

2012 한국현장과학교육학회 학술대회 및 정기총회
2012 Annual Meeting of the Korea Society for School Science

과학교사와 함께하는 융합인재교육과 교육기부

- 일시 : 2012년 8월 25일 (토) 09:00~19:30
- 장소 : 이화여자대학교
- 주최 : 한국현장과학교육학회
- 주관 : 이화여자대학교 글로벌 STS 교육연구소
- 후원 : 한국연구재단



KOSSS 한국현장과학교육학회
The Korean Society for School Science

한국현장과학교육학회 회원 여러분 안녕하십니까?

이번 여름도 무척 더웠습니다. 그렇게 기세를 떨던 무더위도 이제 수그러들고 여름이 서서히 물러가고 있는 듯합니다. 이 무더운 여름에도 우리 회원들은 학교 현장에서 학생들을 지도하거나, 연수원에서 땀을 흘려가며 전문성 신장을 위해 노력했습니다.



유럽의 금융 위기는 우리나라를 비롯한 세계의 경제를 어렵게 만들고 있으며, 거의 모든 분야에서 많은 변화를 요구하고 있습니다. 우리 회원들이 속한 교육 현장에도 많은 변화의 흐름이 몰아치고 있습니다. 학교 수업은 7차 교육과정부터 2009개정 교육과정까지 여러 교육과정이 적용되는 가운데 한편으로는 학교 폭력과 같은 인성문제나 학생지도문제처럼 교사들로 하여금 해야 할 일들은 한층 더 늘어가고 있습니다.

미국은 최근에 과학교육의 구조를 바꾸기 위하여 수년간의 연구 끝에 K-12 과학교육에 대한 framework를 만들었습니다. 미국은 국가 교육과정이 없고 국가 과학교육 표준을 정하고 이를 기반으로 각 주마다 교육과정을 만들고 교과서 출판업자들도 이를 기반으로 제작해오고 있습니다. 1996년에 발표된 국가 과학교육표준 이래로 16년 만에 새로운 시대에 따른 교육의 변화를 담고자 새로운 교육 체계를 구성하게 된 것입니다. 이제 이 framework를 기반으로 표준이나 교육과정을 개발할 예정이라고 합니다. 단 몇 개월 만에 교육과정을 만들거나 개편하는 우리나라와는 너무나도 많은 차이가 있습니다.

상상력과 창의력을 신장하기 위한 과학 교육의 중흥은 단기간에 절대로 이루어질 수 없으며 10년 이상을 내다보는 교육 개혁을 이루어야 합니다. 진정 바람직한 방안을 만들어 내려면 장기간 많은 전문 인력을 투입하여 노력을 해야 합니다. 그리고 절대로 서두르지 않는 정책이 되어 적용되는 현장을 만들어가야 할 것입니다. 위로부터가 아닌 아래서부터 현장의 우리 회원들이 주도하여 이루어가는 밝은 과학교육이 되어야 할 것입니다.

올해의 학술대회는 과학교사와 함께하는 융합인재교육과 교육기부를 주제로 정했습니다. 어려운 세상에서 우리 회원들이 직접 재능을 나누고 배려하고 있는 현장을 알리고 같이 더불어 가기 위한 노력을 보여주기 위한 것입니다. 그리고 학교 현장에서 우리 회원들이 참여하는 융합인재교육의 현실과 어려움을 도와주고 격려하기 위한 기회를 만들었습니다.

특별히 우리 학회의 회원이라는 것이 자랑스럽고 미래의 과학 인재를 육성하는 사명감을 갖게 되는 학회와 학술대회가 되도록 많은 관심과 참여를 바랍니다.

2012년 8월 25일

한국현장과학교육학회 회장 김 성 원

2012 한국현장과학교육학회 정기학술대회

♠ 주제 : 【과학교사와 함께하는 융합인재교육과 교육기부】

♠ 일시 : 2012. 8. 25(토) 09:00~

♠ 장소 : 이화여자대학교 ECC B146호

09:00~	등 록		장소: ECC B146호 앞	
9:30~10:00	【초청강연】 “융합인재교육”		사회: 이정숙	장소 : B146호 - 조항숙(한국과학창의재단 융합교육정책실장)
10:00~10:10	【개회식】		- 국민의례 - 회장 인사말	
10:10~11:00	【기조강연】 “적정 기술과 교육적 활용”		사회: 박정웅	장소 : B146호 - 김찬중(한국원자력연구원 초전도연구실장) - 오용준(한밭대학교 신소재공학과 교수)
11:00~11:40	【심포지움】 “지역사회 및 개도국 교육기부 프로그램”		사회: 문종성	장소 : B146호 - 김홍석(석관고등학교 교사) - 이선희(신관중학교 교사)
11:40~13:10	【포스터 논문 발표 I, 과학기자재 전시】 및 점심 식사 *이사회 개최			
시간 \ 장소	워크샵 I (B153호)	워크샵 II (B155호)	워크샵 III (B157호)	B151호
13:10~13:50	워크샵 I-1 스케치업을 이용한 생태건축 류제정(신천초)	워크샵 II-1 자연의 색, 비밀을 풀다 김진영(광명고)	워크샵 III-1 창의력을 기르는 자연탐사활동 박정웅(송문고)	토론방 주제발표 : 김성원 (이화여대)
14:00~14:40	워크샵 I-2 STEAM수업평가 도구 소개 및 활용 최현숙(진선여고)	워크샵 II-2 STEAM으로 배우는 암석과 광물 성종규(장전중)	워크샵 III-2 초등학교 빛의 성질 개념 형성을 위한 탐구실험 자료 이성현(염포초)	
14:50~15:30	워크샵 I-3 아두이노로 즐기는 저비용 MBL실험 배중연(진접고) *노트북 지참	워크샵 II-3 다중 점광원을 이용한 일식 시범 실험 장치 제작 김인식(한국교원대)	워크샵 III-3 전동기 만들기 송관호(석관고)	
15:30~15:50	【tea time 및 포스터 논문 발표 II】			
15:50~16:20	워크샵 I-4 새로운 개념의 운동법칙 실험장치 제작 노중우(논산공업고)	워크샵 II-4 색의 삼원색 합성 다이어그램을 관찰할 수 있는 LED 빛 합성 실험장치의 제작과 활용 임대환(문산고)	워크샵 III-4 포디프레임을 활용한 포디난타 박호걸 (포디수리과학창의연구소)	토론방 주제발표 : 김성원 (이화여대)
16:30~17:10	워크샵 I-5 국제단위계 SI접두어를 자연스럽고 재미있게 익히는 창작실험 김인수(소명여고)	워크샵 II-5 네트워크 역할놀이 이동준(관동중)	워크샵 III-5 사물의 법칙의 정량적 결과 확인을 위한 실험 백종호(서울대)	
17:20~18:00	워크샵 I-6 신비한 입체프린터 강경애(용두초)	워크샵 II-6 STEAM으로 만드는 착한 관절 이도현(경기체고)	워크샵 III-6 STEAM으로 쉽게 배우고 재미있게 이해하기(시범실험) 김신영, 임효진, 정자영, 최방글	
18:00~19:30	총회 및 저녁만찬 (장소: ECC B146호 앞)			

* 일부 프로그램 변동 가능하오니, 양해바랍니다.

2012 한국현장과학교육학회 학술대회 및 정기총회

2012 Annual Meeting of the Korea Society for School Science

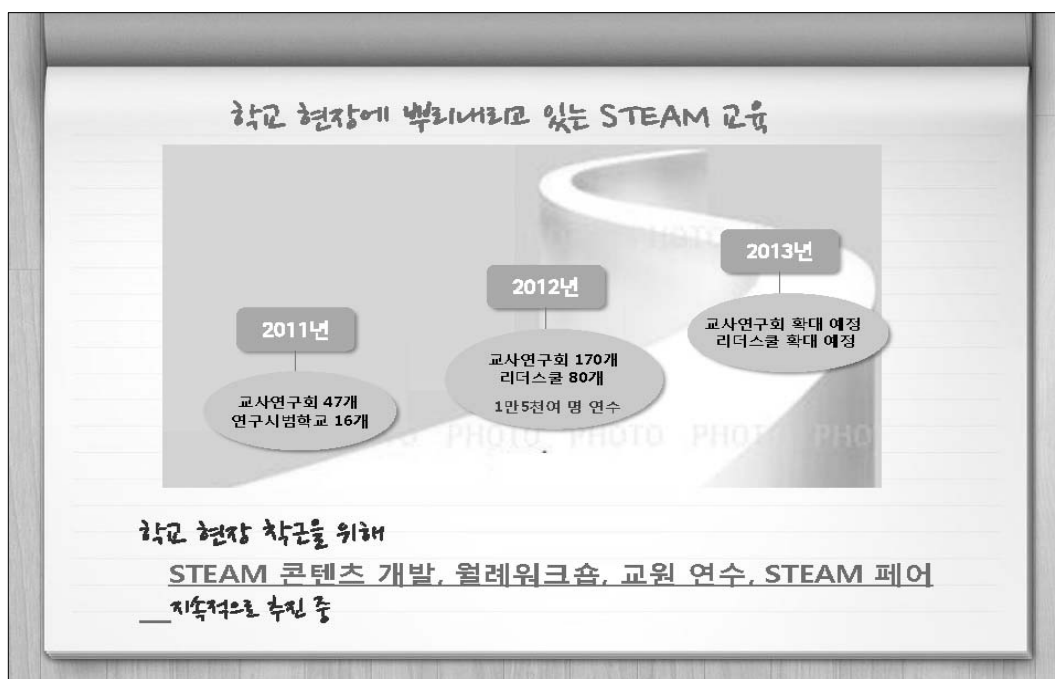
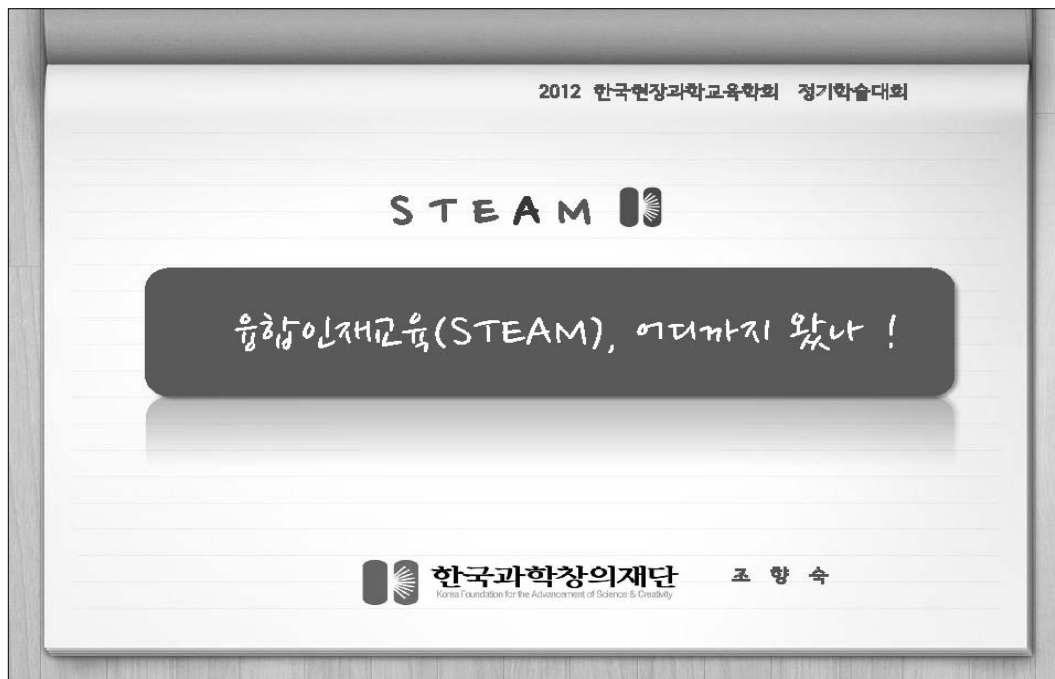
과학교사와 함께하는 융합인재교육과 교육기부

초청강연

- 조 향 숙 (한국과학창의재단 융합교육정책실장)

융합인재교육(STEAM), 어디까지 왔나!

조 향 속 (한국과학창의재단)



참 고

창의적 과학기술인재대국을 위한

제2차 과학기술인재 육성지원 기본계획(11~15)

1차 기본계획(06~10) : 영재교육과 대학 이상의 교육이 지원 대상

2차 기본계획(11~15) : 전체 초·중·등 대상으로 대폭 확대

참 고

창의적 과학기술인재대국을 위한

제2차 과학기술인재 육성지원 기본계획(11~15)

1(초·중·등) 과학기술에 대한 이해, 흥미, 잠재력을 높이는 교육

1-1 미래형 STEAM 교육 강화

교육내용

- 수학, 과학 교과개편
- 기술가정 ⇄ 첨단기술
- 예술교육 연계

교원·학생

- 체험탐구 위주 학습(학생)
- 재교육, 연수 확대
- 박사급 전문가 활용

교 실

- 미래형 과학교실

창의성과 예술적 소양을 갖춘 인재

참 고

교육과정에 STEAM 개념 도입

◆ '11년 8월 고시된 교육과정에 따른 교과 교육(교과부 고시 제2011-361)

과 학

◆목표 ◆내용 ◆교수학습 방법

기술 가정

◆목표 ◆교수학습 방법

● 과학과 교육과정

- (목표) 과학을 기술, 공학, 예술, 수학 등 다른 교과와 관련지어 통합적이고 창의적으로 사고할 수 있는 능력을 신장
- (교수학습방법) 기술, 공학, 예술, 수학 등 다른 교과와 관련지어 통합된 내용을 적절한 수준으로 도입하여 지도

● 기술·가정과 교육과정

- (목표) '기술의 세계' 영역의 학습 주제는 과학, 기술, 공학, 예술, 수학 교과들과의 융합적 교육·학습 활동을 수월하게 적용
- (교수학습방법) 기술·과학·공학·예술·수학 간 통합교육

1. 적용 년도

과학/
(중생/기하)
적용 연도

초	초12	초34	초56
중	중1	중2	중3
적용연도	2013	2014	2015

- (교수학습방법) 기술, 공학, 예술, 수학 등 다른 교과와 관련지어 통합된 내용을 적절한 수준으로 도입하여 지도

-> 교사용 지도서

contents

- 1 현장에서 시행중인 STEAM 프로그램
- 2 STEAM 교육 활동 지원과 현장 만족도
- 3 STEAM 교육 연수 운영 현황
- 4 STEAM 교육 하반기 추진 계획

STEAM 

현장에서 시행중인 STEAM 프로그램

1

STEAM 

1. 현장에서 시행중인 STEAM 프로그램

① 교사가 개발한
STEAM 프로그램



과제명	주요 내용	비고
2011년 STEAM 교사연구회 개발 프로그램 (47개)	- 교사 중심의 현장 적용성 높은 STEAM 수업 모델 발굴 및 개발	개발 완료
2011년 STEAM 연구시범학교 개발 프로그램 (16개)	- 학교 교육과정 재구성 및 현장 적용 가능한 STEAM 프로그램 개발	개발 완료
2012년 STEAM 교사연구회 개발 프로그램 (170개)	- 교사 중심의 현장 적용성 높은 STEAM 수업 모델 발굴 및 개발	개발 중
2012년 STEAM 리더스쿨 개발 프로그램 (80개)	- 학교 교육과정 재구성 및 현장 적용 가능한 STEAM 프로그램 개발	개발 중

1. 현장에서 시행중인 STEAM 프로그램

<참고>
기결 워크숍

콘텐츠 보급을 위해

동료 교사가 개발한 STEAM 프로그램 체험 기회 제공



초등 12개, 중학 8개, 고교 8개 프로그램 체험

1. 현장에서 시행중인 STEAM 프로그램

인기 프로그램

프로그램 사례 (1)

<초등> catch me if you can(나만의 방향제 만들기)

‘용해와 용액’ 수업을 위해 ‘교실의 악취를 없애는 방향제 만들기’라는 실생활과 연계된 주제로 과학, 수학, 예술 교과를 연계하여 수업 진행 (초등 5학년 대상)

과학	수학	미술
- 냄새가 전달되는 경로 이해 - 냄새를 없애는 방법 이해 - 용해와 용액 이해	비와 비율(비율에 맞추어 용액 혼합하기)	나만의 방향제 디자인 제작

상황제시	교실에서 악취가 난다는 상황 제시를 통해 악취를 없애기 위한 방향제를 제작하고자 하는 동기 부여	 
창의적 설계	냄새가 나는 원인, 냄새가 전달되는 경로 이해를 통해 냄새를 제거하는 방법을 찾아보고 나만의 방향제 디자인 제작	
감성적 체험	방향 용액을 직접 혼합하여 방향제를 제작하여 교실의 악취 제거, 내가 만든 방향제를 친구에게 선물하기	

1. 현장에서 시행중인 STEAM 프로그램

인기 프로그램

프로그램 사례 (2)

<고교> 금성 일식 합성 사진이 가져온 논쟁

‘금성일식 합성 사진이 가져온 논쟁’이라는 실생활과 관련된 주제를 가지고 모형제작 뿐 아니라 토론과 글쓰기 방법을 활용하여 교과내 수업 진행 (고교 2학년 대상)

과학	기술(요소)	예술(요소)
- 천체의 일주 운동 이해 - 천체 관측 방식 이해	금성 일식 관측 방식 이해를 위한 모형 설계	- 금성 관측 논쟁 핵심 파악 - 비평기사 작성 및 발표

상황제시	금성 일식 사진에 대해 논쟁을 일으킨 조선일보와 중앙일보 사진과 이를 비판한 신문기사, 댓글을 읽으며 논쟁의 초점 파악 및 두 사진의 차이 원인을 밝혀내고자 하는 동기부여	 
창의적 설계	천체의 일주 운동과 천체 관측 방식 이해를 통해 금성 일식 관측 방식을 쉽게 설명할 수 있는 모형 설계	
감성적 체험	제작한 모형을 통해 관측 방식에 대한 발표, 신문사 편집국장의 입장에서 비평기사 작성 및 발표	

1. 현장에서 시행중인 STEAM 프로그램

② 연구진이 개발한
STEAM 프로그램

개발 완료
프로그램

과제명	비고
융합인재교육(STEAM) 실행 방향 정립을 위한 기초 연구	개발 완료
융합인재교육(STEAM) 파트너십 프로그램 개발 연구	개발 완료
미래형 과학교실 모델개발 연구	개발 완료
미래형 과학교실 활용 소프트웨어 발굴 및 개발 연구	개발 완료
미래 유망 직업 설계기반 교육 프로그램 개발 연구	개발 완료
과학 예술 융합형 프로그램 개발 기획 연구	개발 완료
예술교사를 위한 STEAM 프로그램 개발 연구	개발 완료
기술 교사를 위한 STEAM 프로그램 개발 연구	개발 완료
융합인재교육(STEAM) 수업모델 개발 연구	'12.8월 개발 완료

※ 개발 완료된 콘텐츠는 일부 편집을 거쳐 사이언스올(www.scienceall.com)에 공유 (교사인증 필요)

1. 현장에서 시행중인 STEAM 프로그램

② 연구진이 개발한
STEAM 프로그램

2012년
신규 개발 중
프로그램

과제명	주요 내용	비고
과학기술 분야 주제별 융합형 프로그램 개발 연구	기후변화, 물부족, LED, IT, 로봇, 신소재, 우주탐사, 에너지, 미디어, 바이오, 스포츠과학, 스마트기기, 디자인, 해외 우수콘텐츠(스미소니언) 3개 프로그램 (총 16개 프로그램)	신규 개발 중
첨단 제품 활용형 프로그램 개발 연구	스마트폰, 스마트 TV, 태블릿 PC, DSLR 카메라, 청소로봇, 하이브리드 자동차, GAME, GPS (총 8개 프로그램)	신규 개발 중
과학 예술 융합형 프로그램 개발 연구	과학 지형도·예술 지형도 그리기, 생체모방기술 융합형 산업디자인, 과학기술 기반 예술작품 분석 2개 프로그램, 과학·예술 융합형 창의적 제작 활동 2개 프로그램 (총 6개 프로그램)	신규 개발 중
해외 우수 콘텐츠 도입 및 개발 (스미소니언)	해외 우수 STEAM 프로그램(스미소니언 연구소 프로그램을 활용한 STEAM 프로그램 개발	신규 개발 중
과제명	비고	
STEAM교육 실현을 위한 교사대 교육과정 개발 연구	신규 개발 중	
초중등 공학교육 강화방안 정책 연구	신규 개발 중	

1. 현장에서 시행중인 STEAM 프로그램

<참고>
5월 워크숍

콘텐츠 보급을 위해

연구팀에서 개발한 STEAM 프로그램 체험 기회 제공



설계 기반 교육 프로그램(인지공학자 프로그램) 체험

1. 현장에서 시행중인 STEAM 프로그램

온·오프라인
콘텐츠 보급

- 오프라인: 월례워크숍, 교원 연수 통한 사례 공유 및 보급
(중요 도서 오프라인 배포)

- 온라인: 사이언스올, 웹하드 통한 공유 및 보급

1

STEAM 교육
도서 및 교재



<STEAM 교육 따라잡기 (초등용 3권, 중학용 1권)>

1. 현장에서 시행중인 STEAM 프로그램

온·오프라인
콘텐츠 보급

2



STEAM에 날개를 달다
(해외연수사례집)

3



손에 잡히는
STEAM 교육
(가이드 북)

4



설계기반 교육 프로그램 (인공지능 3권)

5



설계기반 교육 프로그램 (로봇공학 3권)

1. 현장에서 시행중인 STEAM 프로그램

온·오프라인
콘텐츠 보급

- 오프라인: 월례워크숍, 교원 연수 통한 사례 공유 및 보급
- 온라인: 사이언스올, 웹하드 통한 공유 및 보급

다양한
워크숍 연수
자료



1. 현장에서 시행중인 STEAM 프로그램

사이언스올
콘텐츠

올해부터는 사이언스올 통한 STEAM 콘텐츠 보급 추진

사이언스올 URL: www.scienceall.com 메뉴: 사이언스올 에듀 / 융합인재교육(STEAM)

구분	콘텐츠	주요내용
STEAM 자료 일반	워크숍	월레워크숍 자료
	파이오니어	STEAM 월레워크숍 자료(STEAM 우수 적용 사례, STEAM 우수 프로그램 소개)
	도서	'11년, '12년 STEAM 파이오니어 연수 자료
	연구단 개발	현직 교사들이 참여하여 교육과정 중심으로 STEAM 교육을 실행할 수 있는 편성 지침
		'12년 초 실시한 해외 연수 관련 사례집
	기초연수	'12년 초 실시한 해외 연수 관련 사례집
교사연구회 개발 자료	현장컨설팅	STEAM 교육을 위한 주제별, 학년별 수업모델
	기관	STEAM 교육을 위한 주제별, 학년별 수업모델
	고등학교	STEAM 교육을 위한 주제별, 학년별 수업모델
	초등학교	STEAM 교육을 위한 주제별, 학년별 수업모델
리더스쿨 개발 자료	고등학교	STEAM 교육을 위한 주제별, 학년별 수업모델
	중학교	STEAM 교육을 위한 주제별, 학년별 수업모델
	초등학교	STEAM 교육을 위한 주제별, 학년별 수업모델

※ 콘텐츠 저작권 문제로 교사 인증을 획득한 교원에게만 콘텐츠 오픈

1. 현장에서 시행중인 STEAM 프로그램

사이언스올
콘텐츠

Science ALL

sponsored by

한국과학창의재단

이벤트 | 후원기관 | 교육정책 | VSO

사이언스올 이슈

사이언스올 에듀

사이언스올 지식백과

회원가입

로그인

회원가입

[사이언스올 에듀]

: 학생과 학부모, 교사를 위한 자연과학분야 교육정보들을 전제드립니다.

- 교육과정
- 과학실험실
- 에듀테인먼트
- 자유탐구
- 자료도서관
- 교과 외 수업자료
- 추천사이트
- 융합인재교육(STEAM)
- STEAM 자료 일반
- 교사연구회 개발자료
- 리더스쿨 개발자료

STEAM 자료 일반

홈 > STEAM > 사이언스올 에듀 > 융합인재교육 > STEAM 자료 일반

구분	워크숍	파이오니어	도서	연구단 개발	기초연수	현장 컨설팅
검색	검색	검색	검색	검색	검색	검색
총 6건	번호	제목	등록일	조회	10마스크	10마스크
1	1	[월레워크숍] '11년 STEAM 월레워크숍 자료(월레워크숍 소개)	2012.12.11	25		
2	2	[기초연수] '12년 초 실시한 해외 연수 관련 사례집	2012.12.11	16		
3	3	[연구단 개발] STEAM을 위한 주제별, 학년별 수업모델	2012.12.11	18		
4	4	[도서] '12년 STEAM 파이오니어 연수 자료	2012.12.11	9		
5	5	[현장 컨설팅] STEAM 교육을 위한 주제별, 학년별 수업모델	2012.12.11	8		
6	6	[월레워크숍] '12년 STEAM 월레워크숍 자료(월레워크숍 소개)	2012.12.11	1		

STEAM 교육 활동 지원과 현장만족도

2

STEAM

2. STEAM 교육 활동 지원과 현장 만족도

① 시도별 지역
활성화 모임 지원

총 30회의 STEAM 수업 공개

- 6월 7월 2개월간 총 30회의 STEAM 수업 공개와 협의회 진행 -



<경북 내성초, 태양광 자동차 만들기>



<서울 이대부초, 사이언스 드로잉쇼>



<충남 천안용곡중, 행성 탐사 로봇 만들기>

★ 교과내, 교과연계 등 다양한 형태의 STEAM 수업 공유

2. STEAM 교육 활동 지원과 현장 만족도

① 시도별 지역
활성화 모임 지원

또 하고 싶은 STEAM 교육을 위한 토론의 장 마련



2. STEAM 교육 활동 지원과 현장 만족도

활성화 모임
효과

지역 교사, 장학사가 함께 만드는 STEAM 교육

- 교사들 스스로 서로의 STEAM 수업을 보고 배울 수 있는 기회 마련
- STEAM 수업의 잘된 점은 즉시 학습하고 확산하고,
보완할 점은 상호 협의하여 개선 방안을 찾아가는 과정 마련
- 시도교육청 장학사, 연구사 등이 교사와 만날 수 있는 정기적인 협의 장 마련



2. STEAM 교육 활동 지원과 현장 만족도

활성화 모임
효과

지역 활성화 모임을 취재한 <과학 창의>
STEAM 교육 특집

<과학창의 8월호, STEAM 교육 특집>

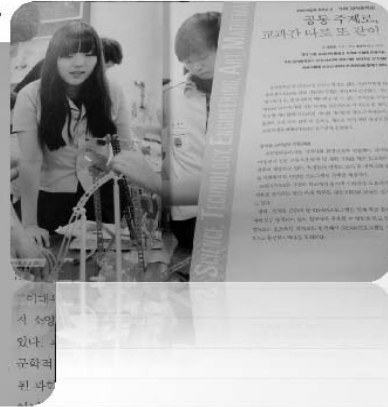


<서울 지역활성화 모임(이대부초)>

8월 27일, STEAM 공개수업
그림을 그려가며 접근한 엔지니어링 분야는 드로잉이 6월 27일 마태부로 결성해서 선보였다. '이웃의 하루', 'enjoy adventure', '국악놀이 하루', '북소리소리'라는 4개의 테마로 6학년 학생들이 무대에 올랐습니다.
이 날 학생들이 선보인 작업은 드로잉을 '안과 함께' 위한 '지식'의 힘이 '변화' 주는 자



<경기 지역활성화 모임(장자중)>



2. STEAM 교육 활동 지원과 현장 만족도

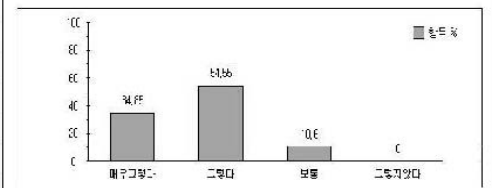
② 체험형
워크숍 개최

체험형 워크숍을 통한 STEAM 교육 따라잡기!

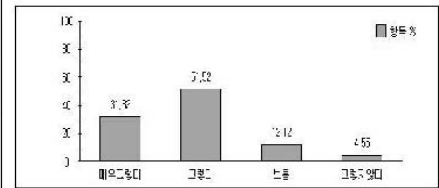
- 5월, 7월 STEAM 프로그램 체험형 워크숍 개최 -

(1) 5월 워크숍 : 설계기반 교육 프로그램 체험하기

□ 기존의 강의형 워크숍과 비교했을 때, 수업 체험형 워크숍이 더 낫다고 생각하십니까?



□ 오늘 체험한 설계기반 수업을 학교에서 적용해 볼 의향이 있으십니까?



"직접 체험할 수 있어서 매우 좋았다." "강의형태보다 체험 중심 연수가 더욱 도움이 된다."

2. STEAM 교육 활동 지원과 현장 만족도

(2) 7월 워크숍 : 교사가 개발한 STEAM 교육 프로그램 체험하기

분항	부과	초A	초B	초C	초D	초E	초F	중A	중B	중C	중D	고A	고B	고C	고D
2-1. [체험] 수업의 만족도		92.31%	92.31%	94.52%	86.67%	96.25%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2-2. 수업을 통해 STEAM 교육의 목적 및 개념을 이해할 수 있었습니까?		92.31%	88.89%	75.82%	73.33%	86.62%	73.63%	92.86%	100%	100%	100%	75.33%	100%	100%	100%
2-3. 수업을 통해 STEAM 수업의 실제 적용에 대한 아이디어를 얻을 수 있었습니까?		100%	88.89%	92.31%	86.67%	84.46%	94.74%	85.71%	100%	100%	100%	75.33%	100%	100%	100%
2-4. 수업과 같은 STEAM 교육이 학생들의 과학/기술에 대한 흥미를 높일 수 있다고 생각하십니까?		92.31%	94.44%	94.52%	90.90%	96.75%	100%	100%	100%	100%	100%	60.67%	100%	85.89%	100%
2-5. 수업을 학교에서 실제로 적용해 볼 의향이 있으십니까?		75.82%	77.78%	53.85%	73.33%	76.92%	64.21%	92.86%	100%	60.57%	100%	60.67%	92.31%	100%	100%
3-1. [체험] 수업의 만족도		100%	88.89%	92.31%	86.67%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	75.33%	92.31%	100%	100%
3-2. 수업을 통해 STEAM 교육의 목적 및 개념을 이해할 수 있었습니까?		100%	94.12%	85.52%	73.33%	83.46%	94.74%	91.57%	100%	83.89%	100%	60.67%	100%	100%	100%
3-3. 수업을 통해 STEAM 수업의 실제 적용에 대한 아이디어를 얻을 수 있었습니까?		100%	94.12%	85.52%	86.67%	100%	100%	91.57%	100%	100%	100%	60.67%	100%	100%	100%
3-4. 수업과 같은 STEAM 교육이 학생들의 과학/기술에 대한 흥미를 높일 수 있다고 생각하십니까?		100%	94.12%	79.52%	86.67%	92.31%	100%	100%	100%	100%	100%	60.67%	100%	100%	100%
3-5. 수업을 학교에서 실제로 적용해 볼 의향이 있으십니까?		100%	94.12%	85.52%	86.67%	92.31%	94.74%	85.33%	100%	83.89%	100%	75.33%	100%	100%	100%

“학교 실정에 맞는 STEAM 프로그램을 체험할 수 있어서 좋았다.”

“아이들에게 STEAM 수업을 어떻게 적용할지에 대한 아이디어를 얻었다.”

2. STEAM 교육 활동 지원과 현장 만족도

현장
요청 사항

STEAM 교육 워크숍 및 연수에 관한 요청 사항

“팀티칭, 코티칭 STEAM 수업도 보고 싶다.”

“1개 교과 내에서 STEAM을 실현할 수 있는 사례도 소개되었으면..”

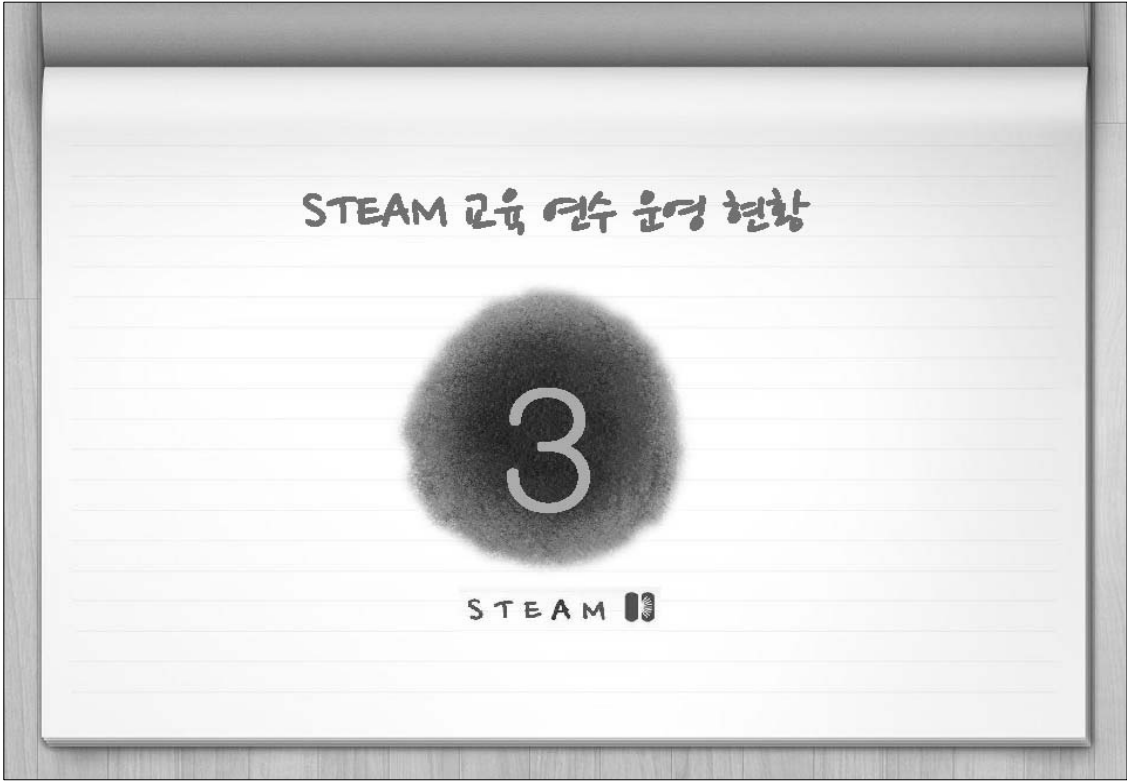
“제한된 시간 내에 실현할 수 있는 STEAM 프로그램도 소개되었으면...”

“과학 중심 STEAM 프로그램 일색.. 수학, 예술 중심 STEAM 수업도 보고 싶다.”

“만들기 중심의 체험이 아닌, STEAM 수업이 진행되는 구체적인 과정을 볼 수 있는 방향으로 체험이 이루어지면 좋겠다.”



