

주 제 명	나는 롤러코스터 발명가				
적용 학년	6학년 2학기				
적용 모형	주제중심학습				
단계	소주제	차시	주요 내용	관련 교과	
주제 확인	에너지의 뜻	1	도 입	놀이공원의 모습을 살펴보고 다양한 놀이기구를 타본 경험 이야기하기	과학
			학 습 활동	장난감 자동차를 움직이는 힘 알아보기 생활 속에서 다양한 에너지의 사용을 알아보기	
			마무리	에너지를 한 단어로 표현하기	
탐색 및 탐구 활동	에너지의 종류	2	도 입	하루 동안 집에서 사용한 에너지 릴레이 발표하기	과학 체육
			학 습 활동	달리기 활동을 통한 운동에너지의 개념 알기 공놀이 활동을 통한 위치에너지의 개념 알기 다양한 에너지의 종류 알아보기	
			마무리	에너지 스피드 퀴즈(몸으로 에너지 표현하기)	
탐색 및 탐구 활동	에너지 보존	3	도 입	물레방아 동영상을 보며 에너지의 종류 말하기	과학 사회 미술
			학 습 활동	물레방아의 작동 원리를 살펴보고 물이 가진 위치에너지의 전환과정 알아보기 간이 물레방아 만들기	
			마무리	간이 물레방아 전시회하기	
정리	에너지 보존의 예	4 5	도 입	가상 롤러코스터 체험하기	과학 미술
			학 습 활동	롤러코스터에 적용된 에너지의 전환과정 이야기하기 다양한 롤러코스터의 모습 살펴보기 나만의 롤러코스터 디자인하기 나만의 롤러코스터 발표하기 컴퓨터를 활용한 가상 롤러코스터 게임하기	
			마무리	롤러코스터 경연대회(1등 롤러코스터 뽑기)	
정리	에너지 보존의 예	6	도 입	‘강아지 똥’이야기를 읽고 물질의 전환과 에너지 보존의 유사성 이해하기	국어 과학
			학 습 활동	우리 주변의 에너지 보존 이야기하기 에너지 보존을 활용한 이야기 북 만들기	
			마무리	‘이야기 북’ 돌아가며 읽고 소감 말하기	

<표 III-6> 후반기 6차시의 교육 프로그램 개요


주 제 명	나만의 루브 골드버그 장치 만들기
적용 학년	6학년
적용 모형	주제중심학습

단계	소주제	차시	주요 내용		관련 교과
주제 확인	루브 골드버그	1	도 입	골드버그 장치 관찰하기	과학
			학 습 활 동	골드버그 장치 실제 동작해 보기 우리 주변에서 힘이 전달되는 상황 탐색하기	
			마무리	힘의 전달에 대해 이야기하기	
탐색 및 탐구 활동	과학·수학 적 원리 탐색	2	도 입	실생활의 과학 원리(도르레)	과학 수학
			학 습 활 동	루브 골드버그 장치의 과학·수학적 원리 탐구하기	
			마무리	우리 주변에서 적용된 사례 찾기	
탐색 및 탐구 활동	기계적 설계 분석하기	3	도 입	에너지 전환 사례	과학 사회
			학 습 활 동	골드버그 장치의 각 부분 살펴며 제작 과정과 연결 부위의 기계적 구조 파악하기	
			마무리	에너지 전환 이야기 하기	
정리	골드버그 장치 설계 및 제작하기	4 5	도 입	내가 꾸미는 놀이 동산	과학 실과 미술
			학 습 활 동	골드버그 장치 설계하기 골드버그 장치 제작하기	
			마무리	에너지 전환과 보존에 대해 이야기하기	
정리	실행 및 상호 평가	6	도 입	골드버그 장치 실행하기	국어 과학
			학 습 활 동	자신이 만든 골드버그 장치 소개하고 과학적 원리 분석하기	
			마무리	골드버그 제작 소감 말하기	



다. 차시별 계획 총괄표 작성

루브 골드버그 장치 만들기 STEAM 교육 프로그램의 개요를 바탕으로 차시별 계획 총괄표를 작성하여 프로그램의 구체적 학습 내용을 마련하였다. 관련 교과와 단원을 분석하고 소주제에 따른 학습 내용과 준비물 등을 구체화 하였다. <표 IV-3>과 <표 IV-4>는 전반기 6차시와 후반기 6차시에 대한 차시별 계획 총괄표이다.

<표 III-7> 전반기 6차시의 차시별 계획 총괄표

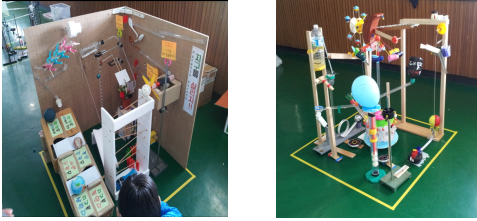

관련 교과	단원	시수	소주제	학습 내용	준비물
과학	3.에너지와 도구 (1/6)	1	에너지의 뜻	<p>● 놀이공원의 모습을 살펴보고 다양한 놀이기구를 타본 경험 이야기하기</p>  <p>● 놀이기구의 모습을 살펴보고 이러한 놀이기구를 움직이는 힘은 어디에서 나오는지 이야기 나누어봅시다.</p> <p>● 장난감 자동차를 움직이는 힘 알아보기</p> <p>● 생활 속에서 다양한 에너지의 사용을 알아보기</p> <p>● 에너지를 한 단어로 표현하기</p> <p>Co 에너지에 대한 문체 상황 인식</p> <p>CD 에너지를 자신만의 용어로 표현하기</p> <p>ET 우리 주변의 에너지에 대한 관심 갖기</p>	놀이기구 사진, 동영상, 모형자동차 (모터 동작)

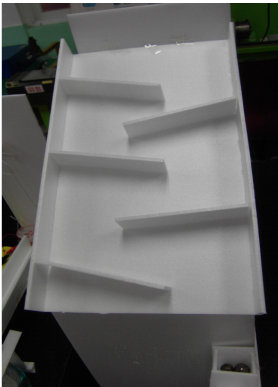
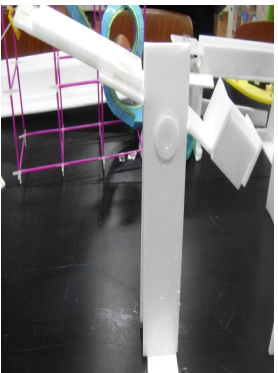
과학 체육	3.에너지와 도구 (2/6)	1	<p>에너지 의 종류</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 하루 동안 집에서 사용한 에너지 릴레이 발표하기 ●SA 놀이 활동을 통한 에너지 이해하기 <ul style="list-style-type: none"> - 달리기를 활용한 운동에너지의 개념 이해하기 - 낙하하는 공 잡기 활동을 통한 위치에너지의 개념 이해하기 ● 다양한 에너지의 종류 알아보기 ●SA 에너지 스피드 퀴즈(몸으로 에너지 표현하기) <ul style="list-style-type: none"> Co 우리 주변에는 어떤 에너지가 있을까? CD 창의적인 몸짓으로 다양한 에너지 표현하기 ET 다양한 신체활동과 표현활동을 통한 예술성과 독창성의 발현 	공, 사진자료, 스피드 퀴즈 판
과학 사회 미술	3.에너지와 도구 (3/6)	1	<p>에너지 보존</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 물레방아 동영상을 보며 에너지의 종류 말하기 ●SE 물레방아의 작동 원리를 살피며 물이 가진 위치에 너지의 전환과정 알아보기 ●TAM 간이 물레방아 만들기(키트 예시) <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> ●A 간이 물레방아 전시회하기 Co 떨어지는 물은 어떻게 물레방아를 움직일까? CD 에너지 전환이 잘 이루어지는 물레방아 설계하고 제작하기 	물레방아 동영상, 물레방아 키트 또는 제작 도안, 종이, 칼, 이쑤시개, 수수깥 등


				<p>ET 물레방아의 동작원리를 탐구하고 제작하여 일상 생활에서 에너지 보존에 대한 관심 고취</p>	
과학 미술	3.에너지와 도구 (4,5/6)	2	에너지 보존의 활용	<p>S 가상 롤러코스터 체험하기 http://www.youtube.com/watch?v=21QDeoHITRk</p>  <p>S 롤러코스터에 적용된 에너지의 전환과정 이야기하기</p> <p>A 나만의 롤러코스터 디자인하기 - 다양한 롤러코스터 살펴보기 - 나만의 롤러코스터 그림으로 표현하기</p> <p>A 나만의 롤러코스터 발표하기</p> <p>SE 컴퓨터를 활용한 가상 롤러코스터 게임하기 http://www.jason.org/public/whatis/start.aspx (제이슨 프로젝트)</p>	가상롤러 코스터 동영상
과학 미술	3.에너지와 도구 (4,5/6)	2	에너지 보존의 활용	 <p>IEM 롤러코스터 경연대회(1등 롤러코스터 뽑기)</p> <p>Co 롤러코스터에는 어떠한 에너지 보존이 있을까?</p>	가상 롤러코스 터 체험 프로그램, 학습지

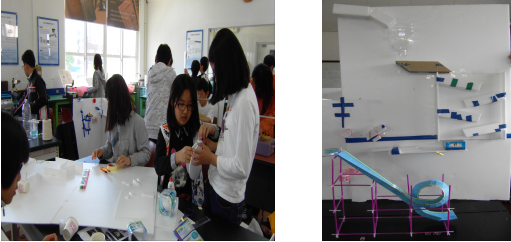

			<p>CD 롤러코스터의 기능을 살려 다양한 모양의 롤러코스터 디자인하기, '제이슨 프로젝트'를 활용한 롤러코스터의 에너지 보존 알아보기</p> <p>ET 시각으로 체험하는 롤러코스터를 통해 에너지 보존에 대한 탐구의식 고취</p> 	
국어 과학	3.에너지와 도구 (6/6)	1	<p>에너지 보존의 예</p> <p>● '강아지 똥'이야기를 읽고 물질의 전환과 에너지 보존의 유사성 이해하기</p>  <p>강아지똥 이야기를 듣고 물음에 답해봅시다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 강아지똥이 없어진 자리에 무엇이 태어났습니까? - 강아지똥은 결국 무엇이 되었다고 말할 수 있나요? <p>● 우리 주변의 에너지 보존 이야기하기</p> <p>▲ 에너지 보존을 활용한 이야기 북 만들기</p> <p>● '이야기 북' 돌아가며 읽고 소감 말하기</p> <p>Co 우리 주변에 에너지가 보존되는 예는 어떤 것들이 있을까?</p> <p>CD 에너지 보존의 예를 활용한 이야기 북 만들기</p>	<p>도서 '강아지 똥' 이야기 북 재료</p>

<표 III-8> 후반기 6차시의 차시별 계획 총괄표

관련 교과	단원	시수	소주제	학습 내용	준비물
과학 실과 미술	3.에너지와 도구 (1/6)	1	골드 버그 장치 알기	<p>SA 루브 골드버그 장치 컨테스트 영상과 실제 루브 골드버그 장치 보기</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">  <p>루브 골드버그 장치의 실제 작용 과정을 보면서 관심을 유도하고 학생들 서로 느낌을 이야기 해 본다.</p> </div> <p>SE 활동에 대한 동기 부여 S 생활 속에서 비슷한 장치의 사용 예 알아보기</p> <p>Co 에너지 보존에 대한 문제 상황 인식 CD 골드버그 장치에 대한 자신의 느낌 표현하기 ET 과학이 어려운 학문이 아니라 친숙한 학문임을 인지하기</p>	골드버그 사진, 동영상 및 장치
과학 실과 미술	3.에너지와 도구 (2/6)	1	골드 버그 장치 분석 하기	<p>S 루브 골드버그 장치에 이용된 과학·수학적 원리 탐구하기</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">  </div> <p>SM 도르레 장치의 원리</p>	

			 <p>S 빛면에서의 물체의 에너지 전환</p>  <p>SM 지렛대 원리 - 무게 중심 SMA 수학·과학적 원리를 실제 만들어진 골드버그 장치의 일부를 활용하여 체험을 통해 탐구하고 이해하기 Co 실생활에서 이와 비슷한 장치 찾아보기 CD 장치의 동작 과정을 말로 설명하기 ET 다양한 신체활동과 표현활동을 통해 골드버그 장치에 대해 이해하기</p>	
3.에너지와 도구 (3/6)			<p>SE 루브 골드버그 장치의 기계적 설계 분석하기 STE 루브 골드버그 장치의 한 부분 부분마다 어떻게 제작되었고 서로 어떻게 연결되었는지 살펴보기</p>	

			 <p>S 도르래 장치, 시소, 빗면, 부력 장치, 탄성력을 이용한 물체 등의 설계 및 제작 과정을 탐구하기</p> <p>TE 각각의 장치가 연결되는 부분의 기계적 구조 살펴기</p> <p>Co 떨어지는 물은 어떻게 물레방아를 움직일까?</p> <p>CD 에너지 전환이 잘 이루어지는 물레방아 설계하고 제작하기</p> <p>ET 물레방아의 동작원리를 탐구하고 제작하여 일상 생활에서 에너지 보존에 대한 관심 고취</p>									
실과 미술	3.에너지와 도구 (4/6)	1	<p>STBA 루브 골드버그 장치 디자인 하기</p> <ul style="list-style-type: none"> - 학생들이 협동학습을 통해 자신들만의 루브 골드버그 장치를 디자인하고 설계한다. - 골드버그 장치의 부분마다 작동 과정 및 과학적 원리와 에너지 전환 등의 과학적 개념들을 표현할 수 있도록 한다. <div data-bbox="606 1243 885 1668"> <p>골드버그 작동계획도 및 설명서 (2022 새주의학학년)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>작동 순서</th> <th>작동 과정</th> <th>과학적 원리</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. 구슬이 실로폰을 따라 내려간다.</td> <td>구슬이 실로폰을 따라 내려가면서 실로폰의 실을 건넌다.</td> <td>① 위치에너지-운동에너지</td> </tr> <tr> <td>2. 굴러간 공이 롤러코스터를 탄다.</td> <td>굴러간 공이 롤러코스터를 탄다.</td> <td>② 운동에너지, 원심력, 회전력</td> </tr> </tbody> </table> </div> <p>S 자신이 이해하고 있는 과학·수학적 원리를 적용</p> <ul style="list-style-type: none"> - 이 과정에서 학생들의 과학·수학적 개념 내면화 - A 공작활동에 대한 기대감 <p>Co 롤러코스터에는 어떠한 에너지 보존이 있을까?</p>	작동 순서	작동 과정	과학적 원리	1. 구슬이 실로폰을 따라 내려간다.	구슬이 실로폰을 따라 내려가면서 실로폰의 실을 건넌다.	① 위치에너지-운동에너지	2. 굴러간 공이 롤러코스터를 탄다.	굴러간 공이 롤러코스터를 탄다.	② 운동에너지, 원심력, 회전력
작동 순서	작동 과정	과학적 원리										
1. 구슬이 실로폰을 따라 내려간다.	구슬이 실로폰을 따라 내려가면서 실로폰의 실을 건넌다.	① 위치에너지-운동에너지										
2. 굴러간 공이 롤러코스터를 탄다.	굴러간 공이 롤러코스터를 탄다.	② 운동에너지, 원심력, 회전력										

			<p>CD 롤러코스터의 기능을 살려 다양한 모양의 롤러코스터 디자인하기, '제이슨 프로젝트'를 활용한 롤러코스터의 에너지 보존 알아보기</p> <p>ET 시각으로 체험하는 롤러코스터를 통해 에너지 보존에 대한 탐구의식 고취</p>
과학 실과 미술	3.에너지와 도구 (5/6)	2	<p>STEА 우드락과 4D프레임을 이용하여 루브 골드버그 장치 제작하기</p>  <p>- 작품 제작도 및 설명서를 바탕으로 학생들 서로 협력하여 골드버그 장치의 각 부분을 제작하고 수정, 보완한다.</p>
과학	3.에너지와 도구 (6/6)	1	<p>ST 협동학습을 통해 제작한 루브 골드버그 장치의 작동 과정 및 과학적 원리를 설명하고 실제 시연해 본다.</p>  <p>STA 상호 평가하기</p> <p>- 다른 학생들이 제작하고 시연한 루브 골드버그 장치를 비교, 분석하면서 서로 평가하기</p>