현장 요청 사항을 최대한 반영하여 이후의 워크숍을 추진할 계획



3. STEAM 교육 연수 운영 현황

① STEAM
입문(사이버)연수

STEAM 개념 이해 및 소양 함양을 통한 현장 확산
- STEAM 관련 교원 25,000여명 대상 운영(예정) -

08 융합인재교육(STEAM) 수업 모델 소개

08 융합인재교육(STEAM) 수업 모델 소개

08 융합인재교육(STEAM) 교육과정(수업)구현 방향

STEAM

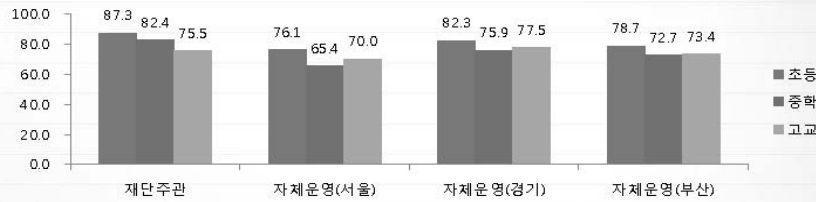
※ '12.5월~7월 : 8,000명 연수 추진(티처빌 원격연수원 활용)
'12.8월~ : 17,000여명 연수 예정(재단 원격교육연수원 활용)

3. STEAM 교육 연수 운영 현황

• STEAM 입문(사이버) 연수 운영 결과

구분	창의재단 운영	시도 자체 운영			계
		서울(6월 운영완료)	경기(7월 운영완료)	부산(7월 운영중)	
인원	8,000명	890명	1,660명	2,547명	13,097명

• STEAM 입문(사이버) 연수 만족도



“ 융합인재교육(STEAM)에 대한 개념 정립에 도움이 되었음 ”

“ 신선한 교육방법론, 새로운 교육 패러다임 ”

“ 다양한 수업사례 제시, 다양한 자료 제공 필요 ”

“ 과학교과 중심의 구성이 아쉬움. 다양한 교과 중심으로 개발된 내용 제시 요망 ”

3. STEAM 교육 연수 운영 현황

② STEAM 기초 연수

STEAM 콘텐츠 재구성 통한 STEAM 수업 역량 배양

- STEAM 관련 교원 5,000여명 대상 운영 -

• 기초 연수 커리큘럼 구성



STEAM 프로그램 재구성 및 수업역량 배양

※ 재단은 표준 커리큘럼 제공, 연수는 시도에서 운영

3. STEAM 교육 연수 운영 현황

● STEAM 기초 연수 추진 현황

● 연수 유형

- 관내 연수원 위탁형
※ 충남(6월 실시), 충북, 제주, 부산, 강원, 전북, 전남, 경남, 인천(중등), 대전
- 대학 위탁형
※ 울산(UNIST, 6월 실시), 대구(대구교대/경북대), 경북(경북대), 인천(초등, 경인교대)
- 지원청 단위 추진형
※ 서울(일부지역 6~7월 실시), 경기, 광주

● 커리큘럼 유형

- 수업자료 개발실습 및 학교수업 적용 ※ 제주, 경남
- 수업자료 개발실습 ※ 대부분 지역

● 강사 확보 방안

- 자체 연수 실시를 통한 강사요원 확보 ※ 경기(8월초 예정)
- STEAM 심화과정 이수자 활용 ※ 인천, 광주
- 재단 제공 강사풀 활용 ※ 대부분 지역

3. STEAM 교육 연수 운영 현황

● 기초연수 커리큘럼 사례 (제주)

교육내용	시수	비고
융합인재교육 정책 및 총론, 추진전략	1	동영상 시청
융합인재교육 교육과정 편성	1	교사
융합인재교육 수업모델	2	교사
교과 중심 융합인재교육 수업사례	2	교사
교과+창체 융합인재교육 수업 사례	2	교사
창체 활용 융합인재교육 수업 사례	2	교사
재택연수(융합인재교육 교수학급프로그램 작성·적용)	4	도교육청 장학사
워크숍(융합인재교육 교수학급프로그램 작성·적용 후 발표회)	2	제주과학연구원 연구사
계	16	

- 재택연수를 통한 개발 프로그램 적용 후 워크숍 통해 적용결과 협의
- 제출한 재택연수 결과 보고서에 대한 평가 후 등급에 따라 최대 4시간 출석 인정
 - ※ A등급 : 4시간 출석인정
 - B등급 : 3시간 출석 인정
 - C등급 : 2시간 출석 인정
 - 미제출시 : 4시간 결과 처리

3. STEAM 교육 연수 운영 현황

현장
요청 사항

STEAM 기초 연수 추진상의 애로사항, 요구사항

Q1. 다양한 STEAM 수업 모델 및 수업자료의 사전 제공 요청

Q2. 개발수업자료의 현장적용까지의 진행은 무리

Q3. STEAM 강사풀이 적어 강사섭외가 어려운

3. STEAM 교육 연수 운영 현황

Q1. 다양한 STEAM 수업 모델 및 수업자료의 사전 제공 요청

➡ 사이언스올을 통해 STEAM 수업 모델 및 수업 자료 사전 제공 가능

The screenshot shows the 'Science All' website interface. The header includes the site name and navigation links. A sidebar on the left lists various categories like '교육과정', '과학실험', and 'STEAM'. The main content area is titled 'STEAM 자료 일반' and displays a table of resources. The table has columns for '번호' (Number), '제목' (Title), '등록일' (Registration Date), and '조회' (Views). Below is the data from the table:

번호	제목	등록일	조회
5	STEAM 교육과정, STEAM 교육자료, STEAM 교육자료	2015. 07. 11	15
6	STEAM 교육, STEAM 교육자료	2015. 07. 11	6
4	STEAM 교육, STEAM 교육자료, STEAM 교육자료	2015. 07. 11	3
3	STEAM 교육, STEAM 교육자료	2015. 07. 11	5
2	STEAM 교육, STEAM 교육자료, STEAM 교육자료	2015. 07. 11	18
1	STEAM 교육, STEAM 교육자료, STEAM 교육자료	2015. 07. 11	1

3. STEAM 교육 연수 운영 현황

Q2. 개발수업자료의 현장적용까지의 진행은 무리

➡ 개발 수업 자료의 현장 적용 방안 제시

① 프로그램 적용 결과 보고서를 평가하는 방안 도입

재택 연수 등을 통해 프로그램 적용 결과 보고서 제출 및 평가를 통해,
등급에 따른 출석 연수 인정(제주 지역 STEAM 기초연수 커리큘럼 참조)

② 지역 활성화 모임 등 STEAM 수업 참관 기회 제공

기초연수 이수자를 대상으로 지역별로 매월 진행되는 지역 활성화 모임을 안내하여,
STEAM 수업을 경험하고 개발 자료를 활용하여 STEAM 수업을 해 볼 수 있도록 유도

③ 재단 제공 STEAM 콘텐츠를 활용할 수 있도록 유도

온라인 매체를 통해 제공하는 STEAM 콘텐츠를 활용할 수 있도록 안내하여,
학교 현장에서 쉽고 빠르게 STEAM 수업을 적용하고 경험해 볼 수 있도록 유도

3. STEAM 교육 연수 운영 현황

Q2. STEAM 강사풀이 적어 강사 섭외 어려움

➡ STEAM 강사풀의 지속적 업데이트 및 제공

향후 지속적 업데이트를 통해 지역에서 활용 가능한 강사풀 확대 제공 예정

⇒ 강사들의 개인정보 보호 관계상 온라인 매체를 통한 공유는 어려움
재단으로 요청 시 최신 강사풀 제공 예정

3. STEAM 교육 연수 운영 현황

③ STEAM 심화 연수

STEAM 프로그램 개발 역량 배양 및
학교 현장 실행 능력 배양
- STEAM 관련 교원 800여명 대상 운영 -

• 심화 연수 커리큘럼 구성



STEAM 프로그램 개발 역량 및 학교현장 실행능력
배양

※ 첨단과학 교사연수센터 연계 진행 (1권역: 이화여대, 2권역: 카이스트/교원대)

3. STEAM 교육 연수 운영 현황

• STEAM 심화 연수 추진 계획

- 1권역(수도권, 강원, 제주) : 326명

구분	연수 기간	장 소	대 상
초등	2012. 7.30(월)~10. 6(토), 60시간 4학점 ※ 집중연수기간 : 7.30(월)~8. 4(토)	이화여대	수도권·강원권·제주 지역 초등교원 204명
중등	2012. 8. 6(월)~10. 6(토), 60시간 4학점 ※ 집중연수기간 : 8.6(월)~8.11(토)	이화여대	수도권·강원권·제주 지역 중등교원 122명

- 2권역(충청, 호남, 영남) : 306명

구분	연수 기간	장 소	대 상
초등	2012. 8.13(월)~11.10(토), 60시간 4학점 ※ 집중연수기간 : 8.13(월)~8.18(토)	한국교원대	충청·호남·영남지역 초등교원 182명
중등 1차	2012. 7.30(월)~11. 3(토), 60시간 4학점 ※ 집중연수기간 : 7.30(월)~8. 4(토)	KAIST	충청·호남·영남지역 중학교 교원 77명
중등 2차	2012. 8. 6(월)~11. 3(토), 60시간 4학점 ※ 집중연수기간 : 8.6(월)~8.11(토)	KAIST	충청·호남·영남지역 고교 교원 47명

- 하계 심화연수 부족인원 160여명에 대해 동계연수 추진예정('12.12월 경)

※ STEAM 심화과정 동계연수 일정안내 및 연수대상자 모집은 '12. 9월경 추진 예정

3. STEAM 교육 연수 운영 현황



“STEAM 심화 연수에 참여한 교사 격려 중인 이주호 장관”

- 이화여자대학교 천안과학 교사연수센터 연계 심화 연수 -

STEAM 교육 하반기 추진 계획

4

STEAM

4. STEAM 교육 향후 추진 계획

하반기
주요 계획

STEAM 교육 현장 차근을 위한
하반기 주요 계획

- ➔ 'STEAM교육 100대 학교 인증마크제' 시행을 통해 학교장의 적극적 참여 유도
- ➔ STEAM 우수 교원 해외연수, 장관 표창을 통해 교원의 적극적 참여와 사기 진작 도모
- ➔ 과학창의연례컨퍼런스(2012.11월 예정)에 STEAM 교육 세션을 포함하여 학술대회 개최를 통한 현장교원-학계간 협력 유도
- ➔ 성과발표회를 통한 STEAM 교육 성과 확산

4. STEAM 교육 향후 추진 계획

하반기
주요 계획

STEAM 교육 현장 차근을 위한
향후 과제

- ➔ 일반 학교 교사들의 STEAM 수업 체험 ??

2012 한국현장과학교육학회 학술대회 및 정기총회

2012 Annual Meeting of the Korea Society for School Science

과학교사와 함께하는 융합인재교육과 교육기부

기조강연

- 김 찬 중 (한국원자력연구원 초전도연구실장)
- 오 용 준 (한밭대학교 신소재공학과 교수)

적정기술의 글로벌 나눔 (Globule Sharing through Appropriate Technology)

김 찬 중 ((사)나눔과기술/한국원자력연구원)

적정기술의 글로벌 나눔

Globule Sharing through
Appropriate Technology

김찬중
(사)나눔과기술/한국원자력연구원

2012. 8. 25 이화여대 교육관

한국현장과학교육학회

 **나눔과 기술**

사람을 위한 과학기술

“기술(Technology)”은 인류의 삶을 돕
는 도구이다

적정 (Appropriate)하지 않는 기술은
가치가 없다

2012. 8. 25 이화여대 교육관

한국현장과학교육학회

 **나눔과 기술**

과도한 사용?

(석탄, 석유, 가스)



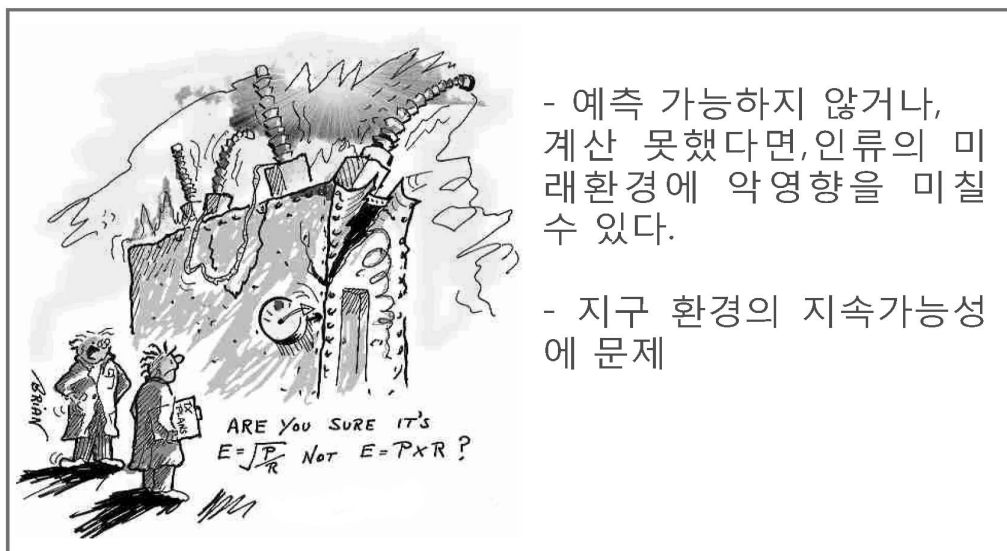
지구 온난화, 생태계 파괴

2012. 8. 25 이화여대 교육관

한국현장과학교육학회

신념 나눔과 기술

인류의 미래는?



- 예측 가능하지 않거나, 계산 못했다면, 인류의 미래 환경에 악영향을 미칠 수 있다.

- 지구 환경의 지속가능성에 문제

2012. 8. 25 이화여대 교육관

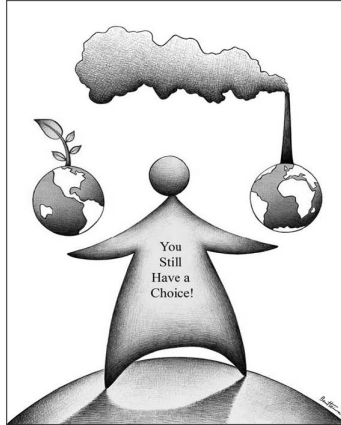
한국현장과학교육학회

신념 나눔과 기술

지구 환경 보존 운동을 하자!



- 지구의 환경을 바로 잡자!!!
- 친환경기술 - 대체 에너지원의 개발

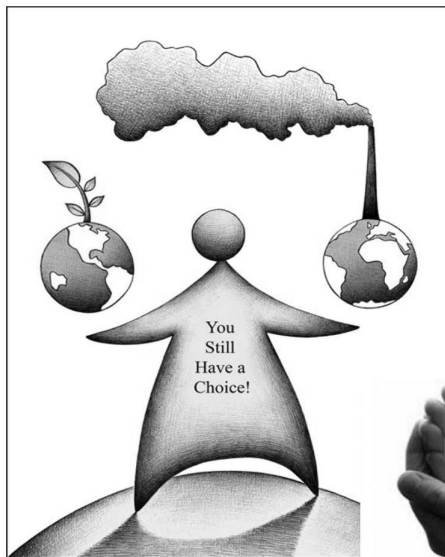


2012. 8. 25 이화여대 교육관

한국현장과학교육학회

신당 법원 나눔과 기술

친환경기술 - 대체 에너지원의 개발



2012. 8. 25 이화여대 교육관

한국현장과학교육학회

신당 법원 나눔과 기술

적정기술이란?

- 지구의 미래를 걱정하는 기술
- 지속가능성을 생각하는 기술
- 친환경(자연)적인 기술
- 지역에서 나는 원료를 사용하는 기술
- 기계 의존성이 적은 기술
- 자본이 적게 드는 기술
- 개도국들의 자립에 도움이 되는 기술

2012. 8. 25 이화여대 교육관

한국현장과학교육학회

 시민
참여 나눔과 기술

"소외된 90%"란?

- 전 세계 인구 중 과학기술의 혜택을 받는 사람은 단지 10%뿐이고 나머지 90%는 식수, 식량, 위생 등을 확보하지 못한 상태이다.
- "소외된 90%"란 기술의 혜택으로부터 소외된 90%를 말한다. 전 세계 저소득 계층의 삶의 질이 향상되어야 한다.
- 하루 생계비가 1.25 달러 미만인 계층으로 전 세계 약 15억 명

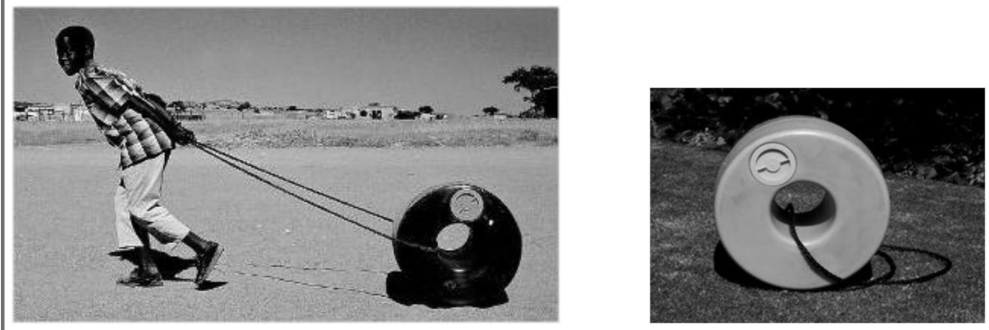
2012. 8. 25 이화여대 교육관

한국현장과학교육학회

 시민
참여 나눔과 기술

아프리카 물을 나르는 기구 Q drum

먹을 물이 없어서, 식량과 연료가 없어서 많은 사람이 죽고 있다.



먼 곳까지 물을 나르는 기구인 Q drum, 과학기술은 가난한 지역이 가지고 있는 다양한 문제를 해결해 줍니다.

2012. 8. 25 이화여대 교육관

한국현장과학교육학회

나눔과 기술

몽골 천막주택의 전기

태양광(Solar cell : 100 USD)



게르(Ger)

2012. 8. 25 이화여대 교육관

한국현장과학교육학회

배터리(Battery)



전등(Light)

나눔과 기술

네팔의 냉장고 Pot-in Pot



항아리 냉장고(Pot-in-Pot): 두 개의 항아리 사이에 모래를 넣고 그곳에 물을 부으면 물의 증발로 인해 항아리가 차가워진다. 항아리의 온도가 오르면 다시 물을 부어준다. 작은 과학기술이 천연 냉장고를 만든다.

- 전기가 없다. 과일이나 야채를 보관할 창고가 없다. 2-3일이면 과일이 썩어 먹지 못한다. 물의 증발열을 이용한 항아리 냉장고(Pot-in-Pot)를 사용.

2012. 8. 25 이화여대 교육관

한국현장과학교육학회

시립
법원 나눔과 기술

오염된 물을 정수하는 장치 Life straw



라이프스트로 (LifeStraw)로 물을 마시는 아프리카의 소녀.



- 라이프스트로 (LifeStraw)는 휴대용 개인용 정수기로 스위스에 본부를 두고 있는 Vestergaard Frandsen사에서 여행자나 개발도상국 사람들을 위해 개발되었다.
- 100 마이크론 (1 마이크론은 백만분의 1 미터) 크기의 구멍의 프리 필터 (Mesh)를 통과한 물은 2차로 15 마이크론 크기의 폴리에스터 필터를 통과한다. 다음에는 살균효과가 있는 요오드로 코팅된 알갱이 층을 통과하는데 이 과정에서 수중 박테리아의 99.9999% 바이러스 99.99%, 기생충의 99.9%가 제거된다.

2012. 8. 25 이화여대 교육관

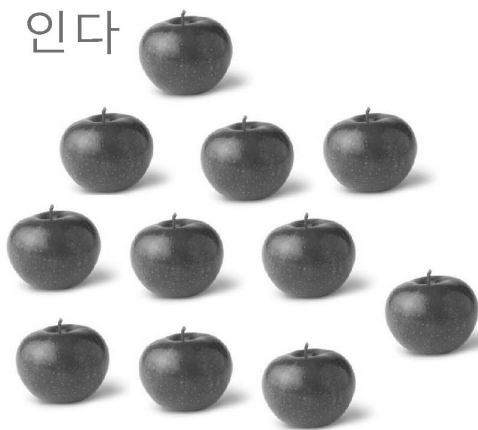
한국현장과학교육학회

시립
법원 나눔과 기술

Power to the people

신도 나눔과

작지만, 쉽게 나눌 수 있고, 소박해 보인다



크고, 먹음직스럽고,
힘이 있어 보인다

2012. 8. 25 이화여대 교육관

한국현장과학교육학회

 사단법인 나눔과 기술

천년개발목표 (Millennium Development Goals, MDGs)

천년개발목표:

전 세계의 빈곤극복을 위한 UN의 통합적 목표

- 1) 극심한 빈곤과 기아를 반으로 줄이고(식량),
- 2) 전반적인 초등교육을 달성하고(교육),
- 3) 남녀평등과 여성의 권한을 확대하고(사회제도),
- 4) 영유아 사망률을 줄이고(보건, 의료),
- 5) 모성건강을 개선하며(의료),
- 6) HIV 및 AIDS 등의 질병을 퇴치하고(의료),
- 7) 지속가능한 환경을 보장하며(경제)
- 8) 개발을 위한 전 세계적인 파트너십을 구축(외교)

2012. 8. 25 이화여대 교육관

한국현장과학교육학회

 시민
참여 나눔과 기술

가난한 나라를 도와주는 국가 재정

- ODA(공적개발원조 기금): 가난한 나라를 돕는데 쓰는 돈
- 총 국민소득 대비 공적개발원조 비율 (ODA/GNI)이 2008년 기준 0.09%로서 세계 13위의 경제규모 대비 낮은 수준에 머물러 있다. 이는 **DAC (Development Assistance Committee)** 회원국의 2008년도 평균 ODA/GNI 비율인 0.31% 및 UN 2015년 목표치 0.7%에 크게 못 미치는 수준이다.
- 2011년에 1조 6천억, 2012년에 1조 8천 5백억을 사용해야 한다.

2012. 8. 25 이화여대 교육관

한국현장과학교육학회

 시민
참여 나눔과 기술

받는 나라에서 주는 나라로

- 원조를 받던 나라에서 원조를 주는 나라로
- 2011년 무역 1조 달러 달성
- 1950년 세계에서 가장 가난한 나라에서
2012년 세계 무역 10권의 나라로 발돋움

2012. 8. 25 이화여대 교육관

한국현장과학교육학회

 사단
법인 나눔과 기술

“소외된 90%”를 위한 과학기술 나눔 봉사

- 국내 과학기술 나눔봉사 단체인 사단
법인 나눔과기술이 설립되어 소외된
90%를 위한 적정기술과 관련된 각종
활동을 전개하고 있다.

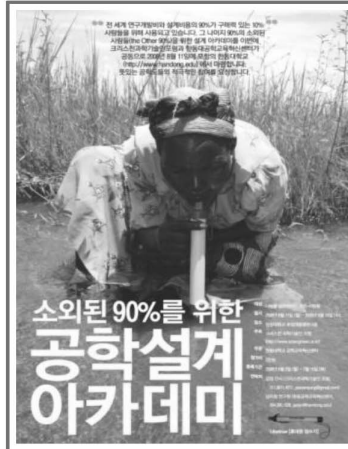


2012. 8. 25 이화여대 교육관

한국현장과학교육학회

 사단
법인 나눔과 기술

교육: 소외된 지역의 문제 해결



• 창의적 공학설계 교육

- 1) "소외된 이웃을 위한 공학설계 아카데미" (2박 3일, 적정기술 해법도출)
- 2) "소외된 이웃을 위한 공학설계 경진대회" (적정기술 발명품 경진대회)



제2회 소외된 90%를 위한
창의적 공학설계 경진대회

2010. 3. 19.(금)

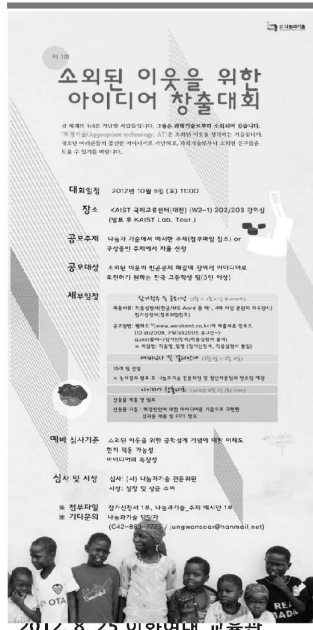
2012. 8. 25 이화여대 교육관

한국현상과학교육학회

한밭대학교

한밭대학교
나눔과 기술

중고등학교 학생들을 대상으로 한 교육



청소년과 함께 하는 적
정기술 운동, 소외된
이웃을 위한 아이디어
창출대회
(2012년 10월 예정)

2012. 8. 25 이화여대 교육관

한국현상과학교육학회

한밭대학교
나눔과 기술

국제 적정기술워크숍

- 중국 연변, 몽골 울란바타르에서 워크숍개최
- 개도국 과학기술 네트워크 구축
- 개도국에서의 적정기술 지원 아이템 발굴



2012. 8. 25 이화여대 교육관

한국현장과학교육학회

시민
법원 나눔과 기술

적정기술 제품의 개발과 보급

- 수 처리, 연료, 식량 등 개도국에 필요한 적정기술의 개발 및 보급
- 적정기술 제품의 운영 및 보완
- 지속가능한 적정기술 모델의 발굴
- 적정기술 연구소 설립
- 국내 대학 창업센터 내에 적정기술 연구소 설립
- 개도국 대학에 '아시아/아프리카' 적정기술연구소 설립



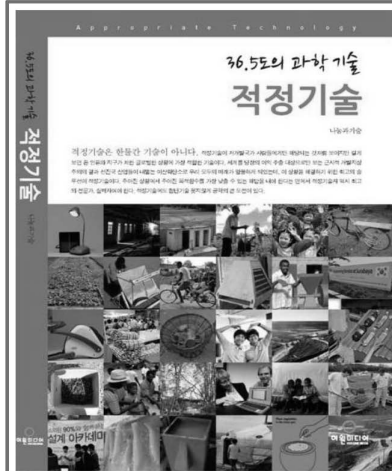
2012. 8. 25 이화여대 교육관

한국현장과학교육학회

시민
법원 나눔과 기술

적정기술 도서 발간

"36.5도의 과학기술, 적정기술"



적정기술은 한 물 간 기술이 아니다.

적정기술이 저개발국가 사람들에게만 해당되는 것처럼 보이지만 길게 보면 온 인류와 지구가 처한 글로벌한 상황에 가장 적합한 기술이다.

주어진 상황에서 적정한 답을 내야 한다는 면에서 적정기술자 역시 최고의 전문가, 실력자이어야 한다.

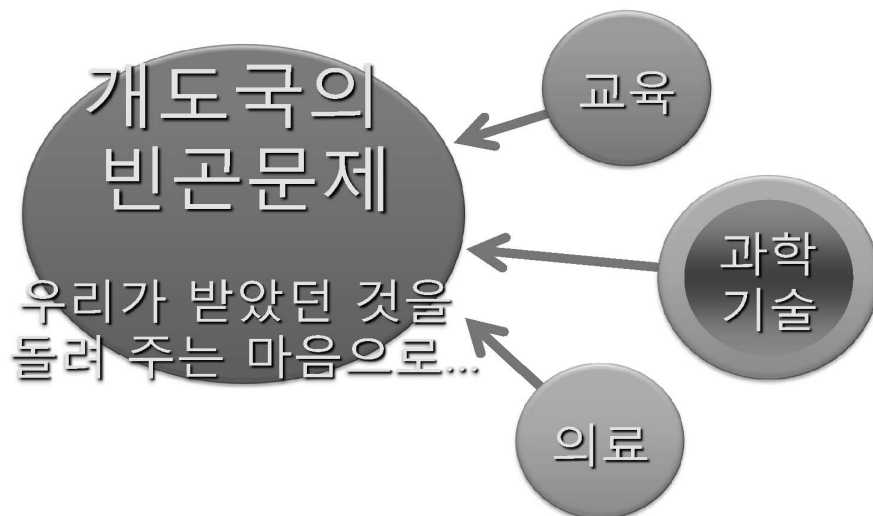
적정기술에도 첨단기술 못지않게 공학의 큰 도전이 있다.

2012. 8. 25 이화여대 교육관

한국현장과학교육학회

시민
법인 나눔과 기술

개도국의 빈곤 문제는...

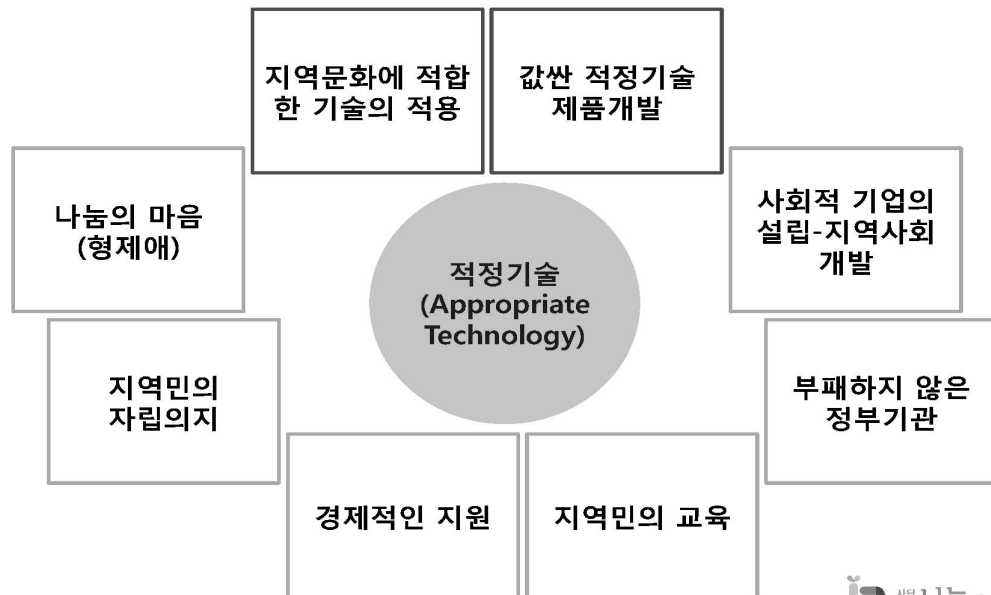


2012. 8. 25 이화여대 교육관

한국현장과학교육학회

시민
법인 나눔과 기술

적정기술이 성공하려면: 마음



2012. 8. 25 이화여대 교육관

한국현장과학교육학회

나눔과 기술

적정기술은...

- 삶의 방식 : 철학적 측면
- 경제적인 측면 :
효율성, 부의 분배, 인간친화적, 자연친화적 생산
- 기술적인 측면:
인간의 기본적 삶(빈곤)의 문제 해결
- 지속가능성(환경): 인류의 생존환경

2012. 8. 25 이화여대 교육관

한국현장과학교육학회

나눔과 기술

교육과 적정기술 (Education and Appropriate Technology)

오 용 준 (사단법인 나눔과기술 / 한밭대학교 신소재공학과)

교육과 적정기술 Education and Appropriate Technology

오 용 준
사단법인 나눔과기술
한밭대학교 신소재공학과



빈곤 문제 해결 ODA(Official Development Aids)





Sabron Samon, Indonesia



Wamena, Indonesia



Tanzania



Ilieu, S. Sudan



Chilasco, Guatemala

Your Next Project
Here ??? !!!

From an Effort for the Poor
-YG Kim



적정기술이란?

고액의 투자가 필요하지 않고,
에너지 사용이 적으며,
누구나 쉽게 배워서 쓸 수 있고,
현지에서 나는 원료를 쓰고,
현지인들이 작은 경제단위로 제품을 생
산하는 기술이다

Field Guide to Appropriate Technology, B. Hazdlitine, 2003



The collage consists of 11 black and white photographs arranged in a grid-like fashion. The top row features a large white water container with a spout, a person on a bicycle carrying children, and a person using a charcoal stove. The middle row shows a person using a hand pump, a person using a hand pump, and a person using a hand pump. The bottom row includes a person using a hand pump, a person using a hand pump, and a person using a hand pump. The text 'Power to the people' is written in the bottom left corner.

 **사arangnae 나눔과기술**
Sharing and Technologies Incorporated

Perspective of AT as an Education Program


사arangnae 나눔과기술
 Sharing and Technologies Incorporated

Perspective of Engineering EDU

**1. 21C 보편적 엔지니어 교육 방향은, 설계, 창의, 융합
형 인재양성이다.**

**Design (설계의 실행)
Creativity (창의적 소양)
Fusion (융합적 접근)**



Design Oriented EDU

ABEEK(공학교육인증제도)

→Engineers equipped

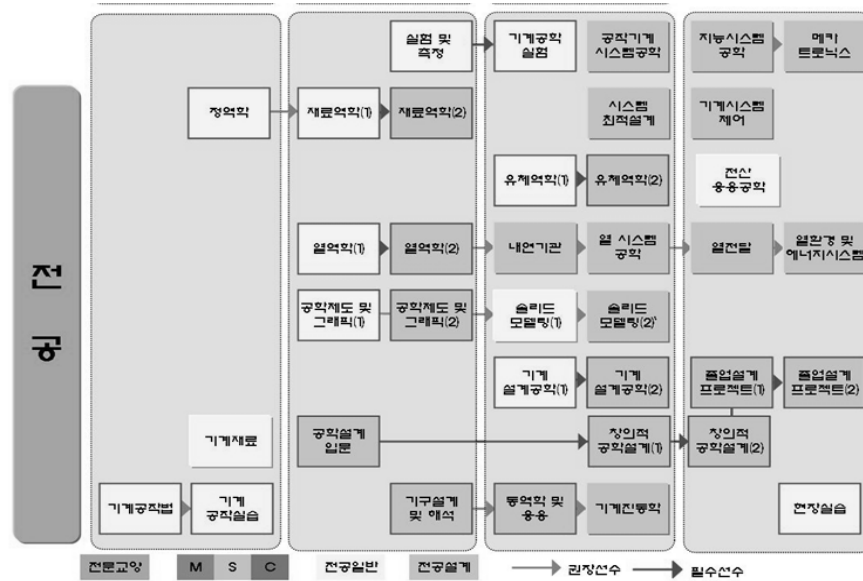
Creative Design

창의적 설계 인재 양성

“최소 18학점 이상 설계과목 이수 요구”



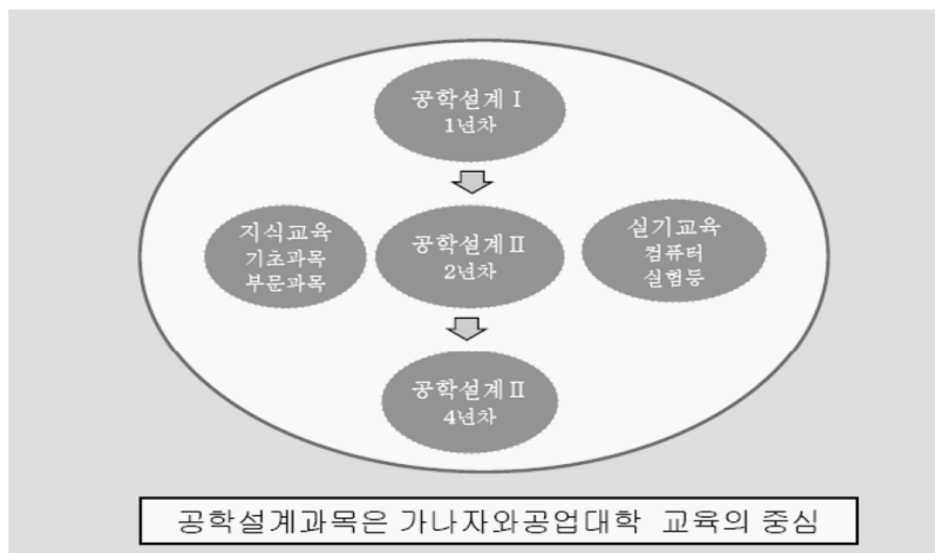
<기계공학> 설계 교과목 트리



나눔과기술
Sharing and Technologies Incorporated

金沢工大(KIT)

“행동하는 엔지니어”



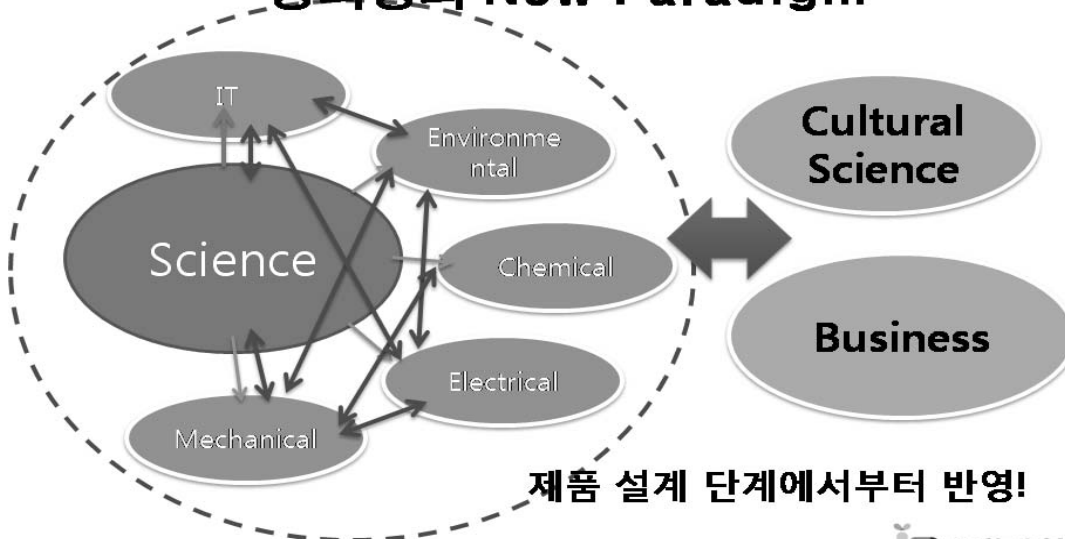
나눔과기술
Sharing and Technologies Incorporated

金沢工大(KIT)



성원 나눔과기술
Sharing and Technologies Incorporated

Fusion EDU (융합교육) “창의성의 New Paradigm”



성원 나눔과기술
Sharing and Technologies Incorporated

2. 적정기술 교육은 그 자체로 훌륭한 *보편적* 설계, 창의, 융합형 인재를 기르는 방편이다.

A good test-bed for design, creativity, and fusion-oriented education



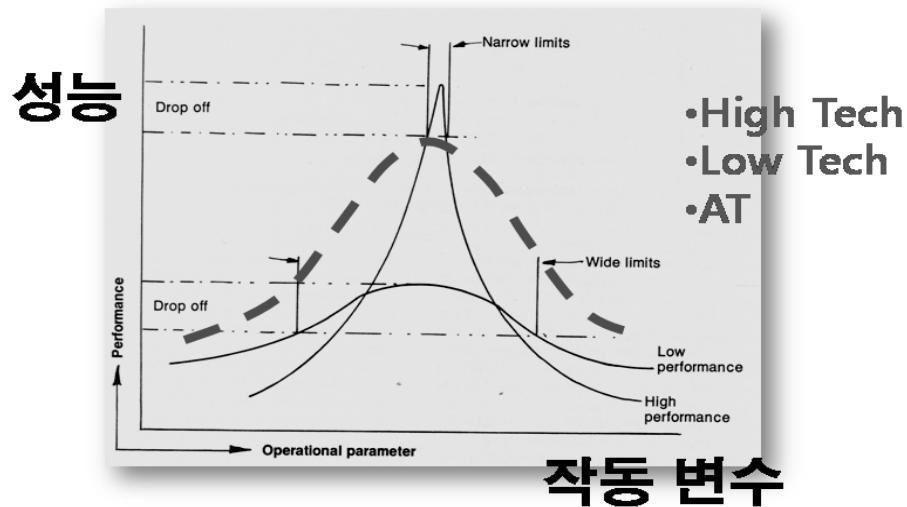
그 이유는...적정기술은...

- ✓ 일반적인 첨단의 설계방법론을 따른다.
- ✓ 생존을 위한 창의성이다.
- ✓ 다양한 기술과 지역의 인문학, 경영이 결합된다.



첨단의 설계방법론

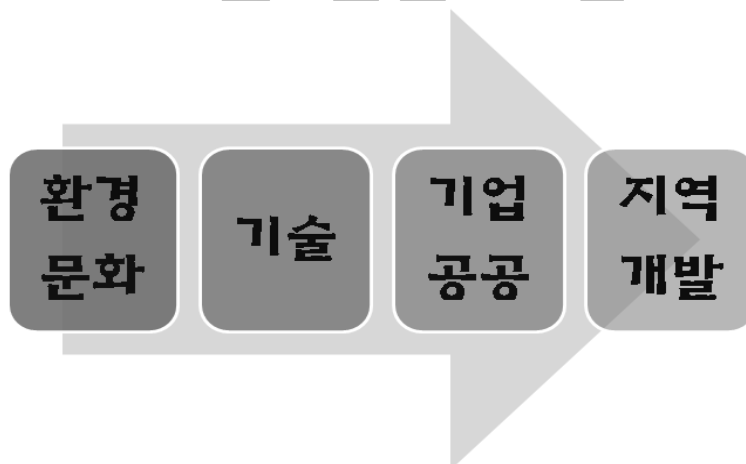
그러나, 기존의 첨단과 추구하는 방향이 다르다.



폭넓은 조건에서 최대의 성능을 발휘하는 기술



융합과정으로 적정기술 기술+인문+기업



3. 적정기술 교육은 글로벌 인재를 기르는 좋은 통로이다.



글로벌 교육

- 의사소통(영어)?
- 국제 교류?

- 글로벌 문제에 대한 참여!
- 글로벌 영향력!



적정기술자의 핵심 요소

“Local Field”

- **현장에서 경험하라**
- **현지 문제를 정확히 정의하라**



The Design Process

- **정보수집**
→ **문제정의**

- design specifications
- idea generation
 - concept design
- concept evaluation
- analysis & experimentation
- detail design
- fabrication
- testing & evaluation

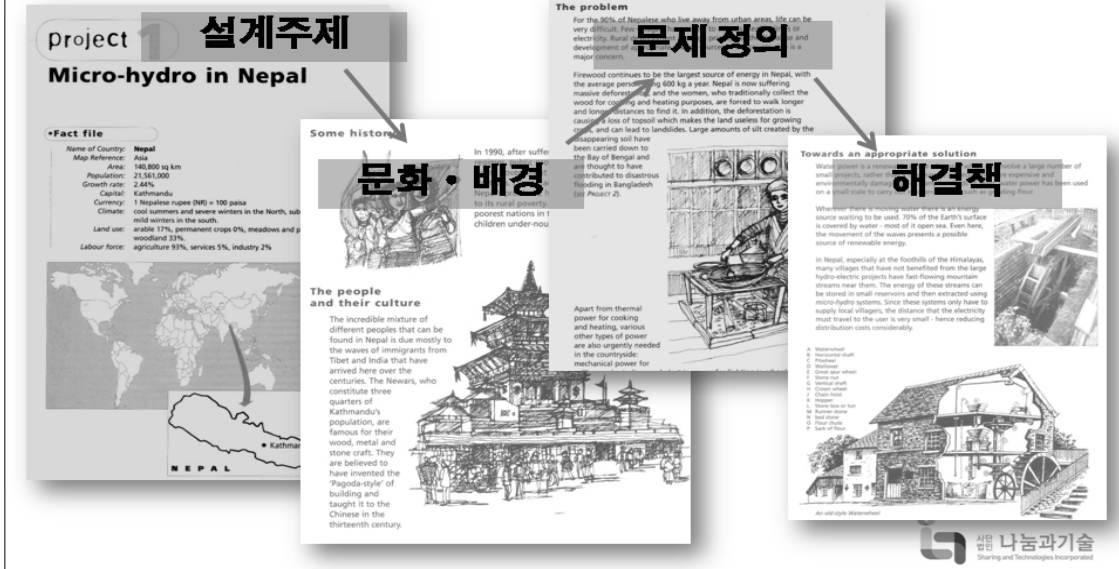
-
- who (the user),
 - what (the functionality of the device),
 - where (the environment)

- 누가 (사용자)
- 무엇을 (기능)
- 어디에 (환경)



적정기술 교재 사례

Designing for a future, ed. P.
Howard-Jones, 2000



4. 적정기술은 소통에 기초한 과학.공학 교육의 좋은 모범이 된다.

관계중심

카타르시스

가난한 사람

정체성회복

2012 한국현장과학교육학회 학술대회 및 정기총회

2012 Annual Meeting of the Korea Society for School Science

과학교사와 함께하는 융합인재교육과 교육기부

심포지움

- 김 홍 석 (석관고등학교 교사)
- 이 선 희 (신관중학교 교사)

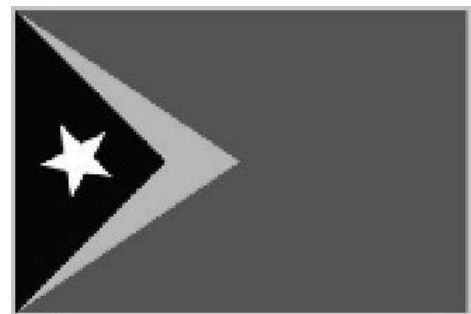
대한민국-티모레스테(동티모르) 과학교사 세미나 발자취

김 홍 석
석관고등학교

1. 사전지식 갖기

1) 동티모르 알기

- 공식명칭 : 공식 이름은 동티모르 민주공화국(Democratic Republic of East Timor/Republica Democratica de Timor-Leste). 동티모르민주공화국(Democratic Republic of Timor-Leste)
- 인구 : 1,032,000
- 면적 : 14,604km²
- 수도 : 딜리
- 정체·의회형태 : 공화제, 단원제
- 국가원수/정부수반 : 대통령/총리
- 공식 언어 : 테툼어·포르투갈어
- 독립년월일 : 2002. 5. 20
- 화폐단위 : 미국달러(U. S. dollar/U.S.\$)
- 동티모르(말레이 열도의 티모르 섬 동반부에 있는 나라)/지도
티모르 섬 동부와 인근의 작은 섬인 캄빙·자코 섬, 그리고 판테마카사르 시를 끼안고 있는 티모르 섬 서북 해안의 오쿠시 암베노로 이루어져 있다. 동남쪽으로 티모르 해, 북쪽으로 웨타르 해협, 서북쪽으로 옴바이 해협, 서남쪽으로 서(西)티모르(인도네시아 누사텐가라티무르주에 속함)와 접한다. 수도는 딜리이다. 면적 14,604km², 인구 778,000(2003 추계).



〈동티모르 국기〉



출처 : Encyclopaedia Britannica, Inc. Copyright 1994-2004
Encyclopaedia Britannica

2) 티모르섬 : 말레이 열도에 있는 섬

사부 해와 티모르 해 사이에 있는 소(小)순다 열도 동쪽 끝에 자리 잡고 있다. 서(西)티모르는 행정상 인도네시아 누사텐가라티무르 주의 일부로 취급되며, 동티모르는 1975년까지 포르투갈의 해외 영토로 있다가 그해 11월 28일 동(東)티모르 민주공화국으로 독립을 선포했다. 이 신생독립국은 곧이어 12월 7일에 시작된 인도네시아의 침략을 받아 1976년 인도네시아의 티모르티무르 주로 선포되었다. 그 후 2002년 인도네시아에서 독립해 동티모르 민주공화국이 되었다. 티모르는 전반적으로 산악지대가 많으며, 정기적으로 범람하는 홍수림 늪지와 이웃하고 있는 몇몇 연안평야가 자리 잡고 있다. 최고봉은 타타마일라우산(2,963m)이다. 몇몇 진흙 간헐천이 있지만 활화산은 없다. 기후는 남동계절풍이 부는 동안은 건조한 반면, 짧고 불규칙적인 서계절풍(12~3월) 기간에는 습한 편이다. 연강수량은 평균 1,475mm에 이르지만 해마다 변동 폭이 크며, 우기의 시작일도 해마다 달라진다. 유카리 나무·대나무·카수아리나·코코야자·백단나무숲 및 사바나 지대(키 큰 풀과 키 작은 나무가 자라는 지역), 고지 방목지대가 있다. 유대동물·악어·앵무새 류·비둘기·사슴·원숭이·뱀이 대표적인 야생동물이다.

해안지역의 주민들 대부분이 인도네시아 말레이 인종으로 구성되어 있다. 이들은 당시 인구의 대부분을 이루고 있던 멜라네시아 원주민들을 산악지대로 내몰고 이곳에 정착했다. 이슬람교와 그리스도교가 일부 전파되고는 있으나 애니미즘과 조상숭배가 주요 신앙이다. 사람 사냥은 최근에 와서야 비로소 단속되고 있다. 각 마을에는 사제가 지키는 성소와 그 주변에 금지구역이 있으며, 중요한 절기에는 예식이 치러진다. 주민들은 병과 죽음을 마법사가 일으키는 것으로 믿는다. 이전에는 해안지방에서 전쟁이 벌어졌기 때문에 마을과 마을에서 떨어진 집 주위에는 항상 방책이 쳐져 있었다. 집들은 말뚝을 박아 지은 집들이 대부분이다. 1520년경 포르투갈인들이 백단향인 듯 한 품목을 가지고 티모르와 교역을 시작했으며, 1613년에는 네덜란드인들이 남서부 가장자리의 만입된 부분에 위치한 쿠팡에 자리를 잡았다. 포르투갈인들은 북부와 동부로 진출해나갔다. 1859, 1893년에 맺은 조약이 1860, 1914년에 각각 효력을 발휘하면서 섬은 포르투갈령과 네덜란드령으로 양분되어 1975년까지 그 체제가 유지되었다. 제2차 세계대전 동안에는 일본에 점령당했다.

1975년 인도네시아 군대가 동티모르를 침공·점령한 이후 동티모르의 인구는 기근·질병·전쟁·처형 등으로 인해 크게 줄어들었으며, 수천 명의 주민들이 군대의 호송 아래 재정착 수용소로 강제 이송되었다. 인도네시아는 전쟁을 일으킨 장본인임에도 불구하고 주민들의 저항을 내란으로 규정, 이에 대항했다. 프레틸린(Fretilin : 동티모르 독립을 위한 혁명전선) 유격대가 1980년대까지 합병에 반대하는 저항운동을 벌였으나 인도네시아의 합병을 반대하는 국제적인 무력행사는 거의 없었으므로 이들의 저항은 실패로 끝났다. 그 후 1996년 동티모르의 독립운동 지도자인 카를로스 펠리페 시메네스 벨로 주교와 주세 라모스 오르타가 노벨 평화상을 수상함으로써 동티모르 사태는 비로소 국제 사회의 집중적인 조명을 받게 되었다. 1998년 인도네시아의 수하르토 정권이 붕괴하자, 뒤이은 하비비 정권은 동티모르의 독립 여부를 묻는 주민투표 실시에 찬성했다. 1999년 국제연합(UN) 주관 하에 동티모르 주민투표가 실시되었다. 투표결과 주민의 78.5%가 독립에 찬성했다. UN 잠정통치기구(UNTAET)가 과도기 통치를 담당한 후 2002년 동티모르는 완전 독립을 했다. 포르투갈령 티모르의 수도였던 북부해안의 항구도시 딜리가 오늘날 동티모

르 민주공화국의 수도이다. 동티모르는 앞바다의 캄빙(아타우로) 섬과 자코 섬, 북서부 해안 오쿠시 시 주위의 고립영토 등 옛 포르투갈령을 모두 포함하고 있다. 1975년 이전에는 커피가 수출액의 80%를 차지할 정도로 주요 수출품이었으며, 그밖에 가죽·차·고무·코프라 등도 거래되었다.

이전에 네덜란드령 티모르였던 서반부는 오늘날 인도네시아 누사텐가라티무르 주의 일부로 항구도시인 쿠팡이 그 주도이자 행정중심지 역할을 하고 있다. 서티모르는 영국이 점령했던 짧은 기간(1812~15)을 제외하고는 제2차 세계대전 때 일본이 점령하기 전까지 네덜란드의 지배 아래 있었다. 1946~49년 네덜란드가 지원하던 동(東)인도네시아에 편입되었다가 1950년 인도네시아의 일부가 되었다. 반건조성기후의 오지로 20세기초 네덜란드 평화조약이 맺어지기 전까지는 경제발전이 이루어질 수 없었다. 이동농경과 발벼·옥수수·고구마 재배가 전통적으로 이루어졌다. 오늘날에는 토양침식과 산림황폐 등의 문제가 비교적 잘 통제되고 있으며, 관개시설을 통해 논벼가 재배된다. 주요 토산품으로 면직물과 바구니가 있다. 철제 무기와 도구 제조가 활발하며, 낫쇠 장식품이 납형법(蠟型法)으로 주조된다. 면적 : 서(西)티모르 15,850km², 동(東)티모르 14,609km², 인구 1,382,207(1980).

3) 동티모르 분쟁: 25년간의 독립투쟁사

이 큰 수 (연구위원)

인도네시아(이하 인니)와 호주 사이에 있는 티모르섬의 동쪽 지역에 위치한 동티모르는 1.5만km²(남한의 1/7)의 면적과 88만 명의 인구를 가진 열대 밀림 산악지대이다. 말레이시아-폴리네시아계가 주류인 동티모르 주민들은 티모르어를 사용하며, 대부분 개톨릭교도(98%)로 분류되지만 토속신앙(72%)도 함께 신봉하고 있다. 1701년 포르투갈이 티모르섬을 식민지로 편입시킨 후 1849년 네덜란드에 서티모르를 양도함으로써, 동티모르에 대한 포르투갈의 식민통치는 1975년 7월까지 지속된다.

1945년 8월 네덜란드로부터 독립한 후 인니의 수카르노 대통령은 다민족국가의 통합을 중시하였고, 1966년 군부 쿠데타로 등장한 수하르토 대통령은 보다 강압적인 방식으로 국가통합을 추진하였다. 특히 1975년 4월 베트남 공산화를 목도한 수하르토 반공 정부는 좌파 동티모르독립혁명전선(Fretilin) 정부의 등장을 우려하였다. 1975년 포르투갈의 식민지 해방계획이 추진되면서 동티모르에서는 Fretilin 세력과 친인니 세력간의 내전이 발생하였다. 동년 11월 Fretilin이 동티모르민주공화국(DRET)을 선포한 직후인 12월 인니는 동티모르를 무력 침공하였다. 인니의 침공과 평정작전 과정에서 당시 68만명의 인구를 지닌 동티모르는 10만명 이상의 주민이 희생된 것으로 알려지고 있다. 결국 1976년 7월 동티모르는 인니의 27번째 주로 편입되었다. 이후 인니의 동화정책에도 불구하고 동티모르 주민들의 독립 투쟁은 25년 동안 지속되었다.

동티모르 분쟁은 자원 확보, 정치 이념적 갈등, 그리고 종교적 반목 등의 원인이 복합적으로 작용한 결과이다. 기본적으로 동티모르 분쟁은 국내 일부 지방이 분리독립을 목표로 중앙정부에 저항하는 내전형 분쟁의 성격을 지닌다. 인니에 의해 합병된 동티모르는 수마트라섬의 아체(Aceh), 서파푸아의 이리안 자야(Irian Jaya) 지역과 함께 인니의 3대 분리독립운동이 전개되어온 지역의 하나이다. 이들 분리독립운동

은 석유 등 풍부한 부존자원에 비해 인니 전체 평균에도 훨씬 못 미치는 빈곤상태를 벗어나지 못하고 있는 현지 주민들이 중앙정부에 대해 정책적 소외와 강압 통치, 그리고 경제 착취 등에 대한 불만을 표출하면서 발생되었다는 공통점을 지니고 있기도 하다.

그러나 동티모르는 과거 네덜란드 식민지가 아니었고, 종교·문화적으로 인니와는 유대감이 적었으며, 포르투갈의 식민통치 말기에 독립국가 수립을 도모했었다는 점 등으로 보아 다른 분리독립운동 지역과는 다르다. 즉 저항 의지와 독립 열망이 가장 높은 지역이라고 할 수 있다. 동티모르 분쟁이 비록 내전 성격을 지니고 있었지만, 분쟁의 해결은 국제적 쟁점으로 부각되면서 가능했다는 점, 그리고 국내투쟁과 국제여론 환기전략이 조직적으로 연계, 활용된 투쟁이었다는 점에서 상당 부분 탈냉전의 국제적 영향과 밀접한 관련이 있는 '국제적 지원을 받는 내전'이었다.

1976년 7월 동티모르를 접수한 인니는 주민들을 대규모 집단수용시설에 이주시켜 철저한 감시 속에서 재교육을 통한 동화정책을 전개하였다. 동티모르 주민의 80%가 고향을 떠나 집단 수용되었으며, 이 과정에서 기아와 질병에 무방비로 노출된 주민들은 또다시 많은 희생을 치르게 되었다. 인니가 동티모르 경제의 기반인 커피와 목재 산업을 독점하면서 경제적 수탈도 심화되었다. 또한 동티모르인의 상대적 인구 비중을 줄이기 위해 산아제한정책이 전개되는 한편, 인니인들의 동티모르 이주도 적극 유도되었다. 이주한 인니인들은 군인, 공무원, 의사, 교육자, 상인층의 대부분을 차지하면서, 현지 주민들을 실질적으로 지배하는 계층이 되었다. 특히 1975년부터 1989년까지 동티모르는 외부 세계와 철저히 차단된 채 군정 강압통치를 받는 '폐쇄된 식민지'에 다름없었다.

인니의 무력 침공 이래 동티모르군(Falintil)과 주민들의 처절하고 외로운 투쟁은 지속되었다. 1981년 동티모르의 탁월한 지도자이자 사령관인 구스마오(Xanana Gusmao)가 등장하면서 산악거점을 배경으로 정치·군사조직이 재정비되었고 장기 저항태세가 갖추어졌다. 그는 국민해방군을 조직하였고, 준정부기구인 국민저항회의(CNRM)를 창설하여 효율적인 독립운동을 전개하였다. 1992년 11월 구스마오가 체포되었지만 그가 만든 정치·군사조직은 저항 의지와 전술적 기량을 축적하면서 동티모르 생존전략의 기반이 되었다.

한편 동티모르 지도부는 외로운 투쟁을 해외에 알려 국제적 지원을 확보하는 것이 중요한 관건이라고 판단하였다. 1989년 인니가 동티모르의 대외 개방을 결정하면서 동티모르 독립운동은 교황 방문, 미국 대사 방문 등의 행사에 맞추어 현지의 참상을 알리는데 주력하였다. 해외 망명정객 오르타(Jose Ramos Horta)를 중심으로 유엔, 서구 국가, 국제 언론 등에 독립운동과 인권 참상을 홍보하는 외교 전선이 구축되었다. 또한 벨로 주교(Bishop Carlos Belo)는 가톨릭교회의 비폭력적 활동을 통해 동티모르의 문화와 종교, 그리고 인권을 수호하는데 커다란 기여를 하였다.

동티모르 분쟁에 있어서 한 가지 특기할만한 것은 독립파 저항군이 테러활동을 철저히 배격하였다는 점이다. 대부분의 내전형 분쟁에 있어서 민간인을 목표로 한 인질, 납치, 폭파 등의 테러활동이 빈번한데 비해, 동티모르 저항군의 방어적 대응방법은 국제적으로 동정을 살 수 있는 기반이 되었다. 그러나 동티모르 독립투쟁은 냉전이 종식될 때까지 국제적으로 적극적인 지원을 받지 못했다. 서구 선진국들이 동티모르의 인권 상황에 대해 모르는 바는 아니었지만, 인니와의 관계를 고려하여 내전형 분쟁에 개입하기를 주저했기 때문이다.

동티모르 분쟁은 대표적인 인권 유린 분쟁으로 알려져 왔다. 1991년 11월 "딜리 대학살(Dili Massacre)"은 분쟁 기간 동안 가장 극악한 인권 침해 사례로 꼽힌다. 포르투갈 국회의원단의 방문에 맞추어 준비해 온 독립시위대가 민간복장의 인니군에 의해 학살(사상자 903명)당한 사건이다. 이 사건으로 인니 정부는 구미 각국의 비난과 진상조사 요구에 응하지 않을 수 없었고, 그 동안 철저한 통제 속에 묻혀 있던 동티모르의 인권 상황에 대한 국제적 관심이 증폭되는 결과를 가져왔다.

1996년 10월 벨로 주교와 오르타 망명정객이 노벨 평화상을 받게 되면서 동티모르의 처절한 투쟁 과정이 본격적으로 세상에 드러났다. 이는 동티모르인에게는 더없는 위안과 힘이 되었으며, 인니 정부는 대외 신인도가 크게 떨어지면서 해외 자본과 투자 유치에도 어려움이 가중되었다. 특히 1997년 7월 남아공화국 대통령 만델라(Nelson Mandela)가 인니 국민 방문길에 요청한 동티모르 지도자 구스마오와의 회동이 이루어진 것은 동티모르 문제 해결의 중대한 계기가 되었다.

유엔 안전보장이사회는 인니의 무력 침공 직후 두 차례에 걸쳐 군병력의 전면 철수를 결의했고, 그 후 유엔 총회는 1976년부터 1981년까지 매년 유사한 결의안을 통과시켰다. 딜리 대학살 이후 유엔 사무총장은 포르투갈-인니 간 정기적인 협상을 중재하였고, 유엔 특별대사의 동티모르 방문 조사, 소수민족보호위원회 파견, 인권위원회 활동 등이 최근까지도 지속되었다.

인니의 동티모르 침공에 대해 당시 미국, 영국, 호주, 포르투갈 등 대부분의 서구 국가들은 동의 혹은 묵인의 의사 표시로 인니 정부를 지지했으며, 동티모르 합병에 대해서도 사실상 점령을 인정하였다. 서구 제국의 이러한 유화적 태도는 △당시 냉전기에 있어서 인니의 반공노선과 지전략적 가치의 중요성 △티모르해의 석유자원 개발에 대한 참여 기대 △인니의 첨단 무기 구매 계획 △자원 부국 인니에 대한 서구 제국의 투자 심리 △인니의 풍부한 시장성과 저렴한 노동력 활용 가치 등을 먼저 고려한 결과였다.

1998년 들어 수하르토 정부는 경제적 난국과 함께 정치적 위기에 봉착하였다. IMF 관리체제하에서 민주화 운동이 가열화 되고 있던 인니는 정부가 제의한 새로운 대통령 선거법안이 국민들의 거부로 무산되자, 수하르토가 사임하고 하비비 부통령이 대행하는 권력 공백기를 맞이하였다. 인니 여타 지역의 분리 독립운동이 거세지고 있는 가운데, 1999년 4월 유엔-포르투갈-인니 간 동티모르 자치협상안이 타결되었다. 1999년 8월 30일 유엔의 감시 하에 인니 정부의 자치안(동티모르 특별자치에 관한 기본협정)에 대한 주민투표를 실시하여 독립 여부를 결정짓는 것이었다.

인니 및 해외 거주자를 포함하여 45만 여명의 유권자가 참여한 주민투표는 예상을 훨씬 넘는 투표율(98.6%)과 압도적인 독립 지지율(78.5%)을 기록하였다. 이에 따라 유엔-포르투갈-인니는 동티모르의 독립 일정에 합의하였고, 1999년 10월 인니 의회는 동티모르 강제 합병을 무효화시키는 조치를 취했다. 이로써 4반세기 동안의 투쟁으로 점철된 동티모르 분쟁은 민주적 절차에 의해 평화적으로 해결되었다.

동티모르의 독립 쟁취는 구스마오가 이끄는 독립파의 줄기찬 투쟁과 유엔 및 캐톨릭 국가, 그리고 국제여론 등 국제사회의 지지가 만들어낸 합작품이라고 할 수 있다. 그리고 인니 정부의 내정 불안과 경제 침체도 동티모르 분쟁의 해결에 한 몫을 하였다. 군부의 지지를 바탕으로 강압 통치를 실시해온 인니 정부가 체제 운영 및 통합 능력에 한계를 드러냈기 때문이다.

주민투표 결과에도 불구하고 친인니 민병대의 독립 반대와 인권 침해 행위가 계속되었고, 비무장 유엔 동티모르파견단(UNAMET)만으로는 독립 일정을 추진할 수 없었다. 유엔은 평화유지군 성격의 동티모르

다국적군(INTERFET)을 파견하여 치안과 질서 유지에 힘썼다. 한국의 상륙수부대도 이에 동참함으로써 동아시아의 지역안보에 기여하고 있다. 다국적군은 2000년 2월부터 유엔 평화유지군(PKF)의 지위로 전환되었다.

2000년 3월 현재 유엔동티모르과도행정기구(UNTAET)와 동티모르저항위원회(CNRT)를 중심으로 독립 일정이 순조롭게 추진되고 있다. 그렇지만 동티모르가 진정한 독립국가로 태어나기 위해서는 사회경제적 자립 여건의 마련, 안정적인 대외 관계의 구축 등에 대해 정치적 구심점으로 등장한 독립파 지도자들의 새로운 역량이 시험대에 오를 것으로 보인다. ♣ <국방일보, 2000. 3. 24.>

I. 2007년 1월 동티모르

1. 목적

- 사랑의 과학나눔터는 동티모르 과학교사를 대상으로 과학교육 연수를 운영하기 위하여 사전 답사를 진행한다.
- 동티모르 청소년들이 꿈과 희망을 가지고 동티모르의 과학기술의 발전의 주체로 성장할 수 있도록 돕는다.
- 한국의 과학교사들이 아시아 빈국의 과학교육의 발전을 위하여 기여하기 위한 방안을 찾는다.

2. 참가자 및 역할

- 서인호 : 학생용 워크시트 작성, 화학수업, 교사 면담
- 김홍석 : 여행사 접촉, 화학수업, 화학실험 준비물, 사진 촬영
- 박금우 : 초청장, 현지 접촉, 숙소 및 학교 섭외, 물리 수업
- 방미정 : 학생용 워크시트 작성, 수학수업, 동영상 촬영

3. 일정

- 1월 9일 : 인천 공항 → 인도네시아 발리
- 1월 10일: 인도네시아 발리 → 동티모르
- 1월 11일 ~ 1월 21일: 지구촌 과학교실 운영
- 1월 22일 ~ 1월 24일: 현지 문화체험
- 1월 25일: 발리 → 인천

4. 장소

ESCOLLA SECUNDARI SANTO ANTONIO ESSA BAUCAU

〈화학실험실〉

- ① 교사용 테이블 1개, 학생용 테이블 6개가 있으며 모두 콘크리트로 만들어졌으며 위 면은 흰색 타일로 덮여있음. 의자는 나무로 되어 있음
- ② 창가에 보조 테이블이 있어 실험기구 등을 놓을 수 있게 되어 있음
- ③ 수도 : 뒷면에 4개의 수도꼭지가 있음.(첫날은 1개만 사용가능했으나 곧 모두 수리해 줌)
- ④ 전기 : 콘센트가 앞면 칠판 옆에 하나. 뒷면에 하나 있으나 전원은 들어오지 않았음
- ⑤ 준비실이 붙어 있음
- ⑥ 시약 및 기구

ㄱ. 시약

- 질산은, 황산을 비롯하여 여러 가지 염들이 조금씩 있음
- 금속나트륨도 있었는데 표면이 심하게 산화되었지만 안쪽에 산화되지 않은 금속이 있음
- 만능시험도, 황산나트륨도 소량있지만 수산화나트륨은 거의 없다.
- 시약이 오래되어 순수하지 않음

ㄴ. 기구

- 저울은 일부 쓸만함
- 시험관대는 있으나 시험관이 적음
- 가열기구는 알코올 램프대신 석유 버너와 고체연료 램프가 일부 있음
- 비커는 100mL, 500mL, 1000mL 등 수량은 적지만 사용할 만함

ㄷ. 기증한 물품(박소영샘) : 교장샘이 목록을 적어 분실 방지하겠다고 함

- 12, 24, 96홈판 7개씩
- 8mm 빨대 50개, 빨대마개 30개, 1회용 스포이트 100개
- 12홈판용 바이알 50개, 주사기 12개, 고무풍선 100개
- 기체발생용 관 + 실리콘 오일 + 2hole 마개 30개
- 라디오펜치 1개, 룡노우즈 플라이어 2개, 가위 6개, 칼 1개, 철사 3m
- 500mL, 1500mL 플라스틱 통 각 12개
- 식초 1병, 풍풍 1병, 설탕 1봉지, 소금 2봉지
- 네임펜, 볼펜 다수

르. 인도네시아 자카르타 과학상 PT. ETERNA UNGGUL SENTOSA

- 주소 : Jl Kartini Raya No. 41 Jakarta 10750
- 전화 : (62 21) 6281832-6387375
- 팩스 : (62 21) 6299622-6286728 -> 확인요망

〈생물실험실〉

- ① 교사용 테이블 1개, 학생용 테이블 9개가 있으며 모두 나무로 만들어져 있음.
- ② 창가에 보조 테이블이 있어 실험기구 등을 놓을 수 있게 되어 있음
- ③ 수도는 없고 전기 콘센트는 확인하지 못함
- ④ 준비실이 붙어 있음

〈과학 커리큘럼〉

- ① 초등학교 : natural science
- ② Junior school 전학년 : Physics + Biology -> 1주일에 5~6시간
- ③ Senior school 1학년 : 화학 I + 물리 I + 생물 I
2학년 : 화학 II + 물리 II + 생물 II
3학년 : 화학 III + 물리 III + 생물 III
- ④ 시험 : 1년에 3번(평점 1~9) 낙제가 있음
- ⑤ 대학시험 : 필기 시험(이과? 과학, 문과? 사회)

5. 내용

- 수업 주제 : Molecule World in Water and Air
- 수업 목표

- 생활에서 경험할 수 있는 물과 공기에 관한 현상을 분자의 개념을 사용하여 설명한다.
- 생활 주변의 재료를 실험재료나 도구로 이용할 수 있다.
- 주변의 현상을 과학적으로 탐구하는 능력을 기른다.

- 시간별 수업 주제

- 주제1. 물분자 모형 만들기 : 스티로폼 구를 이용하여 물분자를 만들고 머리띠나 팔찌를 만들어 착용한다.
- 주제2. 물 탑 쌓기 : 다양한 농도의 설탕물에 다른 색깔의 물감을 섞은 후, 빨대에 물 탑을 쌓는다.
- 주제3. 물의 표면 장력 : 동전 위에 물 쌓기, 클립 띄우기, 회전하는 날개 만들기, 빨대 뗏목 등 물의 표면장력과 관련한 현상을 관찰하고 설명한다.

- 주제4. 다면체 비누막 만들기: 공작용 철사를 사용하여 정사면체, 정육면체, 정팔면체 등을 만들고, 다면체에 비누막이 형성되는 모양을 관찰하고 설명한다.
- 주제5. 산성도 조사와 지시약 : 세척용 소다, 식초의 농도를 달리하여 지시약의 색깔 변화를 관찰한다. 또한 식물의 즙을 만들어 세척용 소다와 식초에서 색깔의 변화를 관찰한다.
- 주제6. 소금물의 전기분해 : 소금물을 전기분해하여 수소의 성질을 관찰한다. 소금물의 전기분해 결과 (-)극 주변의 용액의 성질이 어떻게 변하였는지 알아보고 화학반응식으로 나타내어 본다.
- 주제7. 원자 속 전자들: 원자 내의 전자를 끌어내는 실험을 통하여 원자를 구성하는 전자의 실체를 경험한다.(에메니티 실험)
- 주제8. 이산화탄소를 모아서 같은 부피의 공기의 질량(막대 천칭 사용)과 비교해 본다.
- 주제9. 사이펀의 원리와 대기압: 사이펀의 원리를 이용하여 간단한 도구를 만들고 대기압의 원리로 설명한다.
- 주제10. 진공의 경험: 고무풍선에 바이엘이 붙이는 놀이와 진공 보관용기를 이용한 관찰을 통하여 진공을 체험하고, 펌프의 원리를 설명한다.

6. 평가

- 개인적인 차원에서는 학생들 가르치는 것도 의미있지만 모임(사랑의 과학 나눔터)차원에서 이루어지면 교사를 대상으로 연수하는 것이 더 많은 학생들에게 혜택을 줄 수 있다.
- 일방적인 연수라면 동티모르 교사들의 자존심 문제가 있을 것 같으니 명칭은 동등하게 참여한다는 의미에서 한국-동티모르 과학교사 세미나(Korea - Timor Reste Science Teachers Seminnar)로 한다.

7. 2007년 여름 과학교사 세미나를 위한 사전협의

- ① 한국 : 물리, 화학, 생물 교사 10명
 - 사랑의 과학 나눔터 주관(서인호, 김홍석 담당)
- ② 티모레스테 : 과학교사 30~40명(바우카우 인근 지역 교사)
 - 바우카우 살레시안 커뮤니티 또는 산토 안토니오 학교 주관(팔로모 신부 담당)
- ③ 일정 : 2007년 8월 13일, 14일, 16일 (15일은 성모마리아 축제로 휴일임)
 - 한국 교사는 8월 9일 출발 20일 한국 도착으로 오가는데 시간이 많이 걸림
- ④ 한국 교사 : 항공료, 체제비, 실험기구 및 시약 자비부담
 - 시약 및 기구 : 한국에서 자카르타로 직접 주문, 자카르타에서 바우카우로 배달(배달시 약 1달정도 기간 소요)
- ⑤ 현지 교사 숙식비 : 자비 또는 산토 안토니오 학교 부담
- ⑥ 한국 교사들의 편의를 위해 공식 초청장 요구
 - 팔로모 신부 -> 티모레스테 교육부 -> ? (한국의 수용주체는 교육부? 각 학교로 직접? 정확히 정해

지지 않음)

= 이를 위해 4월말까지 인원, 명단 확정하여 티모레스페에 통보해 주어야 함.

II. 2007년 여름 한국-동티모르 과학교사 세미나

1. 일정 및 세미나 주제

	9th Aug. Biology Day	10th Aug. Chemistry Day	11th Aug. Physics Day
First class	Menstrual-bracelet Modelling	Metal Reactivity	What is a magnet?
Second class	Paper-DNA Modelling	The electrolysis of solution	Magnetic Field, Current, Force
Third class	Beads-DNA Modelling	Electrolyte and Nonelectrolyte	Electromagnetism
Lunch			
Field Activity	* Running Horce	Water Rocket, A hot-air balloon, * Charles'law, * Neutralization reaction, * Vacuum(Bolling point, Mashmallow swelling)	* Hologram sheet

2. 참여 교사

- 1) 서울시교육청 교사 : 서인호(구정고), 김홍석(도봉고), 이용구(잠실여고), 이선희(장승중), 조분순(잠실고)
- 2) 경기도교육청 교사 : 김의성(돌마고)
- 3) 인천시교육청 교사 : 박상대(송덕여고), 임익섭(송덕여중)

3. 평가

- ▷ 임익섭 선생님 : - 아이들하고 논 것(실험)이 무엇보다 참 재미있었다.
- ▷ 박상대 선생님 : - 다음번에는 수업 하루 전에 우리가 워크샵을 할 때 티모레스페 선생님을 포함시켜 현지조교를 만들어서 활용하자.
 - 우리가 배워온 것을 보여주고 이를 통해 이 곳 선생님들의 안목을 넓혀주는 계기를 만들어 주자.