라. 차시별 교수학습 과정안 작성

<표 III-9> 전반기 3~4차시 교수학습 과정안

일시		대상	6학년	장소		
단원	3. 에너지와 도구			차시		
제재	· 물레방아의 에너지 보존	학습주제	물레방아의 동작을 통해 에너지 보존을 알아보자			
학습문제	물레방아에서의 에너지 보존 과정을 알아봅시다.					
핵심 STEAM 요소	S	T	E	A	M	
	에너지 보존	물레방아 제작도 그리기, 물레방아 제작하기		물레방아 디자인하기	제작도 (평면도형)	
학습자료	PPT, 수수깡, 고무찰흙, 책받침, 가위, 칼, 나무젓가락 또는 이쑤시개 - (물레방아 키트), 물레방아 노래자료					
단계	학습과정	교수·학습활동		시간(분)	STEAM 요소	자료(▶) 및 유의점(※)
도입	전시학습 상기하기	◎ 물레방아 노동요 듣고 부르기 - ‘방아타령’을 듣고 따라 불러봅시다.		5	SA	▶ 민요 ‘물레방아’ 노래자료 ▶ PPT ※ 물레방아의 가사 내용을 살필 때 방아의 동작과 관련된 부분을 중점적으로 살펴본다.
	동기유발	◎ 물레방아가 움직이는 동영상을 관찰하며 이야기 나누기 - 동영상에 등장한 기구를 무엇이라고 부르나요? - 물레방아에서 - 물레방아에서 살펴볼 수 있는 에너지는 어떤 것들이 있는지 에너지의 종류와 관련지어 이야기 해 봅시다.				
	공부할 문제	물레방아에서의 에너지 보존 과정을 알아봅시다.				
	활동 안내	활동1. 물레방아에서 에너지 보존 알아보기 활동2. 물레방아 제작도 그리기 활동3. 물레방아 만들기				
전개	관련 지식 탐색 하기	활동1. 물레방아에서 에너지 보존 알아보기 ◎ 물레방아 모형 동작 살펴보기		10	S	▶ PPT

전개		<ul style="list-style-type: none"> - 모형 물레방아를 동작시키며 물레방아가 움직이는 과정을 설명해봅시다. - 물레방아의 동작에 따라 사용되는 에너지는 무엇인지 알아봅시다. - 에너지의 관계를 통해 에너지가 어떻게 변화하는 지 정리해봅시다. ◎ 에너지 보존의 뜻 알아보기 <ul style="list-style-type: none"> - 물이 가진 위치에너지가 변화하는 과정을 이야기해 봅시다. - 에너지 보존이란 무엇인지 설명해봅시다. 			<p>▶ 모형물레방아 키트 (완성)</p> <p>※ 물레방아 키트의 동작은 교사의 시범으로 진행되 잘 보이지 않는 학생들은 실물화상기를 활용하여 보여준다.</p>
	제작계획 수립하기	<p>활동2. 물레방아 제작도 그리기</p> <p>◎ 물레방아의 모양을 구상하여 그리기</p> <ul style="list-style-type: none"> - 각자 만들고 싶은 물레방아의 모양을 그려봅시다. - 물레방아 제작에 필요한 부품도를 그림으로 나타낸다. <p>◎ 물레방아 디자인 공유하기</p> <ul style="list-style-type: none"> - 각자 완성한 디자인을 공유하며 잘된 점과 보완할 점을 이야기해 봅시다. - 모둠별로 가장 잘 된 디자인을 선정하여 보완한 후 디자인을 완성해 봅시다. 	30	TEAM	<p>▶ 학습지</p> <p>▶ PPT</p> <p>※ 물레방아 키트 또는 모형을 해체하여 제작에 필요한 부품을 확인하도록 한다.</p>
	물레방아 제작하기	<p>활동3. 물레방아 만들기</p> <p>◎ 물레방아 제작하기</p> <ul style="list-style-type: none"> - 물레방아 제작에 필요한 재료 알아봅시다. <p>재료: 고무찰흙, 수수깡, 책받침, 가위, 칼, 나무젓가락 또는 이쑤시개</p> <p>※ 제작시간이 오래 걸릴 경우 키트로 대체한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 모둠별 역할을 나누어 물레방아 제작해봅시다. - 모둠별로 자기평가를 해 봅시다. 	30	STEAM	<p>▶ 고무찰흙, 수수깡, 책받침, 가위, 칼, 나무젓가락 또는 이쑤시개(필요시 키트로 대체)</p> <p>※ 가위나 칼을 사용하는 경우 안전에 유의한다.</p>

정리	물레방아 전시회	◎ 물레방아 전시회하기 - 서로의 물레방아를 보며 잘 된 점을 이야기해 봅시다. - 에너지 전환이 가장 잘 이루어지는 모둠을 뽑아 칭찬 스티커를 붙여봅시다.	5	SA	▶
본시 평가 계획	물레방아의 에너지 보존을 잘 설명할 수 있는가?		잘함	보통	노력요함
	에너지 전환이 잘 이루어지도록 제작했는가?		잘함	보통	노력요함

<표 III-10> 하반기 5~6차시 교수학습 과정안

일시 (소요시간)	2012. 7. 15. (일) 1~2교시(80분)		대상	과학동아리 6학년 12명	장소	원격화상 강의실	
단원	운동과 에너지				차시		
제재	· 에너지 전환 · 골드버그 만들기	학습주제	롤러코스터를 이용하여 골드버그 장치 만들기				
학습목표	롤러코스터의 원리를 이해하고 롤러코스터를 이용하여 골드버그 장치를 만들 수 있다.						
핵심 STEAM 요소	S	T	E	A	M		
	에너지 보존 운동과 에너지	롤러코스터 제작 골드버그장치 조립		골드버그장치 디자인	높이와 에너지의 비례		
단계	학습 과정	교수·학습 활동			시간 (분)	STEAM 요소	자료(▶) 및 유의점(※)
도입	동기 유발	<ul style="list-style-type: none"> 놀이공원의 모습을 살펴보며 다양한 놀이기구 타본 경험 이야기하기 장난감 자동차를 움직이는 힘 알아보기 생활 속에서 다양한 에너지의 사용을 알아보기 			5	A S	▶ PPT
	공부할 문제	롤러코스터의 원리를 이해하고 롤러코스터를 이용하여 골드버그 장치를 만들어 보자					
	활동 안내	활동1. 가상 롤러코스터 체험하기 활동2. 롤러코스터 조립하기 활동3. 골드버그 장치 만들기					
전개	활동1	활동1. 가상 롤러코스터 체험하기			15	SA	▶ PPT

- 롤러코스터 체험하기

<http://www.youtube.com/watch?v=21QDeoHITRk>



- 컴퓨터를 활용한 가상 롤러코스터 게임하기

<http://www.jason.org/public/whatis/start.aspx>
(제이슨 프로젝트)



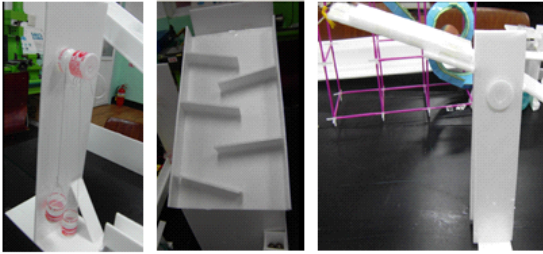
- 롤러코스터의 기능을 살려 다양한 모양의 롤러코스터 디자인하기

SA

▶ 동영상을 보며 경험을 떠올리게 하고 관심을 유도한다.

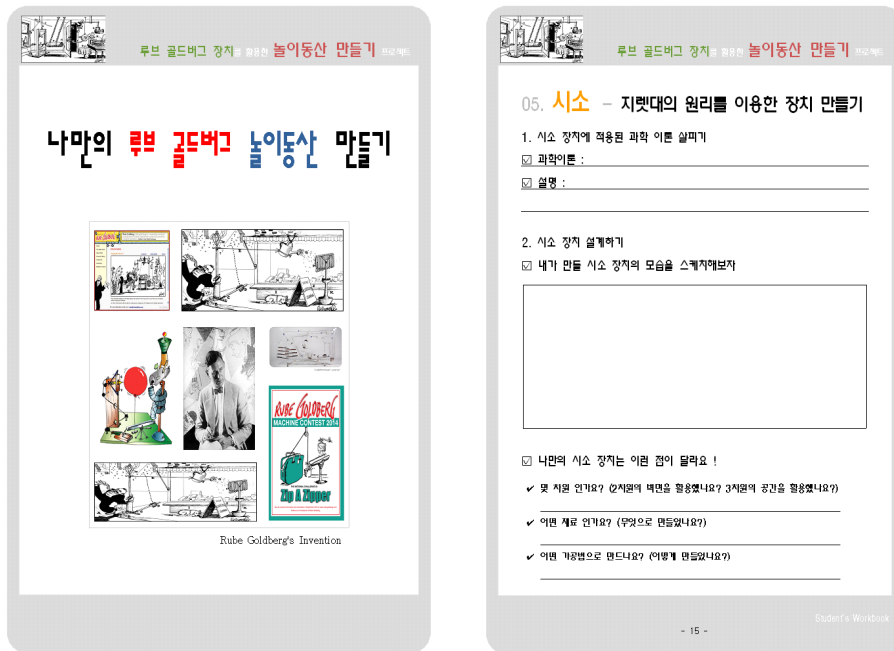
▶ 노트북
▶ 자신은 가상 롤러코스터 장치를 디자인할 수 있도록 한다.

	<ul style="list-style-type: none"> • ‘제이슨 프로젝트’를 활용한 롤러코스터의 에너지 보존 알아보기 			
활동2.	<p>활동2. 롤러코스터 조립하기</p>  <ul style="list-style-type: none"> • 롤러코스터에 적용된 에너지의 전환과정 이야기하기 • 위치에너지와 운동에너지의 의미와 보존에 대해 이야기 하기 • 롤러코스터 만들기 	20	STE	<ul style="list-style-type: none"> ▶ PPT ▶ 롤러코스터 제작하기 전에 과학적 원리를 충분히 습득할 수 있도록 한다.
활동3	<p>활동3. 골드버그 장치 만들기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 골드버그 장치 소개하기  <ul style="list-style-type: none"> • 골드버그 장치에 적용된 과학적 원리 탐색하기 <ul style="list-style-type: none"> - 도드레의 원리 - 빗면에서의 에너지 변화 - 지렛대의 원리 	35	STE SM TEA	<ul style="list-style-type: none"> ▶PPT ▶골드버그 장치 참고 자료를 보며 다양한 의견을 주고 받을 수 있도록 하며 관심을 유도한다.

		<ul style="list-style-type: none"> - 에너지 전환 - 에너지 보존 • 골드버그 부분적 장치 만들기  <ul style="list-style-type: none"> • 롤러코스터를 활용하여 나만의 골드버그 장치 만들기 			
정리	정리 및 확인	<ul style="list-style-type: none"> • 오늘 새롭게 알게 된 내용이나 느낀 점 이야기 하기 	5	A	
	본시 평가 계획	<ul style="list-style-type: none"> • 롤러코스터의 과학적 원리를 이해하고 만들 수 있는가? • 롤러코스터를 활용한 골드버그장치를 만들고 과학적 원리를 설명할 수 있는가? • 협동학습을 통해 모둠원 간 협력하고 배려하는가? 	잘함	보통	노력 요함
			잘함	보통	노력 요함
			잘함	보통	노력 요함

3. STEAM 교육 프로그램 교재 개발

학생들에게 12차시의 롤러코스터 만들기 프로그램을 실제 학교 현장에 적용하면서 보완이 필요한 부분을 보충하였고, 학생들과 지도교사를 위한 효과적인 교수학습 방법을 고려하여 교재를 개발하였다. 교재는 총 20차시로 구성되었고 STEAM 교육의 준거 틀인 상황제시, 창의적 설계, 감성적 체험에 따라 전체 20차시를 배열하였다. 또한, 프로젝트 수업을 위해 학생들이 스스로 팀을 조직하고 매 단원마다 과제를 해결하는 형식으로 교재 내용을 구성하였다. [그림 III-1]은 ‘나만의 루브 골드버그 놀이동산 만들기’ 프로젝트를 해결하기 위한 교재의 일부분이고 나머지 부분은 부록에 실었다.




루브 골드버그 장치를 활용한 놀이동산 만들기 프로젝트

🔍
교사용 워크북

시소 장치 만들기

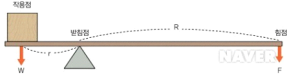
1. 시소에 적용된 과학 이론 들려주기

어렸을 때 엄마의 시소를 탄 본 적이 있나? 물무게 차이가 많은 엄마와 아이가 시소를 함께 탈 수 있는 이유는 물무게 엄마와 아이가 들어 올린다고? 그림 엄마가 위로 올라갈 때는 아이가 엄마를 들어 올리는 것이었나? 힙합 시소를 탈 때 엄마와 아이가 있는 위치를 잘 생각해 보면, 이제 바로 지레의 원리야.



[지레의 원리를 이용한 시소]

엄마는 시소의 중심에서 가까운 왼쪽에, 아이는 중심에서 먼 쪽에 앉아야 균형이 맞지 되지, 아이 입장에서는 자신의 작은 몸무게로 무거운 엄마를 들어 올리게 되는 거야. 즉 작은 힘으로 무거운 물체를 들어 올리게 되는 거란다. 그리고의 아르키메데스는 자신에게 긴 막대와 받침대를 쓴다면 지구도 들어 올릴 수 있다고 강담했대. 바로 지레의 원리를 믿고 큰소리를 칠 수 있었던 거지. 이는 게 힘이지? 지레를 이용한 생활 도구들로는 손톱깎이, 병따개, 뿔치, 스테이플러, 가위, 쇠파지 등등이 있단다.



[지레의 원리]
 무게의 무게(w) × 작용점까지의 거리(L) = 힘(F) × 힘점까지의 거리(R)

Student's Workbook

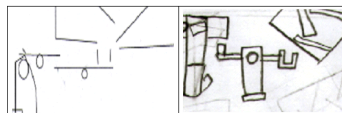
루브 골드버그 장치를 활용한 놀이동산 만들기 프로젝트

🔍
교사용 워크북

시소 장치 만들기

발달경로로부터 멀리 떨어진 힘점에서 작은 힘(F)을 사용해서 발달점에서 가까운 위치인 작용점의 무거운 물체(W)를 들어 올릴 수 있다. (참고: 내에게 지적 배려)

2. 학생들이 직접 설계한 시소 장치의 예



3. 학생들이 직접 제작한 시소 장치의 예



우드박을 활용한 시소 장치 나무를 이용한 시소 장치

4. 시도의 Tip!

- 1) 시소는 주로 장치들을 연결시켜주는 역할로 사용됩니다.
- 2) 우드박스나 목재를 이용하여 쉽게 만들 수 있고, 발달경을 잘 조절하여 다양한 형태의 시소 장치를 만들 수 있습니다.

Student's Workbook

[그림 III-1] 루브 골드버그 장치를 활용한 놀이동산 만들기 프로젝트 교재

IV. 연구 방법 및 현장 적용

이 연구는 골드버그 장치를 활용한 STEAM 교육 프로그램 교재를 개발하는데 있다. 더 나아가 학생들의 과학 기술에 대한 태도 변화와 기술·공학 분야의 진로와 직업에 대한 인식의 변화에 미치는 영향을 알아보기 위한 것이다. 이를 위하여 STEAM 요소가 잘 반영된 골드버그장치 만들기 STEAM 교육 프로그램 교재를 개발하여 학생들에게 적용하여 우리나라에서 열리는 골드버그 장치 만들기 대회에 참가하여 이에 따른 학생들의 공학과 기술에 대한 태도 및 직업 흥미 유형을 분석해 보고자 한다.

1. 현장 적용 대상

이 연구의 대상은 ○○초등학교 5,6학년 40명으로 남녀 학생 수는 <표 IV-1>과 같다.

<표 IV-1> 연구 대상

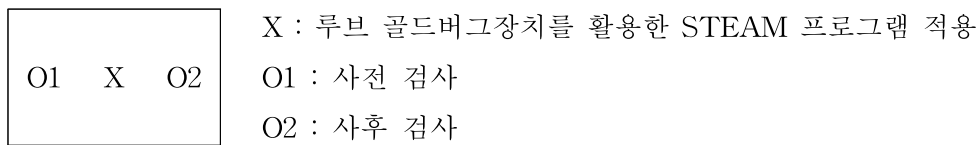
구분	남	여
학생수(명)	28	12
합 계(명)	40	

2. 연구 설계 및 절차

가. 연구 설계

루브 골드버그 장치를 활용한 STEAM 교육 프로그램 적용이 학생들의 공학·기술 관련 직업 선택에 어떠한 영향을 미치는 가에 대한 실험설계 모형으로

Fraenkel & Wallen(1996)의 ‘단일집단 사전 사후검사 설계(One-Group Pretest-Posttest Design)’를 사용하였다(pp. 268~269).

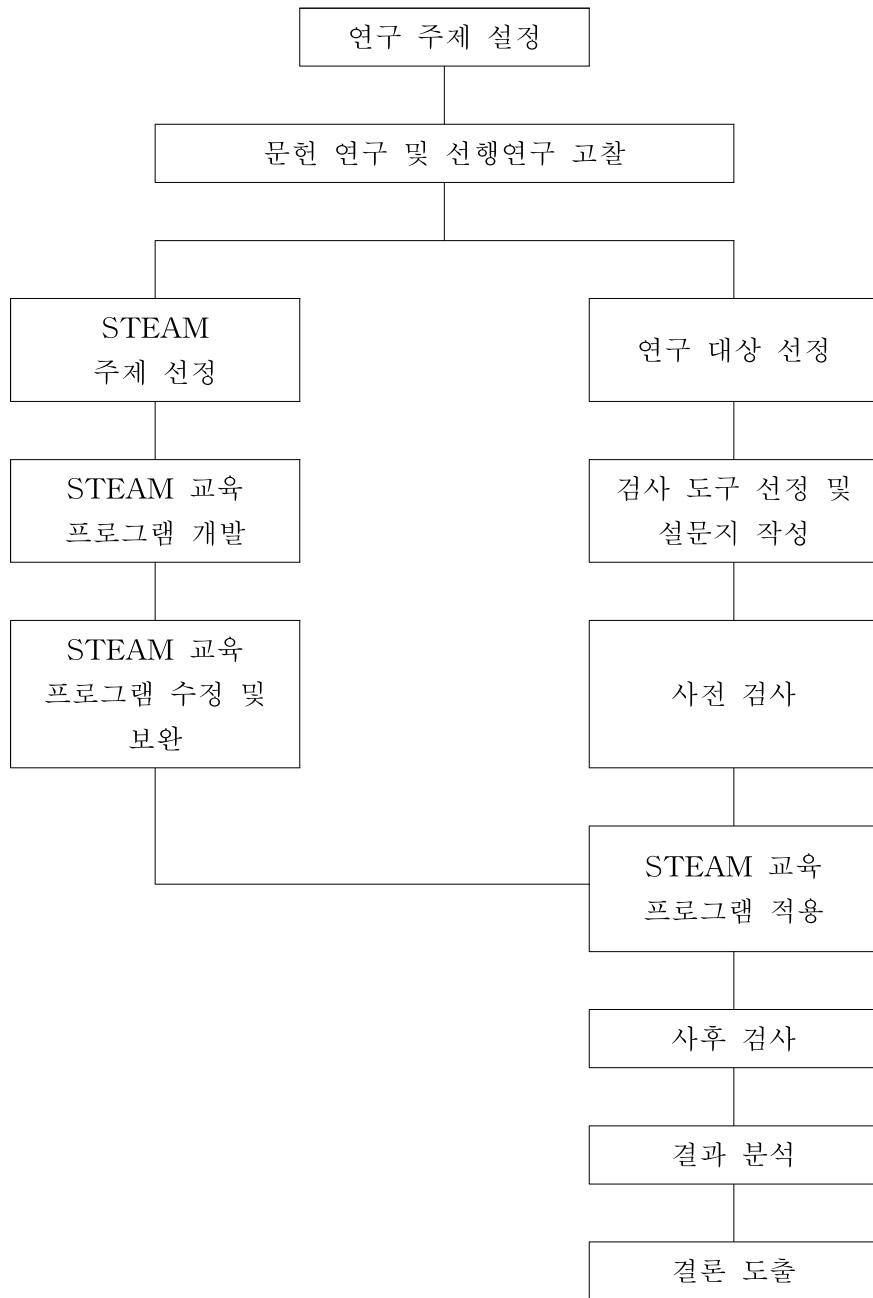


[그림 IV-1] 연구의 실험 설계

‘단일집단 사전 사후검사 설계’는 프로그램 적용 전과 후에 변화된 종속변수를 검사하여 인과관계를 추론하는 설계로서 주로 프로그램의 효과 검증에 사용된다. 이 연구의 실험설계 모형을 도식화하면 [그림 IV-1]와 같다.

나. 연구 절차

연구의 초기 문헌 및 선행 연구의 고찰을 통해 연구의 방향을 설정하였다. STEAM 교육 주제를 루브 골드버그 장치 만들기로 정한 후 프로그램을 개발하면서 연구 대상을 선정하고 검사 도구 및 설문을 통한 사전 검사를 실시하였다. 루브 골드버그 장치 만들기 STEAM 교육 프로그램을 개발한 후 학생들에게 적용하여 결과를 도출하였다. [그림 IV-2]은 연구 절차를 도식으로 나타낸 그림이다.



[그림 IV-2] 연구 절차

다. 검사 도구 선정 및 설문지 작성

공학·기술 관련 직업 선택 성향 변화를 알아보기 위한 검사 도구로는 배선아 (2011)가 기술기반 STEAM 교육이 중학생의 기술적 태도에 미치는 영향을 알아보기 위해 사용한 검사 도구를 초등학교 수준에 적합하도록 수정·보완하여 사용하였다. 이 연구에 사용한 공학·기술 관련 직업 선택 성향 검사 도구는 <표 IV-2>와 같다.

<표 IV-2> 공학·기술 관련 직업 선택 성향 검사 도구의 구성

순번	검사 문항	매우 그렇지 않다.	그렇지 않다.	보통이다.	그렇다.	매우 그렇다.
1	나는 앞으로 공학·기술 관련 직업을 선택할 것이다.	①	②	③	④	⑤
2	나는 공학·기술 분야의 직업을 생각하고 있지 않다.	①	②	③	④	⑤
3	나는 사람들이 왜 공학·기술과 관련된 직업을 가질려고 하는지 이해할 수 없다.	①	②	③	④	⑤
4	나는 공학·기술과 관련된 활동을 하면 즐겁다.	①	②	③	④	⑤
5	나는 커서 공학·기술 관련 일에 종사하고 싶다.	①	②	③	④	⑤
6	공학·기술 분야의 일은 재미있다.	①	②	③	④	⑤
7	대부분의 공학·기술 분야 일은 지루하다	①	②	③	④	⑤
8	공학·기술 분야에서 일하는 것이 재미있을 것 같다	①	②	③	④	⑤
9	공학·기술과 관련된 직업을 갖는다면, 미래가 상당히 보장될 것이다	①	②	③	④	⑤

또한, 루브 골드버그 장치를 활용한 STEAM 교육 프로그램을 통해 학생들의 직업 흥미 유형이 어떻게 변화하였는지 설문지 분석을 통해 학생들의 직업적 성향을 파악하였다. Holland 직업 흥미 유형 분석은 고용부와 한국고용진흥원에서 제공한 직업심리검사 중 직업흥미검사 문항을 초등학교의 수준에 맞게 편집하여 활용하였고 [그림 IV-3]은 학생들에게 실시한 직업 흥미 유형 체크리스트 설문지이다.

직업흥미유형 체크리스트

()초등학교 ()학년 이름()

■ 다음 질문은 직업흥미유형을 알아보기 위한 것입니다.
■ 각각의 활동에 대해서 어느 정도 좋아하는지 해당하는 칸에 표시하세요.

R(Realistic)유형

활동	좋아하는 정도					점수
	싫어한다.	◀	▶	좋아한다.		
지동차와 관련된 일하기	①	②	③	④	⑤	
운동 등 몸을 움직이기	①	②	③	④	⑤	
동물 돌보기	①	②	③	④	⑤	
물건을 조립하거나 분해하기	①	②	③	④	⑤	
컴퓨터나 기계 다루기	①	②	③	④	⑤	
실지에서 일하기	①	②	③	④	⑤	
점수합계						

I(Investigative)유형

활동	좋아하는 정도					점수
	싫어한다.	◀	▶	좋아한다.		
피해받으기	①	②	③	④	⑤	
실험하기	①	②	③	④	⑤	
과학과 관련된 연구하기	①	②	③	④	⑤	
수학문제 풀기	①	②	③	④	⑤	
관찰하거나 새로운 것을 발견하기	①	②	③	④	⑤	
문제의 원인과 결과 찾아내기	①	②	③	④	⑤	
점수합계						

A(artistic)유형

활동	좋아하는 정도					점수
	싫어한다.	◀	▶	좋아한다.		
글짓기	①	②	③	④	⑤	
그림그리기	①	②	③	④	⑤	
악기를 연주하거나 노래부르기	①	②	③	④	⑤	
음악 미술 등 예술분야의 책 읽기	①	②	③	④	⑤	
새로운 방법으로 시도해보기	①	②	③	④	⑤	
혼자서 자유롭게 일하기	①	②	③	④	⑤	
점수합계						

직업흥미유형 체크리스트

S(Social)유형

활동	좋아하는 정도					점수
	싫어한다.	◀	▶	좋아한다.		
사람들을 가르치기	①	②	③	④	⑤	
다른 사람의 문제를 해결해주기	①	②	③	④	⑤	
함께 어울려 일하기	①	②	③	④	⑤	
사람들을 편안하고 즐겁게 해주기	①	②	③	④	⑤	
사람들을 도와주기	①	②	③	④	⑤	
사람들 마음을 위로하기	①	②	③	④	⑤	
점수합계						

E(Enterprising)유형

활동	좋아하는 정도					점수
	싫어한다.	◀	▶	좋아한다.		
목표를 세워서 실천하기	①	②	③	④	⑤	
사람들을 설득하기	①	②	③	④	⑤	
물건 팔기	①	②	③	④	⑤	
책임 맡아 이룰여기기	①	②	③	④	⑤	
사람들 앞에서 말하기	①	②	③	④	⑤	
리더(이끌어가는 사람)가 되기	①	②	③	④	⑤	
점수합계						

C(Conventional)유형

활동	좋아하는 정도					점수
	싫어한다.	◀	▶	좋아한다.		
문서를 꼼꼼하게	①	②	③	④	⑤	
그림그리기	①	②	③	④	⑤	
악기를 연주하거나 노래부르기	①	②	③	④	⑤	
음악 미술 등 예술분야의 책 읽기	①	②	③	④	⑤	
새로운 방법으로 시도해보기	①	②	③	④	⑤	
혼자서 자유롭게 일하기	①	②	③	④	⑤	
점수합계						

[그림 IV-3] 직업흥미유형 체크리스트

3. 현장 적용 결과 및 해석

가. 국내 루브 골드버그 장치 만들기 대회 참가 결과 분석

루브 골드버그 장치를 활용한 STEAM 프로그램을 통해 학생들의 공학·기술적인 태도 변화를 실제 대회를 통해 확인하였다. 먼저, 제주도에서 매해 개최되는 ‘2012 제주시 과학축전 골드버그장치 만들기 대회’에 참가하였고, 특허청과 삼성전자가 주관하는 ‘2012 대한민국학생창의력챔피언대회 도전과제3 골드버그 장치 만들기’부문에 참가하였다. 또한 골드버그장치 만들기 단일 대회로 전국 규모인 ‘2012 국립과천과학관 골드버그장치 만들기 대회’에도 참가하였다.

1) 2012 제주시 과학축전 골드버그장치 만들기 대회

이 대회에서 학생들은 놀이동산을 테마로 하여 골드버그 장치를 제작하여 대회에 참가하였고 금상(1위)을 차지하였다. 그림[IV-]은 대회에 출전하기 위한 골드버그 장치 제작 과정과 대회 현장에 설치한 완성작이다.



[그림 IV-4] 골드버그 장치 제작 과정 및 완성품

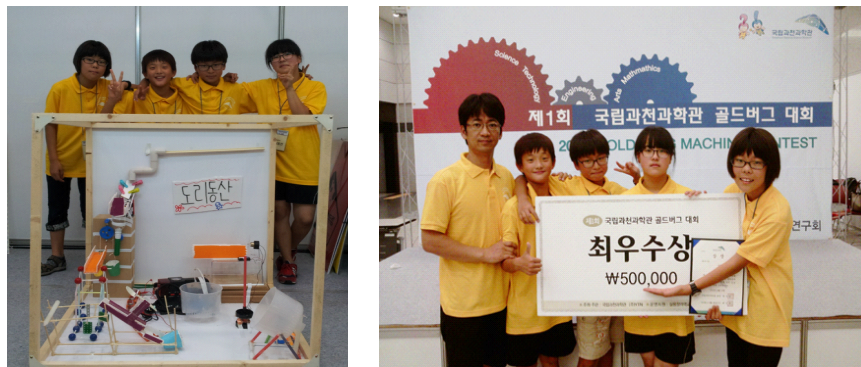
2) 대한민국 학생창의력챔피언대회 도전과제 3 골드버그 장치 만들기 부문
 이 대회는 학생들의 창의력을 겨루는 대회로 도전과제 1, 2, 3으로 나뉘는데 그 중 도전과제 2 부문은 골드버그 장치 만들기다. 표현과제, 공개과제, 비공개과제를 해결하는 대회로서 골드버그 장치 만들기는 그 대회의 일부지만 이 대회에서 금상을 차지하였다. [그림 IV-5]는 학생들이 제작한 골드버그 장치와 대회 수상 장면이다.



[그림 IV-5] 창의력챔피언대회 작품 및 수상 장면

3) 2012 국립 과천과학관 골드버그장치 만들기 대회

이 대회는 전국 초·중·고 400여 팀이 지원하여 예선을 통과한 40여 팀이 본선 대회를 열었다. 이 대회에서 최우수상(1위)을 수상하였다. [그림 IV-6]는 이 대회에서 제작한 골드버그 장치의 모습과 수상 장면이다.



[그림 IV-6] 과천과학관 골드버그 대회 작품 및 수상 장면

학생들에게 골드버그 장치를 활용한 STEAM 프로그램을 적용하여 대회에 참가하면서 학생들은 공학과 기술, 그리고 기초적인 과학 이론 등을 실습을 통해 몸으로 직접 체험하였다. 무엇보다 학생들은 골드버그 장치 만드는 활동에 흥미를 가지고 몰입할 수 있었고 대회 참가를 통해 공학과 기술에 대한 많은 인식 변화를 가져온 계기가 되었다.

나. 현장 적용 결과 해석

학생들의 공학·기술 관련 진로와 직업의 선호도가 루브 골드버그 장치 만들기 STEAM 프로그램을 적용하기 전과 적용한 후에 따라 유의미한 차이가 있는지 검증하기 위해 대응표본 t-검증(Paired samples t-test)을 실시하였다. 또한, 프로그램 적용 결과 학생들의 만족도 및 수업에 대한 효과성을 분석하였고 Holland 직업 흥미 유형에 따른 학생들의 직업적 성향을 추가로 분석하였다.

1) 프로그램 적용 결과 학생들의 공학·기술 관련 직업의 선호도 변화에 미치는 영향 분석

대응표본 t-검증은 단일집단에 대하여 어떠한 효과를 비교하는 분석기법으로, 단일집단이지만 어떤 훈련이나 교육 전 후의 데이터를 대응시켜 비교하고자 할 때 이용하는 기법이다(배선아, 2011).

루브 골드버그장치 만들기 STEAM 프로그램이 학생들의 공학·기술 관련 직업 선호도 변화에 미치는 영향을 알아보기 위해 대응표본 t-검증 실시한 결과 <표 IV-6>과 같이 나타났다.

<표 IV-3> 검사 결과

문항	구분	N	M	SD	t	p
전 체	사전검사	40	2.84	.98	-1.852	.045*
	사후검사		3.05	.90		

1. 나는 앞으로 공학·기술 관련 직업을 선택할 것이다.	사전검사	40	2.58	1.02	-3.672	.003**
	사후검사		2.99	1.16		
2. 나는 공학·기술 분야의 직업을 생각하고 있지 않다.	사전검사	40	3.14	.93	3.139	.004**
	사후검사		3.01	.82		
3. 나는 사람들이 왜 공학·기술과 관련된 직업을 가지려고 하는지 이해할 수 없다.	사전검사	40	3.05	.93	2.091	.032*
	사후검사		2.75	.88		
4. 나는 공학·기술과 관련된 활동을 하면 즐겁다.	사전검사	40	2.93	1.02	-5.121	.000***
	사후검사		3.46	.82		
5. 나는 커서 공학·기술 관련 일에 종사하고 싶다.	사전검사	40	2.64	1.06	-3.196	.005**
	사후검사		2.99	.92		
6. 공학·기술 분야의 일은 재미있다.	사전검사	40	2.76	1.11	-4.045	.001**
	사후검사		3.19	.93		
7. 대부분의 공학·기술 분야 일은 지루하다.	사전검사	40	2.77	.94	2.734	.013*
	사후검사		2.52	.81		
8. 공학·기술 분야에서 일하는 것이 재미있을 것 같다.	사전검사	40	2.80	.98	-3.879	.002**
	사후검사		3.19	1.15		
9. 공학·기술과 관련된 직업을 갖는다면, 미래가 상당히 보장될 것이다.	사전검사	40	2.84	.96	-4.850	.000***
	사후검사		3.37	.71		

*p<.05, **p<.01, ***p<.001

<표 IV-3>에서와 같이, 루브골드버그장치 만들기 STEAM 프로그램이 학생들의 공학·기술 관련 직업 선호도 변화에 미치는 영향을 분석한 결과 통계적으로 유의미한 차이를 보였다($t=-1.852$, $p<.05$). 특히, 공학·기술 관련 진로에 관한 9문항 모두 통계적으로 유의미한 차이가 나타났으며, ‘기술과 관련된

활동을 하면 즐겁다’, ‘기술과 관련된 직업을 갖는다면, 미래가 상당히 보장될 것이다’ 문항에서는 유의도 .001미만 수준에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타나 기술 관련 진로에 대해 매우 고무적이었다. 이와 같이, 루브골드버그장치 만들기 STEAM 프로그램이 공학·기술 관련 직업 선택에 긍정적인 영향을 주고 있음을 알 수 있다.