- ▷ 이용구 선생님 : - 이제까지 몰랐었는데, 내가 누린 것은 누군가가 내게 준 것이라는 생각을 하게 되었다.
- ▷ 서인호 선생님 : - 현지 선생님들의 의견을 수렴 할 때 생물 선생님 한 분이 ‘마이크로 바이오로지’ 이야기를 하시면서 전자현미경 이야기까지 하셨다. 그것은 우리들에게 현실적으로 불가능 한 일이다. 그러므로 우리 모임의 한계를 그을 필요가 있다.
- ▷ 김의성 선생님 : - 서인호 선생님의 말씀에 동감이다. 우리들의 연수 목적과 할 수 있는 부분을 분명히 하는 것이 서로에게 더 도움이 될 것 같다.
- ▷ 김홍석 선생님 : - 선생님들 스스로가 실험을 해 본 것이 안 해 본 것보다 중요하다.
- ▷ 이선희 선생님 : - 우리로 인하여 이곳 선생님들 스스로가 연합체를 만드는 기폭제가 되었으면 좋겠다.
- ▷ 조분순 선생님 : - 이곳도 사회적 발전단계의 한 과정이다.
- 이 일은 단기적으로 끝낼 것이 아니라 지속되어야만 이곳 과학 선생님들께 자극이 될 것이다.

이런 의견들을 바탕으로 결국 우리는 2가지 큰 결론을 내리게 되었는데 첫 번째는 이 세미나가 앞으로 10년 동안은 지속 될 수 있도록 목표를 세우고 실천해 보자는 것, 두 번째는 내년 세미나에는 교사뿐만 아니라 학생들을 위한 프로그램도 포함 시켜 보자는 결론 이었다.

III. 2008년 한국-동티모르 과학교사 세미나

1. 일정 및 주제

	11th Aug. Physics Day	12th Aug. Chemistry Day	13th Aug. Biology Day
First class	What does seeing an object mean?	Osmotic Pressure	Making Excretory Organ Model
Second class	Making a CD Spectroscope	Making a 3D Periodic Table	Let's make eye model
Third class	How can we recognize colors?		Let's make ear model
Lunch			
Field Activity	* rainbow Tower	* Water Rocket	* A hot-air balloon

2. 참여 교사

- 1) 서울시교육청 교사 : 김홍석(도봉고), 이선희(신관중)
- 2) 경기도교육청 교사 : 김의성(돌마고)
- 3) 인천시교육청 교사 : 임익섭(송덕여중)

3. 평가

- ▷ 임익섭 선생님 : - 올해가 작년보다 선생님의 마음이 더 열려있는 느낌을 받았다.
- Pre-semina가 계획대로 이루어지지지는 못했지만 즉석에서 현지 선생님을 활용한 것은 수업의 효율성뿐만 아니라 서로에 대한 조화로움 측면에서 의미 있었다고 본다.
 - 내년 ‘인과사’ 준비가 조금 걱정이 된다.
- ▷ 김홍석 선생님 : - 이번에 액체인 알콜이 공항 검색대를 통과한 것을 보면 실험 준비물을 준비하는데 지레 너무 겁을 먹지 말아야 될 것 같다. 실험 재료 공수에 너무 얽매이다보니 생물인 경우 실험 테마를 정하는데 다른 것을 준비하지 못하고 종이 재료만을 사용하는 것만을 준비 하는 결과를 가져왔다.
- 임익섭 선생님이 말씀 하셨듯이 즉석에서 현지 선생님을 활용한 것은 새로운 시도 같다.
 - 올해는 작년보다 우리 활동이 약간 자립 한 것 같다.
 - 우리는 ‘빨리’에 익숙한데 이곳은 ‘느림’에 익숙하다. 이런 문화적인 부분을 좀 고려하는 것이 좋겠다.
- ▷ 이선희 선생님 : - 작년에 만났던 선생님과 브라더들을 다시 만나니 좋고 관계가 더 깊어진 것 같다. 즉 일회성이 아니라는 것이 중요한 것 같다.
- 이번에 수학 선생님 한 분이 참석하셨는데 다음에는 수학 프로그램도 준비 해 오면 좋겠다.
- ▷ 김의성 선생님 : - 홍석 선생님의 말에 동의한다. 준비물 운송 때문에 수업 내용 제한이 많은데 실험 준비물 준비에 좀 더 자유로운 시도를 해 볼 필요가 있다.
- 연수 참석 인원이 작년보다 더 적었다. 현지의 포르투갈어 연수라는 특수한 상황이 있었지만 이런 상황을 막기 위해서는 앞으로는 좀 더 현재와 긴밀한 연락이 필요하다.

이런 의견들을 종합해보면 1. 실험 준비물에 따르는 세미나 주제의 제한에서 좀 더 자유로움을 시도 해 볼 필요가 있고 2. Pre-semina뿐만 아니라 상황에 따라서는 즉석에서 현지 선생님을 최대한 활용하는 것이 수업의 효율성과 조화를 이룰 수 있는 방법이며 3. 좀 더 활성화된 세미나를 위해서는 현지와 긴밀한 연락이 필요하다는 3가지 결론을 얻을 수 있었다. 그리고 올해는 작년보다 우리 활동이 약간 자립 한 것 같다는 자체 평가도 내렸다.

우연히 날아든 씨가 발아해 이제 겨우 두발을 떴으니 미흡하더라도 넘어지거나 멈추지 말고 길을 만들어 갔으면 좋겠다. 길은 또 다른 길을 만드는 속성을 가졌으므로.

IV. 2009년 한국-동티모르 과학교사 세미나

1. 일정

Time \ Day	Wednesday, August 5				Thursday, August 6				Friday, August 7			
	Encounter day				Sharing day				Serving day			
09:00-10:30	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	I	III	V	VII	VII	I	III	V	VI	VIII	II	IV
10:30-11:00	coffee break											
11:00-12:30	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	III	V	VII	I	II	IV	VI	VIII	VIII	II	IV	VI
12:30-13:30	Lunch											
13:30-15:00	1	2	3	4	1	2	3	4	Fare well party			
	V	VII	I	III	IV	VI	VIII	II				
15:00-16:00	coffee break											
17:00-18:00	Science on the Roads				Science on the Roads							
	Make a Top(case) with moving center of gravity				Air loket							

2. 세미나 주제

Number	Experiment Title
I	A Tumbling Doll
II	A String Instrument
III	A Measure of Photosynthetic Rate In Spinach Leaf Disks
IV	A Waterdrop Microscope
V	Chemical Reactions in Syringe
VI	How to explain Molecules
VII	Rotation of the Earth
VIII	Sundials

3. 참여교사

- 1. Sangdae Park: Incheon Soongduk Girl’s High School
- 2. Hyunwoo Park: Incheon National Maritime High School
- 3. Iksup Lim: Incheon Soongduk Girl’s Middle School
- 4. Kaesoung Joung: Incheon Young-Hwa Girl’s Information High School
- 5. Pilhun An: Incheon Soongduk Girl’s High School
- 6. Changki Kim: Incheon Yeonsung Middle School

- 7. Hyunjin Han: Incheon Kyesan Girl’s High School
- 8. Heesung Kim: Incheon Nam High School

V. 2010년 한국-동티모르 과학교사 세미나

1. 일정

Day \ Time	Thursday, August 5				Friday, August 6				Saturday, August 7			
	Encounter day				Sharing day				Serving day			
09:00-10:30	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	I	III	IV	VII	II	IV	VI	VIII	VI	VIII	II	V
10:30-11:00	coffee break											
11:00-12:30	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	VIII	II	V	VI	VII	I	III	IV	III	V	VII	I
12:30-13:30	Lunch											
13:30-15:00	1	2	3	4	1	2	3	4	Fare well party			
	IV	VII	I	III	V	VI	VIII	II				
15:00-16:00	coffee break											
17:00-18:00	Science Camp For Students				Science Camp For Students							

2. 세미나 주제 및 참여교사

Number	Workshop Experiment Title	Facilitator
I	Making a stationary wave	LIM IK SUP
II	Making Arch Bridge	LEE HWA CHOON
III	Polarization	KIM MI KYUNG
IV	Atmospheric Experience	KIM SEOK JOUNG
V	Make a Sound	KIM SEOK JOUNG
VI	A Human Body Model	SONG MI JEONG
VII	Ion is	JOUNG KAE SOUNG
VIII	Let’s make Molecular Model with ping-pong ball!	PARK SANG DAE
Number	Science Camp For Students Experiment Title	JEON SEOK CHEON KIM HONG SEOK KIM EUI SUNG CHOI YU HA CHO SOO HYEUN LEE HYE MIN
I	Straw Pipe	
II	Animal Farm (sound and vibration)	
III	Straw Helicopter	
IV	Ring plane	

3. 평가

- ▷ 송미정 : 언어에 어려움이 있었다. 떼뚱어로 아는 것만이라도 정리해서 오면 효율적인 진행이 될 것 같다.
- ▷ 최유화 : 교과서 이론을 바탕으로 실험을 했으면 좋겠다.
- ▷ 김미경 : 설명에 어려움이 많았다. 언어에 따른 불편함에 더 많은 준비가 필요한 것 같다.
- ▷ 이화춘 : 너무 많은 대접을 받은 게 송구하다. 부족한 점을 깨닫고 보완하도록 노력해야 할 것 같다.
- ▷ 조수현 : 현지 아이들과 사이좋게 지내서 즐거운 시간이었다. 캠프가 좀 더 길었으면 좋겠다.
- ▷ 김의성 : 10년 계획 중 4번째를 마치고나니 더욱 현지인들이 필요로 하는 실험을 파악하여 실제적인 도움을 주었으면 좋겠다는 생각이 든다, 연수 참여교사들이 임시방편으로 조달되는 느낌이라서 아쉽다. 학생캠프계획은 수정이 필요한 것 같다. 아예 하루를 학생캠프로 배정하였으면 좋겠다. 자체교사모임 활성화 방안을 추진하여 지원하였으면 좋겠다.
- ▷ 정계승 : 실험설명을 그림을 많이 집어넣어 되도록 말이 필요 없는 그림설명이 절대적으로 필요한 거 같다. 내년엔 오게 되면 그림설명집으로 실험을 준비해야겠다.
- ▷ 김석중 : 준비물 확인 점검을 철저히 하여 티모르 환경에서 현지교사들이 각 학교에서도 실험을 할 수 있도록 협력해야 할 것 같다. 현지교사들과 소통하기 위한 시간이 필요하다.
- ▷ 김홍석 : 전체진행을 담당하는 교사 한, 두 명은 꾸준히 참석하여 매년 발생하는 노하우를 모아서 전달하도록 하자. 그래야 매년 발생하는 시행착오를 줄일 수 있을 것 같다. 티모르에서 티모르 교사 약간만을 미리 모아서 사전연수를 시행한다면 현지교사가 연수 시 다시 참석교사에게 설명을 할 수 있어서 수업방법 개선안으로 좋을 것 같다. 전공별로 조별 배치하여 수업을 진행하면 실험내용전달이 훨씬 효율적으로 될 것 같다. 현지학교 실험도 확인할 수 있는 기회가 있었으면 좋겠다.
- ▷ 전석천 : 정보 없이 참석하여 아쉽다. 신과람이 도움을 줄 수 있는 방법을 모색하여 최대한 제공하겠다. 전과협에서의 도움도 고려 해보겠다. 혼자 힘 아닌 단체의 도움을 지원받아야 할 것 같다.
- ▷ 임익섭 : 전체적으로 준비하고 진행하는데 선생님들의 도움으로 어려움이 없었다. 작년까지는 티모르의 사정 때문에 참여하는 교사의 수가 일정하지 않았으나 티모르가 안정되면서 참여교사는 걱정 안 해도 될 것 같다. 학생캠프에 대한 계획을 팔로모 신부님과 구체적으로 협의했으면 좋겠다.
- ▷ 박상대 : 우리가 동티모르에 온다는 사실이 현지교사들에게 격려와 도움이 되도록 노력과 시간을 경제적으로 투자하여 남은 6년을 좀 더 계획있게 추진해야 할 것 같다.
- ▷ 그 외에도 전공별로 섞어서 조를 편성했으면 좋겠다, 교재는 활동지 형식으로 편집하면 좋겠다, 실험재료 분실을 미리 막을 수 있도록 연수 전에 미리 공지했으면 좋겠다, 그동안 선생님들에게 나누어준 실험도구를 활용할 수 있는 방안을 검토하여 현지에서 실험을 할 수 있는 여건을 마련하도록 해야 하겠다, 등 많은 이야기들을 나누었다.

▷ 내년에는 언어에 대한 이해를 높일 수 있도록 그림과 글씨 병행하여 설명할 수 있도록 하고, 초등 학생 수준으로 쉬운 실험들을 준비해서 실험캠프가 이루어 질 수 있도록 실험 선정에 관한 생각을 좀 더 해야 할 것 같다.

VI. 2011년 한국-동티모르 과학교사 세미나 계획

1. 일정

Time \ Day	Thursday, August 4				Friday, August 5				Saturday, August 6			
	Encounter day				Sharing day				Serving day			
09:00-10:30	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	I	III	IV	VII	II	IV	VI	VIII	VI	VIII	II	V
10:30-11:00	coffee break											
11:00-12:30	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	VIII	II	V	VI	VII	I	III	IV	III	V	VII	I
12:30-13:30	Lunch											
13:30-15:00	1	2	3	4	1	2	3	4	Fare well party			
	IV	VII	I	III	V	VI	VIII	II				
15:00-16:00	coffee break											
17:00-18:00	Science Camp For Students				Science Camp For Students							

2. 주제 및 참여교사 역할 분담

○ 수업 주제 : 생활 주변의 재료를 실험재료나 도구로 이용할 수 있는 것으로...(동티모르는 기구나 시약이 전무한 상태인 것을 고려하여...)

I. Korean ver.

1	카라멜 사탕 만들기	임응묵
2	비눗 방울	서인호
3	종이강도 측정하기	이진승
4	페트병 잠수함 만들기	김의성
5	종이 크로마토그래피	최길순
6	무게 중심을 이용한 놀이기구	유종근
7	사람의 유전 -유전자에 대한 모의 실험 -	홍준의
8	무지개 물타탕기	이정림

II. Tetum ver.

1	Atu halo rebusado	Woongmook Lim
2	Busa Sabun	Inbo Seo
3	Prova atu hare buat ida bele lees ka lae	Jinseung Lee
4	Atu halo Submarino/ Kapal selam	Euisung Kim
5	Paper Chromatography	Gilsoon Choi
6	Activities for learning the center of gravity	Jonggeun Yoo
7	Dropping_Genes	Juneuy Hong
	-simulation of Mendelian genetics-	
8	Atu enche tore ida husi be ho cores arco iris nian	Jeongrim Lee

III. English ver.

1	Making a sweet sugar snack	Woongmook Lim
2	Soap Bubble	Inbo Seo
3	Tear-Resistance Test	Jinseung Lee
4	Making PET submarine	Euisung Kim
5	Paper Chromatography	Gilsoon Choi
6	Activities for learning the center of gravity	Jonggeun Yoo
7	Dropping_Genes	Juneuy Hong
	-simulation of Mendelian genetics-	
8	Filing up the water tower of rainbow	Jeongrim Lee

- 김홍석 : 세미나 총괄
- 임익섭 : 동영상 촬영 및 편집
- 김옥자 : 실험준비물 및 선물
- 노현임 : 사진 촬영 및 기록
- 류하리 : 학생 과학 캠프

3. 평가

- ▷ 최길순 : 시간표 및 활동(수업)에 대한 포스터를 만들어와서 설명하는 방식, 시계가 없어 불편함
- ▷ 유종근 : 연수 내용이 동티모르 교사에게 쓸모있는 내용인지, 학생들을 가르치는데 실질적인 도움이 되는지 궁금(연수에서 아쉬운 점)
- 연수 말미에 설문지를 받아보고 개선점을 찾아 진행하는 것이 좋을 듯,
- ▷ 이정림 : 나이 든 선생님이 매우 진지하게 연수에 참여하는 모습, 열정적인 모습에 감동
- 연수 조의 구성원은 10명에서 12명이 가장 좋음
- ▷ 서인호 : 이후의 연수에는 올해 연수를 받은 동티모르 교사들이 연수 강사로 우리와 함께 참여하는 방안 연구

- 다른 교사 모임이 세미나에 참여할 경우 정식으로 정규 프로그램에 참여
- 바우카우 과학리소스센터가 과학교육의 씨앗이 되었으면 좋겠음
- ▷ 임익섭 : 실험 연수는 어느 정도 정착된 것으로 판단
- 기본적인 연수 인원은 40명 내외로 예상함
- ▷ 노현임 : 개인적으로 많은 것을 생각할 수 있는 계기가 되어 매우 좋은 경험
- ▷ 홍준의 : 내년에는 출발 전에 사전 모임을 갖는 것이 좋겠음
- 무엇인가를 베푸다는 의식을 가지지 말고 연수 진행, 상호 교류의 형태로 전환하는 것이 좋을 듯
- 동티모르 교사들은 우리의 실험 대상이 아니라 어려움에 처한 동료 교사를 도와준다는 생각이 중요
- ▷ 김홍석 : 연수 인원 등 현지 상황은 정확히 알 수 없고 현지에 도착해서야 정확한 판단을 할 수 있음
- 과학리소스센터에 대한 프로그램, 전시물 등을 어떻게 채울 것인가를 고민해야 함
- ▷ 김의성 : 선생님들의 수업에서 활기 있게 토론하는 모습이 가장 큰 변화
- ▷ 김옥자 : 수업에 간단한 화이트보드 활용
- 오후에 학생들을 위한 프로그램을 운영하는 것이 좋겠음
- ▷ 임용목 : 한국 교사가 동티모르에 와서 하는 연수는 능동적, 적극적인 활동
- 동티모르 과학교사 연수 -> 전체 과학교사들에게 전수할 필요 있음
- ▷ 이진승 : 콘텐츠 면에서 현장에서 구할 수 있는 재료 활용 장려
- 과학리소스센터에 기여하는 방식
- > 실험도구, 우리나라 교과서 전시 등 지속적으로 연계를 맺어 활동할 수 있는 방안 연구

VII. 2011년 11월 바우카우 과학리소스 센터 개소식

1. 일시 : 20011년 11월 10일(목) AM 10:00 ~ PM 1:00
2. 장소 : 바우카우 과학리소스 센터
3. 참석 : 동티모르 주교, 바우카우 도지사, 호주 회사 대표, 전과협 대표, 기타 관계자들
4. 과학리소스 센터
 - 지하 : 작업실 및 창고
 - 1층 : 수학, 물리, 화학, 생물 자료 전시
 - 2층 : 도서관 및 숙소
 - 2층 베란다 : 천체 관측 장소
5. 현지의 반응 : 수도 딜리에서도 과학리소스 센터의 개소식을 알고 있으며 동티모르의 유일한 과학 센터라는 것에 대단함과 부러움을 느끼고 있음.
 - 교육, 종교, 정치권 등 다방면에서 관심을 갖게 노력하고 있음

VI. 2012년 한국-동티모르 과학교사 세미나 계획

1. 일정

Time \ Day	Thursday, August 2				Friday, August 3				Saturday, August 4			
	Encounter day				Sharing day				Serving day			
09:00-10:30	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	I	III	IV	VII	II	IV	VI	VIII	VI	VIII	II	V
10:30-11:00	coffee break											
11:00-12:30	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	VIII	II	V	VI	VII	I	III	IV	III	V	VII	I
12:30-13:30	Lunch											
13:30-15:00	1	2	3	4	1	2	3	4	Fare well party			
	IV	VII	I	III	V	VI	VIII	II				
15:00-16:00	coffee break											
17:00-18:00	Science Camp For Students				Science Camp For Students							

Number	Workshop Experiment Title	Facilitator
I	Magic Cup	Seokcheon Jeon Jeoungee Lee
II	Understanding atmospheric pressure by using a siphon	Hyounmee Kim Jeongrim Lee
III	Surface Tension	Meehwa Choi Hee Jun Kang
IV	Paper-DNA Modelling	Jinseung Lee Inho Seo
V	To Make LED Lighting Controllers	Sunhee Lee Gyoungmi Lee
VI	needle hole camera	Jeongae Shim Euisung Kim
VII	the glue constellations	Juneuy Hong Gilsoon Choi
VIII	Making Handy CD Spectroscope	Dae Hong Jeong Mijung Pang
	Staff	
	Hongseok Kim,Iksup Lim, Okja Kim, Hari Ryu, Hyokyeong Shin, Seungmin Maeng	

2. 주제 및 참여교사 역할 분담

- 수업 주제 : 생활 주변의 재료를 실험재료나 도구로 이용할 수 있는 것으로...(동티모르는 기구나 시약이 전무한 상태인 것을 고려하여...)

(1) Korean ver.

- | | |
|-------------------|----------|
| 1. 마술컵 | 전석천, 이정희 |
| 2. 사이펀 실험 | 서인호, 이진승 |
| 3. 표면 장력 | 강희준, 최미화 |
| 4. DNA 이중나선구조 모형 | 홍준익, 최길순 |
| 5. 빛 합성장치 만들기 | 이선희, 이경미 |
| 6. 바늘 구멍 사진기 | 김의성, 심정애 |
| 7. 빛나는 별자리 판 | 이정림, 김현미 |
| 8. 휴대용 CD 분광기 만들기 | 방미정, 정대홍 |

(2) Tetum ver.

- | | |
|--|----------------------------------|
| 1. Copo Magico | Jeon, Seokcheon
Lee, Jeonghee |
| 2. Atu comprende presaun tmospherica hodi usa sifaun | Lee, Jin Seung
Seo, Inho |
| 3. Tensaun Superficie Nien | Choi, Meehwa
Kang, Heejun |
| 4. Paper-DNA Modelling | Hong, Juneuy
Choi, Gilsoon |
| 5. Atu halo Controla Naroman LED | Lee, Sunhee
Lee, Gyoungmi |
| 6. Camera daun kuak | Kim, Euisung
Shim, Jeongae |
| 7. tabela konstelasaun noctilucen | Lee, Jeongrim
Kim, Hyounmee |
| 8. CD Espectroscopio | Pang, Mijung
Jeong, Daehong |

(3) English ver.

1. Magic Cup	Jeon, Seokcheon
	Lee, Jeonghee
2. Understanding atmospheric pressure by using a siphon	Lee, Jin Seung
	Seo, Inho
3. Surface Tension	Choi, Meehwa
	Kang, Heejun
4. Paper-DNA Modelling	Hong, Juneuy
	Choi, Gilsoon
5. To Make LED Lighting Controllers	Lee, Sunhee
	Lee, Gyoungmi
6. needle hole camera	Kim, Euisung
	Shim, Jeongae
7. 7. the glue constellations	Lee, Jeongrim
	Kim, Hyounmee
8. Making Handy CD Spectroscope	Pang, Mijung
	Jeong, Daehong

지역아동센터와 함께하는 과학수업의 의미

이 선 희

신관중학교

1. 들어가며

- 우리 사회가 좀 더 나아졌으면 좋겠다.
- 우리사회가 좀 더 나아질 수 있는 무언가를 하고 싶다.
- 혼자 하기는 벅차고 함께 하면 좋겠다.

아침마가 되고 아이가 커가면서 내 몫의 역할을 잘하고 싶은 욕구가 더 커졌다. 시간은 한정적이고 내가 고정적으로 해야 할 일은 줄을 서 있지만 난 직장맘 이상의 내가 꿈꾸는 일을 하고 싶었다. 학교와 집을 한 지역으로 합치고 그 지역사회에서 내가 할 수 있는 몫을 찾고 싶었다. 하지만 이사하는 일도 직장을 옮기는 일도 어렵고 이런저런 나의 고민에 빨간 불이 켜지던 시점에서 우리 모임을 만났다.

내가 모임을 나가던 당시, 우리 모임은 성동외국인근로자센터에서 몽골 2세 아이들의 과학교육을 시작하고 있었다. 그 일은 집을 이사할 필요도 다른 준비도 필요 없이 당장 내가 시작할 수 있는 안성맞춤의 일이었다.

이 글은 무언가 의미 있는 변화를 꿈꾸는 이들과 나누고픈 우리 모임의 지역아동센터수업의 진행과정이다.

2. 지역아동센터에서의 수업의 시작

『우리아이들에게 '시내 중심가 사람들의 정신적 삶'을 가르쳐야 합니다. 가르치는 방법은 간단합니다. 그 애들을 연극이나 박물관, 음악회, 강연회 등에 데리고 다녀 주세요. 그러면 그 애들은 그런 곳에서 '시내 중심가 사람들의 정신적 삶'을 배우게 될 겁니다.

.....

길거리에 방치된 그 애들에게 도덕적 대안이 필요하다는 말이에요.』

『자기통제'는 무력에 맞설 수 있는 방어수단이며, 진정한 '힘'에 대한 정의이고, 인간다움 그 자체이다.』

-희망의 인문학, 얼 쇼리스

지역아동센터의 상황은 매우 다양하다. 월세를 고민하는 처지부터 안정적 환경을 제공하는 곳까지, 학습 돌봄만 가능한 곳부터 특기적성 등의 지원이 가능한 곳까지 센터가 처한 환경은 다양하지만 학생들은 자존감이 부족하고, 돌봄이 부족하고, 근무자의 여건은 열악하고 전문 인력이 부족하다는 공통점이 있다.

우리는 성동외국인근로자센터의 수업(2005)을 처음으로 마포지역 소외 계층 자녀들을 위한 과학 프로그램 운영(2008년)의 경험을 가지고 마루아라의 수업(2009)을 진행하게 되었다. 당시 마루아라는 자원봉사인력이 없는 것은 아니나 선생님들의 자원봉사를 원하고 있었다. 현직교사가 수업에서 학생들의 태도가 달랐던 것을 경험한 적이 있는 담당 복지사는 우리의 수업을 매우 반가워했다.

선생님이 수업을 하니깐 아이들의 태도가 다른 거예요. 아이들이 그렇게 집중하는 모습을 본적이 없어요. 권위를 인정한다고 할까? 2008.12.09 마루아라 담당 복지사

지역아동센터를 방문해서 수업할 학생들의 기본상황과 수업환경을 확인하고 교통편 등의 기본사항을 공지하고 수업할 교사를 모집했다. 준비가 착착 진행되는 과정에서 마루아라의 수업을 어떻게 진행할 것인지 회의가 이뤄졌는데, 지나고 보니 12월 17일의 그 회의가 매우 중요했다는 생각이 든다. 그 날 논의에서 점검했던 각각의 상황이 있었기에 지역아동센터 수업이 지금까지 이어져 올 수 있었다는 생각이 든다. 지면 관계상 자세한 논의는 뒤로하고 회의록에 나온 말로 수업을 시작하는 우리의 마음을 옮겨본다.

마루아라는 임대아파트의 아이들로 20년 이상은 그 지역에 머무를 아이들이다. 공부도 못하고 버릇도 없다고 복지사샘은 업살을 부리셨지만 TV나 컴퓨터를 뒤로하고 센터에 나왔다는 것 자체가 높이살만한 점이라고 생각한다. 한 지역에 오래 머무를 아이들이 점점 변화해나가고 지역의 주인역할을 하게 된다면 너무도 멋진 일이겠다.

3. 지역아동센터에서의 수업의 진행과정

박○○ 2008-12-30 13:42 저는 현악기 만들기 수업을 하겠습니다. 초등학생은 종달새 피리도 함께요^^ 정말 고생하시네요. 모두들 새해 복 많이 받으세요

권○○ 2008-12-31 18:41 저는 표면장력 관련 실험을 할까 합니다. 지도안은 끝^^ 양력 새해인사- 좋은 새해 되세요^^

음력 새해인사- 새해 복 많이 받으시고 항상 건강하시고 좋은 일만 있으시길 바랍니다.

박△△ 2009-01-02 10:23 저는 간단히 설명하며 즐기는 사이언스 매직쇼를 보여줍니다.

최○○ 2009-01-02 22:54 모두들 수고가 많으십니다. 새해 복 많이 받으세요.

이○○ 2009-01-03 17:55 방학이어도 다들 바쁘신 모양이네요^ ^ 홈페이지 자주 오시니 바로 바로 피드백이 되고 즐겁습니다. 수업이 기대되네요. 빨리들 지도안 올려주세요 ㅋㅋ

김○○ 2009-01-06 14:51 모두들 열심히시네요. 저는 수업은 안하지만 시간이 되는대로 찾아가 보도록 하겠습니다. 새해 복 많이 받으세요.

김△△ 2009-01-12 14:22 김△△은 공기 활용놀이로 갑니다. 지도안은 지금 넘 바빠 곧 올리지요. 바람 날개와 공기로켓으로 진행할게요. 첫날 함께할 수 없어 미안!!!

마루아라 첫수업을 마치고 이○○ 2009-01-13 (화)

.....

제 수업진행을 말씀드리면 우선 초등6학년 남6, 여1(중등반입니다. 화수에는 중2 여학생도 한명 같이 한답니다)와 수업을 했습니다. 아이들이 꺼리낌없이 밝길래 제가 방심하고 재로 나누며, 분위기 살피다 전자석의 원리를 설명했습니다. 그런데 지나고 보니 그게 화근인 것 같아요(^ ^)

아이들이 마구 흐트러져서 죽을 췌며 수업을 진행했습니다. ㅋㅋ

2교시에 방을 옮겨서 심○○샘이 오시고 저는 다른 방에서 초등아이들과 수업을 했습니다. 4,5학년 아이 7명이었는데 보조 선생님도 한분 계셨고, 아까 화들짝 놀랜지라 군더더기 모두 생략하고 하나씩 만들기 과정을 곧장 들어갔습니다. 다행히 수업이 잘 풀렸어요. 아이들이 더 괜찮기도 한 것 같고 심○○샘이 1교시 때 잘 하신 탓도 있는 것 같습니다.

그래서 저희 둘이 내린 결론을 간단히 말씀드리면 시간은 50분을 넘기지 않는 것이 좋을 것 같습니다. 아이들의 집중력이 무척 짧습니다. 뭔가 분명한 것을 남겨주고 싶어서 욕심을 부리는 것도 자제하는 것이 좋을 듯 싶습니다. 물론 능력껏...^ ^

심○○샘과 나눈 결론은 우리가 수업하였던 성동외국인근로자센터의 수업보다 더 어렵다는 것입니다.

이○○ 2009-01-16 12:13 센터의 선생님과 전화통화를 했습니다. 제가 매일 가는 것이 맞는데 그게 안 되니 거의 매일 전화로만 의견을 어쭙고는 했습니다. 선생님 말씀으론 아이들이 반응이 이렇게 좋았던 적이 없다고 아이들이 변해가는 것이 보인다고 거듭 고마워하셨습니다. 많은 논의가 있어야겠지만 이 말씀을 전하고 싶습니다. 우리가 평소 아이들과 수업할 때도 수업내용보다 동기부여, 태도 등으로 고민하는 경우가 더 많잖아요. 공부하려고 목말라하는 곳이 있다면 정말 보람차게 수업하겠지만 좌절이 많은 아이들에게 그런 걸 기대한다는 것은 환상이 아닐까 싶습니다. 지속적으로 노력하고 믿음을 준다면 과학수업이상의 효과일텐데요...

수업희망을 받고 수업후기를 공유하는 과정에서 모임선생님들의 수업 철학을 만날 수 있었다. 수업의 구성이나 진행방법에 치중하는 태도, 혹은 수업 내용의 의미를 어떻게 살려내는지 본질에 충실한 태도, 혹은 친화력이나 카리스마와 같은 인간관계 설정으로 수업을 풀어가는 모습 등, 지역아동센터 수업을 진행하는 과정에서 교사교육의 기능까지 자연스레 이뤄지게 되었다. 공통적으로 자신의 수업을 풀어내고 자평을 적는 과정에서 수업은 개개의 경험과 사적인 공간에서 공공의 영역으로 넘어오고 있었다. 자연스레 지역아동센터의 수업을 넘어 학교 수업의 영역까지 되짚어보는 기회가 되어 주었다.

마루아라 수업 단상 박△△ 2009-03-29 (일)

올바르게 가르쳐야 된다고 봅니다.

우리가 그저 봉사하는 거니까 그렇게 생각하기 보다는

이왕 하는 거라면 그 아이들에게 많은 도움이 되는 방향으로 지도가 되어야 할 것입니다.

다음 주에 다시 가셔도 야단을 병행한 수업을 전개할 생각입니다.

모르면 가르쳐야지요.

잘못된다면 바르게 잡아야지요.

그게 우리를 교육 전문가라고 하는 거니까.

함께 노력해 봅시다.

김○○ 2009-03-30 08:36

애들은 여태껏 사람사이에, 특히 윗사람에 대한 예절은 배워보지 못한 것 같습니다. 그래서 못하는 것이지 우리가 계속해서 지적해주고 얘기해 주면 잘 할 것이라 생각합니다.

마루아라 수업 박○○ 2009-07-03 (금)

5월 21일 ○○샘과 마루아라 수업을 했었습니다.

.....

지난겨울 마루아라에서의 충격(?) 때문이었는지 각오를 단단히 하고.....

제다가 PPT 자료를 써야 해서 중학생과 초등학생을 한 곳에서 수업하기로 해서 매우 걱정하며 갔었는데...

불과 몇 개월 만에 달라진 아이들을 보고는 정말 깜짝 놀랐습니다.

좁은 공간에서 초·중학생들을 같이 모아놓고 수업을 하는데도 아이들의 집중력과 질문에 놀랐습니다.

학생들의 자세가 매우 좋아졌고 끝까지 자신들의 힘으로 만들기를 하려고 하는 학생들이 너무 예뻐 보였습니다.

그 수업을 하고난 후 참 많은 생각이 머리를 지나가더군요...

이 아이들의 변화와 우리 모임선생님들의 힘...

참 여러 선생님들의 사랑과 노력, 아이들의 잠재된 힘이 느껴지는 수업이었습니다.

.....아이들이 보고 싶네요^^

마루아라 첫 수업 참관기(중등 전자기 수업) 도○○ 2010-09-11 (토)

이○○샘 수업을 지켜보니.. 처음에는 아이들에게 '전기 하면 떠오르는 것, 알고 싶은 것을 생각하고
쓰게 한 다음 발표를 시키시더라구요.. 그리고..

꼬마전구, 전선, 건전지만 가지고 꼬마전구에 불을 켜보라고 합니다.

전선 한개만 가지고 꼬마전구에 불켜기, 전선 두개 이용해서 꼬마전구에 불켜기

꼬마전구 소켓과 건전기 깨우개 없이 참 어려웠습니다.

하지만 그 편리한 꼬마전구소켓이 없는 덕분에 아이들은 꼬마전구의 세부 구조를 완성할 수 있었습니다.

단순히 칠판에 건전지와 전선, 꼬마전구 그려놓고 이론상으로 전류가 흐르는 것을 설명하면

교사도 빠른 시간에 설명하기 편하고, 아이들도 쉽게 이해하겠지요.

하지만 꼬마전구구조를 그려봐라 하면 아마 아이들은 거의 그리지 못할 것입니다.

아마 저도 한 번에 그리지 못했을거예요..

하지만 꼬마전구, 전선, 건전지만으로 불켜기 실험은 불편? 했지만 아이들에게 아햏라는 것을 알려 주
었어요

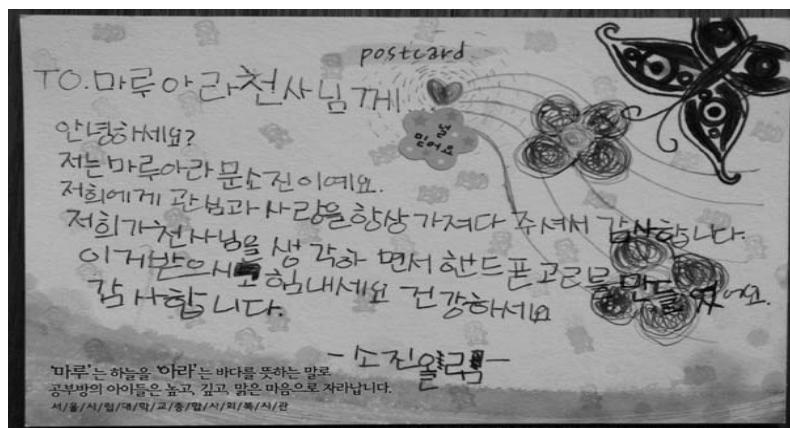
무엇보다 아이들에게 흥미유발, 과제 집착력, 문제 해결력을 제공했다는 것을 아이들의 반응을 통해
알 수 있었습니다. 제가 이렇게 흥분한 이유는 처음 이 학생들을 봤을 때 수업에 집중하지 못하고 잡담
하고 판생각하는 학생들이 반 이상 (총 6명중 3명이 그랬음 ^^) 이었는데, 수업이 진행되면 될 수록 수
업에 빠져들고 적극적으로 해결하려는 모습을 보여 놀랐습니다.

제가 좋아하는 말이 있는데요 "Less is More" 를 보여준 수업이 아니었나 싶습니다.

오늘 이래저리 많은 것을 배우고 왔습니다.