2) 프로그램 적용 결과 학생들의 만족도 및 수업에 대한 효과성 분석

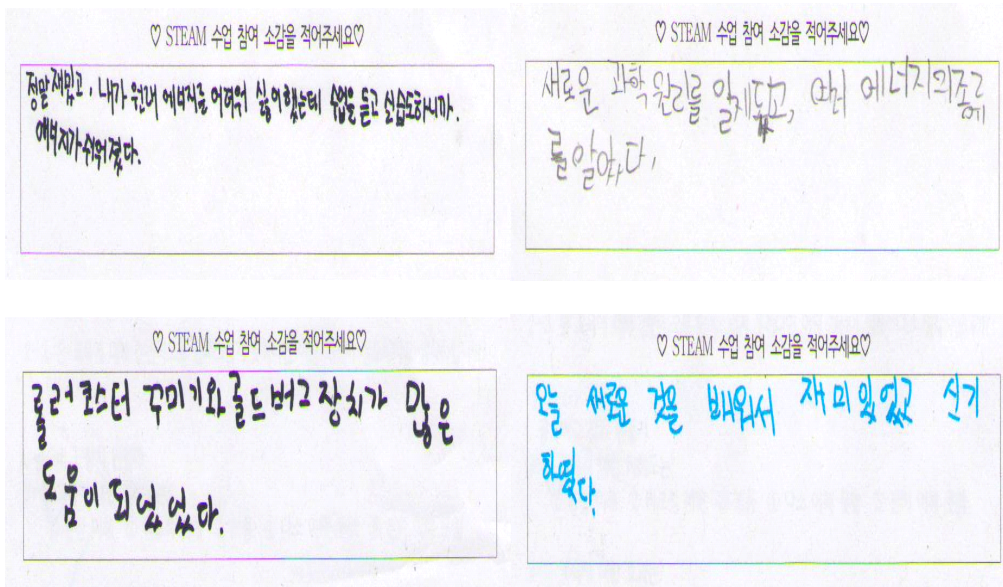
루브 골드버그장치 만들기 STEAM 프로그램은 ○○초등학교 5, 6학년 학생 40명을 대상으로 실시하였다. 루브 골드버그장치 만들기 프로그램을 적용한 후 학생들에 대한 설문은 Likert 척도로 구성된 문항 10개와 서술형 문항 2개로 실시하였고 적용 결과는 <표 IV-4>과 같다.

<표 IV-4> 학생 만족도 평가 결과

순번	평가문항	평균
1	개발된 수업 자료는 STEAM 수업에 적합하다.	4.53
2	학습 내용이 초등학생이 충분히 해결할 수 있는 난이도다.	4.21
3	학습 내용의 이해를 돕기 위한 선생님의 설명과 수업 자료의 내용이 적절하다.	4.31
4	아이디어를 설계하는 방법이 적절하다.	4.11
5	학습 내용 및 자료는 교과 수업과 연결된다.	3.89
6	선생님과의 의사소통이 잘 이루어졌고 실습 과정이 활발하다.	4.54
7	실습이 교과 내용보다 재미있고 이해가 쉬웠다.	4.62
8	골드버그 장치 만들기 수업이 흥미로웠다.	4.66
9	수업 방법이 학습 의욕을 높이고 만족스러웠다.	4.57
10	평가 방법은 객관적이고 공정하다.	3.82

전체 수업에 대한 난이도(2번 문항)는 평균 4.21로 대부분 쉽게 이해하고 있었다. 어려운 과학 이론 수업이 아닌 에너지 변환에 관련된 간단한 물리 이론 수업이었고 주로 공작활동 위주의 수업이 이루어지므로 많은 학생들이 쉽게 생각하고 있었다. 특히 8번 문항처럼 수업에 대한 흥미도는 평균 4.66으로 거의 대부분 학생들이 매우 흥미롭게 수업에 임하였음을 알 수 있었다. 또한, 수업이 끝난 후 수업의 만족도(9번 문항)는 평균 4.57, 수업에 대한 이해(7번 문항)에 대해서도 평균 4.62로 높은 편이었다. 하지만, 루브 골드버그 장치를 이용한 놀이동산 만들기 활동과 교과 내용과의 연결(5번 문항) 면에서는 평균 3.89로 학생들이 많이 체감하지는 못하였다. 또한, 평가 부분에서도 설계 및 작품에 대해 학생들의 창의적인 생각과 다양한 형태의 산출물을 모두 수용하는 수업이기에 정확한 평가 기준이 마련되지 않아 평가에 대한 공정성에 대해 민감하게 반응하지 않았다.

서술형 문항에서도 많은 학생들이 골드버그장치 만들기 수업을 통해 과학이 쉬워졌고 매우 재미있었다는 긍정적인 결과가 많았다. [그림 IV-7]는 설문조사 중 학생들이 작성한 서술형의 일부이다.



[그림 IV-7] 프로그램 적용 후 학생들의 서술형 응답

3) Holland 직업 흥미 유형 분석

직업흥미검사는 Holland 직업흥미 이론을 바탕으로 6가지 일반흥미유형과 기초흥미분야를 측정하는 검사이다. 루브 골드버그 만들기 STEAM 교육 프로그램 적용 전·후에 실시하여 학생들의 탐구형(I) 빈도 변화를 분석하였다.

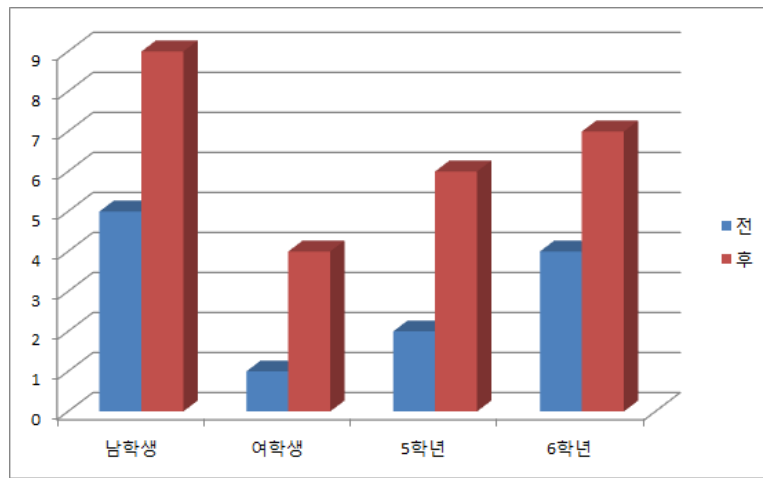
<표 IV-5> 프로그램 적용 전 직업흥미유형 결과

구분	실재형 (R)	탐구형 (I)	예술형 (A)	사회형 (S)	기업형 (E)	관습형 (C)	전체	
성	남학생	6 (21)	5 (18)	5 (18)	8 (29)	3 (11)	1 (3)	28 (100)
	여학생	1 (8)	1 (8)	3 (25)	4 (34)	2 (17)	1 (8)	12 (100)
학년	5학년	3 (15)	2 (10)	5 (25)	7 (35)	2 (10)	1 (5)	20 (100)
	6학년	4 (20)	4 (20)	3 (15)	5 (25)	3 (15)	1 (5)	20 (100)
전체	7 (17)	6 (15)	8 (20)	12 (30)	5 (13)	2 (5)	40 (100)	

<표 IV-6> 프로그램 적용 후 직업흥미유형 결과

구분	실재형 (R)	탐구형 (I)	예술형 (A)	사회형 (S)	기업형 (E)	관습형 (C)	전체	
성	남학생	4 (14)	9 (33)	5 (18)	7 (25)	2 (7)	1 (3)	28 (100)
	여학생	1 (8)	4 (34)	3 (25)	2 (17)	1 (8)	1 (8)	12 (100)
학년	5학년	3 (15)	6 (30)	4 (20)	6 (30)	1 (5)	1 (5)	20 (100)
	6학년	2 (10)	7 (35)	4 (20)	3 (15)	2 (10)	1 (5)	20 (100)
전체	5 (13)	13 (32)	8 (20)	9 (22)	3 (8)	2 (5)	40 (100)	

루브 골드버그장치 만들기 STEAM 교육 프로그램을 적용하기 전 ○○초등학교 5, 6학년 40명의 직업 흥미 유형을 알아본 결과, <표 IV-5>에서처럼 전체적으로 보았을 때 사회형(S)이 30%로 가장 많이 나타났고 그 다음으로 예술형(A)이 20%, 실재형(R)이 17% 등의 순으로 많이 나타났으며 탐구형(I)은 15%였다. 프로그램 적용 후에는 <표 IV-6>에서처럼 탐구형(I)이 32%로 가장 높은 비율을 보였고 다음으로 사회형(S)이 22%로 나타났다. 프로그램 적용 전과 후를 비교하여 탐구형(I)의 빈도 변화를 [그림 IV-8]와 같이 나타내었다.



[그림 IV-8] 프로그램 전·후 학생들의 탐구형(I) 빈도수 변화

이는 루브 골드버그장치 만들기 STEAM 교육 프로그램이 학생들로 하여금 과학과 기술에 대한 자신감을 부여하고 진로와 직업 선택에 있어서 탐구형(I)을 선호할 수 있는 계기를 마련해 준다는 점에서 의미가 있다.

V. 결론 및 제언

교육의 패러다임이 바뀌고 있다. 또한, 사회가 요구하는 구성원의 역량도 변하고 있다. 즉, 단절된 교과목의 학습에서 탈피하여 여러 학문을 융합하여 창의적으로 새로운 가치를 창출하는 인재상이 요구되고 있는 것이다. 과학기술의 발달이 국가 경쟁력을 좌우한다는 점에서 공학자 양성은 반드시 필요하다. 교육과학기술부의 중점 시책인 융합인재교육(STEAM)은 이러한 시대적 변화에 대한 능동적인 대처 방안이다.

이 연구는 초등학생들의 공학·기술에 대한 긍정적인 태도 변화와 직업과 진로 선택에 있어서 공학자에 대한 인식 변화를 유도하기 위한 STEAM 교육 프로그램 및 교재를 개발하기 위해 수행되었다. 이 연구에서 얻어진 주요 결과에 대해 다음과 같은 결론 및 제언을 하고자 한다.

첫째, 루브 골드버그 장치 만들기는 융합인재교육(STEAM)을 위한 최적의 활동이다. 흥미로운 상황 제시와 학생들이 스스로 문제를 해결하기 위한 창의적 설계, 그리고 제작 과정에서의 협동과 성취감을 느끼는 감성적 체험까지 이 모든 과정에서 공학자로서의 자신의 적성과 소질을 찾고 계발할 수 있는 계기를 마련해주었다. 그러나 총 20차시로 구성된 ‘나만의 루브 골드버그 놀이동산 만들기’교재는 학생들이 스스로 문제를 해결할 수 있도록 ‘학생용 워크북’과 교사들이 효과적으로 지도할 수 있도록 ‘교사용 참고 자료’로 구성하였지만 내용 중 평가 부분이 미비하였다. 루브 골드버그 장치 만들기의 특성상 학생들마다 다른 최종 산출물들을 객관적으로 평가하여 피드백 하기는 힘들지만 각 단계의 요소들마다 제작 과정에서의 구체적인 평가 기준을 만든다면 더욱 효과적일 것이다.

둘째, 개발한 STEAM 교육 프로그램을 교육 현장에 적용한 결과 우선, 국내 여러 루브 골드버그 대회에 참가하여 우수한 성과를 거두었고 무엇보다 학생들의 공학과 기술에 대한 많은 태도 변화가 있었다. 특히, 공학자에 대한 진로 인식 변화는 실험 전후 유의미한 차이를 보여 ‘루브 골드버그장치 만들기 STEAM 교육 프로그램’이 공학·기술 관련 직업 선택에 긍정적인 영향을 주고 있음을 확인할 수 있었다. 또한, 프로그램에 대한 학생들의 만족도와 흥미도가 높았고 Holland 직업 흥미유형 검사에서 공학자와 관련된 탐구형(I)의 빈도수가 증가하였음을 알 수 있

었다. 그러나 학생들의 공학·기술에 대한 관심과 흥미, 공학자에 대한 긍정적인 인식 변화가 루브 골드버그장치 만들기 STEAM 교육 프로그램 적용 후에도 계속 지속되기 위해서는 다양한 주제로 STEAM 교육 프로그램이 개발되고 보급되어야 할 것이다.

교육과학기술부에서 적극적으로 추진하고 있는 융합인재교육(STEAM)이 아직 학교 현장에서는 깊숙이 파급되지 못하고 있다. 또한, 교사들의 STEAM 교육에 대한 이해와 의지도 아직은 적극적이라고 생각하기는 힘들 것이다. 현재 프로그램 개발을 위한 많은 연구가 진행되고 있고 실제 학교 현장에 적용하여 파급을 확산시키는 노력을 기울이고 있기에 교사들 역시 STEAM 교육에 대한 연구와 노력으로 진정한 융합인재교육이 실현될 수 있도록 힘써야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 강안나. (2012). 루브 골드버그 장치를 활용한 창의공학 설계교과목 운영방안에 관한 연구. **한국정보기술학회 하계학술대회**. 108~112.
- 교육과학기술부. (2011). 과학교과서 & 지도서 (6-2). 금성출판사.
- 교육과학기술부. (2011). 과학기술·예술융합(STEAM)교육활성화방안.
- 권순범. (2012). STEAM 기반 융합학습이 초등학생의 창의적 인성에 미치는 영향. 한국교원대학교 교육대학원.
- 김문중. (2011). 기술 가정 전자 기계 기술 단원에서 통합교육을 위한 녹색 자동차 모형 만들기 수업자료 개발. 한국교원대학교 교육대학원.
- 김미경. (2000). 중학생에 있어서 Holland의 진로 유형 성격과 적성과의 상관 관계. 건국대학교 교육대학원.
- 김영준. (2012). 골드버그장치를 활용한 프로그램이 초등학생들의 창의적 인성에 미치는 영향-발명 영재학생을 중심으로. 경상대학교 교육대학원.
- 김자영. (2012). 골드버그 장치 제작 활동에서 나타나는 초등학생의 창의적 아이디어 생성과정 분석. 서울교육대학교 교육대학원.
- 금영충, 배선아. (2012). 초등기반 STEAM 교육이 초등학생의 기술적 태도에 미치는 영향. **한국실과교육학회지**, 25. 195~216.
- 박인수. (2007). 골드버그 장치를 활용한 발명교육 적용방안 연구. **전국교원발명교육연구대회논문집**, 11. 95-183.
- 배협. (2012). 중학교 발명수업에서 롤링볼 만들기의 STEAM 수업자료 개발. 한국교원대학교.
- 변춘수, 이정하. (2007). 롤링볼 뮤지엄 속 과학이야기. 롤링볼 뮤지엄.
- 안광호. (2009). 과학대회 참여가 초등학생들의 과학 태도 및 성취도에 미치는 영향. 서울교육대학교 교육대학원.
- 우관화. (2009). 실과교과에서 발명교육을 위한 프로그램 개발. 경인교육대학교 교육대학원.
- 차타순, 안창규. (1996). 진로선택을 위한 HOLLAND의 직업성격유형론. **수산해양교육연구(8-1)**. 76-91.

- 채희인. (2013). **STEAM 활동이 초등학생의 과학탐구능력 및 과학에 대한 태도에 미치는 영향**. 경인교육대학교 교육대학원.
- 최민호. (2011). **골드버그 장치 제작활동을 적용한 학습 프로그램 개발-고등학교 물리단원을 중심으로**. 한국교원대학교 교육대학원.
- Gottfredson, G. D., & Holland, J. L. (1989). Dictionary of Holland Occupational Codes(2nd ed.), Odessa, Fla.: Psychological Assessment Resources, Inc.
- Holland, J. L. (1992). Making vocational choices: A theory of vocational personalities and work environments. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Holland, J. L. (1997). Making Vocational Choices :A Theory of Vocational Personalities and Work Environments (3rd ed.). Englewood Cliffs, NJ : Prentice Hall.
- Holland, J. L. (1985). Vocational Preference Inventory : Professional Manual. Odessa, FL :Psychological Assessment Resources, Inc.
- Holland, J.L. Daniger, D.C, & Power, P.G. (1980). My vocational situation, PaloAlto, CA :Counseling Psychologists Press.
- Spokane, A. R. (1985). A review of research on person-environment congruence in Holland's theory of careers. Journal of Vocational Behavior, 26. pp. 306-343.

ABSTRACT*

A The Convergent STEAM Program
Development and
Application for Improvement of Engineer
Career
Awareness of Elementary School Students
- Focused on Rube Goldberg Machine Building
Activity -

Kim, Yi Lip

Major in Elementary Computer Education
Graduate School of Education
Jeju National University

Supervised by Professor Park, Nam Je

In this research, the STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) educational program and textbooks to make Rube Goldberg Machines in order to improve elementary school students' recognition of their future career as an engineer were developed and applied to the field. The students learned basic

* 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, 2013.

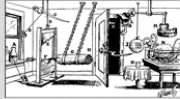
scientific theories through practical exercises while participating in the project to make an amusement park using Rube Goldberg Machines and cooperated with one another with interest. As the program application result, they obtained good results in different national contests of making Rube Goldberg Machines, and in particular, positive changes were found in their attitude toward engineering and technology and in perception of engineers when choosing their future careers.

부 록

[부록 1] 루브 골드버그 장치를 활용한 놀이동산 만들기 프로젝트 교재

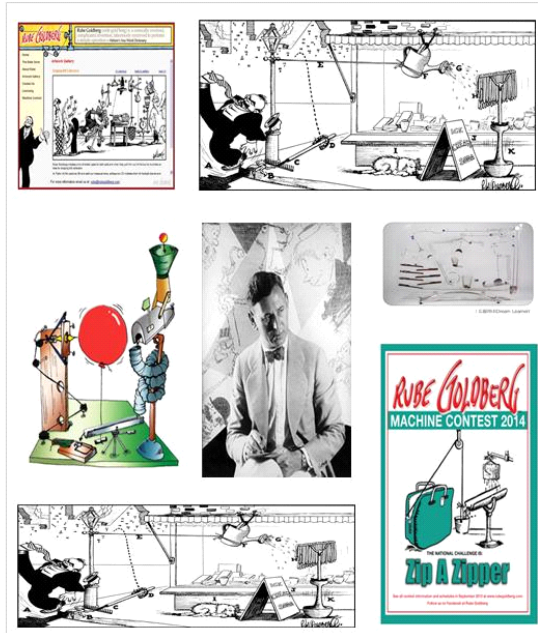
[부록 2] 직업흥미유형 체크리스트

[부록 1]

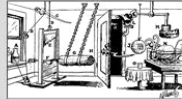


루브 골드버그 장치 활용한 놀이동산 만들기 프로젝트

나만의 루브 골드버그 놀이동산 만들기

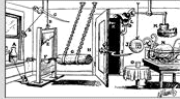


Rube Goldberg's Invention



[차례]

단계	영역	차시	활동 내용	쪽
상황 제시	팀 만들기	1	01. 최고의 팀을 만들어 보요!	1
	문제 확인하기		02. 해결해야 할 문제 알아보기	4
	문제 분석하기	2	03. 루브 골드버그 장치에 대해 알아보기	5
창의적 설계	문제 해결 방법 찾기	3	04. 루브 골드버그 놀이동산 설계하기	10
		4	05. 시소 - 지렛대 원리를 이용한 장치 만들기	15
		5		
		6	06. 대관람차 - 도르레를 이용한 장치 만들기	19
		7		
		8	07. 어마존 - 부력을 이용한 장치 만들기	24
		9		
		10	08. 범퍼카 - 탄성력을 이용한 장치 만들기	28
		11		
		12	09. 허리케인 - 바람개비를 이용한 장치 만들기	32
		13		
		14	10. 자이로드롬 - 자유낙하를 이용한 장치 만들기	36
		15		
		16	11. 기타 과학 원리를 이용한 장치 만들기	40
17				
문제 해결하기	18	12. 제작한 장치를 놀이기구로 꾸미기	43	
	19	13. 각 놀이기구를 연결하여 놀이동산 완성하기	44	
감성적 체험	사인하기	20	14. 루브 골드버그 놀이동산 발표 및 사인하기	45



01. 최고의 팀을 만들어 봐요!

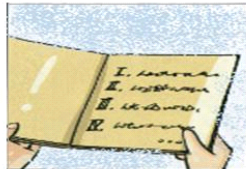
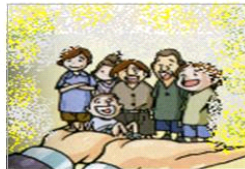
1. 생각열기

규칙과 계획이 없다면 팀은 끝까지 살아남을 수 있을까?

팀이 잘 만들어 졌다고 해서 잘 운영되는 것이 아니죠. 그렇다면 팀에게 필요한 것은 무엇일까요? 다음 그림을 보아요.



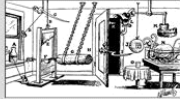
?



두 번째 세 번째 그림을 보니, 혼란스러운 팀이 을 만들고 난 후에 다시 밝게 웃게 되었네요. 그것이 바로 무엇일까요?

2. 생각 정리하기

팀이 잘 운영되기 위해서는 무엇이 필요한 지 적어보고 팀원이 서로 의논해 봅시다.



3. 팀의 규칙과 계획서 작성하기

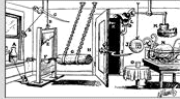
활동순서

1. 팀원이 함께 모여 팀의 규칙과 계획에 관한 자신의 의견을 자유롭게 이야기한다.
2. 다른 팀원은 친구의 의견에 대하여 비판하지 않는다.
3. 팀원 중 한명은 팀원들의 의견을 모두 종이에 적는다.
4. 팀원들의 의견수합이 모두 끝난 후 토론을 거쳐 가장 적합한 규칙 및 계획을 선정한다.
5. 선정된 팀의 규칙과 계획서를 작성한다.



팀의 규칙

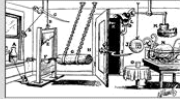




루브 골드버그 장치 활용 **놀이동산 만들기** 프로젝트

계획서 작성하기

팀 명	팀 원
프로젝트 주제	
목 표	
진행방법	
핵심 작업 목록	
첫 번째 핵심 작업	
두 번째 핵심 작업	
세 번째 핵심 작업	
네 번째 핵심 작업	
다섯 번째 핵심 작업	
여섯 번째 핵심 작업	



02. 해결해야 할 문제 알아보기

1. 상황 인식하기

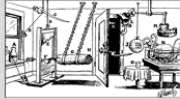


창의는 놀이기구 타는 것을 매우 좋아한다. 우리나라의 여러 놀이동산을 모두 가보고 놀이기구를 모두 타 보았으면서도 시간만 나면 놀이기구 타는 상상을 하고 지낸다. 그런데 어느 날 창의는 '내가 만약 놀이동산을 만든다면?' 이라는 생각을 하게 되었다. 자기가 직접 놀이동산 설계 공학자가 되어서 놀이기구를 직접 만든다면 정말 신이 날 것 같았다. 또 하나, 놀이기구를 타면서 늘 아쉬웠던 것은 놀이기구가 너무 일찍 끝나버린다는 것이었다. 그래서 생각해 낸 것이 '모든 놀이기구들이 하나로 연결되어서 한 번에 모두 탈 수 있다면?' 정말 좋겠다는 생각을 했다.

여러분은 지금 창의와 함께 놀이동산을 만드는 공학자입니다. 창의를 도와 여러분만의 놀이동산을 설계하고 만들어 봅시다.

나는 놀이동산 설계 공학자다!

먼저, 놀이기구를 설계하고 만들기 위한 기초 지식을 쌓아야겠지요? 다음으로는 모든 놀이기구를 하나로 연결시켜 작동시키기 위한 장치를 만들어야겠네요.



03. 루브 골드버그 장치에 대해 알아보기

1. 루브 골드버그 장치(Rube Goldberg's Invention)란?

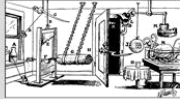


골드버그장치(Rube Goldberg's Invention)란 “가장 단순한 과제를 해결하기 위해서 만든 가장 복잡한 기계”를 의미한다. 이 장치는 골드버그라는 사람이 이러한 아이디어를 만화로 그렸기 때문에 “골드버그 장치”라고 부른다. 예를 들면 입을 닦아주는 기계가 있는가 하면, 지각했을 때 상사가 눈치 채지 못하게 하는 장치도 있다. 그리고 창문을 닫는 간단한 일을 하기 위해 줄과 구슬, 도미노와 도르래, 스포링과 추, 물통과 고리 등을 교묘하게 결합한 복잡한 장치가 동원된다. 이들 장치의 각 단계에는 고도로 정교한 물리법칙이 적용된다. 그러나 노력한 결과에 비해 그 결과는 허망하거나 초라하다. 골드버그는 이를 두고 “최소의 결과를 얻기 위해 최대의 노력을 기울이는 인간의 놀라운 능력”이라고 정의를 내렸다.

미국에서는 해마다 루브 골드버그 기계 콘테스트(Rube Goldberg Machine Contest)가 열리고 있다.



이 대회는 골드버그처럼 그 장치를 상상하여 그림으로 표현하는 것이 아니라, 직접 그 장치를 만들어 내야 한다. 이 장치는 일상용품들, 잡동사니들, 기계 부품들을 역학적으로 잘 연결하거나 조립해야 한다. 그래서 대회 명칭이 “루브 골드버그 기계 콘테스트”이고 매년 퍼듀대학교에서 누가 더 황당하면서도 복잡한 기계를 만드느냐를 두고 대회가 개최되고 있다.



루브 골드버그 장치 활용 놀이동산 만들기 프로젝트



루브 골드버그 장치는 아주 재미있기 때문에 학생들에게 문제해결을 하는데 있어서 고정 관념을 탈피하고 실생활 속에서 창의성을 발휘할 수 있도록 해준다. 실제 우리나라에서도 2006년에 우주인 선발문제에 골드버그 문제가 출제되어 화제를 일으켰다.

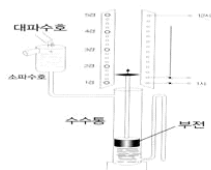
이제 골드버그 장치에 대한 이야기는 뉴욕 타임즈 같은 유명한 신문, TV, 라디오에서 빠지지 않고 다루어 지는 주체며 용어가 되었으며, 웹스터 영어사전에도 수록되었다. 웹스터 영어 사전에서는 골드버그장치에 대해 “극단적으로 복잡하게 수행되지만, 실제로는 간단히 처리될 수 있는 일을 우회적으로 의미하는 장치나 방법(a device or method to accomplish by extremely complex and roundabout means a job that actually could be done simply)”이라고 설명되고 있다. 그래서 루브 골드버그 장치라는 말은 이제 쓸데없이 복잡하면서도 성과는 비효율적인 제도나 규제를 지칭하는 전문용어로 자리 잡았다.

2. 루브 골드버그 장치의 예

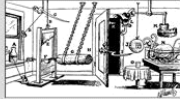
골드버그 장치의 각 단계에는 역학적인 과학 원리가 도입되어 사용되고, 골드버그 장치의 구성 재료로는 생활용품이나 잡동사니, 폐품, 기계부품 등이 주로 활용 된다.



예를 들면 ‘나 홀로 집에’라는 영화를 보면 집에 들어온 도둑을 물리치기 위해 소년이 여러 단계의 장치를 만들어 작동시켜 도둑을 쫓아내는 장면이 나온다. 도둑이 마룻바닥을 밟으면 바닥이 흔들려 구슬이 굴러가게 되면서 도미노 장치를 건드리고, 그 장치에 의해 방문이 열리면서 천장에 연결된 망치가 떨어져 도둑을 쓰러뜨리게 되는 장면도 있다. 소년은 도둑을 퇴치하기 위해 여러 단계의 창의적인 골드버그 장치를 만든 것이다.



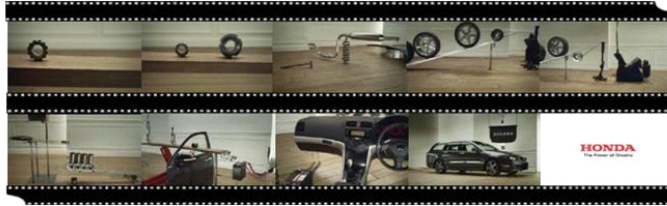
우리나라의 경우 세종대왕 때 장영실이 만든 ‘자격루’(물시계)가 골드버그 장치의 원리를 활용한 좋은 예이다. 따라서 골드버그 장치의 원리는 미국보다 우리나라에서 먼저 시작되었다고 볼 수 있다.



루브 골드버그 장치 활용 놀이동산 만들기 프로젝트

또한 혼다 자동차는 골드버그 머신 장치를 응용한 CF로 자사 기술력의 우위를 알리는 CF를 홍보함으로써 광고효과를 극대화하기도 하였다.

이와 같이 우리 주변에는 다양한 곳에서 골드버그 장치가 사용됨을 알 수 있다.



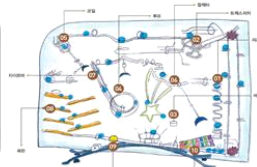
3. 루브 골드버그 장치 분석하기

골드버그 장치의 기계 매커니즘을 이해할 수 있도록 루브 골드버그 장치의 모태가 될 수 있는 롤링볼을 기준으로 설명한다.

아래 그림은 롤링볼 박물관 입구에 전시되어있는 ‘드림러너’ 롤링볼과 기계 매커니즘을 설명하기 위한 드림러너 구상도다. 이 구상도를 기초로 한 기계 매커니즘을 이해하도록 한다.

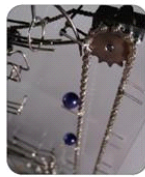


롤링볼 ‘드림러너’

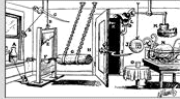


드림러너 구상도

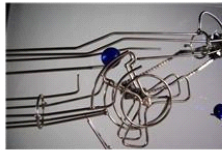
1) 리프트(Lifts)



위를 향해 올라가기 위한 전기적 엘리베이터 장치를 말하며 주로 높은 위치에너지를 얻기 위해 높은 곳으로 구슬을 올리기 위해서 작동시킨다. 위를 향해 올라가기 위한 전기적 엘리베이터 장치를 말하며 주로 높은 위치를 롤링볼에서는 자동으로 작동시킬 경우에는 주로 전기적 장치를 사용하며 코일형 리프트와 체인형 리프트가 사용된다.



2) 트랙스위치(Track swiches)



공이 다른 길로 가기위해 지나가는 경점다리로서 공의 방향을 바꿔주는 기계적 요소로 주로 지레의 원리나 공의 무게를 이용해 공을 다른 길로 바꿔주는 장치이다. 공이 오는 순서대로 다른 방향으로 가게해서 그 공들이 다양한 동작을 하도록 하는 역할을 한다.

3) 바운스(Bounce)



좋은 재질이 사용되었다.

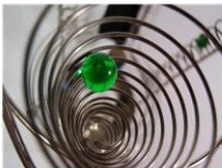
바운스는 공이 밑으로 떨어지면서 튀겨지며 다른 곳으로 도약할 수 있게 하는 장치로 탄성을 이용한 기계 매커니즘이다. 이렇게 정확하게 다른 곳으로 보내기 위해서는 수 백 번 테스트를 거치는 실험을 통하여 만이 원하는 곳으로 보낼 수 있고 재질은 내구성을 위해 주로 금속재료가 사용되나 창의력 올림피아드 대회에서는 고무줄, 가죽 등 탄성이

4) 루프(Loops)

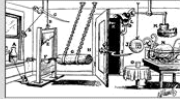


루프는 수직으로 롤러코스터를 만들어내는 레일로서 위치에너지와 운동에너지가 서로 바뀌게 되는 부분으로 공을 공중으로 점프하게 하거나 레일을 타고 회전하도록 하는 등 다양한 운동을 할 수 있도록 하는 역할을 한다.

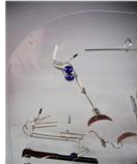
5)코일(Coils)



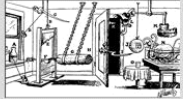
코일 부분으로 수평으로 된 원형의 와이어를 타고 내려가는 원심력 터널로 공이 회전운동을 하면서 원심력을 갖게 되면서 위치에너지를 운동에너지로 바꿔주는 장치이다. 공이 위에서 볼 때 뱅글뱅글 돌면서 내려가게 되는데 내려가는 속도는 늦으나 강한 운동에너지를 갖게 되는 것이 특징인 장치이다.6) 컬렉터(Collectors)



루브 골드버그 장치 활용 놀이동산 만들기 프로젝트



컬렉터는 공을 모아두었다가 공의 무게나 높이에 의해 일정한 조건이 되면 한꺼번에 공을 보내는 장치로 공을 잠시 가둬두는 역할을 하게 된다.



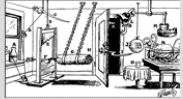
04. 루브 골드버그 놀이동산 설계하기

1. 놀이동산 스케치하기

아이디어를 어떻게 구체적으로 스케치 할까?

- 루브 골드버그 장치의 특성을 생각하며 나만의 놀이동산을 스케치해 봅시다.

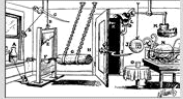
- 스케치 한 내용의 놀이기구를 설명하여 봅시다.



루브 골드버그 장치 활용 놀이동산 만들기 프로젝트

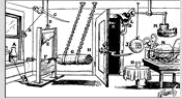
놀이기구별로 구체적으로 설계하여 봅시다.

놀이기구 이름	내가 만들 놀이기구



루브 골드버그 장치 활용 놀이동산 만들기 프로젝트

놀이기구 이름	내가 만들 놀이기구



2. 재료나무 그리기

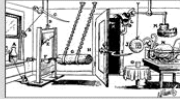
제품을 만들 때 필요한 품목을 기록해 보자.

품 명	규격	수 량	품 명	규격	수 량

3. 제작 계획 세우기

제품을 만들기 위한 제작계획을 구체적으로 세워보자.

주요 제작 과정	소요시간	비고



루브 골드버그 장치 를 활용한 놀이동산 만들기 프로젝트

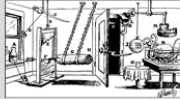
제품을 제작할 때 유의할 사항은 어떤 것이 있을까? 각 단계별로 유의할 사항들을 작성하여 보자.

4. 재료공구 준비하기

필요한 재료와 공구 준비하기

필요한 재료 및 공구	사양	비고

※ 공구를 사용할 때는 반드시 사용법을 잘 익히고 안전에 유의해야 한다.



05. 시소 - 지렛대의 원리를 이용한 장치 만들기

1. 시소 장치에 적용된 과학 이론 살피기

과학이론 : _____

설명 : _____

2. 시소 장치 설계하기

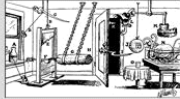
내가 만들 시소 장치의 모습을 스케치해보자

나만의 시소 장치는 이런 점이 달라요 !

✓ 몇 차원 인가요? (2차원의 벽면을 활용했나요? 3차원의 공간을 활용했나요?)