새로운 방식의 전기 수업과 실험, 몇 번이나 저를 속으로 욱하게 만들었던 학생들을 잘 이끈 ○○샘의
노련한 수업스킬 ^^, 하지만 그 외 학생들은 정말 이쁘더라구요.. 마루아라 수업을 참여하는 그 자체도
이쁘고

시종일관 수업에 잘 참여하고 집중해서 듣는 모습이 대견했답니다.



2008년 겨울, 마루아라에서 시작된 지역아동센터에서의 수업은 2012년 현재 마루아라(중랑구 신내동), 망우(중랑구 망우동), 구로합사람(구로구 고척동), 사과나무(성동구 행당동) 지역아동센터에서 진행되고 있다. 전국과학교사협의회 등을 통해 진행과정을 알리고 있으며 서울의 경우 두 개의 과학교사 모임이 함께하고 있다.

성적이 눈에 띄게 좋아지고 체육교사가 되겠다며 태도가 확 달라진 친구도 있지만, 탈선을 일삼고 이젠 센터에도 나오지 않는 아이도 있다. 하지만 객관적으로 말할 수 있는 것은 센터에서 이렇게 오랜 기간 아이들과 인연을 맺고 지속되는 프로그램은 없고, 아이들도 안정감을 느낀다는 것이다. 센터 운영자의 만족도가 크고, 센터운영에 큰 도움이 되는 활동이라는 점이다.

4. 지역아동센터에서의 수업이 주는 의미

지금까지의 진행과정을 토대로 지역아동센터 수업의 역할을 정리해보면 다음과 같다.

- ① 지역아동센터의 요구: 보육의 기능만 감당하기에도 버거운 여건. 양질의 수업을 요구하기 어려운 여건. 교사과학수업은 매우 중요하고 필요한 활동임
- ② 학생들의 반응과 변화: 수업을 기다리고 적극 호응함. 일부 성적이 오르고 태도가 변한 학생이 생김. 태도 변화와 감사하는 마음
- ③ 교사들의 반응과 변화: 자신의 수업방식에 대한 고민, 학생들의 변화를 경험하는 기쁨, 학교의 부정적응학생과 학습부진학생에 대한 이해도 증가. 지역아동센터의 역할에 대한 이해가 생김
- ④ 교사수업의 특성: 수업 전문성(내용의 전문성, 수업장악력, 교감능력), 특히 학생들에게 교사들의 수업 외적인 이야기는 매우 중요한 자극이 됨. 대학생 멘토와의 비교, 센터의 다른 활동과의 비교 등

지역아동센터의 과학문화활동은 소외계층 학생들의 과학에 대한 관심 및 교사에 대한 친밀감을 증가시켰으며, 수업에 참여한 교사 역시 학생들에 대한 이해를 높이는 데 긍정적인 영향을 주었다. 덧붙이자면 지역아동센터가 학생들에게 정서적인 안정감을 제공하는 만큼, 학교중심의 복지 프로그램운영에서 벗어나 지역아동센터에서 프로그램을 진행하는 방안을 모색하는 것이 필요하다. 이는 지역아동센터의 질을 높이는 기능을 하여 장기적으로 소외계층학생들의 교육기회를 높이고 사회격차를 줄이는 데에 긍정적인 기여를 할 것으로 기대된다. 아울러 가정의 기능이 제대로 작동하지 않는 학생들을 보면서도 마땅한 방안을 모르는 교사에게 지역아동센터는 소중한 정보가 될 수 있다. 교사와 지역아동센터의 연대를 통해서 학생에게 돌봄과 교육의 기능을 협력하고 분담할 수 있을 것이다.

2012 한국현장과학교육학회 학술대회 및 정기총회

2012 Annual Meeting of the Korea Society for School Science

과학교사와 함께하는 융합인재교육과 교육기부

워크숍

스케치업을 이용한 생태건축

류 제 정

부평초등학교



이게 뭘까요?

스케치업과 유사한 3D 소프트웨어의 종류는 다양하다. 가장 대표적으로 많이 활용되고 있는 제품으로는 Auto CAD를 들 수 있다. 분야에 따라 다르지만, 3D-MAX나 Solid Works와 같은 소프트웨어도 많은 사용자를 확보하고 있다. 이런 소프트웨어들은 다양한 기능들을 갖고 있고 응용범위가 매우 넓다. 하지만, 가격이 너무 비싸고 학습하기가 어렵다는 단점이 있어 초·중·고 수준에서의 이용에는 한계를 갖고 있다.

이에 비해 본 모듈에서 학습하게 될 스케치업은 ‘전 세계에서 3D 소프트웨어 중 최단기간에 가장 많은 사용자를 확보한 소프트웨어’라는 명성으로 미루어 짐작할 수 있듯 기존 소프트웨어들의 단점을 극복하면서도 절대 뒤지지 않는 기능으로 3D 세계의 새로운 강자로 자리매김하고 있다.



준비물은?

- Sketch up 8.0 소프트웨어(<http://sketchup.google.com/>에서 무료 버전 다운)



해 봅시다

■ 빠른 참조 카드

■ 처음시작 - Sketch up 사용 시작 클릭 후 맘에 드는 템플릿을 설정한다.

- ① 창(W)메뉴 환경설정에 들어가면 최초 시작되는 템플릿을 설정할 수 있다.
- ② 창(W)메뉴 모델정보 → 단위 → 십진수 → 밀리미터 → 0mm(선택) → 소수점을 없앨 수 있다.
- ③ 파일(F) → 템플릿으로 저장(M)을 통해 내가 작업할 새로운 템플릿 저장해 두기가 가능하다.
- ④ 뷰(V) → 도구모음(T) → 큰 도구 세트(A) 설정시 왼쪽에 작업 탭이 만들어진다./ 표준(S), 뷰(V) 바로 아래쪽으로 작업 탭이 추가된다.
- ⑤ 화살표 → 오른쪽 마우스 클릭 → 그룹만들기(G) → 이동(M) 도구 이용 → Ctrl 드래그하면 복사됨 → 복사 후 /3입력하면 동일한 간격 사이에 나누어서 복사됨
- ⑥ File → Export → jpg파일 저장가능(시험문제에 도형을 그려서 출제가능)
- ⑦ View → Animation → Add Scene / File → Export → Animation 저장

■ 실제로 소파를 그려볼까요

 읽을거리

SketchUp 8 빠른 참조 카드

Windows

큰 도구 세트

선택(스페이스바) 구성 요소 만들기 상호 작용 구성 요소 옵션

페인트통(B) 지우개(E) 구성 요소 축소

직사각형(R) 선(L) 샌드박스(지형)

원(C) 호(A) 윤곽에서 스크래치에서

다각형 자유 그림 그리지 않게 스텝

이동(M) 밀기/끌기(P) 드래이프 디테일 추가

회전(Q) 따라가기 가장자리 대칭 이동

배율(S) 오프셋(F) 표준 보기

줄자(T) 치수 ISO 면 위

각도기 텍스트 전방 오른쪽

축 3D 텍스트 후방 왼쪽

케도(O) 이동(상하/좌우)(H) X선 전면 가장자리

확대/축소(Z) 범위 확대/축소 외이어프래임 은선

이전 다음 음영 텍스처에 적용

카메라 위치 지정 둘러보기 모노

이동 단면 Google

단색 도구 새 3D빌딩 추가... 위치 추가...

외부 웹 분할(Pro) 지형 도구 사진 텍스처

교차(Pro) 결합(Pro) Google 어스에서 구성 요소 공유...

뿔기(Pro) 트리밍(Pro) 모델 가져오기... 모델 공유...

메뉴 모음에서 보기 > 도구 모음을 선택하여 추가 도구 모음을 표시합니다.

가운데 버튼(중) 스크롤 확대/축소

클릭-드래그 케도

Shift+클릭-드래그 이동(상하/좌우)

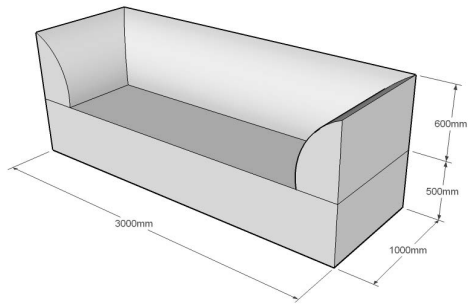
두 번 클릭 가운데 재설정

오른쪽 마우스 버튼 클릭 컨텍스트 메뉴

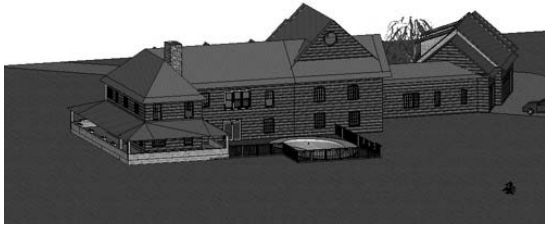
Google SketchUp

도구	조작	명령
호(A)	둘러보기	숫자를 입력하고 Enter 키를 눌러 둘러보는 양을 지정 반경 숫자를 입력하고 R 키를 누른 후 Enter 키를 눌러 반경을 지정 조각 숫자를 입력하고 S 키를 누른 후 Enter 키를 눌러 조각 수를 지정
원(C)	원	현재 평면에 잠금 반경 숫자를 입력하고 Enter 키를 눌러 반경을 지정 조각 숫자를 입력하고 S 키를 누른 후 Enter 키를 눌러 조각 수를 지정
지우개(E)	지우개	Ctrl 부드럽게/매끄럽게(인접한 면이 극선으로 보이도록 가장자리에 사용) Shift 숨기기 Ctrl+Shift 거칠게/광택지게
따라가기	따라가기	Alt 면 주변부를 둘둘 감으로 사용 다른 방법 면의 경로를 선택하고 따라가기 도구를 선택한 후 둘둘 감시킬 면을 클릭
선(L)	선	Shift 현재 추적 방향에 잠금 화살표 잠금 방향 - 파란색: 위/아래 화살표, 빨간색: 오른쪽, 녹색: 왼쪽 길이 숫자를 입력하고 Enter 키를 눌러 길이를 지정
둘러보기	둘러보기	눈높이 숫자를 입력하고 Enter 키를 눌러 눈높이를 지정
이동(M)	이동	Ctrl 복사본 이동 Shift 현재 추적 방향으로 잠그려면 누른 상태로 유지 Alt 자동 잠금(가장자리 및 면이 추가되더라도 이동 허용) 화살표 잠금 방향 - 파란색: 위/아래 화살표, 빨간색: 오른쪽, 녹색: 왼쪽 거리 숫자를 입력하고 Enter 키를 눌러 이동 거리를 지정 외부 배열 연속된 n개 복사본: 첫 번째 복사본으로 이동, 숫자, X 키, Enter 입력 내부 배열 사이의 n개 복사본: 첫 번째 복사본으로 이동, 숫자, / 키, Enter 입력
오프셋(F)	오프셋	두 번 클릭 이 면에 대해 마지막 오프셋 양 적용 거리 숫자를 입력하고 Enter 키를 눌러 오프셋 거리를 지정
케도(O)	케도	Ctrl "중략 가중" 케도 지정을 사용하지 않도록 하려면 누른 상태로 유지 Shift 이동(상하/좌우) 도구를 활성화하려면 누른 상태로 유지
페인트통(B)	페인트통	Ctrl 일치하는 모든 인접 면에 칠하기 Shift 모델의 일치하는 모든 면 칠하기 Ctrl+Shift 동일 개체의 일치하는 모든 면 칠하기 Alt 재질을 샘플링하려면 누른 상태로 유지
밀기/끌기(P)	밀기/끌기	Ctrl 면의 복사본 밀기/끌기(원래 면은 그대로 유지) 두 번 클릭 이 면에 대해 마지막 밀기/끌기 양 적용 거리 숫자를 입력하고 Enter 키를 눌러 밀기/끌기 양을 지정
직사각형(R)	직사각형	치수 길이 및 너비를 입력하고 Enter 키를 눌러 치수 지정. 예: 20,40
회전(Q)	회전	Ctrl 복사본 회전 각도 숫자를 입력하고 Enter 키를 눌러 각도를 지정 경사 수직 높이와 같은 및 수평 길이를 입력하여 각도를 경사도로 지정. 예: 3:12
배율(S)	배율	Ctrl 가운데를 기준으로 배율을 적용하려면 누른 상태로 유지 Shift 동일 배율을 적용하려면 누른 상태로 유지(외국 없음) 양 숫자를 입력하고 Enter 키를 눌러 배율 값을 지정. 예: 1.5 = 150% 길이 숫자 및 단위 유형을 입력하고 Enter 키를 눌러 배율 길이를 지정. 예: 10m
선택(스페이스바)	선택	Ctrl 선택 항목에 추가 Shift 선택 항목에서 추가/빼기 Ctrl+Shift 선택 항목에서 빼기
줄자(T)	줄자	Ctrl 새 안내선 만들기 화살표 잠금 방향 - 파란색: 위/아래 화살표, 빨간색: 오른쪽, 녹색: 왼쪽 크기 조정 모델 크기 조정: 거리를 측정하고, 원하는 크기를 입력하고 Enter 키를 누름
확대/축소(Z)	확대/축소	Shift 시야를 변경하려면 누른 상태로 유지하여 마우스를 클릭하여 드래그

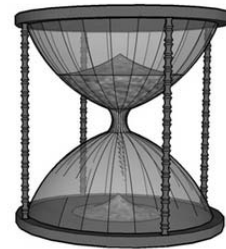
출처) 스케치업 프로그램-도움말-Layout-빠른참조카드



미국과 캐나다의 초·중 각각의 학교에서 학생들의 수업시간에 투입하여 작업한 작품사진은 다음과 같다. 사진을 통해 미루어 짐작할 수 있듯 다양한 형태로 학교 다양한 수준의 학생들이 스케치업을 통해 서 공간에 대한 감각과 함께 상상력과 창의력을 키워가고 있음을 발견할 수 있다.



Nick Bridges, Rangeley Lakes Middle School(8학년)



Michael, 11th grade, Cabot High School

출처) sketchup.google.com

STEAM수업평가 도구 소개 및 활용

최 현 숙¹ · 김중복^{2*}

¹진선여자고등학교

^{2*}한국교원대학교 물리교육과

수업 평가의 목적은 교사의 수업활동의 평가를 통해 교사의 수업 활동을 개선에 도움을 주고, 학생들에게 양질의 수업을 제공하여 교육의 성과를 얻을 수 있도록 해당 교사에게 피드백을 제공하는 것이다. 최근 학교 교육의 근본적 변화를 위해 추진되고 있는 융합인재교육(STEAM)수업에 대한 평가 역시도 수업 개선과 질 향상을 통한 현장 교사들의 수업 전문성을 위해 반드시 필요하다. STEAM 수업에 대한 전문성 신장을 위해 교사들이 현장 학교 수업에 활용할 수 있는 교재 개발과 교사 연수 프로그램이 다양하게 개발되고 있어 현장에서 이를 활용하여 다양한 STEAM 수업이 이루어지고 있다. 하지만, 현장에서 이루어진 STEAM수업에 대한 평가에서 STEAM 교육의 개념, 목적, 활동 준거를 평가하기 위해 적합한 평가항목을 갖춘 수업 평가 도구에 대한 구체적인 논의가 부족한 실정이다. 이에 우리는 기존의 학교수업과 STEAM 수업의 세부요소의 차이점을 비교해보고 STEAM 수업에 대한 교사의 수업 전문성 개선과 수업의 질 보장을 위한 STEAM 수업평가 항목은 어떠한지를 비교분석하고자 한다. 또한, STEAM 수업평가에 적합한 평가도구를 소개하고 이를 어떻게 활용하는지를 논의하고자 한다.

아두이노(arduino)로 즐기는 저비용 MBL실험

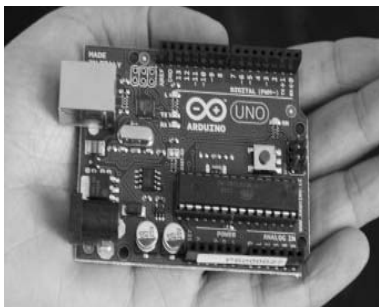
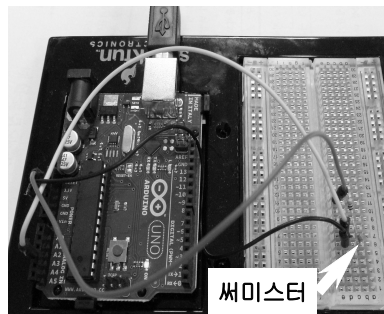
배 중 연

진접고등학교

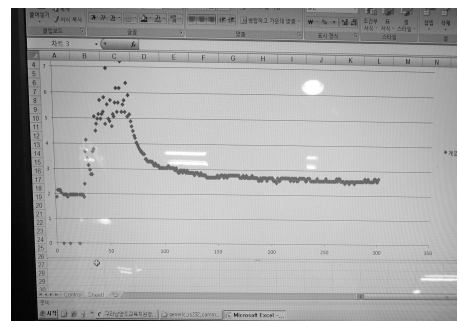
MBL(microcomputer based laboratory)을 이용한 실험은 과학에 대한 학생들의 흥미를 높이는데 효과적이다. 하지만 MBL 세트가 고가여서 몇몇 학교를 제외하고는 모든 학생들이 MBL 실험을 할 만큼 충분한 세트를 보유한 학교는 그리 많지 않다. 일반 중·고등학교 대부분의 학생들도 MBL 실험을 모두 경험할 수 있도록 MBL 실험을 저렴하게 즐길 수 있는 방법을 고민하기 시작하였다. MBL의 원리를 안다면 가능하다.

MBL은 센서-인터페이스-컴퓨터(프로그램)로 구성되어 있다. 센서는 물리량을 측정하여 그 값을 전기 신호로 바꾸어주는 소자를 이용한다. 예를 들어 온도 센서의 경우는 온도에 따라 저항 값이 바뀌는 써미스터(thermistor)라는 전자 소자가 핵심 부품이다. MBL 세트에 포함되어 있는 온도 센서는 수 만원에 이르는 반면 써미스터는 전자 상가에서 몇 백원에 구매할 수 있다. 인터페이스는 센서가 만들어내는 전기 신호(아날로그 신호)를 디지털 신호로 바꾸어 주는 아날로그 디지털 변환(AD 컨버터) 회로가 핵심 원리이다. AD 컨버터의 원리와 쉽게 만들 수 있는 방법을 검색하던 중 아두이노(arduino)를 알게 되었다.

아두이노는 Atmel 사의 ATmega328이라는 8비트 마이크로컨트롤러(CUP)를 탑재한 마이크로컴퓨터이다. 아날로그 또는 디지털의 전기 신호를 입력 받아 연산을 수행하고 그 결과를 디지털 신호로 출력한다. 아두이노가 출력한 디지털 신호는 시리얼통신을 통하여 컴퓨터가 받을 수 있다. 이 디지털 신호를 엑셀과 같은 스프레드시트 프로그램에 입력하여 그래프를 그릴 수 있다. 본 워크숍에서는 써미스터와 아두이노를 이용하여 MBL의 온도센서와 인터페이스를 대체할 수 있는 실험을 실습할 것이다.

아두이노의 모습(<http://www.arduino.cc/>)

써미스터를 이용한 회로 구성



아두이노를 이용한 온도 측정 그래프

새로운 개념의 운동법칙 실험장치 제작

노 종 우

논산공업고등학교 교사

1. 기존 실험의 문제점

첫째, 힘을 일정하게 가하기 위해 고무줄이 늘어난 길이를 일정하게 유지시켜 주어야 하는데 수레를 운동 시키면서 늘어난 고무줄의 길이를 일정하게 유지시키기가 매우 어렵다.

둘째, 고무줄의 개수가 증가하여 힘의 크기가 커지면 역학 수레가 정지막대와 큰 힘으로 충돌하여 부상의 위험이 있다.

셋째, 벽돌의 무게가 증가하면 마찰력이 커져 실험 결과가 운동법칙을 설명하는 데는 만족스럽지 못하다.

2. 개선 방향

기존의 뉴턴의 운동법칙 실험장치가 이와 같이 많은 문제점을 안고 있어 본 연구에서는 Newton의 운동법칙 실험 장치를 제작하는데 있으며, 그 구체적인 연구목적을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 하나의 실험 장치에 뉴턴의 운동법칙 3가지를 모두 실험할 수 있는 종합적인 장치를 개발하였다.

둘째, 제1법칙 실험 장치는 정지관성과 운동관성 실험을 모두 할 수 있도록 제작하며, 흥미롭게 실험할 수 있게 하였다.

셋째, 제2법칙 실험 장치는 힘의 크기를 프로펠러의 벡터합력에 의해 변화시킬 수 있게 하고, 한 번의 스위치 작동으로 수레의 출발과 시간측정을 할 수 있는 장치를 제작하였다.

넷째, 제3법칙 실험 장치는 탄성 저울과 전자저울을 이용하여 힘이 상호 작용임을 시각적으로 이해하기 쉽도록 제작하였다.

3. 실험장치 제작

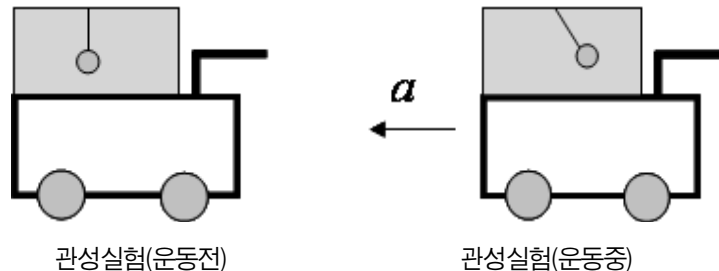
가. 원리

1) 제1법칙

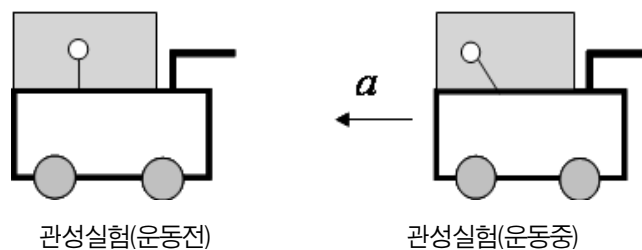
아래 그림은 속에 쇠구슬을 매달아 놓은 물통을 프로펠러가 달려있는 수레위에 올려놓고 가속도 운동을 시켰을 때 가속도와 반대 방향으로 쇠구슬이 움직이는 것을 보여주고 있다. 수레가 가속도 운동을 하면 물통속의 물체에는 관성력이 작용하여 쇠구슬이 기울어지게 된다. 이 때 관성력의 방향은 수레의 가속도 방향과 항상 반대가 된다. 관성력의 크기는

$$F = -ma$$

가 된다. 이 때 m 은 쇠구슬의 질량이다.



아래 그림은 물통 바닥에 스티로폼을 고정시켜 놓고 가속도 운동을 시키는 모습을 나타낸 것이다. 쇠구슬과 반대로 스티로폼은 수레의 가속도와 같은 방향으로 움직이는 것을 볼 수 있다.



2) 제2법칙

가) 힘의 합성원리

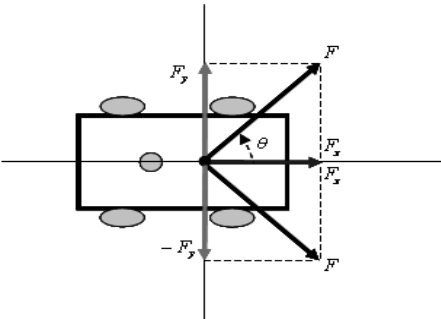
운동법칙 실험을 하기 위해서는 수레에 작용하는 힘의 크기를 F , $2F$, $3F$, $4F$ 로 변화시켜야 하는데 이것은 힘의 벡터합성으로 가능하다.

아래 그림과 같이 크기가 같은 두 힘 F 가 수레에 작용하고 있다. 두 힘을 각각 x 축과 y 축으로 분해해 보면 x 방향의 힘은 $2F_x$ 가 되고 y 방향의 힘은 크기가 같은 두 힘이 방향이 정반대이므로 서로 상쇄된다.

이 때 x 방향의 힘의 크기는

$$F_x = 2\cos\theta$$

가 된다.



힘의 합성.

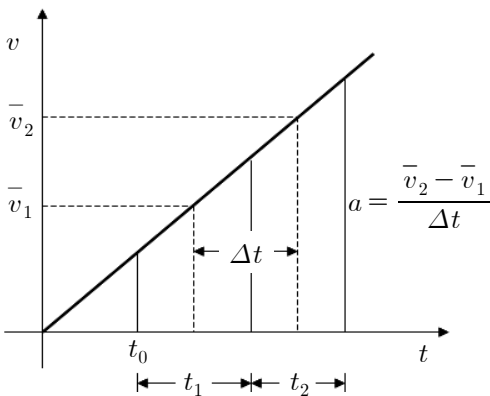
가장 힘이 큰 경우는 사이각도가 0인 두 힘이 x 축에 나란하게 되는 경우이다. 이 힘보다 1/4인 힘의 크기는 각도가 75.5° 이고, 각도가 75.5° 인 힘보다 두 배 크기는 사이 각이 60° , 세 배인 경우는 사이 각이 41.4° , 네 배인 경우는 0° 인 것을 이론적으로 구할 수 있다.

나) 가속도 측정 원리

속도와 가속도를 측정하는 실험은 시간기록계를 이용하여 실시되고 있다. 일정한 수의 타점(같은 시간) 거리를 측정하여 구간속도를 구하고 속도의 차이를 이용하여 가속도를 측정하였다. 하지만 본 연구에서는 구간 거리가 같은 일정한 구간을 수레가 이동한 시간을 각각 측정하여 속도와 가속도를 구하려고 한다.

아래 그림 14는 거리가 s 로 같은 두 구간을 등가속도 운동하는 물체가 이동하는 시간이 각각 t_1 과 t_2 로 운동 하였다면 이 때 두 구간의 속도는 각각 다음과 같다.

$$v_1 = \frac{s}{t_1}, \quad v_2 = \frac{s}{t_2}$$



등가속도 운동

또한, 두 구간에서 등가속도 하는 물체의 평균 속도 v_1 과 v_2 는 각각 그림에서 $t_0 + \frac{t_1}{2}$, $t_0 + t_1 + \frac{t_2}{2}$ 일 때의 속도이므로 두 구간의 평균속도 간의 시간 간격 Δt 는 $\frac{t_1}{2} + \frac{t_2}{2}$ 가 된다. 따라서 물체의 평균가속도는 $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ 이므로 다음과 같다.

$$a = \frac{(v_2 - v_1)}{\frac{t_1}{2} + \frac{t_2}{2}} = \frac{2(v_2 - v_1)}{(t_1 + t_2)}$$

또는,

$$a = \frac{(v_2 - v_1)}{\frac{t_1}{2} + \frac{t_2}{2}} = \frac{2(v_2 - v_1)}{(t_1 + t_2)} = \frac{2s(t_1 - t_2)}{t_1 t_2 (t_1 + t_2)}$$

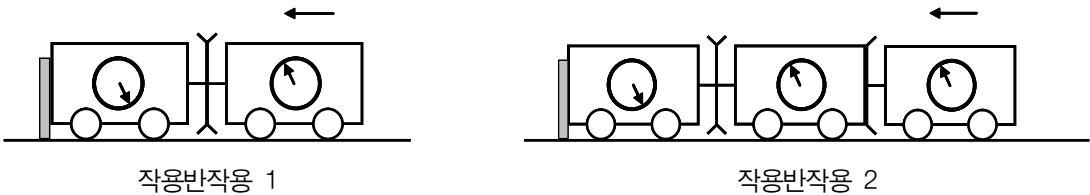
가 된다. 본 연구에서는 힘과 가속도의 관계, 그리고 질량과 가속도의 관계를 구하기 때문에 첫 번째 보다는 두 번째 식으로 가속도를 구하면 속도를 구하지 않고도 직접 가속도를 구할 수 있기 때문에 편리하다. 평균가속도를 구하는 과정을 표에 나타내었다.

표. 평균가속도 구하는 과정.

위치	0	1	2	3	4	5
구간시간(초)		t_1	t_2	t_3	t_4	t_5
속도(m/s)		$\frac{s}{t_1}$	$\frac{s}{t_2}$	$\frac{s}{t_3}$	$\frac{s}{t_4}$	$\frac{s}{t_5}$
가속도(m/s ²)		$\frac{2s(t_1 - t_2)}{t_1 t_2 (t_1 + t_2)}$	$\frac{2s(t_2 - t_3)}{t_2 t_3 (t_2 + t_3)}$	$\frac{2s(t_3 - t_4)}{t_3 t_4 (t_3 + t_4)}$	$\frac{2s(t_4 - t_5)}{t_4 t_5 (t_4 + t_5)}$	

3) 제3법칙

아래 그림은 운동 제3법칙 작용과 반작용 실험의 원리를 보여주고 있다. 첫 번째 그림은 똑같은 저울 두 개를 서로 마주 보게 하고 오른쪽에서 힘을 가하면 작용 반작용 원리에 의해 두 저울에 같은 눈금이 나타난다. 두 번째 그림은 세 개의 저울을 이용하여 실험 하는 것으로 모두 같은 눈금을 가리키게 된다.

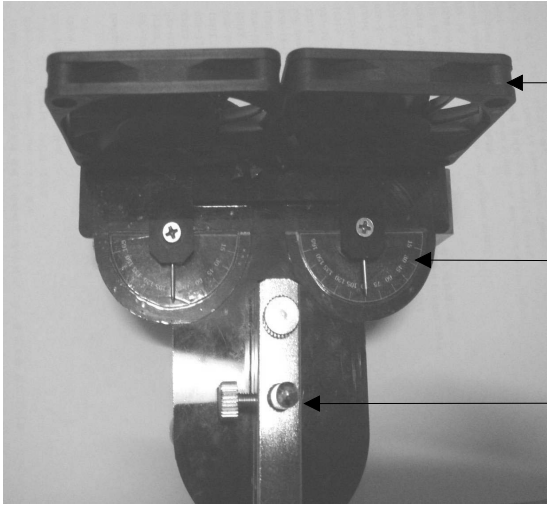
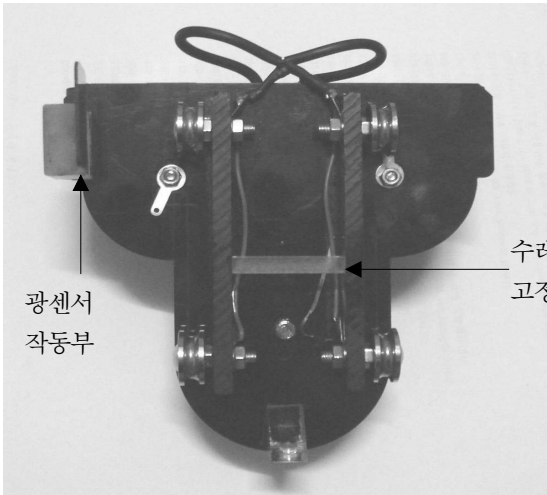


나. 실험장치 제작

1) 역학수레 제작

아래 표는 제작된 역학 수레를 나타내고 있다. 역학 수레는 프로펠러를 얇게하여 무게를 줄였으며 질량을 변환시키기 쉽게 제작하였다.

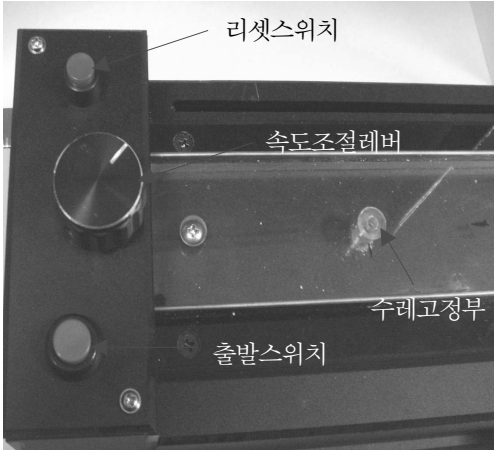
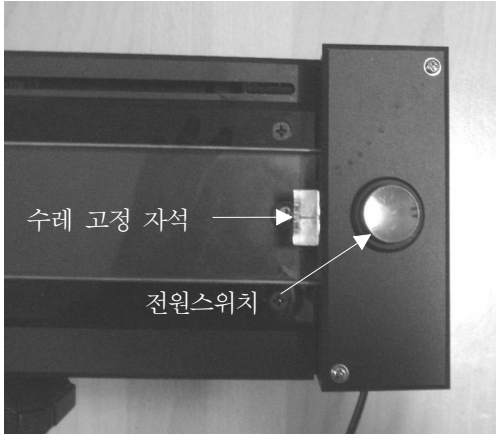
표. 제작된 역학수레

 프로펠러 각도기 질량 변화 추	- 공기 저항을 줄이기 위해 프로펠러를 작은 것으로 교체. - 수레에 각도기를 부착하여 힘의 크기를 조절할 수 있게 하였다. - 질량 변환 추를 고정시킬 수 있다. - 프로펠러의 동력을 24V까지 가능하게 하였다.
 광센서 작동부 수레 고정부	- 수레가 출발하기 전에 수레를 고정시킬 수 있는 수레 고정부를 만들었다. - 고정부의 제어는 솔레노이드에 의해 전기적으로 제어된다. - 수레의 측면에 광센서를 작동시킬 수 있는 센서 작동부를 만들었다.

2) 역학대 제작

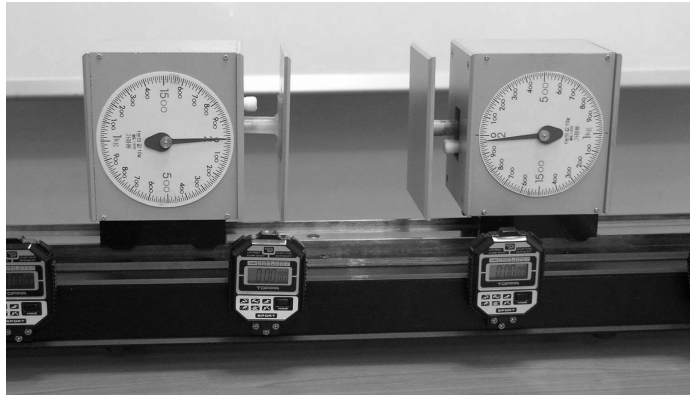
아래 표는 제작된 역학대를 나타내고 있다.

표. 역학대

- 실험 통제부는 전원스위치, 속도조절레버, 출발 스위치, 리셋스위치 등이 부착되어 있다. - 역학대에는 시간 측정을 위하여 광센서 및 초시계가 17cm 간격으로 부착되어 있다. - 출발시 수레를 고정 시키기 위하여 수레고정부가 있고 오른쪽 끝에는 운동이 끝난 후 수레를 견고하게 정지시키기 위하여 수레 고정 자석이 부착되어 있다.	
	
	- 속도조절레버로 일정한 크기의 전압을 선택한 후 스위치를 누르면 수레에 부착된 프로펠러가 회전을 하게 된다. 이때 수레는 수레 고정부에 의하여 고정되어 있고, 출발 스위치를 누르면 수레 고정부가 아래로 내려가고 수레는 힘차게 출발된다. - 수레가 이동을 시작함과 동시에 초시계가 작동이 되고 수레가 광센서를 통과하는 즉시 초시계는 멈추게 되어 수레의 이동 시간이 측정된다.
	- 전원 스위치를 누르면 레일이 전극이 되어 수레에 부착된 프로펠러가 회전하게 된다. - 오른쪽으로 빠르게 운동하는 수레는 수레 고정 자석에 의하여 안정적으로 정지하게 된다.

3) 제3법칙 실험장치

아래 그림과 같이 역학대 위에서 저울을 이용하여 작용반작용법칙 실험을 할 수 있도록 장치를 제작하였다. 저울의 바닥에 바퀴를 달아 역학대의 레일 위에서 서로 마주 보게 하고 힘을 작용시키면 저울에 같은 눈금의 힘이 표시되어 작용반작용법칙을 확인시킬 수 있는 실험 장치이다. 또한 수직방향으로 저울을 놓아 작용반작용법칙을 실험할 수 있다.



저울에 의한 작용반작용 실험장치

4. 실험 결과

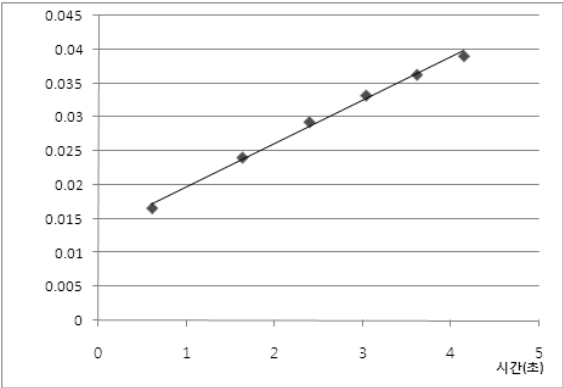
가. 제1법칙 실험결과

아래 그림은 관성의 법칙 실험과정을 보여주고 있다. 아크릴 통에 물보다 무거운 쇠구슬과 가벼운 스티로폼 구를 매단 후 통에 물을 넣는다. 물을 넣은 통을 역학 수레에 올려놓고 프로펠러의 힘으로 수레를 출발 시키면서 정지 관성을 볼 수 있고 수레를 정지 시키면서 운동 관성을 확인할 수 있다.

- 프로펠러가 부착된 역학수레에 관성 실험 장치를 고정시켜 놓은 것이다. - 전원 스위치를 가하면 역학수레가 움직이고 정지관성을 관찰 할 수 있다.	- 움직이기 시작할 때 관성에 의해 무거운 쇠구슬은 뒤로 가벼운 스티로폼 구는 앞으로 움직인다.	- 정지할 때의 모습으로 무거운 쇠구슬은 앞으로 가벼운 스티로폼 구는 뒤로 움직인다.

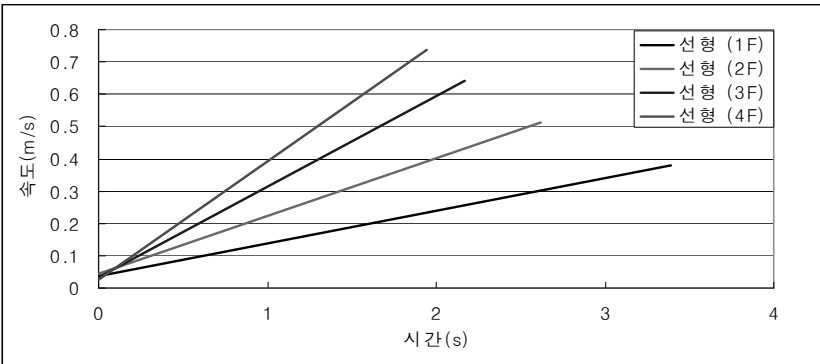
나. 제2법칙 실험결과

아래 그래프는 속도와 시간의 그래프를 나타낸다. 그래프에서 알 수 있듯이 물체가 등가속도 운동을 하고 있음을 알 수 있다.



속도-시간 그래프

아래 그림은 힘의 크기에 따른 속도와 시간의 그래프를 나타낸 것이다. 힘이 증가할수록 가속도가 커짐을 알 수 있다.

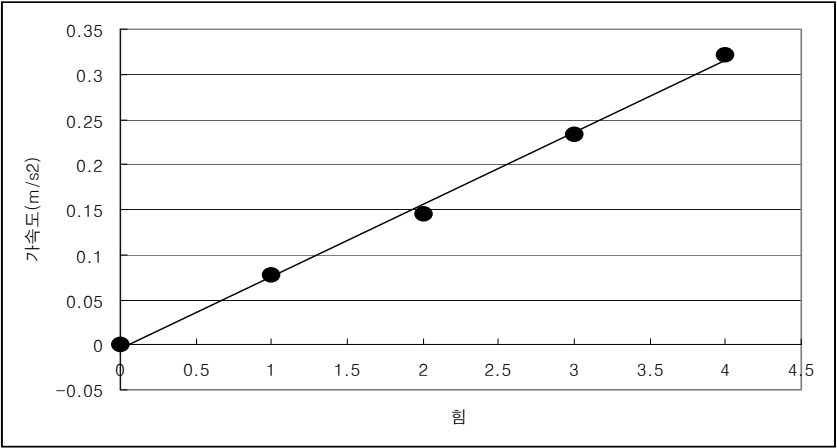


힘의 크기에 따른 속도-시간 그래프

아래 그래프는 힘과 가속도의 관계를 나타내고 있다. 실험 결과 질량이 일정할 때 수레에 작용하는 힘과 가속도가 비례함을 알 수 있다. 즉,

$$F \propto a$$

가 성립함을 알 수 있다.



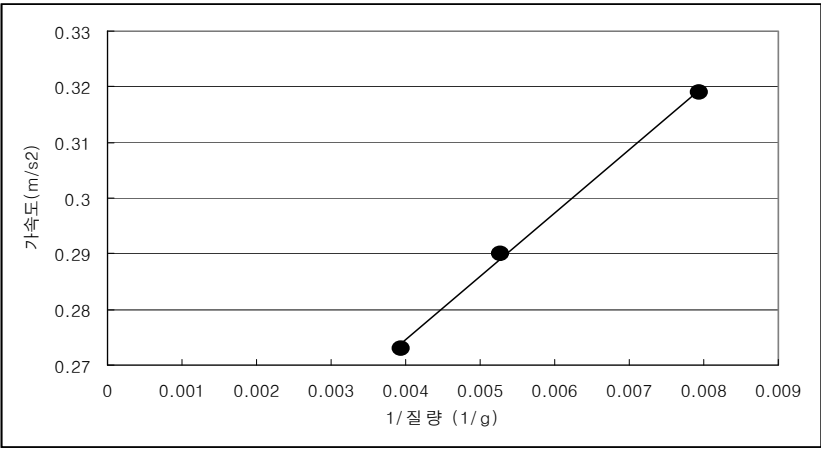
힘과 가속도 관계

아래 그림은 1/질량과 가속도의 관계 그래프를 나타낸 것이다. 그림에서 $\frac{1}{\text{질량}}$ 과 가속도가 비례함을 알 수 있다. 즉,

$$a \propto \frac{1}{m}$$

의 관계를 확인 할 수 있다.

힘과 가속도의 관계, 질량과 가속도의 관계를 실험을 통하여 알아보았는데 뉴턴의 운동 법칙과 같은 결과를 얻었다. 따라서 실험 결과 본 실험 장치는 운동 법칙을 실험하는데 적합한 것으로 나타났다.



1/질량과 가속도 관계

다. 제3법칙 실험결과

1) 역학수레에 의한 작용반작용 실험

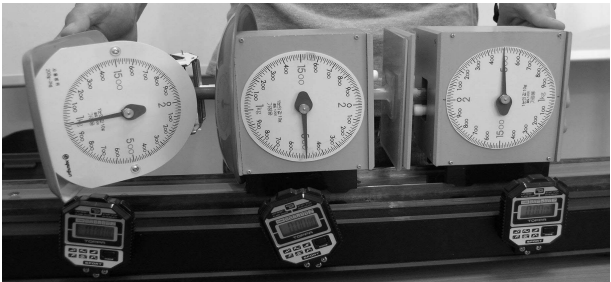
아래 그림은 프로펠러에 의해 바람이 공기를 밀면 공기가 프로펠러를 밀어 수레가 앞으로 나아가는

현상을 확인 할 수 있는 실험 장치이다.

	
- 역학대의 레일 위에 두 개의 수레를 붙여 놓았다.	- 오른쪽 수레의 프로펠러를 회전 시키면 공기가 왼쪽 수레를 밀게 되고 따라서 왼쪽 수레도 움직이게 된다.

2) 탄성저울에 의한 작용반작용 실험

아래 그림들은 저울을 이용하여 작용 반작용 실험을 보여 주고 있다.

	
- 두 개의 저울을 서로 마주 보게 하고 한쪽 저울에 힘을 가하면 작용 반작용에 의해 두 저울에 같은 힘이 작용하여 두 저울의 눈금이 같게 나타난다.	- 세 개의 저울을 붙여 놓고 오른쪽에 있는 주부 저울에 힘을 가하면 작용 반작용 원리에 의해 모든 저울에 같은 힘이 작용하는 것을 실험을 통하여 알 수 있다. (왼쪽의 주부 저울의 눈금은 오른쪽 저울보다 눈금의 간격이 2배이다. 따라서 힘의 크기는 모두 같다.)

국제단위계 SI접두어를 자연스럽고 재미있게 익히는 창작실험

International System of Units SI prefix creative experimentation in natural and fun to learn

김 인 수¹ · 김 바 로²

¹소명여자고등학교

²제주대학교 해양과학대학 해양의생명과학부 1학년

국제도량형총회(國際度量衡總會 CGPM)의 국제단위계(SI 단위계) 접두어 20개(Y/yotta 10^{24} Z/zetta 10^{21} E/eta 10^{18} P/peta 10^{15} T/tera 10^{12} G/giga 10^9 M/mega 10^6 k/kilo 10^3 h/hecto 10^2 da/deca 10^1 d/deci 10^{-1} c/centi 10^{-2} m/milli 10^{-3} μ /micro 10^{-6} n/nano 10^{-9} p/pico 10^{-12} f/femto 10^{-15} a/atto 10^{-18} z/zepto 10^{-21} y/yocto 10^{-24})는 교육 현장에서 초 중 고 대학생들이 기억해 두면 좋지만 쉽게 외어지지 않는 것이 현실이다. 하여, 본 논문은 생활주변에서 쉽게 구할 수 있는 재료를 활용하여 국제단위계(SI 단위계) 접두어를 자연스럽고 재미있게 익히는 실험을 창작하였다. 이 창작실험을 수행하는 과정에서 초 중 고 대학생들은 간단한 전기회로 구성(과학), 그 회로의 실제 제작(기술)과 회로 분석과 그 해석(공학), 실험 세트 완성 과정의 미적 감각 제고(예술), 접두어의 지수적 규칙성(수학)을 체험함으로써 진정한 융합프로그램(STEAM)의 롤 모델 실험이라 볼 수 있다.

주제어 : 국제단위계(SI 단위계), SI접두어, 지수적 규칙성, 간단한 전기회로 구성 제작 분석

ABSTRACT

International Conference of Weights and Measures (CGPM) of the International System of Units (SI units), the prefix 20 (Y / yotta 10^{24} Z / zetta 10^{21} E / eta 10^{18} P / peta 10^{15} T / tera 10^{12} G / giga 10^9 M / mega 10^6 k / kilo 10^3 h / hecto 10^2 da / deca 10^1 d / deci 10^{-1} c / centi 10^{-2} m / milli 10^{-3} μ / micro 10^{-6} n / nano 10^{-9} p / pico 10^{-12} f / femto 10^{-15} a / atto 10^{-18} z / zepto 10^{-21} y / yocto 10^{-24}) students in the field of education is not sticky, but it is real easy to remember. By living in the vicinity of this experiment utilizing readily available materials, the International System of Units (SI units), the prefix was natural, creative and fun learning experiments. Students in the course of the experiment a simple electrical circuit configuration (science), the circuit's actual

production (technology), and circuit analysis and its interpretation (Engineering), improving the aesthetics of the process of being completed set of experiments (ART), the prefix of the exponential regularity (mathematics) a true convergence experience program (STEAM) experiment can be seen as a role model.

Key words: International System of Units (SI units), SI prefixes, exponential regularity, making a simple electrical circuit analysis

서론

국제도량형총회(CGPM)의 국제단위계(SI 단위계) 접두어는 물리 화학 생명 지구는 물론 기술 공학 예술 수학을 비롯한 대부분의 학문에 광범위하게 사용될 수 있다. 그렇지만 이 접두어들은 단순히 외우려 한다면 쉽게 해 낼 수 없는 과제이다. 하여 본 논문은 생활주변에서 쉽게 구할 수 있는 재료를 활용하여 국제단위계(SI 단위계) 접두어를 자연스럽게 재미있게 익히는 실험을 창작하려 하였다.

이론적 배경

국제도량형총회(國際度量衡總會 General Conference on Weights and Measures, Conférence générale des poids et mesures, CGPM)는 1875년 미터조약 체결에 따라서 국제단위계(SI 단위계)를 유지하기 위해 만들어진 3개 기구 중의 하나로 4년 또는 6년마다 파리에서 개최된다. 제11차 CGPM(1960)은 SI 단위의 십진 배량과 십진 분량에 대한 명칭과 기호를 구성하기 위하여 일차로 10^{12} 부터 10^{-12} 범위에 대하여 일련의 접두어와 그 기호들을 채택하였다. 제12차 CGPM(1964)에서 10^{-15} 과 10^{-18} 에 대한 접두어가 추가되었고, 제15차 CGPM(1975)에서 10^{15} 과 10^{18} 에 대한 접두어가, 그리고 제19차 CGPM(1991)에서는 10^{21} , 10^{24} , 10^{-21} , 10^{-24} 에 대한 접두어가 추가되어 현재는 20개의 접두어(Y/yotta 10^{24} Z/zetta 10^{21} E/eta 10^{18} P/peta 10^{15} T/tera 10^{12} G/giga 10^9 M/mega 10^6 k/kilo 10^3 h/hecto 10^2 da/deca 10^1 d/deci 10^{-1} c/centi 10^{-2} m/milli 10^{-3} μ /micro 10^{-6} n/nano 10^{-9} p/pico 10^{-12} f/femto 10^{-15} a/atto 10^{-18} z/zepto 10^{-21} y/yocto 10^{-24})가 사용되고 있다.

연구 방법

실험 재료 및 기구

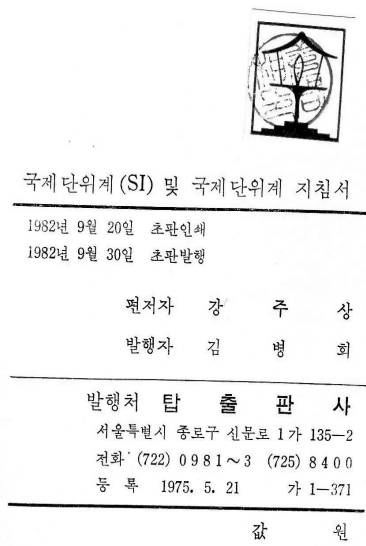
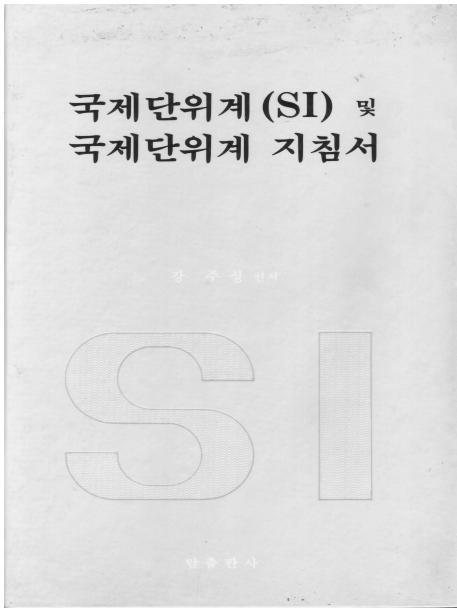
- ⊙ 재료 : 꼬마전구(혹은 콩알전구), 1.5V전원(붉은색 검은색 연결선 포함), 집게전선(붉은색 검은색 각 1개씩), 알루미늄 테이프, 라벨지, 하드보드지(20cm X 7cm, A4 1/4크기) ⊙ 기구 : 자, 칼

연구 내용 및 방법

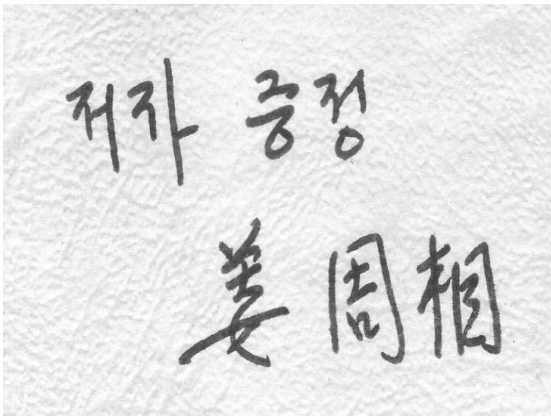
1. 하드보드지(20cm X 7cm, A4 1/4크기)의 한쪽면 전체를 알루미늄 테이프로 붙이고 자와 칼로 5mm X 100mm 크기 알루미늄 테이프 16개를 남기고 나머지는 잘라낸다. 물론, 16개는 각각 같은 간격이어야 한다. 다른 방법으로, 5mm X 100mm 크기 알루미늄 테이프를 미리 만들어 하드보드지 한쪽면에 일정한 간격으로 나란히 붙여도 좋다. 단, 5mm X 100mm 크기 알루미늄 테이프의 끝은 하드보드지 반대면까지 연장해서 그 양끝이 각각 5mm X 10mm 되어야 한다.
2. 하드보드지 반대면까지 연장해서 각각 5mm X 10mm 되는 양끝 중 하나에는 라벨지에 인쇄된 E P T G M k h da d c m μ n p f a를, 다른 끝에는 10^{18} 10^{15} 10^{12} 10^9 10^6 10^3 10^2 10^1 10^{-1} 10^{-2} 10^{-3} 10^{-6} 10^{-9} 10^{-12} 10^{-15} 10^{-18} 가 각각 인쇄된 라벨지를 붙인다. 이때 주의할 점은 라벨지의 바깥쪽에 알루미늄 테이프가 남아 있어야 한다.
3. 1.5V용 은하수전구를 1.5V전원에 직렬연결한 양 끝에 각각 붉은색 검은색 연결선으로 집게전선을 연결한다.
4. 라벨지가 붙어 있는 면의 위와 아래의 3.에서 만든 집게전선으로 연결했을 때 꼬마전구(혹은 콩알전구)에 불이 들어오는지 확인한다. 불이 들어온다면 라벨지의 한 끝에 있는 E P T G M k h da d c m μ n p f a와 다른 한 끝에 있는 10^{18} 10^{15} 10^{12} 10^9 10^6 10^3 10^2 10^1 10^{-1} 10^{-2} 10^{-3} 10^{-6} 10^{-9} 10^{-12} 10^{-15} 10^{-18} 가 각각 제대로 연결된 것이다. 물론, 불이 들어 올 확률은 1/16이다.
5. 좀 더 개선된 재미있고 수준 높은 실험을 원한다면 라벨지의 차례를 무질서하게 붙이고 불이 들어오는 값을 찾음으로써 16개의 SI접두어를 확실하게 알 수 있을 것이다. 물론 기본형은 뒷면의 연결은 서로 마주 보는 양끝으로 했지만, 다른 형태로 연결할 수도 있을 것이다. 다만, 하나의 연결은 다른 연결과 독립으로 해야한다는 점에 유의하여야 한다. 즉, 이 실험의 목적이 16개의 SI접두어를 체험을 통하여 정확하게 익히는 것이므로, 그 목적을 달성할 수 있다면 어떤 방법으로 바꾸든지 상관 없다.



불이 들어온다면 라벨지의 한 끝에 있는 E P T G M k h da d c m μ n p f a와 다른 한 끝에 있는 10^{18} 10^{15} 10^{12} 10^9 10^6 10^3 10^2 10^1 10^{-1} 10^{-2} 10^{-3} 10^{-6} 10^{-9} 10^{-12} 10^{-15} 10^{-18} 가 각각 제대로 연결된 것이다.



국제단위계(SI)에 대한 한국최초의 번역서.

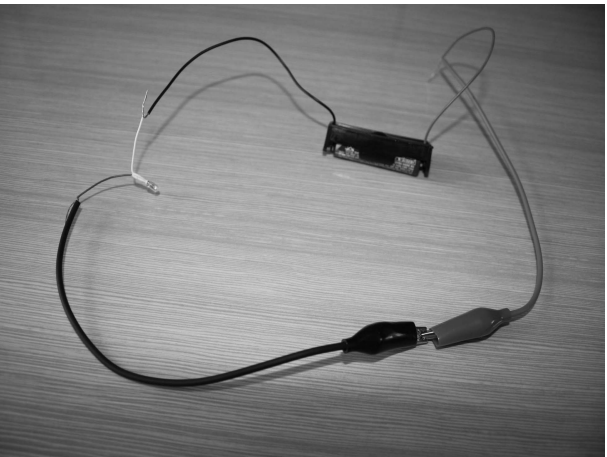
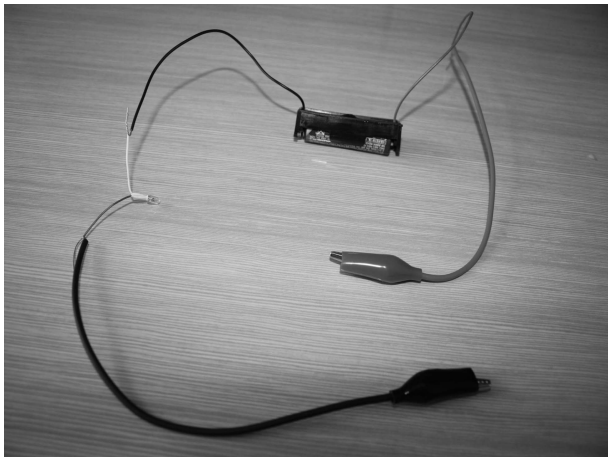


86 II. SI 접두어

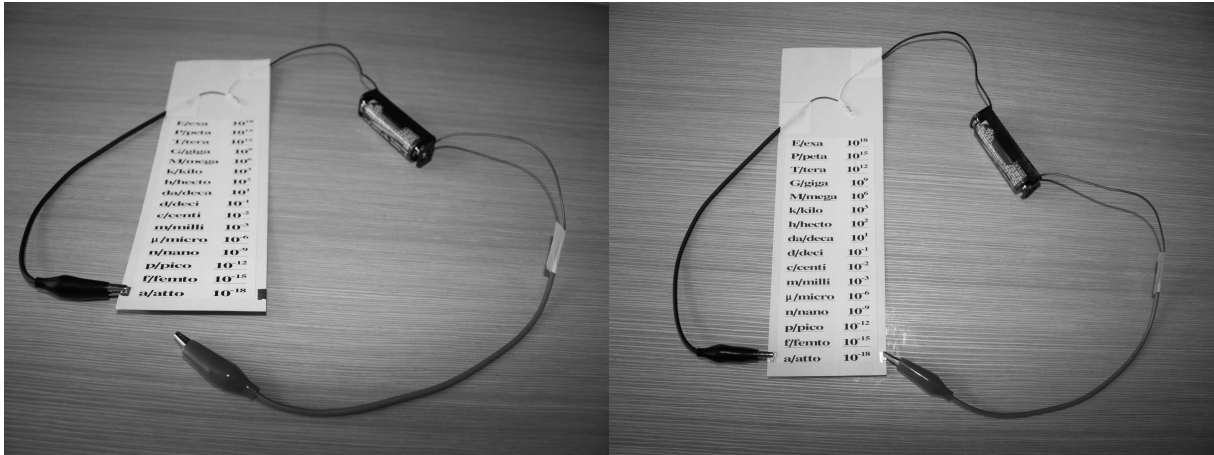
제 6 표 SI 접두어

십	백	수	접두기호	접두어	
1 000 000 000 000 000 000 000 000 = 10 ²⁴			E	exa	엑사
1 000 000 000 000 000 000 000 000 = 10 ²¹			P	peta	페타
1 000 000 000 000 000 000 000 000 = 10 ¹⁸			T	tera	테라
1 000 000 000 000 000 000 000 000 = 10 ¹⁵			G	giga	기가
1 000 000 000 000 000 000 000 000 = 10 ¹²			M	mega	메가
1 000 000 000 000 000 000 000 000 = 10 ⁹			k	kilo	킬로
1 000 000 000 000 000 000 000 000 = 10 ⁶			h	hecto	헥토
1 000 000 000 000 000 000 000 000 = 10 ³			da	deka	데카
1 000 000 000 000 000 000 000 000 = 10 ⁰			d	deci	데시
0.1 = 10 ⁻¹			c	centi	센티
0.01 = 10 ⁻²			m	milli	밀리
0.001 = 10 ⁻³			μ	micro	마이크로
0.000 001 = 10 ⁻⁶			n	nano	나노
0.000 000 001 = 10 ⁻⁹			p	pico	피코
0.000 000 000 001 = 10 ⁻¹²			f	femto	페모
0.000 000 000 000 001 = 10 ⁻¹⁵			a	atto	아토

번역자는 강주상교수님(고려대)이며, 필자의 석사과정 지도교수이시다.



기본적인 회로의 연결 모습
왼쪽은 OFF, 오른쪽은 ON이다. ON 일때 은하수 전구가 켜진 것을 확인할 수 있다.



기본적인 회로를 마분지에 붙인 라벨지 판에 연결한 모습
왼쪽은 OFF, 오른쪽은 ON이다. ON 일때 은하수 전구가 켜진 것을 확인할 수 있다.



마분지의 앞면에 붙인 라벨지의 뒷면 모습
왼쪽은 단순한 기본형, 오른쪽은 창의적인 랜덤형이다. 랜덤형은 특히 다른 선과 붙지않게 유의한다.

결과 및 논의

‘이 실험이 정말 국제단위계(SI 단위계) 접두어를 자연스럽게 재미있게 익힐 수 있는가?’확인하기 위하여 필자가 직접 과학축전의 부스운영(2012울산과학기술제전, 2012제주과학축전, 2012대한민국과학창의축전)과 과학교사 실험연수(울산교육청, 제주교육청, 경기교육청)를 이 실험으로 진행하였다. 그 결과는 기대 이상으로 긍정적인 반응이 나타났다. 즉, 국제단위계(SI 단위계) 접두어에 훨씬 쉽고 흥미롭게 접근하여 친구 이름 외우듯 잘 이해하고 설명할 수 있는 단계까지 발전할 수 있음을 검증받았다.

결론 및 제언

국제도량형총회(CGPM)의 국제단위계(SI 단위계) 접두어는 물리 화학 생명 지구는 물론 기술 공학 예술 수학을 비롯한 대부분의 학문에 광범위하게 사용되고 있다. 그렇지만 이 접두어들을 단순히 외우려하기보다는, 이 창작실험처럼 생활주변에서 쉽게 구할 수 있는 재료를 활용하여 자스럽고 재미있게 익힐 수 있음을 확인하였다. 또, 이 창작실험을 수행하는 과정에서 초 중 고 대학생들은 간단한 전기회로 구성(과학), 그 회로의 실제 제작(기술)과 회로 분석과 그 해석(공학), 실험 세트 완성 과정의 미적 감각 제고(예술), 접두어의 지수적 규칙성(수학)을 체험함으로써 진정한 융합프로그램(STEAM)의 롤 모델 실험이라 볼 수 있다.

참고문헌

강주상 (1982) 국제단위계(SI) 및 국제단위계 지침서, 탐출판사, p86

김인수 등 (2010) 2009개정 고등학교 융합형 과학, 모델교과서사업단 pp 199-201

신비한 입체 프린터

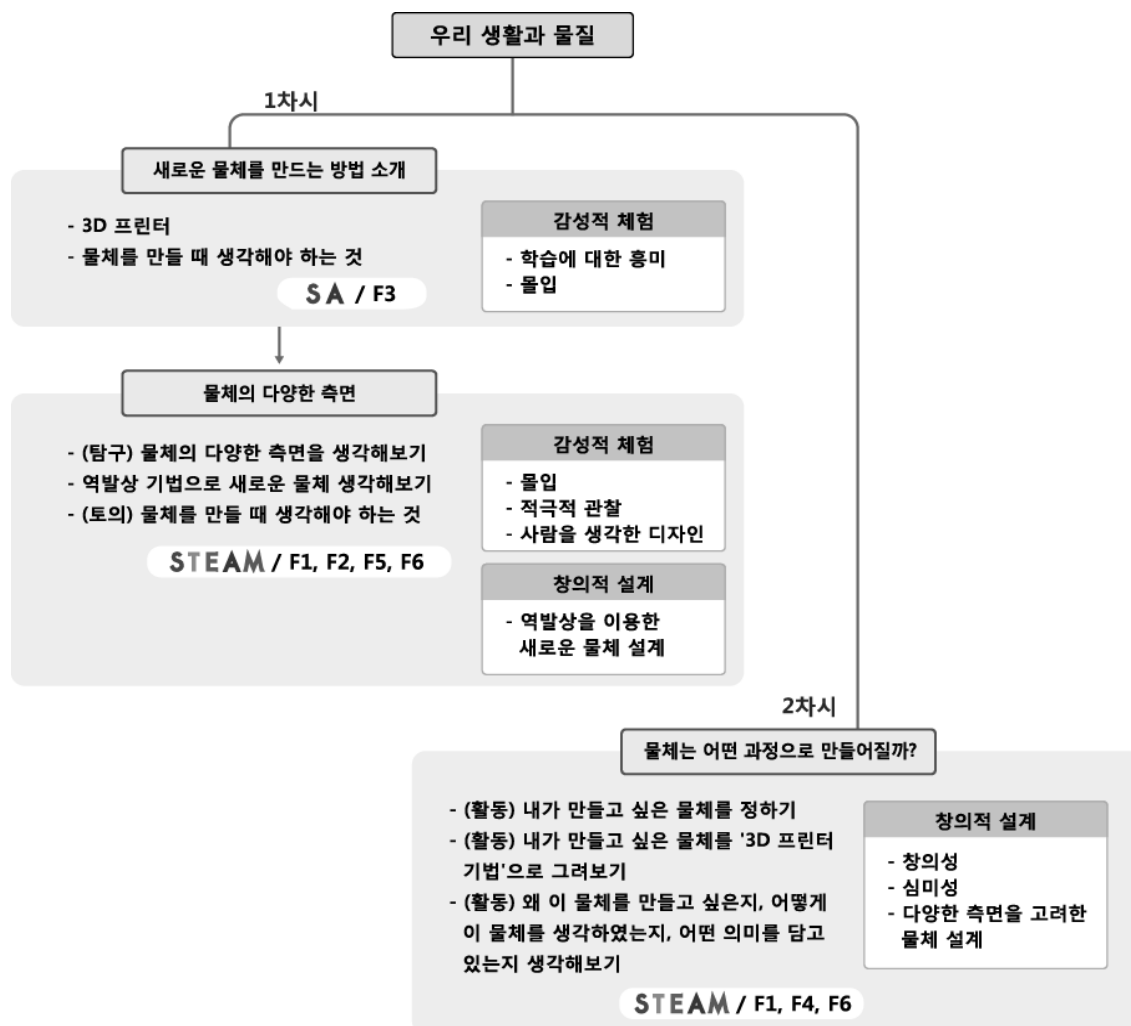
강 경 아 · 강 성 주

용두초, 한국교원대

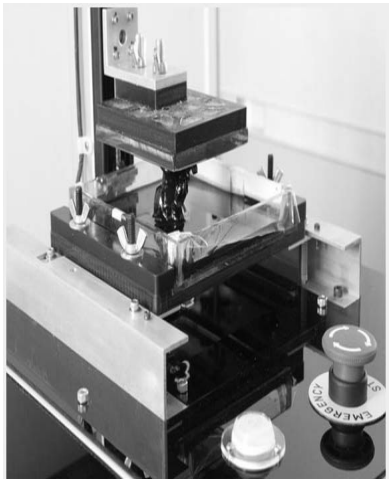
‘신비한 입체 프린터’는 초등학교 3학년 1학기 과학 ‘1단원 우리 생활과 물질’ 단원의 두 차시를 STEAM 수업으로 대체하여 진행할 수 있도록 제작한 수업 모델이다. ‘물질의 다양한 쓰임새’와 ‘쓰임새는 같으나 다양한 물질로 만들어진 물체’에 대해서 알아보는 활동 대신 기존에 있는 물체를 더 편리하게 만들기 위해 어떤 성질을 가진 물질을 이용해야 할 것인지 생각하기 위해 기능성의 신소재를 도입하여 제작하였다. 첫 번째 차시에서는 새로운 물체를 만드는 방법과 물체를 만들 때 생각해야 하는 것에 대해 알아보기 위해 3D 프린터를 도입함으로써 기술적인 방법을 통해 아이디어를 실현할 수 있음을 제시한다. 또한 물체를 이루고 있는 소재와 디자인, 기능을 story-telling의 방식으로 탐구 해 보고 창의적 사고 기법의 하나인 역발상 기법(assumption reversal)을 활용하여 새로운 물체에 대해 생각해보고 물체를 만들 때 궁극적으로 생각해야 하는 것이 무엇인지 토의한다. 두 번째 차시에서는 물체가 만들어지는 과정을 알아보기 위해 학생들이 직접 만들고 싶은 물체를 정하고 정해진 물체를 3D프린터 기법을 활용하여 만들어 본 후에 그 물체를 왜 만들고 싶고 그 물체를 어떻게 생각하였으며 어떠한 의미를 담고 있는지를 생각해 본다. 초등학교 3학년 교육과정 중 미술 교과의 5단원인 관찰 표현 - (1) 얼굴을 이리보고 저리보고 부분과 연계하였고 학생들의 수준을 고려하여 친구 얼굴 그리기 활동을 선택하였다. 쿠키를 만들 때 쓰는 찰주머니나 주사기를 활용하여 아이디어를 입체적으로 스케치하는 활동을 통해 3D 프린터의 원리를 경험할 수 있다. 본 수업 모델을 통하여 학생들은 창의적 활동과 협동 활동, 학습에 대한 긍정적 감정 및 성공을 경험함으로써 올바른 인성과 실용성을 겸비한 융합 인재 교육을 체험 할 수 있다.

◎ 우리 생활과 물질 - 기존 교육과정 구성 및 대체 차시 수업 흐름도

소단원	교육과정 해설서 내용	차시 비교 (금성출판사 기준)	비고
2. 다양하게 쓰이는 물질	우리 주위 물체의 쓰임새를 알아보게 하고, 이 쓰임새 외의 달리 사용할 수 있는 방법도 생각해 보게 한다. 그리고 그 까닭을 그 물체를 구성하고 있는 성질과 관련시켜 설명하게 한다. 기존의 물체를 더 편리하게 만들기 위해서는 어떤 성질을 가진 물질을 이용해야 할 것인지 생각해 보게 하고 그 결과를 발표하게 한다. ⇒ 기능성의 신소재 등장	4차시 물질에는 어떤 성질이 있을까요? 5차시 물질의 다양한 쓰임새에 대하여 알아봅시다. 6차시 쓰임새는 같으나 다양한 물질로 만들어진 물체를 알아봅시다.	대체 5차시와 6차시에 해당하는 내용을 본 교재로 대체할 수 있다.



01. 물체를 만들 때에는 어떤 생각을 해야 할까요?



3D 프린터

플라스틱 등의 재료를 이용하여 물체를 찍어내는 기계. 종이가 아닌 공간에 물건을 만들어 냄.

최초 제작 : 1980년대에 미국

재료 : 플라스틱 액체 이용 - 물체를 찍어냄

목적 : 시제품을 만들어 내기 위해서

예) 볼펜 : 처음 디자인 하고 공장에서 찍어낸 후 볼펜을 검사 할 경우 만일 볼펜에 결함이 있다면 볼펜을 만들어 내는데 필요한 시간과 돈을 버리게 됨. 3D 프린터를 이용하여 먼저 시제품으로 볼펜을 하나 만들고 써 보아 결함이 무엇인지 단점은 없는지 확인하며 보다 쉽고 빠르게 확인 할 수 있고 시간과 돈을 절약할 수 있음.

1. 주변에 있는 다양한 물체 중 ‘의자’를 중심으로 생각해 봅시다.

- ▲ 의자하면 무엇이 생각나나요?
- ▲ 의자는 무엇을 할 때 사용하나요? - 기능
- ▲ 그 의자는 무엇으로 만들어 졌나요? - 소재
- ▲ 그 의자는 어떻게 생겼나요? - 디자인

2. 물체는 새로워지고 있어요. 물체의 역사를 알아봅시다.

					
어떤 물질로 이루어졌나요?	나무 못 등	나무 등	나무, 고무, 금속, 플라스틱 등	스펀지(쿠션),가 죽, 금속, 플라스틱 등	매쉬소재(숨쉬는 신소재 그물망), 플라스틱, 금속 등
생김새를 표현해보아요.					
어떤 특성이 있죠?	어느 쪽으로도 앉을 수 있을 것 같아요	등받이가 있어서 기댈 수 있어요	등받이가 휘어져 편안할 것 같아요 바퀴로 움직이기 편해요	목받침대가 있어서 기댈 수 있어요 폭신해서 엉덩이가 안아파요	바람이 잘 통해서 엉덩이에 땀이 안날것 같아요

3. 물체를 새롭게 생각해 봅시다.

의자의 특징을 적어보아요	거꾸로 생각해보아요
■ 등받이가 있어요 ■ 다리가 있어요 ■ 팔걸이가 있어요 ■ 폭신한 물질이 들어있어요 ■ ...	■ 등받이가 없어요 ■ 다리가 없어요 ■ 팔걸이가 없어요 ■ 폭신한 물질이 안들어있어요 ■ ...
↓	
새로운 의자를 생각해보아요. 1. ‘폭신한 물질이 들어있어요’를 ‘폭신한 물질이 안들어있어요’로 역발상해서 탄생한 ‘에어론 체어’ 2. ‘등받이가 있어요’를 ‘등받이가 없어요’로 역발상해서 탄생한 ‘아이폴’ 3. ... 사람을 고려한 디자인을 강조할 필요가 있으며, 의자가 사람과 그의 삶에 미치는 영향, 직선형태의 의자가 인체공학적인 의자로 변화하게 된 것을 생각할 수 있도록 지도 ⇒ 이 과정에서 창의적 사고 기법 중 ‘역발상 기법’을 활용할 수 있음	

1. Assumption reversal : 창의적 기법 중의 하나. 기본적인 사항을 역으로 생각하여 아이디어를 산출해내는 기법

2. Assumption reversal의 방법

도전 과제에 대한 진술

기존에 있는 것을 분석하여
기본 전제 추출

기본 전제 역발상 하기

역발상을 실현할 구체적 방
법 생각하기



등받이가 있던 의자에서 등받이가 없는 새로운 의자(외과 의사용을 본뜬 등받이 없는 의자 '아이폴')

4. 물체는 무엇을 생각하고 만들어야 할지 토의해 봅시다.