✓ 어떤 재료 인가요? (무엇으로 만들었나요?)

✓ 어떤 가공법으로 만드나요? (어떻게 만들었나요?)



3. 시소 장치 만들기

필요한 재료와 도구

재료(크기도 포함)	도구

제작하기

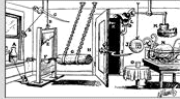
공구를 사용할 때는 반드시 사용법을 잘 익히고 안전에 유의해야 하며, 가공 및 조립이 어려워 아이디어 낸 것을 만드는 데 주저해서는 안 되고, 필요하다면 선생님의 도움을 받는 것은 얼마든지 가능하다.

- ✓ 공구 및 재료를 준비한다.
- ✓ 설계도에 맞게 제작한다.
- ✓ 칼이나 글루건 등의 도구를 사용할 때에는 반드시 안전 수칙을 지킨다.

4. 작동하기 및 평가하기

구슬을 넣어 시소 장치가 제대로 작동하는 지 알아봅시다.

- ✓ 제대로 작동하는가?
- ✓ 제대로 작동하지 않는다면 무엇이 문제인가?
- ✓ 제대로 작동하도록 보완한다면 어느 부분을 어떻게 고칠 것인가?



시소 장치 만들기

교사용 워크북

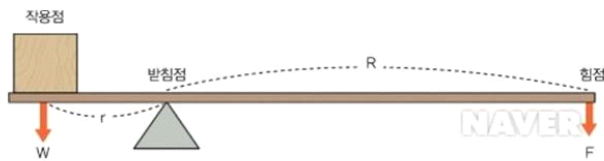
1. 시소에 적용된 과학 이론 들려주기

어렸을 때 엄마와 시소를 타 본 적이 있니? 몸무게 차이가 많은 엄마와 아기가 시소를 함께 탈 수 있는 이유는 뭘까? 엄마가 아이를 들어 올린다고? 그럼 엄마가 위로 올라갈 때는 아이가 엄마를 들어 올리는 것이잖니? 힌트! 시소를 탈 때 엄마와 아이가 앉는 위치를 잘 생각해 보렴. 이게 바로 지레의 원리야.



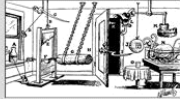
[지레의 원리를 이용한 시소]

엄마는 시소의 중심에서 가까운 안쪽에, 아이는 중심에서 먼 뒤쪽에 앉아야 균형이 맞게 되지. 아이 입장에서는 자신의 적은 몸무게로 무거운 엄마를 들어 올리게 되는 거야. 즉 작은 힘으로 무거운 물체를 들어 올리게 되는 거란다. 그리스의 아르키메데스는 자신에게 긴 막대와 받침대만 준다면 지구도 들어 올릴 수 있다고 장담했대. 바로 지레의 원리를 믿고 큰소리를 칠 수 있었던 거지. 아는 게 힘이지? 지레를 이용한 생활 도구들로는 손톱깎이, 병따개, 펜치, 스테이플러, 가위, 젓가락 등등이 있단다.



[지레의 원리]

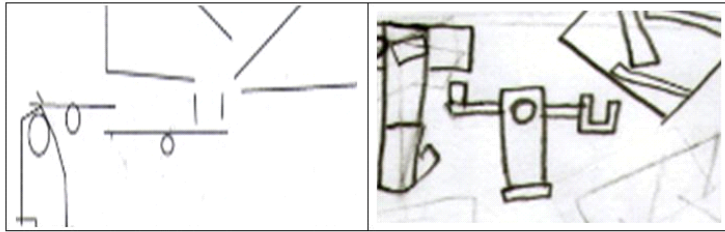
$$\text{물체의 무게}(w) \times \text{작용점까지의 거리}(r) = \text{힘}(F) \times \text{힘점까지의 거리}(R)$$



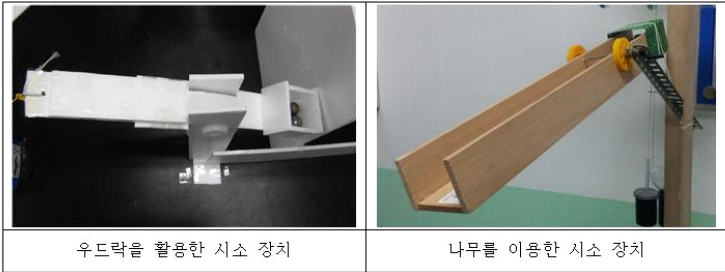
루브 골드버그 장치를 활용한 놀이동산 만들기 프로젝트

받침점으로부터 멀리 떨어진 힘점에서 작은 힘(F)을 사용해서 받침점에서 가까운 위치인 작용점의 무거운 물체(W)를 들어 올릴 수 있다. (출처: 네이버 지식 백과)

2. 학생들이 직접 설계한 시소 장치의 예

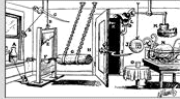


3. 학생들이 직접 제작한 시소 장치의 예



4. 지도의 Tip!

- 1) 시소는 주로 장치들을 연결시켜주는 역할로 사용됩니다.
- 2) 우드락이나 목재를 이용하여 쉽게 만들 수 있고, 받침점을 잘 조절하여 다양한 형태의 시소 장치를 만들 수 있습니다.



06. 대관람차 - 도르래의 원리를 이용한 장치 만들기

1. 도르래에 적용된 과학 이론 살피기

과학이론 : _____

설명 : _____

2. 도르래 장치 설계하기

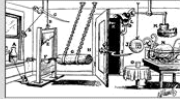
내가 만들 도르래의 모습을 스케치해보자

나만의 도르래 장치는 이런 점이 달라요 !

✓ 몇 차원 인가요? (2차원의 벽면을 활용했나요? 3차원의 공간을 활용했나요?)

✓ 어떤 재료 인가요? (무엇으로 만들었나요?)

✓ 어떤 가공법으로 만드나요? (어떻게 만들었나요?)



3. 도르래를 이용한 장치 만들기

필요한 재료와 도구

재료(크기도 포함)	도구

제작하기

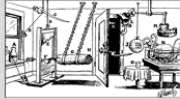
공구를 사용할 때는 반드시 사용법을 잘 익히고 안전에 유의해야 하며, 가공 및 조립이 어려워 아이디어 낸 것을 만드는 데 주저해서는 안 되고, 필요하다면 선생님의 도움을 받는 것은 얼마든지 가능하다.

- ✓ 공구 및 재료를 준비한다.
- ✓ 설계도에 맞게 제작한다.
- ✓ 칼이나 글루건 등의 도구를 사용할 때에는 반드시 안전 수칙을 지킨다.

4. 작동하기 및 평가하기

구슬을 넣어 도르래 장치가 제대로 작동하는 지 알아보십시오.

- ✓ 제대로 작동하는가?
- ✓ 제대로 작동하지 않는다면 무엇이 문제인가?
- ✓ 제대로 작동하도록 보완한다면 어느 부분을 어떻게 고칠 것인가?



도르래 장치 만들기

교사용 워크북

1. 도르래에 적용된 과학 이론 들려주기

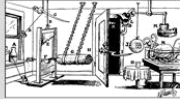
도르래에는 고정도르래와 움직이도르래가 있다. 국기를 달 때 보면 사람이 직접 태극기를 들고 깃대를 올라가지 않더라도 태극기를 위로 쉽게 끌어 올리게 하는 고정도르래가 국기 계양대 끝에 달려 있는 것을 볼 수 있어. 이 고정도르래를 이용해서 태극기를 매단 줄을 아래 방향으로 당겨서 위로 올라가게 하는 거지. 이처럼 고정도르래는 물체에 가해야 하는 힘의 방향을 바꾸어 주는 장점이 있다.



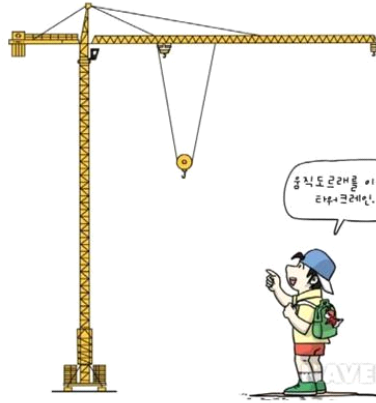
고정도르래는 국기 계양대 외에도 엘리베이터, 에스컬레이터, 고기잡이 배, 낚시대 등에도 힘의 방향을 바꾸어 주는 목적으로 이용되고 있다. 좀 이상하다고? 방향을 바꿀 뿐인데 어떻게 무거운 물체를 사람이 쉽게 들어 올릴 수 있는냐고? 그건 바로 또 다른 도르래인 움직이도르래 덕분이야.

움직이도르래는 물체와 같이 움직이는 도르래인데 움직이도르래 그림을 잘보렴. 그림 속에 비밀이 숨어 있거든. 그 비밀이 뭔지 알겠니?

그렇지! 물체는 움직이도르래의 양쪽 줄에 매달려 있게 되고 그러면 물체의 무게가 두 줄에 반씩 나뉘어 걸리게 되는 거잖니? 그래서 한쪽 줄만을 잡아당기는 사람에게서는 물체 무게의 반만의 힘으로 물체를 들어 올릴 수 있는 거란다.



루브 골드버그 장치 활용 **놀이동산 만들기** 프로젝트



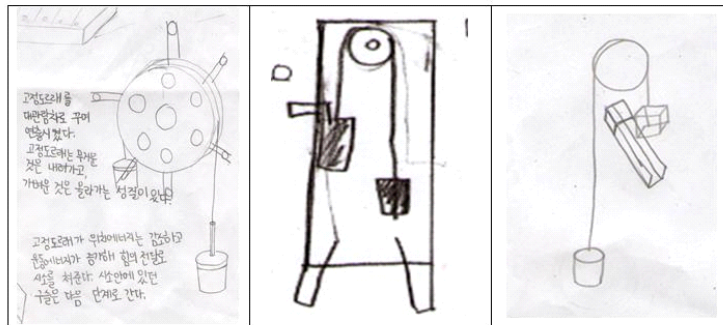
[타워크레인]

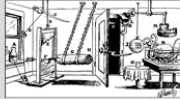
즉 100kgf의 물체를 50kgf의 힘만 주면 들어 올릴 수 있게 되는 거지. 움직도르래는 공사 현장의 타워크레인에서 많이 사용되고 있어. 아마 많이 보았을 거야.

이런 움직도르래와 고정도르래를 여러 개 연결해서 사용하면 더 작은 힘으로, 힘의 방향도 마음대로 바꾸면서 물체를 쉽게 들어 올릴 수 있는 거란다. 아주 간단한 도구를 사용해서 어마어마한 성을 멋지게 쌓아 올릴 수 있었던 거지. 대단하지 않니?

(출처: 네이버 지식 백과)

2. 학생들이 직접 설계한 도르래 장치의 예





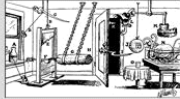
루브 골드버그 장치를 활용한 놀이동산 만들기 프로젝트

3. 학생들이 직접 제작한 도르래 장치의 예

<p>우드락과 아크릴트 병을 활용한 도르래 장치</p>	<p>과학상자의 도르래 장치를 활용</p>		<p>도르래 장치를 꾸민 모습</p>

4. 지도의 Tip!

- 1) 도르래 장치는 구슬을 아래에서 위로 올리는 데 주로 사용됩니다.
- 2) 구슬이 아래로 내려와 소진된 위치에너지를 다시 위로 올려 새로운 위치에너지로 갖게 하는 데 유용합니다.
- 3) 도르래의 한 쪽에 미리 구슬을 넣어 간단한 걸림쇠로 고정시킨 후 살짝 건드려 주면 작동하도록 만듭니다.
- 4) 도르래의 한 쪽이 올라가면서 시소 장치를 움직이게 하면 쉽게 연결시킬 수 있습니다.



07. 아마존 - 부력을 이용한 장치 만들기

1. 부력에 관련된 과학 이론 살피기

과학이론 : _____

설명 : _____

2. 부력을 이용한 장치 설계하기

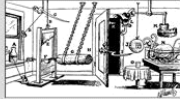
내가 만들 부력을 이용한 장치의 모습을 스케치해보자

나만의 부력 장치는 이런 점이 달라요 !

✓ 몇 차원 인가요? (2차원의 벽면을 활용했나요? 3차원의 공간을 활용했나요?)

✓ 어떤 재료 인가요? (무엇으로 만들었나요?)

✓ 어떤 가공법으로 만드나요? (어떻게 만들었나요?)



3. 부력을 이용한 장치 만들기

필요한 재료와 도구

재료(크기도 포함)	도구

제작하기

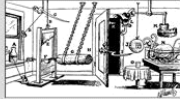
공구를 사용할 때는 반드시 사용법을 잘 익히고 안전에 유의해야 하며, 가공 및 조립이 어려워 아이디어 낸 것을 만드는 데 주저해서는 안 되고, 필요하다면 선생님의 도움을 받는 것은 얼마든지 가능하다.

- ✓ 공구 및 재료를 준비한다.
- ✓ 설계도에 맞게 제작한다.
- ✓ 칼이나 글루건 등의 도구를 사용할 때에는 반드시 안전 수칙을 지킨다.

4. 작동하기 및 평가하기

물을 넣어 부력을 이용한 장치가 제대로 작동하는 지 알아봅시다.

- ✓ 제대로 작동하는가?
- ✓ 제대로 작동하지 않는다면 무엇이 문제인가?
- ✓ 제대로 작동하도록 보완한다면 어느 부분을 어떻게 고칠 것인가?

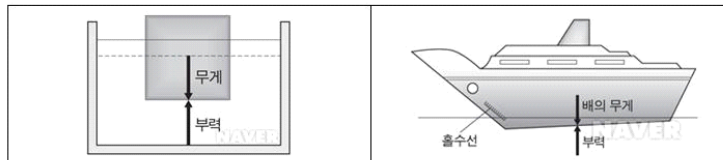


부력을 이용한 장치 만들기

교사용 워크북

1. 부력과 관련된 과학 이론 들려주기

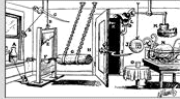
물이나 공기 같은 유체에 잠긴 물체는 중력과 반대 방향인 윗 방향으로 힘을 유체로부터 받게 되는데 이 힘을 부력이라 한다. 기원전 3세기경 그리스의 철학자 아르키메데스는 이 부력의 크기가 유체에 잠긴 물체의 부피에 해당하는 유체의 무게와 같다는 사실을 알아내었다. 목욕탕에서 이 원리를 발견한 아르키메데스는 "유레카!"라고 소리 지르며 벌거벗은 몸으로 뛰어나왔다는 일화가 있다. 배나 잠수함이 물 위에 뜨려면 자신의 무게에 해당하는 물의 양을 담을 수 있을 정도의 넓은 공간을 확보해야 한다. 그래야 부력에 의한 부양력이 자체의 무게를 이겨 낼 수 있기 때문이다. 풍선을 잘 뜨게 하려면 왜 크게 불수록 유리한지 이제 설명할 수 있을 것이다. 사람이 공기의 부력으로 공중에 뜨려면 부피가 얼마로 부풀어야 할까? 에디슨이 어렸을 때 이 실험을 했다는 사실을 아는가? 위험하게도 사람이 이 정도의 부력을 가지려면 지름이 거의 5m에 이르는 풍선만큼 부풀어야 한다.



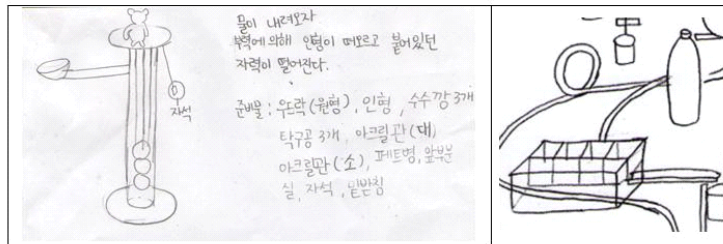
어떤 물체의 무게가 부력보다 크다면 그 물체는 가라앉을 것이다. 반대로 부력이 무게보다 크다면 그 물체는 물에 뜰 것이다. 철 젓가락은 물에 가라앉지만 나무젓가락은 물에 뜨는 이유는 철 젓가락의 경우 중력이 부력보다 크고, 나무젓가락은 중력보다 부력이 크기 때문이다. 철로 만든 배가 뜨는 이유는 물에 잠기는 부피를 크게 설계하였기에 배의 무게보다 더 큰 부력을 만들었기 때문이다. 일반적으로 물보다 비중이 큰 쇳덩어리와 같은 물체는 물에 가라앉고, 발포스티렌 수지(스티로폼)처럼 물보다 가벼운 물질은 잘 뜬다. 물에서 뜨려고 하는 성질을 양성부력(positive buoyancy), 가라앉으려는 성질을 음성부력(negative buoyancy), 물과 비중이 비슷하여 뜨지도 가라앉지도 않는 상태를 중성부력(neutral buoyancy)이라고 한다.

(출처: 네이버 지식 백과)

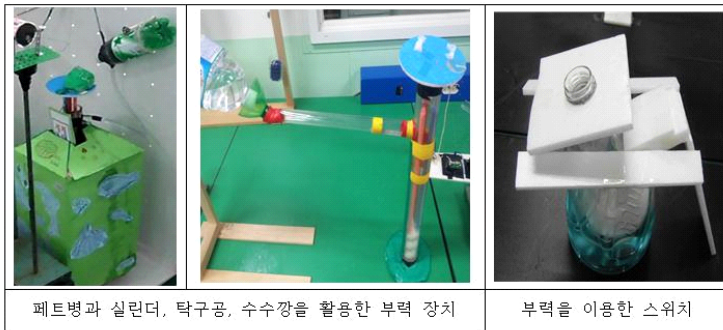




2. 학생들이 직접 설계한 부력을 이용한 장치의 예

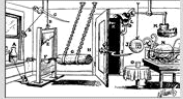


3. 학생들이 직접 제작한 부력을 이용한 장치의 예



4. 지도의 Tip!

- 1) 부력을 이용하기 위해서는 실린더나 페트병을 이용합니다.
- 2) 수수깡과 탁구공을 이용하여 뜨는 장치를 만들고 호스나 통로를 연결시켜 물을 넣도록 합니다.
- 3) 장치가 올라가는 형태와 물에 떠 있는 상태에서 좌우로 움직이는 형태로 만들 수 있습니다.



08. 범퍼카 - 탄성력을 이용한 장치 만들기

1. 탄성력과 관련된 과학 이론 살피기

과학이론 : _____

설명 : _____

2. 탄성을 이용할 수 있는 장치 알아보기

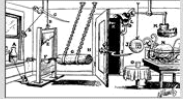
내가 이용할 탄성을 이용한 장치의 모습을 스케치해보자

나만의 탄성 장치는 이런 점이 달라요 !

✓ 어떤 힘으로 물체를 움직이게 하나요?

✓ 어떤 재료 인가요? (무엇으로 만들었나요?)

✓ 어떤 가공법으로 만드나요? (어떻게 만들었나요?)



3. 탄성을 이용한 장치 활용하기

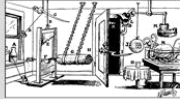
탄성을 이용하여 물체가 어떤 동작을 하나요?


탄성 장치	동작 활용 방법

4. 작동하기 및 평가하기

탄성을 이용한 장치가 제대로 작동하는 지 알아보십시오.

- ✓ 제대로 작동하는가?
- ✓ 제대로 작동하지 않는다면 무엇이 문제인가?
- ✓ 제대로 작동하도록 보완한다면 어느 부분을 어떻게 고칠 것인가?



	탄성을 이용한 장치 만들기	교사용 워크북
---	-----------------------	---------

1. 탄성과 관련된 과학 이야기 들려주기

		
스프링의 탄성	공의 탄성	태엽의 탄성

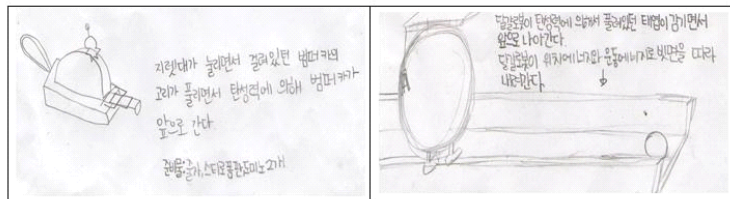
탄성은 힘을 주어 물체를 변형했을 때 원래의 모양으로 다시 돌아가려는 성질이다. 고무 줄이나 용수철을 힘을 주어 당겨보면 모양이 변화하는데 손에 힘을 빼면 다시 원래 모양으로 돌아오는 것을 볼 수 있다. 또 바닥에 떨어뜨린 공이 다시 위로 올라올 수 있는 이유도 공의 탄성 때문이다.

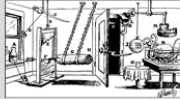


태엽은 얇고 가는 띠 모양의 탄성이 좋은 금속판을 달팽이처럼 나선형으로 만든 스프링이다. 나선형 스프링이라고도 한다. 감았을 때 금속판이 가지는 탄성 에너지를 축적하게 되고 원래의 상태로 풀리려는 힘을 동력으로 이용한다. 우리가 사용하는 줄자는 태엽의 탄성을 이용한다.

(출처: 네이버 지식 백과)

2. 학생들이 선택한 탄성 장치의 예

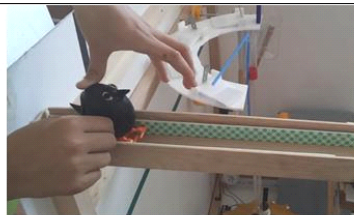




3. 학생들이 직접 활용한 탄성 장치의 예



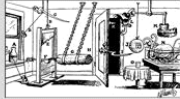
줄자를 이용한 장치



태엽을 감은 달걀 로봇을 활용한 장치

4. 지도의 Tip!

- 1) 탄성을 이용하기에 가장 좋은 장치는 줄자입니다. 줄자를 길게 뽑은 상태에서 걸림쇠에 연결시켜 동작이 연결되도록 합니다.
- 2) 줄자가 감기면서 생긴 에너지를 충돌로 연결시킵니다.
- 3) 태엽을 감은 로봇을 이용하여 처음 시작하는 단계에 사용할 수도 있습니다.



09. 허리케인 - 바람개비를 이용한 장치 만들기

1. 바람개비에 관련된 과학 이론 살피기

과학이론 : _____

설명 : _____

2. 바람개비를 이용한 장치 설계하기

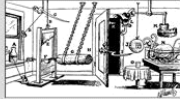
내가 만들 바람개비를 장치의 모습을 스케치해보자

나만의 바람개비 장치는 이런 점이 달라요 !

✓ 어떤 힘으로 바람개비를 돌리나요?

✓ 어떤 재료 인가요? (무엇으로 만들었나요?)

✓ 어떤 가공법으로 만드나요? (어떻게 만들었나요?)



3. 바람개비를 이용한 장치 만들기

☑️ 필요한 재료와 도구

재료(크기도 포함)	도구

☑️ 제작하기

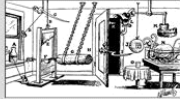
공구를 사용할 때는 반드시 사용법을 잘 익히고 안전에 유의해야 하며, 가공 및 조립이 어려워 아이디어 낸 것을 만드는 데 주저해서는 안 되고, 필요하다면 선생님의 도움을 받는 것은 얼마든지 가능하다.

- ✓ 공구 및 재료를 준비한다.
- ✓ 설계도에 맞게 제작한다.
- ✓ 칼이나 글루건 등의 도구를 사용할 때에는 반드시 안전 수칙을 지킨다.

4. 작동하기 및 평가하기

바람개비를 이용한 장치가 제대로 작동하는 지 알아봅시다.

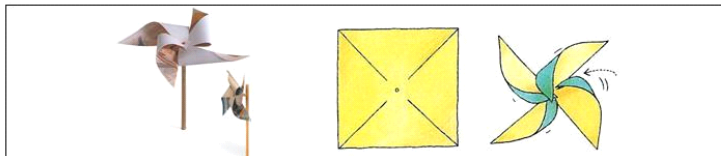
- ✓ 제대로 작동하는가?
- ✓ 제대로 작동하지 않는다면 무엇이 문제인가?
- ✓ 제대로 작동하도록 보완한다면 어느 부분을 어떻게 고칠 것인가?



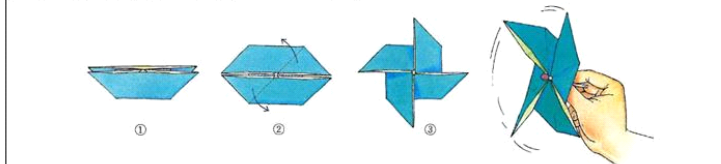
바람개비를 이용한 장치 만들기

교사용 워크북

1. 다양한 종류의 바람개비 만들기

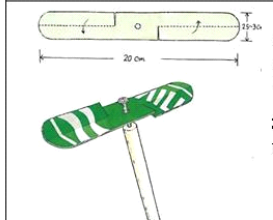


1) 색종이나 두꺼운 도화지, 못쓰는 책표지를 정방향으로 자르고(대개 20cm 정도) 각 모서리 끝에서 가운데로 가워질한다. 2) 각 모서리 한쪽 끝을 가운데로 겹쳐 모아 풀로 고정시키고 중심에 성냥개비나 못, 핀 등을 겨름대나 수수깡 손잡이에 꽂는다. 날개틀 모을 때는 접지 말고 볼록하게 휘도록 한다.



(「쌍둥이 배」 만들기에서 시작한다.)

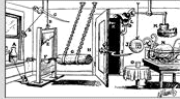
1) ②가 되게 편다. 2) 점선 표시에서 화살표 방향으로 접는다. 3) 접기가 완성된 모양
4) 가운데에 성냥개비를 꽂아 바람을 안고 달려 보자. 성냥개비 축을 수수깡 자루에 꽂으면 편하게 잡을 수 있다.



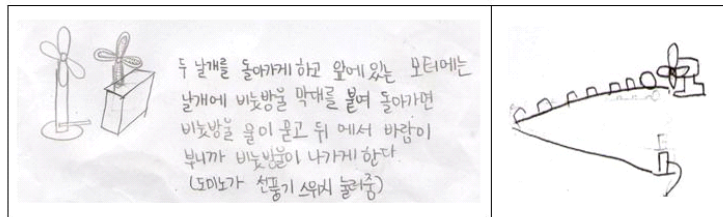
1) 우유팩(1ℓ짜리)을 그림과 같이 모양 내 자르고, 양쪽 날개를 안으로 45도 세운 후 가운데에 못 구멍을 뚫는다. 험겁게 뚫는다.
2) 가운데 구멍에 못을 끼우고 수수깡 손잡이에 꽂는다. 바람을 안고 달리면 신나게 돌아간다.

(출처: 네이버 지식 백과)

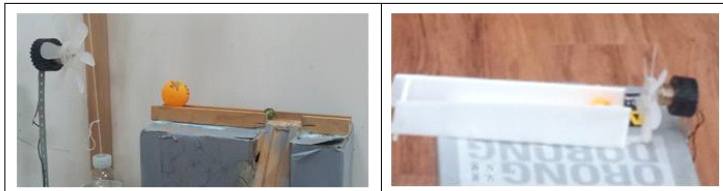




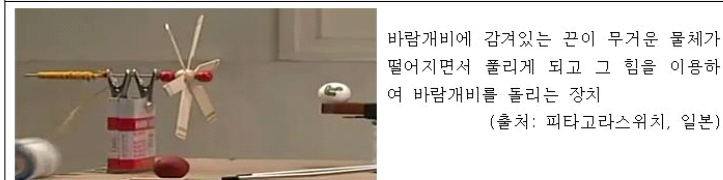
2. 학생들이 직접 설계한 바람개비 장치의 예



3. 학생들이 직접 제작한 바람개비 장치의 예

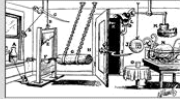


모터를 이용하여 바람개비를 돌려 탁구공을 움직이는 장치



4. 지도의 Tip!

- 1) 실제 바람을 이용하여 바람개비가 돌아가도록 하는 것 보다는 전기나 떨어지는 물체와 연결된 줄을 이용하여 바람개비를 돌리고, 바람개비가 돌아가면서 생기는 바람을 이용하는 것이 편리합니다.
- 2) 탁구공이나 스티로폼 공을 이용하고 구슬로 연결합니다.



10. 자이로드롭 - 자유낙하를 이용한 장치 만들기

1. 자유낙하에 관련된 과학 이론 살피기

과학이론 : _____

설명 : _____

2. 자유낙하를 이용한 장치 설계하기

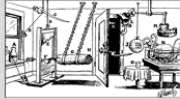
내가 만들 자유낙하 장치의 모습을 스케치해보자

나만의 자유낙하 장치는 이런 점이 달라요 !

✓ 어떤 동작을 하기 위해 만들었나요?

✓ 어떤 재료 인가요? (무엇으로 만들었나요?)

✓ 어떤 가공법으로 만드나요? (어떻게 만들었나요?)



3. 자유낙하를 이용한 장치 만들기

필요한 재료와 도구

재료(크기도 포함)	도구

제작하기

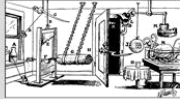
공구를 사용할 때는 반드시 사용법을 잘 익히고 안전에 유의해야 하며, 가공 및 조립이 어려워 아이디어 낸 것을 만드는 데 주저해서는 안 되고, 필요하다면 선생님의 도움을 받는 것은 얼마든지 가능하다.

- ✓ 공구 및 재료를 준비한다.
- ✓ 설계도에 맞게 제작한다.
- ✓ 칼이나 글루건 등의 도구를 사용할 때에는 반드시 안전 수칙을 지킨다.

4. 작동하기 및 평가하기

물체를 떨어뜨려 자유낙하를 이용한 장치가 제대로 작동하는 지 알아봅시다.

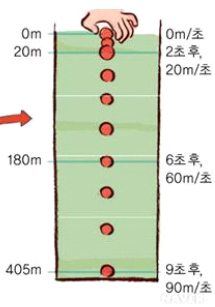
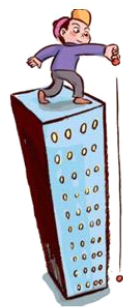
- ✓ 제대로 작동하는가?
- ✓ 제대로 작동하지 않는다면 무엇이 문제인가?
- ✓ 제대로 작동하도록 보완한다면 어느 부분을 어떻게 고칠 것인가?



자유낙하를 이용한 장치 만들기

교사용 워크북

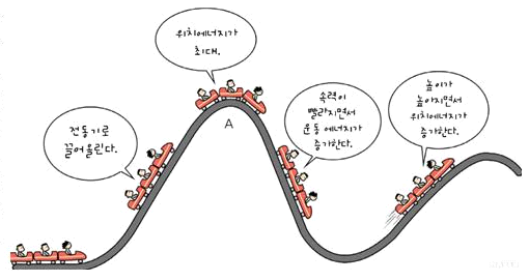
1. 자유낙하에 적용된 과학 이론 들려주기



공을 들고 있다가 가만히 놓으면 공의 속력은 어떻게 될까? 그림에서 보는 것처럼 낙하하는 공의 속력은 점점 빨라져. 높은 곳에서 출발할 때 공은 무슨 에너지를 가지고 있을까? 위치에너지야. 바닥에 닿는 순간에는 운동에너지지. 출발점에서 도착점까지 가는 동안에는 운동에너지와 위치에너지를 모두 가지고 있어. 이때 운동에너지와 위치에너지를 합해 역학적 에너지라고 해. 건물 위에서 역학적 에너지는 위치에너지 (운동에너지가 0인 경우)뿐이고, 바닥의 역

학적 에너지는 운동에너지(위치에너지가 0인 특별한 경우)뿐인 특별한 경우라고 할 수 있지. 공이 떨어지면 속력이 점점 빨라지기 때문에 위치에너지는 감소하고 운동에너지는 증가해. 이를 '역학적 에너지 전환'이라고 하지.

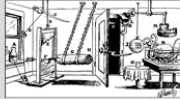
이 원리를 가장 잘 응용한 곳이 놀이동산이야. 놀이동산에 가면 오르락내리락 원을 그리며 빠르게 달리는 롤러코스터, 놀이터의 그네처럼 진동하는 바이킹, 높은 곳으로 끌어 올렸다가 갑자기 낙하하는 아찔한 자이로드롭 등과 같은 다양한 놀이기구가 있어.



전동기로 A점까지 끌어 올린 롤러코스터는 역학적 에너지(위치에너지)를 얻게 된 거야. 이후 레인을 따라 내려오거나 올라갈 때 롤러코스터의 역학적 에너지인 운동에너지와 위치에너지는 계속 상호 전환하는 걸 알 수 있어. 이 때문에 롤러코스터는 엔진 없이 계속 움직이는 거야.

(출처: 네이버 지식 백과)



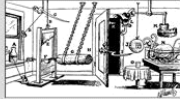


2. 학생들이 직접 설계하고 제작한 자유낙하를 이용한 장치의 예

<p>자력이 제거 되면서 중력에 의해 밑으로 떨어 위치에너지와 운동에너지 지렛대를 눌러준다.</p> <p>준비물: 테이프 몸통, 쇠 지렛대 (과학)</p>		
<p>자유낙하 장치 설계도</p>	<p>학생들이 직접 제작한 자유낙하 장치</p>	

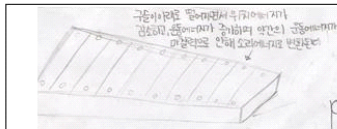
3. 지도의 Tip!

- 1) 자유낙하하는 위에 있는 구슬이나 공이 직접 바닥에 떨어지면서 장치를 작동시키도록 합니다.
- 2) 기둥을 세우고 기둥을 따라 떨어지는 장치를 만들 때에는 자석을 이용하여 걸림쇠를 만들고, 자석이 떨어지면서 작동하도록 만듭니다.
- 3) 떨어진 물체가 스위치를 작동시키거나 도미노 장치 등으로 연결시킵니다.