▲ 기능 ▲ 소재 - 인체에 무해하며 환경적으로도 안전한 소재 ▲ 디자인	사람을 생각한 디자인의 중요성을 인식하도록 지도
--	----------------------------

02. 물체는 어떤 과정으로 만들어 질까요? - 해 봅시다!

3학년 미술 교과 교육과정 연계
5. 관찰 표현 (1) 얼굴을 이리보고 저리보고 - 친구얼굴 그리기

1. 내가 만들고 싶은 물체(친구의 얼굴)를 정해 봅시다.

2. 내가 만들고 싶은 물체를 그리고 내 그림을 설명해 봅시다.

그림	설명
	왜 이 물체(얼굴)를 만들고 싶은가? 어떻게 이 물체(얼굴)의 특징을 생각했는가? 어떤 의미를 담고 있는가? 등...
작가노트 OR Einstein 기법 - 자신의 생각을 그림으로 그리고 거기에 담겨있는 의미를 글로 설명하여 적음으로써 문제 이해를 확실히 할 수 있고 자신의 생각을 다시 한 번 생각해 볼 수 있다.	

3. 내 그림을 입체로 표현해 봅시다. -물체를 만들기 전에 먼저 생각해 봅시다.

▶ 어떤 물질로 만들 건가요?

: 생크림이나 초콜릿 - 찰주머니에 채울 수 있는 재료



▶ 어떤 생김새인가요?

: 친구 얼굴, 짧은 머리에 핀을 차고 있고 눈코입이 있음

▶ 얼마나 크게 만들 건가요?

: 주먹 만한 크기

▶ 어떤 방법으로 만들 거예요?

: 빵 위에 생크림을 짜서 얼굴 형태를 먼저 만들고 그 위에 머리카락과 눈 코 입을 순서대로 올리고 그 위에 머리 핀을 올림

눈 코 입은 색이 다 다른데 어떻게 할 건가요?

: 물감이나 여러 가지 색을 낼 수 있는 가루를 넣어 반죽의 색을 다르게 함

▶ 만들려면 준비물은 뭐가 필요할까요?

: 생크림, 물감, 식용 색소, 가루, 찰 주머니, 주사기, 액체 초콜릿, 접시 등

▶ 어떤 순서로 만들어야 할까요?

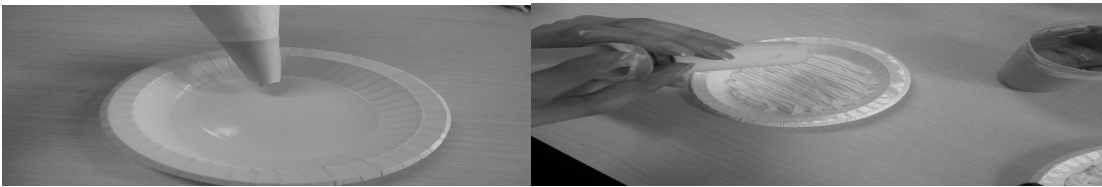
: 아래에서부터 차곡차곡 쌓아서 올림

- 그림 이제 표현 해 볼까요?

		
3D 프린터 결과물	동물 모양 쿠키	학생들의 입체 제작 결과물

학생들이 3D 프린터의 원리를 이용하여 입체를 제작 해보도록 합니다.

주사기나 쿠키를 만들 때 사용하는 짬주머니나 주사기를 사용하여 아이디어를 입체적으로 스케치해보도록 합니다.



학생들의 아이디어를 실제 모형으로 제작해 볼 경우, 먼저 설계를 해야 합니다. 이 때 1차시에서 물체를 만들 때 생각해보아야 하는 3가지 사항인 기능(특징), 소재(물질), 디자인(모양)을 고려해야 함을 상기시킵니다. 또한 실제 제작을 위해서는 어떤 순서로 만들어야 할지 설계된 아이디어를 구현할 제작 방법과 준비물이 무엇인지를 생각해 본 후 제작이 이루어지도록 지도합니다. 이 때에는 혼자서 하는 것보다 비슷한 물체를 만드는 학생들이 협업할 수 있도록 하여 함께 하면 더 좋은 결과물이 나올 수 있음을 깨달을 수 있도록 지도합니다.

제작 후에 자신의 물체의 특징을 생각해본 후 정리해 볼 수 있도록 지도합니다. 이 때 장단점을 보완할 수 있는 방법에 대해 생각해 볼 수 있게 합니다. 장단점을 고려하여 새로운 물질을 예측해 볼 수 있으면 ‘신소재’의 의미를 깨닫는데 도움이 될 것입니다.

	장점	단점	보완
1	생크림이 부드러워서 잘 나와요	생크림이 너무 부드러워서 다루기 어려워요	생크림에 무엇을 첨가하여 조금 더 찌득해지면 좋겠어요
2	...	...	...
3			

우리 생활과 물질 속 STEAM 내용

Science	Technology	Engineering	Art	Mathematics
• 물체와 물질 • 창의적 사고 기법-역발상	• 물체의 제작 기술-3D 프린터	• 물질을 만드는데 필요한 요소 (기능, 디자인, 소재)	• 물체의 변화과정 (역사적 맥락)	• 자신의 생각을 표로 정리하여 표현 (자료의 정리)

자연의 색, 비밀을 풀다*

김진영 · 이길재

광명고, 한국교원대

이 연구는 2012년 4월부터 2012년 12월까지 한국과학창의재단에서 지원하는 “STEAM 교사연구회”에서 개발한 것으로 일반계 고등학교의 교과교육과정에서 사용할 수 있는 융합인재 교육프로그램을 개발하는 것을 목적으로 한다.

이를 위하여 통합의 유형을 분석하여 학문간 통합정도, 통합의 중심요소, 통합을 위한 생각의 도구로 구성된 프로그램 개발전략을 구성하였다. 2009 개정교육과정의 생명과학 교육과정을 분석하여 융합에 적합한 ‘식물’과 ‘유전’을 주제로 선정하고 총 8차시의 교수학습 프로그램을 개발하였다. 식물단원에서 적용 가능한 ‘자연의 색, 비밀을 풀다’와 유전단원에서 적용할 수 있는 ‘유전적 차이를 이용한 팝아트의 구성’은 각 4차시로 구성되었으며 과학, 기술, 공학, 예술, 수학과 융합하였고 창의적 설계와 감성적 체험 과정을 포함하고 있다.

개발된 프로그램은 단일집단 사전 사후 검사 설계로 일반계 고등학생에게 적용하여 효과를 검증하였다. 생명과학 중심의 STEAM 교육 프로그램은 고등학생의 과학에 대한 정의적 영역 신장에 효과적이었다. 과학 학습에 대한 자신감, 즐거움, 가치가 상승하였으며 통계적으로 유의미 하였다. 또한 창의성 신장에도 효과적이었다. 프로그램 적용 후 창의성 표준점수와 유창성, 독창성, 정교성이 상승했고 통계적으로 유의미 하였다.

개발된 프로그램은 일반계고등학교의 교과교육과정에서 활용될 수 있을 것이며, 학생들의 융합적사고와 창의성을 증진시킬 교육방법으로 융합인재교육(STEAM)이 자리 잡는데 기초자료가 될 것이다.

* 이 연구는 한국과학창의재단의 지원(2012.4~2012.12)에 의하여 “STEAM 교사연구회”에서 개발한 결과임

자연의 색, 비밀을 풀다

김진영

광명고등학교 교사

2010년 STEAM 교육이 처음 언급되기 시작한 이후 융합인재교육에 대하여 많은 연구들이 활발하게 진행되고 있다. 한국형 융합인재를 양성하기 위해 시작된 STEAM 교육은 미국의 STEM 교육을 모티브로 하고 있으며 여기에 예술과 인문학을 포괄하는 Arts를 접목하여 창의적 인재를 키워내는데 힘을 쏟고 있다.

지난 2년간의 STEAM 교육 지원 통해 많은 연구기관과 학교현장, 교사연구회에서 STEAM 교육 프로그램을 개발하고 있으며 인식도 확산되고 있다. 그러나 대부분 개발되는 STEAM 교육 프로그램은 초등학교와 중학생을 대상으로 하는 연구들이 대부분이다. 교과간의 경계가 확실하고 강의식 수업이 주로 이루어지는 일반계 고등학교에서 활용할 수 있는 STEAM 프로그램은 찾아보기 힘들다.

또한 많은 STEAM 프로그램들이 STEM의 영향으로 공학적 설계를 강조하고 있고 공학을 기반에 둔 창의적 산출물 제작이 많은 부분을 차지하고 있다. 그러나 생명과학은 다른 과학, 기술 과목과 달리 생명 현상에 대한 탐구를 중심으로 하기 때문에 공학적인 측면을 강조하기 어려운 교과 특성을 지니고 있다.

이에 일반계 고등학교에서 활용할 수 있는 융합인재교육(STEAM) 프로그램을 구성하는 전략과 생명과학 교과시간에 활용할 수 있는 교육 프로그램을 개발하였다.

표 1. 생명과학 중심의 STEAM 교육 프로그램의 구성

차시	제목	생명과학의 영역	통합 요소	적용학년과 단위
4차시	자연의 색, 비밀을 풀다	식물	S= 식물의 색소, 산과 염기 T= 색소분리 기술 E= A= 다양한 색의 꽃 만들기 M= 경우의 수	7학년: 식물의 영양 12학년: 세포와 물질대사
4차시	유전적 차이를 이용한 팝아트의 구성	유전	S= 사람의 유전 T= 전기영동을 이용한 DNA 분리 E= A= 팝아트들 속 공통점과 차이점 M= 가계도를 이용한 확률 계산	10학년: 생명의 연속성 첨단과학과 질병치료 11학년: 유전 12학년: 유전자와 형질발현

1) 〈프로그램: 자연의 색, 비밀을 풀다〉 교수 · 학습 프로그램의 구성

‘자연의 색, 비밀을 풀다’ 프로그램은 ‘식물의 색은 왜 다를까?’ 라는 의문을 갖고 이를 해결하는 과정에서 다양한 활동을 수행하여 궁금증을 해결하는 과학적 탐구 과정을 경험할 수 있도록 구성되었다. 과학적 원리와 수학적 조합을 이용하여 예술적 작품을 만드는 간학문적 통합 프로그램이다. ‘식물의 색은 왜 다를까’와 ‘동일한 색소를 갖는 식물도 왜 다른 색을 나타낼까’의 질문을 순차적으로 던지면서 문제를 해결하게 하는 문제 중심의 학습이며, 식물의 색과 pH, 경우의 수를 조합하여 만들 수 있는 색을 식물로 머릿속에서 형상화하여 표현하는 통합을 위한 생각의 도구를 사용한 프로그램으로, 수업의 개요는 <표 2>에 제시하였다.

(1) 과학 내용

일반적으로 식물은 초록색이라는 생각을 지니고 있지만 조금만 탐색해 보면 우리 주변의 다양한 색을 지닌 식물을 발견할 수 있다. 도입하기 단계에서는 생활에서 접해 보았던 서로 다른 색의 식물을 나열하여 왜 식물의 색이 다른지에 대한 궁금증을 갖게 한다. 이를 해결하기 위한 가설을 설정하여 탐구 과정을 직접 수행하고 경험하게 한다. 다른 색소를 지니기 때문에 식물이 다른 색을 나타낼 것이라는 가설을 세우고 이를 검증하기 위하여 식물 색소 분리 실험을 실시한다. 식물마다 지니는 색소의 종류가 다를 수 확인하고, 엽록소, 카로티노이드, 안토시아닌의 식물 색소가 있다는 과학 개념으로 연결한다. 하나의 궁금증이 해결되면 안토시아닌을 색소로 갖는 수국의 경우도 색이 서로 다르다는 사실을 통해 또 다른 궁금증을 갖게 하고 이를 해결하면서 환경의 영향과 pH 개념을 학습한다. 또한 확장하기 활동에서는 pH의 개념과 지시약의 색 변화에 대한 화학적 개념을 접목해야 주어진 과제를 해결할 수 있도록 구성되어 교과간의 통합성을 경험할 수 있다.

(2) 기술 내용

혼합물 분리에 사용되는 기술인 크로마토그래피법은 과학에서도 많이 응용되는 실험법이다. 문제해결하기에서는 혼합물이 시료에서 매질내의 이동 정도 차이를 이용하여 성분을 분리, 분석하는 방법인 크로마토그래피법을 수행한다. 흡착제에 시료를 점착하고 용매를 통해 전개하면 시료가 용출과 흡착을 반복하며 이동하게 되고, 그 동안 혼합물들이 이동속도에 차이가 생겨 분리가 가능해지는 과학적, 기술적 원리를 알 수 있다. 이온교환, 수지상, 가스등 여러 가지 방법이 있지만 수업에 적합한 종이 크로마토그래피법을 이용하여 원리와 방법을 알게 한다.

(3) 예술 내용

생각열기 단계에서 찾아보는 식물의 색을 통해 자연이 만들어내는 색의 아름다움을 느낀다. 인위적으로 만들어내는 색보다 다채롭고 아름다운 색을 감상하고 식물 색소에 대한 흥미를 가질 수 있다. 또한 확장하기 단계에서 진행하는 자연의 색을 과학으로 따라잡는 활동에서 한지를 이용하여 꽃을 만들고 색

을 입히는 작업을 통하여 머릿속에 형상화 했던 식물을 실제로 만들어보는 활동을 할 수 있다. 만든 작품은 모둠별로 모아 이름을 붙이는 과정을 통해 창의력과 표현력을 기를 수 있다.

(4) 수학 내용

확장하기 단계에서 수행하는 미션 활동의 시작으로, 수학 교과와 ‘경우의 수’와의 연결은 수업을 더욱 흥미롭게 전개되도록 한다. 주어진 몇 가지의 산·염기 용액과 지시약을 통해 이들로부터 얻을 수 있는 색의 조합을 경우의 수를 이용하여 계산한다. 이를 통해 나타낼 수 있는 색을 직접 확인하고, 몇 가지의 색이 주어진 재료로 표현이 가능한지 예상 할 수 있다. 경우의 수 조합과 표 해석하기를 통해 논리적 사고과정을 경험하고 이를 바탕으로 다음 단계에서 수행할 식물 만들기 활동에 대한 설계도를 그릴 수 있으며, 자신이 사용할 색을 직접 선택하여 적극적으로 활동에 참여할 수 있다.

표 2. <자연의색, 신비함에 다가가다> 교수·학습 프로그램의 개요

〈프로그램 2: 자연의 색, 신비함에 다가가다〉			
단 계	활 동	학 습 과 정	STEAM 통합 요소
생각열기	우리 주변 식물의 다양한 색	· 우리에서 볼 수 있는 다양한 식물의 색을 탐색한다. · 자연의 색의 아름다움을 느낀다. · 어떻게 다양한 색이 나타나는지 궁금증을 갖는다.	S: 식물이 지니는 다양한 색 A: 색의 아름다움
도입하기	식물의 색소	· 식물이 지니는 색소의 종류를 안다. · 엽록소, 카로티노이드, 안토시아닌의 특성을 확인한다. · 계절에 따라 식물의 색이 변하는 이유를 이해한다.	S: 식물 색소 종류와 특성
문제 해결하기	크로마토 그래피를 이용한 색소분리	· 크로마토그래피법을 이용하여 식물의 색소를 분리한다. · 각 색소별 이동 정도를 비교한다.	T: 크로마토그래피법 S: 식물색소 분리하기
정리하기	식물 색소의 특성	· 수국의 색은 왜 다르게 나타나는지 궁금증을 갖고 이유를 알아본다.	S: 환경과 식물의 색
확장하기	자연의 색 과학으로 따라잡기	· pH와 지시약의 반응에 따라 다양한 색이 나타남을 알고 조합할 수 있다. · 과학적 원리를 이용하여 꽃 만들기 활동을 통하여 아름다운 색을 만든다.	S: pH와 지시약 M: 경우의 수 계산하기 A: 다양한 색 표현하기 꽃 만들기 조형 활동
Y축: 문제 통합의 활동 중심 요소 주제 다학문 간학문 탈학문 X축: 학문간 통합 정도 관찰 패턴화 형상화 Z축: 통합을 위한 생각의 도구 문제 간학문 형상화		· 간학문적 통합: 과학, 예술, 수학에서 공통적으로 접근할 수 있는 식물과 색이라는 요소를 중심으로 통합 · 문제 중심: ‘식물의 색깔은 왜 다를까?’ 라는 문제를 해결하는 과정을 중심으로 통합 프로그램 구성 · 형상화: 과학적 원리를 이용하여 다양한 색을 가진 식물을 구상하고 표현하는 형상화 과정을 생각의 도구로 사용	

2) 〈프로그램: 유전적 차이를 이용한 팝아트의 구성〉 교수 · 학습 프로그램의 구성

‘유전적 차이를 이용한 팝아트의 구성’ 프로그램은 인간에게서 나타나는 공통점과 차이점이 팝아트 속 작품 속에서 나타나는 공통점과 차이점과 유사하고 또 차이가 나타난다는 점에 착안하여 개발된 것으로 프로그램의 개요는 <표 3>에 제시하였다. 유전학은 국가 차원의 신성장동력 분야와 연계된 분야로 수업의 구성에서 유전을 과학, 기술, 수학, 예술의 통합적 접근을 시도하는 다학문적 통합이며, 유전이라는 추상적이고 어려운 주제를 중심으로 다양한 활동을 이끌어나가는 주제 중심의 통합 프로그램이다. 또한 작품 속 그리고 인간의 공통점과 차이점을 찾으면서 패턴을 인식하고 패턴을 찾아나가는, 통합을 위한 생각의 도구로 패턴화가 사용되었다.

(1) 과학 내용

수업 프로그램에 적용된 과학 내용은 멘델의 유전 법칙과 사람의 유전에서 표현형과 유전자형, 가계도 분석과 같은 유전학적 지식이다. 생각열기 단계에서 팝아트 속에서 캐릭터들의 작은 차이를 살펴보면, 같은 종은 대부분 비슷하지만 작은 차이를 보이게 되는데 이것이 자연 현상에서는 유전자의 차이에서 기인한 유전적 형질 차이에 의한 것임을 알 수 있다. 도입하기에서 염색체를 제시하여 그 속에 유전자가 어떻게 표시하며 두 염색체를 비교하면서 유전자의 차이는 염색체 상에서 어떻게 보이며 그것을 표시하는 방법은 어떠한지에 대해 배움으로써 유전학의 기초적인 원리를 배우게 된다.

(2) 기술 내용

유전자형의 차이를 알아보기 위한 기술적인 방법으로 사용하는 전기영동법은 생명공학에서 사용하는 가장 기본적인 기술로 법의학이 표현되는 영화나 드라마에서 쉽게 접할 수 있다. 교과서에서는 눈으로 보이는 표현형을 통해서 우성과 열성을 알아내고 가계도를 통해 본인이 호모타입인지 헤테로 타입인지를 알아볼 수 있지만, 유전공학기술을 이용하면 가계도 분석 없이도 유전형질을 바로 알 수 있다. 문제해결하기 단계에서 학생이 직접 수행하는 전기영동은 멘델 유전이라는 전통적 학문을 배우면서 공학적 내용을 함께 접함으로써, 과거에서 현재에 이르기까지의 유전학에 접근하는 방법을 알 수 있다.

(3) 예술 내용

생각열기 단계에서 팝아트(Pop-Art) 작품 속에서 같은 듯 다른 캐릭터들의 공통점과 차이점을 찾는 활동을 통해 유전 현상에 접근해 보도록 하였다. 대중적 예술 작품인 팝아트와 앤디워홀 등의 유명 작가는 학생들의 호기심을 자극하여 수업에 관심을 갖게 한다. 마릴린 먼로의 얼굴이나 마이클 잭슨을 그린 작품은 인물을 이용하여 반복적인 이미지를 사용하여 공통점과 차이점을 나타내어 수업에 유용하게 활용된다. 유전현상 역시 대부분 유사한 구성으로 인한 공통점과 몇 가지의 차이점으로 인해 생기는 형질이

있기 때문에 팝아트를 통해 유전적 차이에 대한 접근은 무척 흥미롭다. 팝아트에서 차이점과 공통점은 작가의 상상력과 표현에 의해 결정되지만, 실제 현상에서는 DNA의 유전정보에 의해 결정된다는 사실을 바탕으로 확장하기 단계에서 작품 활동으로 연결된다. 유전 이론을 바탕으로 가계도의 해석을 통해 발현 가능한 형질들을 표현하게 하고, 이를 캐릭터로 표현하여 팝아트 작품을 완성하도록 하여 수업을 마무리 하였다.

(4) 수학 내용

유전학의 발달은 생물학에 기반하여 물리적 사고와 확률적 추론이 함께 융합하여 발달하였다. 정리하기 단계에서 가계도 분석을 통한 확률의 계산을 수행하여 유전자형을 알 수 있는 수학적 방법을 제시한다. 부모와 자손의 유전자형을 확률을 통한 계산을 경험하면서 멘델 유전을 배우는 학생은 유전이라는 생명현상에서 수학적 추론과 조건부 확률을 함께 배우게 된다. 이를 통해 학문이 단독으로 존재하지 않고 서로 연결되면서 시너지 효과를 낼 수 있다는 것을 알게 될 것이다.

표 35. <유전적 차이를 이용한 팝아트의 구성> 교수·학습 프로그램의 개요

〈프로그램 3: 유전적 차이를 이용한 팝아트의 구성〉			
단 계	활 동	학 습 과 정	STEAM 통합 요소
생각열기	팝아트 속 공통점과 차이점	· 다양한 팝아트 작품을 탐색한다. · 작품 속 공통점과 차이점을 찾는다. · 팝아트란 어떤 것인지 알아본다.	A: 팝아트의 표현과 특징
도입하기	유전적 구성을 통한 형질 발현	· 실제 생명체의 공통점과 차이점은 유전자의 차이에 의한 것임을 안다. · 유전자를 알아볼 수 있는 방법을 탐색한다.	S: 유전자와 형질
문제 해결하기	전기영동	· 전기영동의 원리와 마이크로 파이젯의 사용법을 익힌다. · 전기영동을 직접 수행한다. · 전기영동 결과를 해석하고 DNA 특성을 확인한다.	T: 전기영동, 마이크로 파이젯의 사용 S: DNA의 특성
정리하기	유전적 차이를 알아볼 수 있는 방법	· 전기영동의 특성과 DNA의 특징을 정리한다. · 가계도 분석을 통해 수학적으로 유전적 차이에 접근한다.	S: 초파리의 유전자 T: 전기영동 M: 확률의 계산
확장하기	나만의 캐릭터를 이용한 팝아트의 구성	· 주어진 형질을 표현 할 수 있는 자신만의 캐릭터를 만든다. · 캐릭터를 변형하여 일관성 쌍생아를 만든다. · 이들을 구성하여 팝아트 작품을 완성한다.	M: 가계도 계산하기 S: 개인이 지니는 유전적 형질과 차이 A: 캐릭터 만들고 변형하기, 팝아트의 구성

Y축: 문제 통합의 중심 요소 주제

X축: 학문간 통합 정도

Z축: 통합을 위한 생각의 도구

다학문 간학문 탈학문

주제 패턴화

패턴화 형상화 관찰

- 다학문적 통합: 유전에 대한 개념과 탐구 방법을 과학, 기술, 예술, 수학적으로 접근하는 통합의 방법
- 주제 중심: 유전이라는 주제에 접근하는 여러 가지 방법을 사용함
- 패턴화: 팝아트 속 작품과 전기영동 결과에서 패턴을 찾고, 다시 유전적 차이를 이용하여 패턴을 형성하는 패턴화를 생각의 도구로 사용

STEAM으로 배우는 암석과 광물

성 종 규

장전중학교

암석과 광물의 학습에 STEAM요소를 적용하여 배우는 학습 방법을 창안하였다. 암석, 광물을 담은 종이 상자를 구안하여 제작하고 가위, 풀 등을 이용하여 암석, 광물 상자를 조립한다(기술, 공학 요소). 조립한 암석, 광물 상자를 여러 가지 방법으로 꾸미고(예술 요소) 암석, 광물을 판별하여 상자에 담는다(과학 요소).

다중 점광원을 이용한 일식 시범 실험 장치 제작

김인식^{1,3}, 김혜윤², 김종복^{3*}

¹회덕중학교, 대전광역시 306-100

²대전남선중학교, 대전광역시 302-846

³한국교육원대학교 물리교육학과, 충청북도 363-791

Development of solar eclipse simulator using multiple point sources

In Sik Kim^{1,3}, Hye Yoon Kim², Jung Bog Kim^{3*}

¹Hoedeok Middle School, Daejeon 306-100, Korea

²Daejeon Namseon Middle School, Daejeon 302-846, Korea

³Department of Physics Education, Korea National University of Education, Chungbuk 363-791

요 약

일식 때 나타나는 달의 본그림자와 반그림자의 형성을 학생들이 개념적으로 좀 더 쉽게 이해할 수 있게 하기 위해 태양의 역할을 할 수 있는 광원으로 다중 점광원을 사용한 일식 시범 실험 장치를 개발하였다. 다중 점광원을 만들기 위해 일곱 개의 할로겐램프를 육각모양으로 배치하고 중앙에 하나의 램프를 배치하였다. 여러 가지 다양한 광원을 사용한 일식 시범 실험 장치를 운용한 결과 광원 하나를 사용하여 일식 시범 실험을 실시할 때보다 7개의 할로겐램프로 이루어진 다중 점광원을 사용하였을 때 스크린에 본그림자와 반그림자가 형성되는 과정을 육안으로 확실하게 구별할 수 있었다. 또한 지구표면의 관측자 입장에서 보았을 때 본그림자 영역에서는 개기일식을 관찰할 수 있고, 반그림자 영역에서는 부분일식이 관찰되는 것도 육안으로 확인할 수 있게 고안하였다. 스크린과 달의 위치를 간단한 조작으로 조절하여 금환일식이 형성되는 조건도 쉽게 찾아볼 수 있다.

주제어 : 일식, 본그림자(본영), 반그림자(반영), 광원, 일식 실험 장치

서 론

일식은 태양의 빛을 달이 차단시킴으로 태양의 일부 혹은 전체가 안 보이는 현상이다. 이 경우에 달의 그림자가 지구에 형성되는데, 빛이 거의 도달하지 않아 매우 어두운 지역을 본그림자(본영, umbra)라 부르고, 어느 정도 빛이 도달하여 좀 더 밝게 보이는 지역을 반그림자(반영, penumbra)라 한다.

이건호(1999)는 초등학교 과학교사 150명을 대상으로 광원에서 나온 빛이 스크린에 비쳐졌을 때 그림자를 그리도록 하여 그림자의 유형을 분석하였는데 본그림자와 반그림자를 모두 그

린 교사는 37명(24.7%)로 정답률이 낮게 나타났다. 이러한 결과가 나타난 이유는 교사들이 개념 혼동으로 인해 반그림자보다 본그림자를 우선으로 생각하기 때문이라고 보고하였다. 구자홍(2000)은 고등학생을 대상으로 천체 운동 개념을 조사한 결과 지구의 자전과 공전의 개념은 초등학교와 중학교에서 학습을 통해 개념이 형성된 것으로 보여 정답률이 높은 반면 달의 공전과 행성의 공전 개념에서 정답률이 낮은 것은 공간적 개념의 부족과 달과 행성의 운동을 정확히 이해하지 못하기 때문인 것으로 보고하였다. 유병수(2005)는 중학교 과학교사들의 일식과 월식에 대한 개념 이해를 조사한 결과 55.9%가 과학적인 이해를 하고 있고, 나머지 44.1%가 부분적으로 이해하거나 비과학적 이해를 하고 있다고 보고하였다. 특히 일식의 관측

* 교신저자 : jbkim@knu.ac.kr

• 2012년 1월 2일 접수, 2012년 2월 6일 수정, 2012년 2월 8일 통과

경로와 관측 경로가 변하는 원인에 대한 과학적 이해는 28.6 %뿐이었고, 금환일식의 모습과 금환일식이 생기는 조건에 대해 비과학적 이해를 하는 교사들은 30 %를 차지하는 것으로 나타났다.

위 선행연구의 연구 결과에서 보는 바와 같이 현직교사와 학생들이 일식에 대한 과학적 개념을 제대로 형성하지 못하고 있으며 특히, 달의 본그림자와 반그림자의 형성 원리를 과학적으로 이해하지 못하고 있다. 따라서 이를 과학적으로 이해시키기 위한 교구 개발 및 교수학습 자료의 개발이 필요하다. 본 논문에서는 일식 현상을 이해시키기 위하여 태양을 점광원들의 집합체로 볼 수 있도록 여러 개의 램프를 이용하여 태양의 기능을 하도록 하는 일식 시범 실험 장치를 개발하였다.

이론적 배경

(1) 일식이란?

일식은 그림 1과 같이 태양, 달, 지구가 일직선으로 배치되어 태양에 의한 달의 그림자가 지구표면에 드리워졌을 때 달의 그림자영역에 들어온 관측자들이 관찰할 수 있는 현상이다. 일식 때 나타나는 달의 그림자는 그림 1과 같이 본그림자(umbra)(그림 1의 A)와 반그림자(penumbra)(그림 1의 B)라 부르는 두 부분으로 나뉘어진다. 달의 본그림자 영역에 있는 관측자들(A)은 달에 의해 태양을 완전히 가려지는 개기일식을 관측할 수 있고, 반그림자 영역에 있는 관측자들(B)은 달에 의해 태양의 일부분이 가려지는 부분일식을 관측할 수 있다.

개기일식이 관측되는 달의 본그림자 영역은 그 폭이 274 km 정도로 비교적 좁은 영역이고, 이 지점으로부터 3200 km 정도까지가 부분일식을 관측할 수 있는 반그림자 영역이 된다. 달은 지구 둘레를 서쪽에서 동쪽으로 공전하므로 일식이 일어나는 동안 달의 그림자는 동쪽으로 약 1500 km/h의 속도로 움직여서 개기일식경로를 만들고, 개기일식이나 금환일식

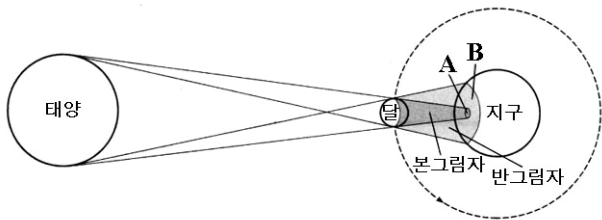


그림 1. 달의 본그림자 영역(A)과 반그림자 영역(B).

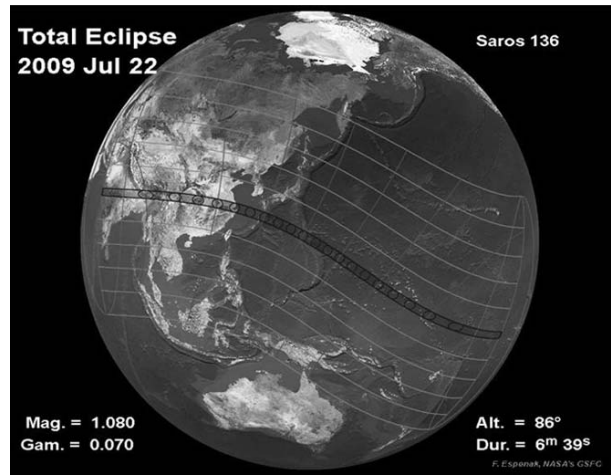


그림 2. 2009년 7월 22일의 개기일식경로, F. Espenak, NASA GSFC (Goddard Space Flight Center) 제공

의 지속시간은 몇 초에서 10여분을 넘지 않는 짧은 시간동안만 지속된다(Zirker, 1995).

그림 2는 2009년 7월 22일에 중국일원에서 관측된 개기일식의 개기일식경로이다. 가운데 파란색 선으로 표시된 지역이 개기일식을 관측할 수 있는 본그림자 영역이고, 주변에 녹색 선으로 표시된 지역이 부분일식을 관측할 수 있는 반그림자 영역이다.

태양은 달보다 직경이 400배 정도 크지만, 그만큼 멀리 떨어져 있기 때문에, 지구에서 볼 때 태양과 달의 평균 시직경은 32분(약 0.5도)으로 거의 같다. 만약 하늘에서 달의 경로(백도)와 태양의 경로(황도)가 일치한다면 즉 같은 평면상에서 운동한다면 매달 달이 태양 앞에 올 때마다 일식을 볼 수 있을 것이다. 하지만 달의 궤도는 태양 궤도면에 대해 약 5°기울어진 상태로 지구-달의 공통질량중심에 대하여 타원궤도를 그리며 돌고 있기 때문에 달은 태양의 위쪽이나 아래쪽에 위치하게 된다. 따라서 태양과 달의 경로가 1년에 2번씩 만나 달이 태양을 가릴 수 있을 정도로 황도에 가까워졌을 때 일식이 일어나게 된다(Morrison, 1994).

지구는 태양주위를 타원궤도로 공전하고 달도 지구주위를 타원궤도로 공전하기 때문에 지구로부터 달과 태양까지의 거리는 계속해서 변한다. 이 때문에 태양과 달의 시직경도 시간에 따라 약간씩 달라진다. 따라서 태양과 달, 지구가 그림 1과 같이 일렬로 배열되어 있을 때, 두 가지 상황이 일어나게 된다. 지구와 달 사이의 거리가 평균거리보다 더 가까워지게 되면 달의 시직경이 태양의 시직경보다 커져 태양을 완전히 가리는 개기일식이 일어나게 되고 지구와 달 사이의 거리가 멀어지게 되

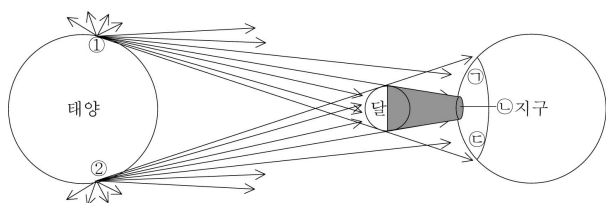


그림 3. 본그림자와 반그림자의 생성 원리.

면 달의 시직경이 태양의 시직경보다 작게 되어 달이 태양을 완전히 가리지 못하고 태양표면의 가장자리 부분이 금반지처럼 관측되는 금환일식이 일어나게 된다.

일식현상이 나타날 때 생기는 달의 본그림자와 반그림자는 태양에서 오는 빛이 한 점에서 출발하는 것이 아니라 태양의 모든 표면이 광원 역할을 하기 때문에 나타나는 현상이다. 그림 3은 태양의 각지점이 점광원이라고 고려하였을 때 빛의 경로를 광선으로 나타낸 것이다. 태양표면의 수많은 점들 중에 두 개의 점광원 ①과 ②을 생각하여보자. 각 점광원에서는 모든 방향으로 빛을 방출한다. ① 지점에서 출발한 광선들 중에 일부는 지구를 향하여 갈 것이다. 이 빛 중에 일부는 달에 의해 가려져 지구의 ㉠과 ㉡지역에 도달할 수 없게 된다. 하지만 지구의 ㉢지역을 향해 직진한 빛은 ㉣지역에 잘 도달한다. 같은 방법으로 태양의 ②지점에서 지구를 향하여 출발한 빛 중에 달에 의해 가려져 지구의 ㉠과 ㉡지역을 밝힐 수 없게 된다. 하지만 지구의 ㉢지역은 밝힐 수 있게 된다. 따라서 지구의 ㉢지역은 태양표면 ①에서 출발한 빛을 받기는 하지만, 태양표면 ②에서 출발한 빛을 받을 수 없고, 지구의 ㉣지역은 태양표면 ②에서 출발한 빛을 받기는 하지만, 태양표면 ①에서 출발한 빛을 받을 수 없다. 이렇게 해서 ㉢과 ㉣지역은 태양표면 중 일부 영역에서 출발한 빛만 받을 수 있기 때문에 모든 빛이 도달하는 지역에 비하여 조금 어두운 반그림자 영역이 되고, 지구의 ㉠지역은 태양의 어느 표면에서 오는 빛도 도달하지 못하기 때문에 완전히 어두운 본그림자 영역이 된다.

(2) 일식현상에 대한 학생들의 이해도 조사

달의 본그림자영역과 반그림자영역에서 각각 어떤 일식을

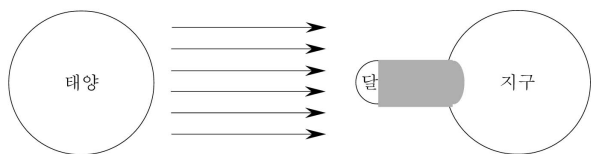


그림 4. 빛의 직진을 어느 정도 이해한 학생들이 표현한 달의 그림자.