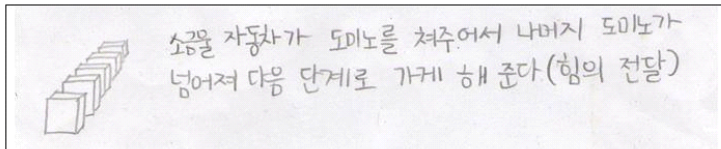
11. 기타 과학원리를 이용한 장치 만들기

1. 운동에너지를 마찰을 이용한 소리에너지로 전환하기

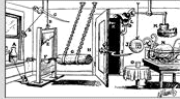


실로폰을 이용하여 가운데 폼을 내고 그 사이로 공이 굴러가도록 만듭니다. 운동에너지가 마찰과 충돌로 인해 소리에너지로 바뀌면서 소리에너지로 전환됩니다.

2. 도미노를 이용한 힘의 전달



도미노는 루브 골드버그 장치에 많이 사용됩니다. 운동에너지가 충돌로 인해 에너지 전달이 일어나고 다른 장치로의 연결이 쉽습니다.



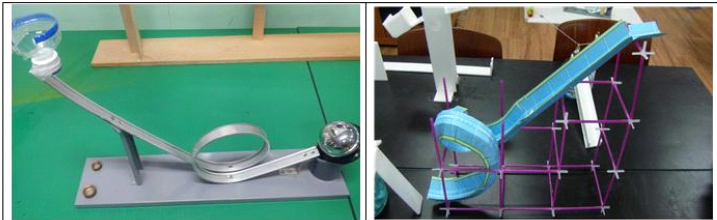
루브 골드버그 장치 활용 놀이동산 만들기 프로젝트

3. 무게중심 이동을 이용한 장치



액자 형태에 무게가 무거운 받침을 붙여 놓아 놓았다가 받침을 건드려 주면 무게 중심이 이동하면서 액자가 세워지는 형태의 장치입니다.

4. 원심력을 이용한 회전 장치

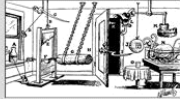


일명 톨러코스터입니다. 레일을 휘어 만들거나 4D 프레임용 이용하여 장치를 꾸밀 수 있습니다. 학생들에게 원심력과 구심력 등을 설명할 수 있습니다. 마지막 단계에서 종을 올리게 하거나 또 다른 장치로의 연결이 쉽습니다.

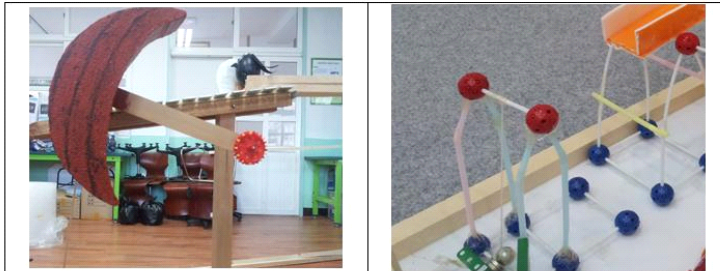
5. 빗면 장치 이용하기



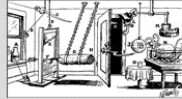
골드버그 장치 중에서 가장 만들기 쉽고 꼭 들어가는 장치입니다. 우드락을 이용하여 간단하게 제작할 수 있고 위치에너지의 운동에너지로의 전환을 설명할 수 있습니다.



6. 진자운동 이용하기



걸림쇠가 풀어지면서 올라가 있는 물체가 진자운동으로 움직이는 장치입니다. 진자운동을 하면서 다른 장치를 시작하도록 할 수 있습니다. 또는 쇠 진자와 자석을 이용하여 자력을 이용할 수도 있습니다.

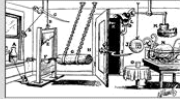


12. 제작한 장치를 놀이기구로 꾸미기

☑ 지금까지 만들었던 장치들을 실제 놀이기구처럼 꾸며보세요.



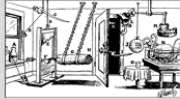
- ☑ 각 장치의 특성을 생각하여 실제 놀이기구처럼 꾸며봅시다.
- ☑ 아크릴 물감을 이용하면 우드라이나 스티로폼에 색칠하기 편하고 손에 묻지 않습니다.
- ☑ 주변의 재활용품을 사용하여 꾸며보세요. 자원의 재 탄생입니다.



13. 각 놀이기구를 연결하여 놀이동산으로 만들기

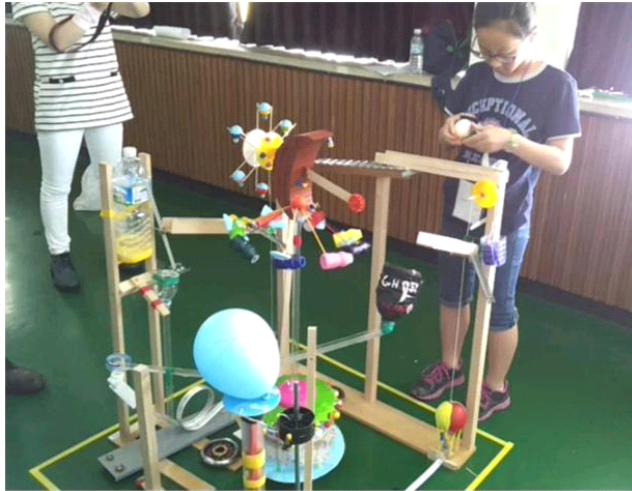
- ☑ 놀이기구를 연결하여 놀이동산을 꾸며 봅시다. 전체적인 놀이동산의 구조를 생각해 놀이기구를 어떻게 배치할지 그려봅시다.

- ☑ 내가 만든 놀이기구의 위치를 잘 생각하여 배치하고 각 장치를 연결할 때 구슬이 자연스럽게 굴러갈 수 있도록 보조 장치를 만들어 줍니다.
- ☑ 벽면을 이용하여 놀이기구를 부착시키면 쉽게 연결할 수 있습니다.



14. 루브 골드버그 놀이동산 발표 및 시연하기

- ☑ 팀에서 만든 놀이동산을 설명하고 시연해 봅시다.



- ☑ 각 팀에서 만든 놀이동산은 최고의 작품입니다. 다른 팀의 발표와 시연을 보면서 서로 비교해 보고 장단점을 잘 파악해 보세요.
- ☑ 그동안 수고 많으셨습니다. 여러분은 창의력을 도와 멋진 놀이동산을 설계하고 제작하였습니다. 다음에는 놀이동산이 아닌 무엇을 만들어 볼까요?

[부록 2]

나의 꿈은 무슨 색일까?

직업흥미유형 체크리스트

- ▣ 다음 질문은 직업흥미유형을 알아보기 위한 것입니다.
- ▣ 각각의 활동에 대해서 어느 정도 좋아하는지 해당되는 칸에 표시하세요.

R(Realistic)유형

활동	좋아하는 정도		점수
	싫어한다. ◀	▶ 좋아한다.	
자동차와 관련된 일하기	① ② ③ ④ ⑤		
운동 등 몸을 움직이기	① ② ③ ④ ⑤		
동물 돌보기	① ② ③ ④ ⑤		
물건을 조립하거나 분해하기	① ② ③ ④ ⑤		
컴퓨터나 기계 다루기	① ② ③ ④ ⑤		
실외에서 일하기	① ② ③ ④ ⑤		
점수합계			
평균			

I(Investigative)유형

활동	좋아하는 정도		점수
	싫어한다. ◀	▶ 좋아한다.	
퍼즐맞추기	① ② ③ ④ ⑤		
실험하기	① ② ③ ④ ⑤		
과학과 관련된 연구하기	① ② ③ ④ ⑤		
수학문제 풀기	① ② ③ ④ ⑤		
관찰하거나 새로운 것을 발견하기	① ② ③ ④ ⑤		
문제의 원인과 결과 찾아내기	① ② ③ ④ ⑤		
점수합계			
평균			

직업흥미유형 체크리스트

A(artistic)유형

필동	좋아하는 정도					점수
	싫어한다. ◀ ▶ 좋아한다.					
글짓기	①	②	③	④	⑤	
그림그리기	①	②	③	④	⑤	
악기를 연주하거나 노래부르기	①	②	③	④	⑤	
음악 미술 등 예술분야의 책 읽기	①	②	③	④	⑤	
새로운 방법으로 시도해보기	①	②	③	④	⑤	
혼자서 자유롭게 일하기	①	②	③	④	⑤	
점수합계						
평균						

S(Social)유형

필동	좋아하는 정도					점수
	싫어한다. ◀ ▶ 좋아한다.					
사람들을 가르치기	①	②	③	④	⑤	
다른 사람의 문제를 해결해주기	①	②	③	④	⑤	
함께 어울려 일하기	①	②	③	④	⑤	
사람들을 편안하고 즐겁게 해주기	①	②	③	④	⑤	
사람들을 도와주기	①	②	③	④	⑤	
사람들 마음을 위로하기	①	②	③	④	⑤	
점수합계						
평균						

직업흥미유형 체크리스트

E(Enterprising)유형

필동	좋아하는 정도		점수
	싫어한다. ◀	▶ 좋아한다.	
목표를 세워서 실천하기	① ② ③ ④ ⑤		
사람들을 설득하기	① ② ③ ④ ⑤		
물건 팔기	① ② ③ ④ ⑤		
책임을 맡아 이끌어가기	① ② ③ ④ ⑤		
사람들 앞에서 말하기	① ② ③ ④ ⑤		
리더(이끌어가는 사람)가 되기	① ② ③ ④ ⑤		
점수합계			
평균			

C(Conventional)유형

필동	좋아하는 정도		점수
	싫어한다. ◀	▶ 좋아한다.	
문서를 꼼꼼하게	① ② ③ ④ ⑤		
그림그리기	① ② ③ ④ ⑤		
악기를 연주하거나 노래부르기	① ② ③ ④ ⑤		
음악 미술 등 예술분야의 책 읽기	① ② ③ ④ ⑤		
새로운 방법으로 시도해보기	① ② ③ ④ ⑤		
혼자서 자유롭게 일하기	① ② ③ ④ ⑤		
점수합계			
평균			

나의 직업흥미 유형은?



여러분, 직업을 선택할 때
중요한 것은 무엇일까요?
자신이 좋아하고 잘할 수 있는 것을
직업으로 갖는다면
일하는 것이 더 즐겁고 신나겠지요?
이처럼 직업을 선택할 때는
흥미(좋아하는 것)과 적성(잘하는 것)이
중요한 기준이 됩니다.

흥미

흥미란?

자신이 좋아하고 즐길 수 있는 것.
그래서 관심이 가는 것을 의미합니다.

적성

적성이란?

자신이 잘할 수 있는 것.
어떤 분야의 지식이나
기술을 쉽게 배울 수 있는 능력을
의미합니다.

나의 꿈은 무슨 색일까?

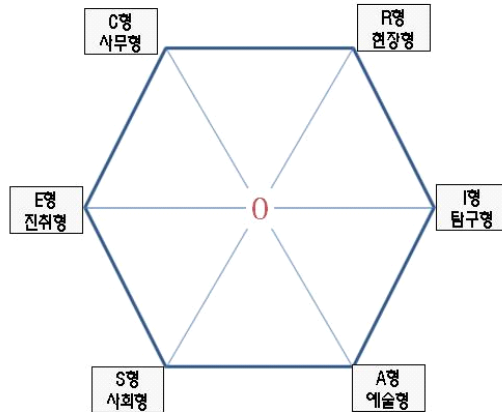


그럼 이제 나의 직업 흥미 유형은
어떤 것인지 알아보까요?
앞에서 실시한 직업 흥미 유형 검사 결과
가장 높은 점수를 얻은 유형은 무엇인지
순서대로 적어봅시다.

- 만약 C(Conventional)유형의 점수가 가장 높았다면 C 유형으로 기입하면 됩니다.

	1순위		2순위		3순위	
	유형	점수	유형	점수	유형	점수
좋아한다.						

- 아래 그림은 유형별 점수 분포입니다. 가운데가 0점, 가장자리가 5점이므로 각 유형별 평균 점수를 표시하여 육각형으로 나타내어 보세요.



◆ 나의 직업흥미 유형의 성격 특성

- ① R유형: (현장형/튼튼이) - 신뢰롭고, 솔직한, 성실한, 말수가 적고, 직선적, 단순함.
- ② I유형: (탐구형/궁금이) - 논리적, 분석적, 탐구적, 합리적, 호기심이 많음.
- ③ A유형: (예술형/상상이) - 상상력과 감수성이 풍부한, 개방적, 개성이 강함.
- ④ S유형: (사회형/친절이) - 다정한, 이해심 많은, 우호적, 협동적, 감정적임.
- ⑤ E유형: (진취형/당당이) - 지도력과 설득력이 있고, 경쟁적, 열성적, 야심적, 모험적임.
- ⑥ O유형: (사무형/꼼꼼이) - 정확하며, 계획성이 있고, 빈틈이 없고, 책임감이 강함.

◆ RIASEC 유형별 직업 예시

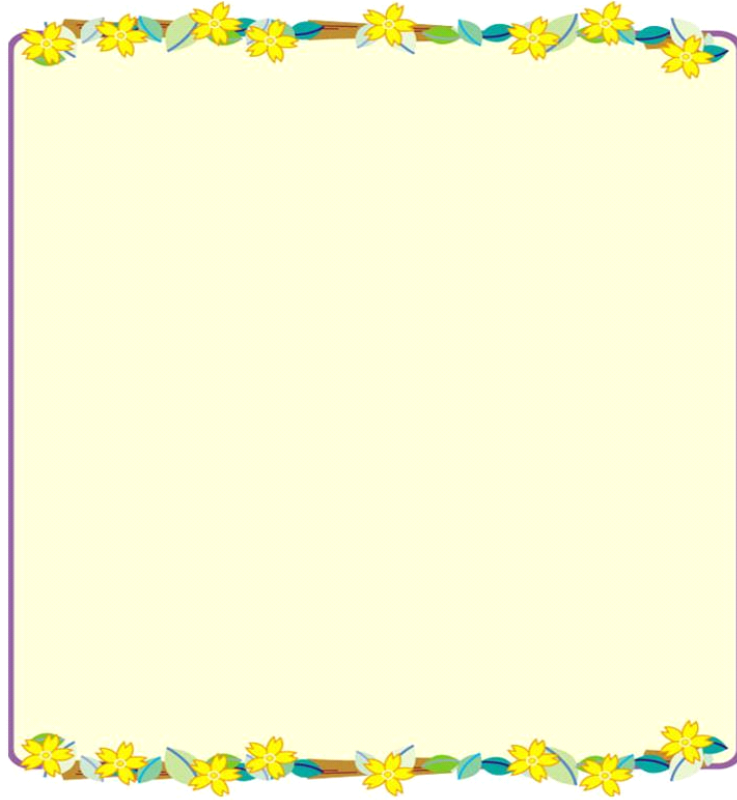
▣ 자신의 유형에 대한 성격 및 직업군을 찾아보세요.

Holland의 직업흥미 유형

R형 현장형	I형 탐구형	A형 예술형	S형 사회형	E형 진취형	C형 사무형
· 동물사육사 · 군인 · 경찰관 · 소방관 · 조종사 · 운전선수 · 요리사 · 자동차정비원 · 컴퓨터 프로그래머 · 안경사 · 농부 · 지하철기관사	· 공학자 · 대학교수 · 의사 · 약사 · 생물학자 · 한의사 · 수의사 · 곤충학자 · 천문학연구원	· 소설가 · 만화가 · 패션디자이너 · 무용가 · 여행가이드 · 플로리스트 · 분장사 · 방송프로듀서 · 사진기사 · 건축설계사	· 교사 · 유치원교사 · 간호사 · 물리치료사 · 영양사 · 사회복지사 · 생직자 · 비행기승무원 · 상담가 · 여행안내원 · 보건의사 · 음악치료사	· 기업고위임원 · 외교관 · 변호사 · 동시통역사 · 기자 · 아나운서 · 자동차판매원 · 국회의원 · 영화감독 · 공인중개사 · 연예인매니저 · 펀드매니저	· 도서관사서 · 비서 · 공무원 · 회계사 · 우편배달부 · 보안전문가 · 세무사 · 통계분석가 · 은행원
좋아하는 활동	좋아하는 활동	좋아하는 활동	좋아하는 활동	좋아하는 활동	좋아하는 활동
기계, 도구, 동물에 관한 일, 뭔가를 만들고 조직하는 일	사회 현상이나 자연현상을 관찰하고 이해하고 탐구하는 일	예술적 창조와 표현, 자유로운 일	다른 사람들의 문제를 듣고 이해하고 도와주고 봉사하는 일	다른 사람들을 지도, 통제	기록, 정리, 조직하는 일, 사무적, 계산적 활동
싫어하는 활동	싫어하는 활동	싫어하는 활동	싫어하는 활동	싫어하는 활동	싫어하는 활동
다른 사람들을 가르치거나 사교적인 일	다른 사람들을 설득하고 이끌어나가는 일	반복적이고 틀에 박힌 일	기계 도구를 사용하는 일	과확적이거나 시간이 오래걸리는 지적인 활동	창의적, 자율적, 모험적, 비체계적인 일의 변화

나의 꿈은 무슨 색깔일까?

▣ 이번 활동을 통해 자신의 직업 유형에 대한 생각을 해보았을 겁니다. 자신의 직업유형을 알게 된 느낌과 앞으로의 다짐을 적어보도록 합시다.



(참고 : 2012, '나의 꿈을 Job 아래!' 미래설계 진로캠프, 김경필)