관측할 수 있는가를 묻는 질문을 연구자가 근무하는 중학교의 3학년 기말고사에 평가문항<부록 1>으로 출제하였을 때 학생들이 보여주었던 문항 통과율 89.2%에서도 알 수 있듯이 대부분의 학생들이 본그림자 영역에서는 개기일식이 관측되고, 반그림자 영역에서는 부분일식이 관측된다는 사실을 잘 알고 있었다. 따라서 연구자는 중학교 3학년 남학생 3개반(100명)을 대상으로 실시한 수업 후 이해도 조사에서는 개기일식과 부분일식의 관측영역에 관한 질문은 생각하고 본그림자와 반그림자의 생성원리를 묻는 질문에 초점을 맞춘 설문<부록 2>을 실시하였다. 학생들은 본그림자와 반그림자의 생성원리를 묻는 질문에 대해 아주 극소수의 학생을 제외하고는 설명을 시도조차 하지 못했으며, 본그림자와 반그림자 영역에서 왜 각각 개기일식과 부분일식을 관측할 수 있는지를 묻는 질문에 대해서도 '그렇게 배웠기 때문에 그렇게 알고 있다'는 식으로 답변하는 경우가 대부분을 차지하였다. 일상생활에서 볼 수 있는 본그림자와 반그림자의 예를 들어보라는 질문에 대해서도 100명의 학생 중 단 한명도 적절한 예를 제시하지 못했다. 따라서 연구자는 학생들이 본그림자와 반그림자의 생성이 빛의 직진 때문에 생기는 그림자의 중첩에 의해 발생하는 현상임을 인지하지 못하고 단순한 암기를 통해 개기일식과 부분일식을 알고 있음을 발견할 수 있었다.

또한, 같은 학생들을 대상으로 수업 전에 실시한 이해도 조사의 결과를 보면 일식 때 달에 의해 생기는 그림자의 모양을 그려보게 한 질문에 대한 학생들의 답변 중 그림 1과 같이 본그림자와 반그림자를 정확히 그린 학생들은 거의 없었으며, 그나마 빛의 직진을 이해하는 학생들은 그림 4와 같은 그림을 그린 것으로 보아 본그림자와 반그림자의 개념이 없는 것으로 파악되었다.

중학교 3학년 과학교과서에서 일식을 설명하기 위해 제시된 그림에서 달의 본그림자와 반그림자의 형성을 빛의 경로를 고려하지 않고 비과학적으로 표현하고 있는 것도 학생들이 달의 본그림자와 반그림자의 형성과정을 제대로 이해하지 못하게 만드는 원인 중 하나라고 생각된다. 그림 5는 교과서에 제시된 일식관련 그림이다.

학생이 그린 그림 4와 비교하여 보면 교과서보다 학생의 그림이 더 정확하다고 할 수 있다. 그 이유는 학생의 그림은 적어도 빛의 직진을 정확하게 이해하여 그린 것이기 때문이다. 그렇지만, 그림 5는 태양에서 온 빛이 평행하게 오다가 달을 만난 후에 어떻게 본그림자 영역으로 빛이 켜져 들어갈 수 있는지

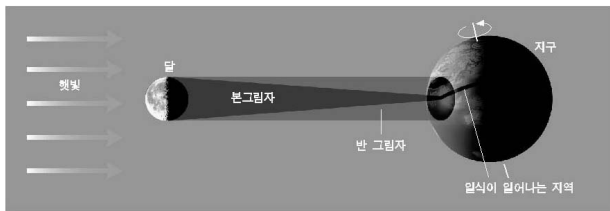


그림 5. 교과서에 제시된 달의 본그림자와 반그림자 그림 (이성묵 외, 2008).

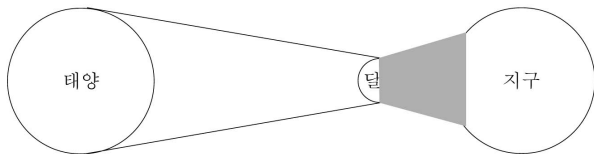


그림 6. 일식현상에 관한 그림을 어렵게 기억하고 있는 학생들이 표현한 달의 그림자.

설명할 수 없는 그림이다. 교과서를 통해서 과학적 이해를 바라는 것은 도저히 불가능하다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 태양의 각지점이 점광원 역할을 하여 사방으로 방출된 빛이 지구에 도달하는 모습을 관찰할 수 있도록 실험 장치를 개발할 필요성이 있다.

또한 몇몇 학생들은 마치 달이 오목렌즈 역할을 하는 것처럼 그림 6과 같은 광 경로를 그렸다. 이렇게 표현한 학생들은 어디서 일식 현상의 그림을 대충 보기는 했는데 그 원리를 정확히 이해하고 있지 않고 어렵게 기억으로만 그림자의 모습을 알고 있기 때문에 그림 6과 같이 표현했다고 하였다. 결론적으로 수업 전에 실시한 이해도 조사를 통해 학생들은 달의 본그림자와 반그림자의 형성을 빛의 직진과 연결시키지 못하고 있음을 발견할 수 있었다.

일반적으로 과학교사들은 그림 7과 같은 삼구의를 사용하여 일식·월식현상을 설명한다. 하지만, 삼구의는 일식 현상을 보여 주기에는 적절하지만 일식 때 나타나는 달의 본그림자와 반그림자의 형성 원리를 학생들에게 이해시키기에는 부족한 점이 많다. 따라서 광원과 스크린, 달의 모형으로 구성된 간단한 일식 실험 장치를 제작하여 학생들이 쉽게 조작하면서 일식현상에서 관측되는 개기일식, 부분일식, 금환일식을 재현할 수 있게 실험 장비를 개발할 필요가 있다.

실험 장치

일식 현상을 시범 실험으로 보여줄 수 있는 장치의 개발에서 가장 중요한 것이 광원이다. 그림 8은 일식 실험 장치의 전체적

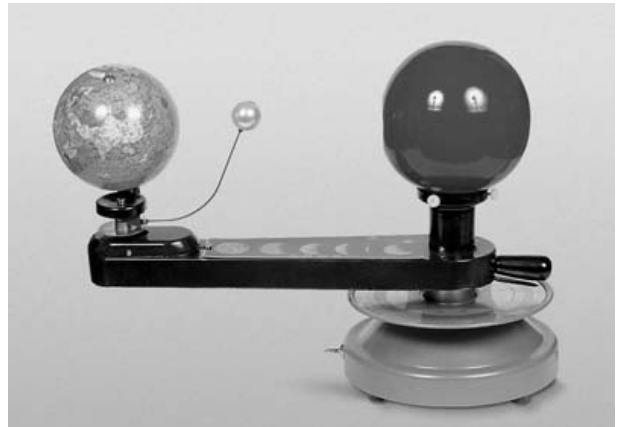


그림 7. 삼구의.

인 구성도이다.

광원, 공, 및 스크린을 그림 8과 같이 수평대 위에 설치할 수 있도록 제작하였다. 달을 대신하여 지름 4cm의 스퀴시공을 지지대에 부착하여 위치를 이동해 가며 스크린에 도달하는 빛의 분포를 관찰할 수 있도록 제작하였다. 실험 장치의 기본 골격은 목재를 사용하였다. 목재는 가공성이 뛰어나 제작하기 편리하며, 학생들이 쉽고 편리하게 조작할 수 있다.

일식 실험 장치에서 지구 표면 역할을 하는 스크린은 평면으로 제작되었다. 혹시 삼구의(그림 7)에 익숙한 사람들은 지구 표면 역할을 하는 스크린을 지구와 같은 모양인 구면으로 제작해야 된다고 생각할 수 있는데, 본 연구의 목적은 삼구의처럼 지구, 달, 태양의 모양에 중점을 둔 것이 아니라 일식 때 나타나는 달의 본그림자와 반그림자, 그리고 그 영역에서 실제로 개기일식과 부분일식이 관측되는지 탐구해 볼 수 있는 교구 개발에 그 목적이 있으므로 스크린을 평면으로 만들고 그 위에 x축과 y축으로 좌표를 설정하여 1cm간격으로 작은 구멍을 뚫어 놓아 뒤쪽에서 실제적으로 달 모형(스퀴시공)에 의해 광원이 어떻게 가려져 보이는지 관찰할 수 있게 제작하였다(그림 16).

이론적 배경에서 보았듯이 일식이 일어날 때 지구에서 보이

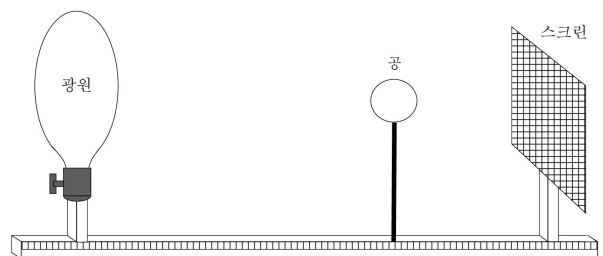
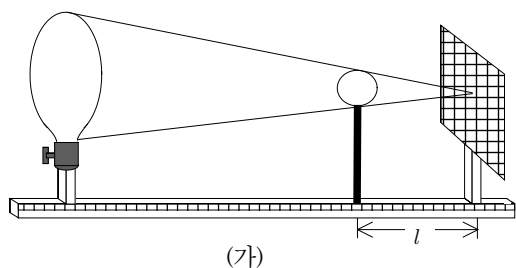
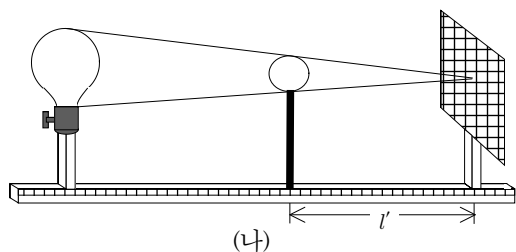


그림 8. 일식 실험 장치의 구성도.



(가)



(나)

그림 9. 광원의 크기에 따른 달 모형의 위치 변화.

는 태양과 달의 시직경은 거의 같다. 따라서 일식 실험 장치에서도 광원과 달 모형의 시직경을 같게 하기 위해 그림 9와 같이 광원의 크기에 따라 광원과 달 모형 사이의 거리(l , l')가 달라져야 한다. 그림 9(가)처럼 광원의 크기가 크면 달 모형과 스크린 사이의 거리(l)가 짧아지고, 그림 9(나)처럼 광원의 크기가 작으면 달 모형과 스크린 사이의 거리(l')가 길어진다. 그런데 같은 밝기의 광원을 사용한다 하더라도 광원의 크기가 작으면 달 모형과 스크린 사이의 거리가 멀어져 그림자가 그만큼 멀어지는 단점이 있다. 따라서 본 연구에서는 직경이 큰 두 종류의 광원을 사용하였다. 하나는 직경이 큰 단일 광원이고, 다른 하나는 7개의 할로겐램프로 구성된 다중 광원이다.

직경이 큰 단일 광원은 그림 10과 같이 45 W 형광등색 3과장 램프를 반투명한 10인치(25.4 cm) 폴리카보네이트 구를 씌워 지지대위에 부착하였다.

그림 11은 직경이 큰 단일 광원을 이용한 실험 장치이다.



그림 10. 직경이 큰 단일 광원.



그림 11. 직경이 큰 단일 광원을 이용해 구성된 일식 실험 장치.

10인치 폴리카보네이트 구를 씌운 단일 광원을 사용하면 직경이 큰 광원으로써의 역할을 잘 보여줄 수 있지만, 학생들에게 그림 3의 태양표면 ①지점에서 출발한 빛이 달에 의해 가려져 ㉠과 ㉡영역에 도달하지 못하고 태양표면 ②지점에서 출발한 빛이 달에 의해 가려져 ㉢과 ㉣영역에 도달하지 못한다는 사실을 구분지어 설명하기에는 불편함이 있다. 따라서 각 점광원의 통제가 필요하다. 각각의 점광원을 통제하기 위해 그림 12와 같이 7개의 할로겐램프를 이용하여 다중할로겐램프 광원을 제작하였다. 다중할로겐램프 광원은 각각의 할로겐램프 뒷면에 그림 13과 같이 스위치를 달아 개별적으로 램프를 점멸할 수 있게 하였다. 다중할로겐램프의 규격은 <부록 3>에 첨부하였다.



그림 12. 7개의 할로겐램프를 사용한 다중할로겐램프 광원.

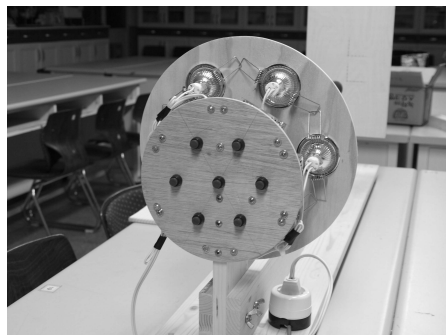


그림 13. 각 램프에 부착된 on, off 스위치.

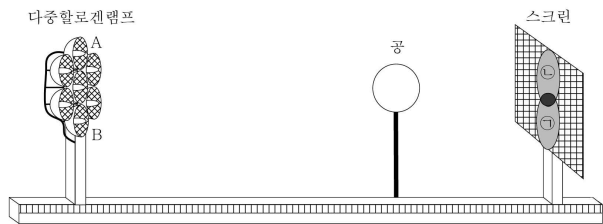


그림 14. 다중할로겐램프를 광원으로 사용한 일식 실험 장치의 구성도.

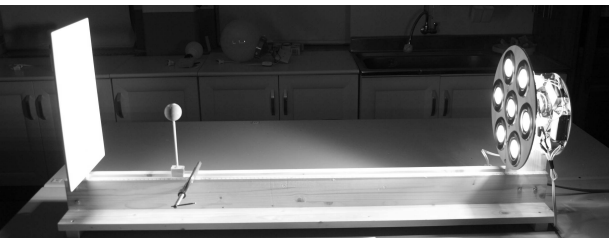


그림 15. 다중할로겐램프를 광원으로 사용한 일식 실험 장치.

학생들에게 달의 본그림자와 반그림자의 생성원리를 설명하기 위해 먼저 다중할로겐램프를 이용한 일식 실험 장치의 전구 A를 켜면 그림 14와 같이 스크린에 ㉠과 같은 그림자가 형성된다. 다음에 실험 장치의 전구B를 켜면 스크린에 ㉡과 같은 그림자가 형성된다. 이때 그림자 ㉠과 ㉡이 겹치는 영역에 형성되는 그림자가 본그림자이고 겹치지 않은 영역에 형성되는 그림자가 반그림자이다.

위의 설명과 같이 다중할로겐램프를 이용한 일식 실험 장치를 이용하면 직경이 큰 광원으로서도 만족스럽고, 학생들에게 달의 본그림자와 반그림자의 생성원리를 설명하기에도 만족스러운 결과를 얻을 수 있다.

그림 15는 다중할로겐램프를 설치한 일식 실험 장치 모습이다.

실험 결과

가. 직경이 큰 단일 광원을 이용한 실험

직경이 큰 단일 광원을 사용하면 반그림자와 본그림자가 나타나는 것을 확실하게 볼 수 있으며(그림 16), 광원(태양)과 공(달) 사이의 거리에 따라 그림자의 모습이 어떻게 변하는지 한 눈에 볼 수 있다. 스크린에서부터 달 모형까지의 거리가 멀어질수록 본그림자의 영역이 줄어들고 반그림자의 영역이 커진다.

직경이 큰 단일 광원에 의해 형성되는 본그림자와 반그림자

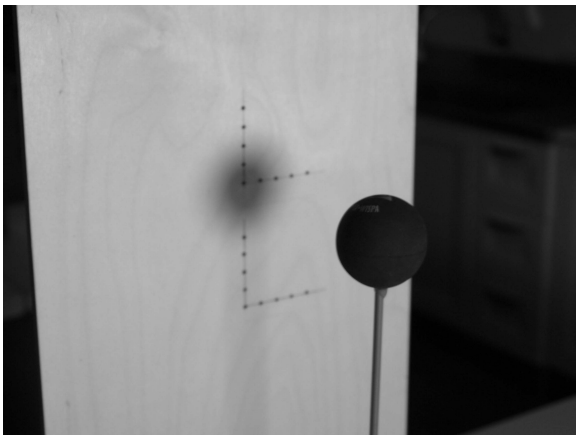


그림 16. 단일광원에 의한 달의 본그림자와 반그림자.

는 스크린과 달 사이의 거리에 따른 그림자 크기의 변화율이 훨씬 두드러져서 5 cm 간격으로 그 변화율을 관측하는 것이 더 유용하였다. 따라서 직경이 큰 단일 광원에서는 스크린과 달 사이의 거리를 10 cm, 15 cm, 20 cm로 변화시켜가며 표 1과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

이 결과에서 재미있는 현상은 스크린과 달 사이의 거리가 15 cm보다 커지면 그림 17(나)와 같이 금환일식 현상이 일어나는 것을 좌표축 중심에 뚫린 구멍에서 관측할 수 있다는 것이다. 금환일식은 그림 17(가)와 같이 스크린과 달 사이의 거리(l)가 길어지면 달의 시직경(α)이 광원의 시직경(β)보다 작아져 달이 광원전체를 가리지 못하고 그림 17(나)와 같이 광원의 테두리가 보이는 현상을 말한다.

표 1의 결과가 의미하는 내용을 좀 더 자세히 알아보기 위해 표 1의 결과 중 음영으로 표시한 스크린과 달 사이의 거리가 10 cm일 때 스크린에 나타나는 달의 그림자를 그림으로 그리면 그림 18과 같다. 그림 18에서 보는 바와 같이 좌표축의 원점만 본그림자 영역에 들어와 있기 때문에 표 1과 같이 좌표 0일 때만 개기일식을 관찰할 수 있고, 좌표 1,2,3이 반그림자 영역에 들어있으므로 표 1과 같이 좌표 1,2,3에서는 부분일식

표 1. 직경이 큰 단일 광원에서 좌표축 구멍으로 관측되는 일식.

스크린과 달 사이의 거리 (cm)	좌표축을 따라 뚫어놓은 구멍들의 좌표		
	개기일식	부분일식	광원이 다 보임
10	0	1, 2, 3	4
15	0	1, 2, 3, 4	-
20	0 (금환일식이 나타남)	1, 2, 3, 4	-

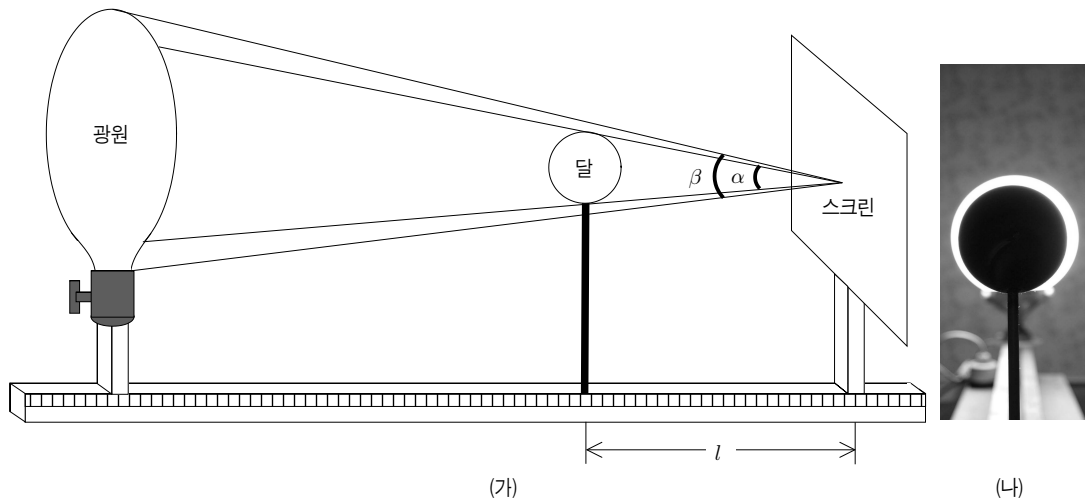


그림 17. 단일 광원에서 금환일식이 일어나는 조건(가)과 금환일식의 모습(나).

을 관찰할 수 있었으며, 좌표 4는 달의 그림자 영역에 들어와 있지 않으므로 표 1과 같이 좌표 4에서는 광원 전체를 다 볼 수 있다.

스크린 뒤쪽에서 스크린에 뚫린 구멍을 통해 광원을 바라보면 그림 19와 같은 일식모습들을 관측할 수 있다. 그림 19는 왼쪽부터 개기일식, 금환일식, 부분일식을 나타낸 것이다. 개기일식과 금환일식은 스크린 좌표축의 중앙에서 관측한 것이다. 부분일식 사진 중 왼쪽 사진은 스크린 좌표축을 스크린 뒤쪽에서 보았을 때 좌표축의 왼편에 뚫린 구멍을 통해 관측한 부분일식의 모습이고, 오른쪽 사진은 좌표축의 오른편에 뚫린 구멍을 통해 관측한 부분일식의 모습이다. 따라서 본 교구를 이용해 학생들에게 개기일식, 부분일식은 물론, 금환일식도 어떤 상황에서 나타나는지 보다 쉽게 설명할 수 있다. 이때 광원과 스크린까지의 거리는 105 cm이었다.

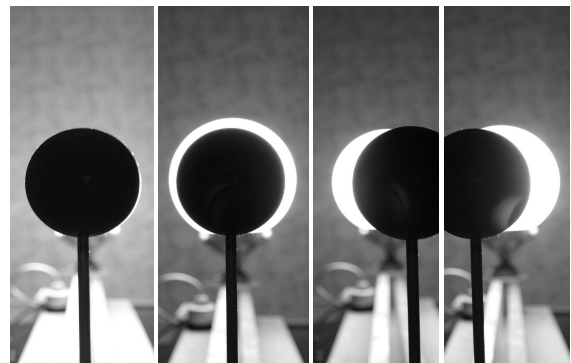


그림 19. 단일 광원에서의 개기일식, 금환일식, 부분일식(좌측부터).

나. 다중할로겐램프 광원을 이용한 실험

다중광원의 가장 큰 특징은 광원의 뒷면에 있는 스위치로 각 광원을 독립적으로 점등할 수 있다는 것이다. 이렇게 각 광원을 점등시켜보면 왜 크기가 큰 광원에 의해 형성되는 그림자에 본그림자와 반그림자가 형성되는지 단계별로 파악해 볼 수 있다. 그림 20은 다중할로겐램프 광원의 가운데 램프만 점등하였을 때의 모습과 이때 나타나는 달 모형의 그림자이다. 이 때 램프에 의해 형성된 달 모형의 그림자를 보고 본그림자와 반그림자를 구별하긴 어렵다. 할로겐램프가 이상적인 점광원이라면 본 그림자만 나타날 것이다. 할로겐램프가 어느 정도의 크기를 가지기 때문에 그림자 경계가 약간 흐릿함을 볼 수 있다. 이 때문에 할로겐램프 대신에 LED를 사용할 것을 권유한다. 하지만, 광원으로부터 달까지의 거리가 먼 경우에는 할로겐램프도 거의 점광원처럼 작용한다. 그림 21과 같이 두 개의 램프를 점등하

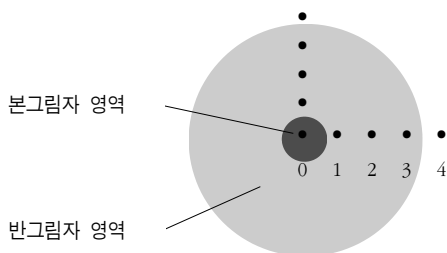


그림 18. 스크린과 달 사이가 10 cm일 때 스크린에 나타난 달의 그림자.

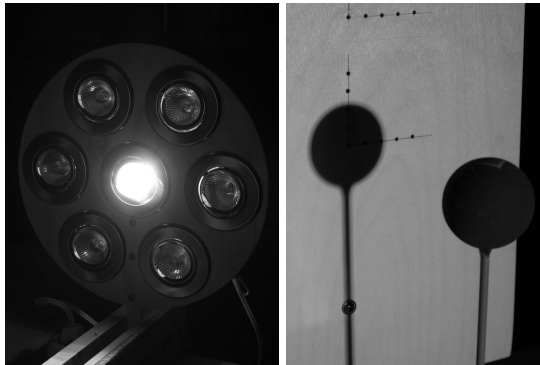


그림 20. 가운데 램프 하나만 점등되었을 때 달 모형의 그림자.

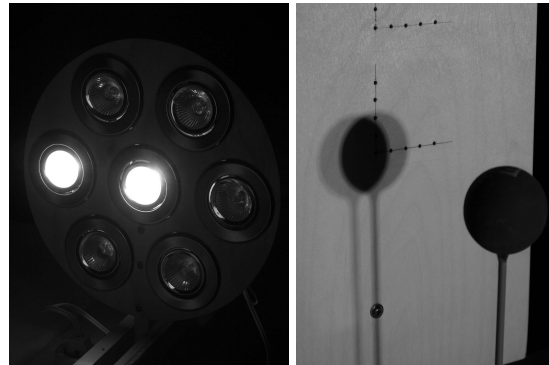


그림 21. 두 개의 램프를 점등하였을 때 달 모형의 그림자.

면 두 개의 그림자가 겹치면서 어두운 영역과 약간 흐릿한 영역으로 그림자가 구분되는 것을 볼 수 있다. 그림에서 어두운 영역이 본그림자이고 흐릿한 영역이 반그림자이다. 이는 그림 14에서 설명한 내용과 같은 결과이다. 이런 단계를 밟아 전구를 하나씩 더 점등하면서 그림자가 형성되는 모습을 관찰해 보면 그림 22, 23과 같이 본그림자와 반그림자가 형성되는 원리를 보다 쉽게 이해할 수 있다. 실제 일식 때 나타나는 반그림자 영역은 그림 16의 결과와 같이 그림자의 중심에서부터 멀어질수록 연속적으로 벌어진다. 실제 일식 때는 직경이 큰 단일 광원에서와 같이 태양 표면전체가 개개의 점광원으로 작용하고 이들이 만드는 무수히 많은 달의 그림자들이 중첩되어 반그림자 영역을 형성하기 때문에 그림자의 중심에서부터 멀어질수록 반그림자 영역이 연속적으로 벌어진다. 하지만, 7개의 할로겐램프로 제작한 다중할로겐램프에서는 반그림자 영역이 7개의 그림자들이 중첩되어 형성된 것이기 때문에 그림 23과 같이 불연속적인 모습을 가질 수밖에 없다.

다중할로겐램프 광원을 이용한 실험에서도 직경이 큰 단일

광원을 이용한 실험에서와 같이 스크린과 달 모형 사이의 거리를 5 cm 간격으로 변화시켜가며 표 2와 같은 결과를 얻었다. 다중할로겐램프 광원에서는 달과 스크린 사이의 거리가 20 cm 일 때 그림 24(좌로부터 두 번째 사진)와 같이 좌표축의 중심 구멍에서 금환 일식을 볼 수 있었다. 다중할로겐램프 광원을 이용한 실험에서 금환일식이 나타나는 조건도 그림 17(가)와 같은 원리로 설명할 수 있다. 스크린 뒤쪽에서 스크린에 뚫린 구멍을 통해 광원을 바라보면 그림 24와 같은 일식모습들을 관측할 수 있다. 그림 24는 왼쪽부터 개기일식, 금환일식, 부분일식을 나타낸 것이다. 개기일식과 금환일식은 스크린 좌표축의 중앙에서 관측한 것이다. 부분일식 사진 중 왼쪽 사진은 스크린 좌표축의 왼쪽에 뚫린 구멍을 통해 관측한 부분일식의 모습이고, 오른쪽 사진은 좌표축의 오른쪽에 뚫린 구멍을 통해 관측한 부분일식의 모습이다.

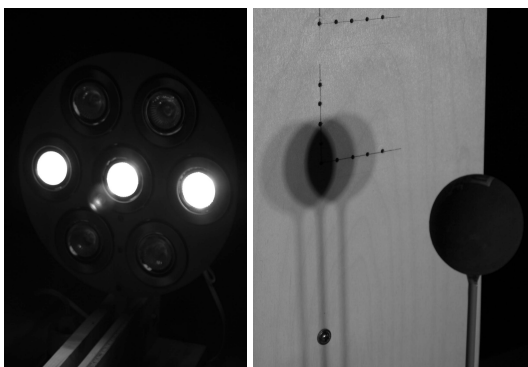


그림 22. 세 개의 램프를 점등하였을 때 달 모형의 그림자.

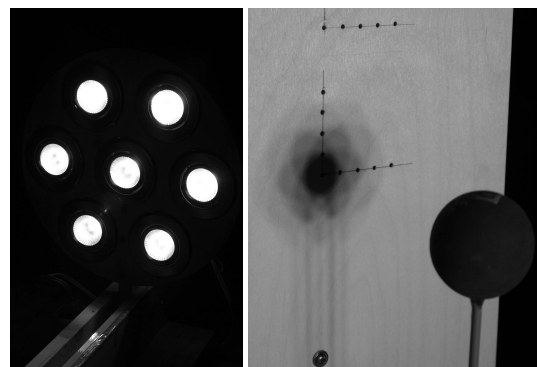


그림 23. 램프 7개를 모두 점등하였을 때 달 모형의 그림자.

표 2. 다중할로겐램프 광원에서 좌표축 구멍으로 관측되는 일식.

스크린과 달 사이의 거리(cm)	좌표축을 따라 뚫어놓은 구멍들의 좌표		
	개기일식	부분일식	광원이 다 보임
10	0	1, 2, 3	4
15	0	1, 2, 3, 4(살짝 가림)	-
20	0 (금환일식이 나타남)	1, 2, 3, 4	-

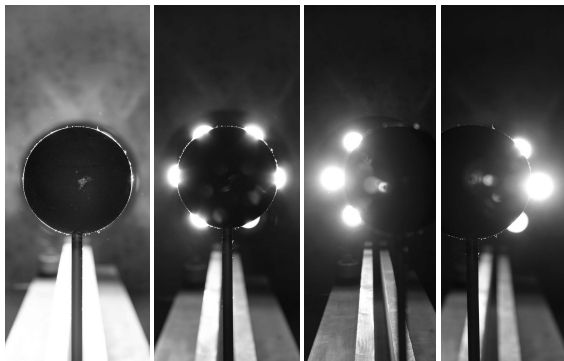


그림 24. 다중 광원에서의 개기일식, 금환일식, 부분일식(좌측부터).

결론 및 제언

본 연구에서 제작한 일식 실험 장치를 가지고 달 모형(스퀴시공)의 위치를 조절하며 지구 표면(스크린)에 맺힌 상의 모습을 관찰하면 달의 본그림자와 반그림자 영역이 달과 지구 사이의 거리에 따라 크기가 변하는 모습을 육안으로 관찰할 수 있었다. 또한, 다중광원인 다중할로겐램프 광원의 각 램프에 스위치를 달아 램프 7개를 각각 점소등해보면서 그림자의 중첩에 의해 달의 본그림자와 반그림자가 형성되는 원리를 가시적으로 확인할 수 있었다. 달의 본그림자와 반그림자 영역에서 달에 의해 태양이 실제 어떤 모습으로 가려지는지 육안으로 확인할 수 있도록 스크린에 좌표모양으로 구멍을 뚫어 그림자의 영역에 따라 달에 의해 광원이 가려지는 모습을 스크린 뒷면에서 눈으로 확인할 수 있도록 고안하였으며 실제로 스크린에 뚫린 구멍을 통해 본그림자와 반그림자 영역에서 각각 개기일식과 부분일식 때 관찰할 수 있는 모습과 같은 모습을 관찰할 수 있었다.

본 연구에서 제작한 일식 실험 장치는 제작 방법이 간단하여 현장과학교사들이 DIY공구들을 이용하여 직접 제작할 수 있으며 실험 장치의 구성과 작동원리가 간단하고 가시적이어서 학생들이 실험 장치를 직접 조작해 보면서 달에 의한 본그림자와

반그림자가 형성되는 원리를 찾고, 각 영역에서 개기일식과 부분일식이 관측됨을 관찰할 수 있으며, 달과 지구 사이의 거리가 멀어지면 금환일식이 관측됨을 확인할 수 있다. 따라서 본 실험 장치를 활용하면 개기일식, 부분일식, 금환일식이 일어나는 원리를 학생들 스스로 찾아가는 자기주도적 과학수업을 구현할 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 한국교원대학교 2011년 학술연구지원비에서 일부 지원받았습니다.

ABSTRACT

We develop the solar eclipse simulator using multiple point sources for the sun to make students understood the principle of formation of the moon's umbra and penumbra during solar eclipse more easily and conceptually. We use seven halogen lamps to make hexagonal multiple point sources and arrange a lamp at the center. As the result of using the various types of light sources for the light source, We can find out the forming process of umbra and penumbra of the moon clearly, when hexagonal multiple point sources are used, rather than a bulb for the light source. Moreover, We designed the screen to be able to observe a total eclipse at the umbra area and partial eclipse at the penumbra area. And when we adjust the position of the moon, we can make the condition of annular eclipse easily.

Key Words : solar eclipse, umbra, penumbra, light source, solar eclipse simulator

참고문헌

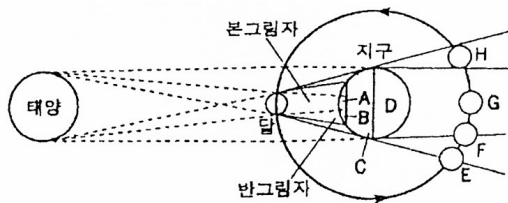
- 구자홍 (2000) 고등학생들의 공간능력과 천체운동개념과의 상관관계. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 유병수 (2005) 중학교 과학교사의 일식과 월식에 대한 개념 이해. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 이건호 (1999) 빛에 대한 초등학교 교사들의 개념. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 이성목 외 (2008) 중학교 과학 3학년 교과서. 금성출판사.
- Mirison D (1994) Exploration of the universe. Harcourt brace jovanovich college publishers.
- Zirker JB (1995) Total eclipse of the Sun, Princeton Univ. <www.nasa.gov/centers/goddard/home/index.html>

부 록

1. 일식관련 중학교 3학년 과학 기말고사 평가문항

연구자가 근무한 중학교의 3학년 과학 기말고사에 <표 3>와 같이 달의 그림자영역에 따른 일식의 종류를 묻는 문항을 출제하여 학생들의 이해정도를 파악하였다.

표 3. 그림자영역에 따른 일식의 종류를 묻는 평가문항.
다음 그림은 달이 지구 주위를 공전하는 모습이다.



위 그림에서 개기일식을 관측할 수 있는 지역은?

- ① A ② B ③ C ④ D ⑤ G

2. 일식현상에 대한 학생들의 이해도 조사지

가) 일식에 대한 수업 전 이해도 조사지

일식에 대한 수업 전 이해도 조사는 <표 4>과 같은 내용으

표 4. 일식에 대한 수업 전 이해도 조사지.

일식에 대한 수업 전 이해도 조사

3학년 ()반 ()번 이름 : ()
 실시 일시 : 20()년 ()월 ()일 ()교시

1. 일식은 달이 지구 주위를 공전하다가 태양에서 오는 빛을 가려서 생기는 현상으로 달의 그림자에 들어선 지역에서 관측할 수 있다.
달에 의해 생기는 그림자를 아래 그림 위에 그리시오.



태양



달



지구

2. 위와 같이 달의 그림자를 그린 이유는 무엇입니까?

로 실시하였다.

나) 일식에 대한 수업 후 이해도 조사지

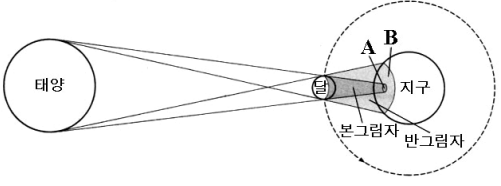
일식에 대한 수업 후 이해도 조사는 <표 5>와 같은 내용으로 실시하였다.

표 5. 일식에 대한 수업 후 이해도 조사지.

일식에 대한 수업 후 이해도 조사

3학년 ()반 ()번 이름 : ()
 실시 일시 : 20()년 ()월 ()일 ()교시

일식이 생길 때 아래 그림처럼 본그림자 지역(A)에서는 태양이 완전히 가려지는 **개기일식**이 일어나고 반그림자 지역(B)에서는 태양이 부분적으로 가려지는 **부분일식**이 일어납니다.



- 본그림자와 반그림자가 생기는 원인을 설명하시오.

- 본그림자에서는 왜 개기일식을 관측할 수 있나요?

- 반그림자에서는 왜 부분일식을 관측할 수 있나요?

- 본그림자와 반그림자 현상을 우리 주변에서 경험한 현상에서 본 적이 있다면 간단히 설명해 주세요.

3. 다중할로젠램프 규격

다중할로젠램프의 규격은 그림 25, 26, 27과 같다.

다중 점광원을 이용한 일식 시범 실험 장치 제작

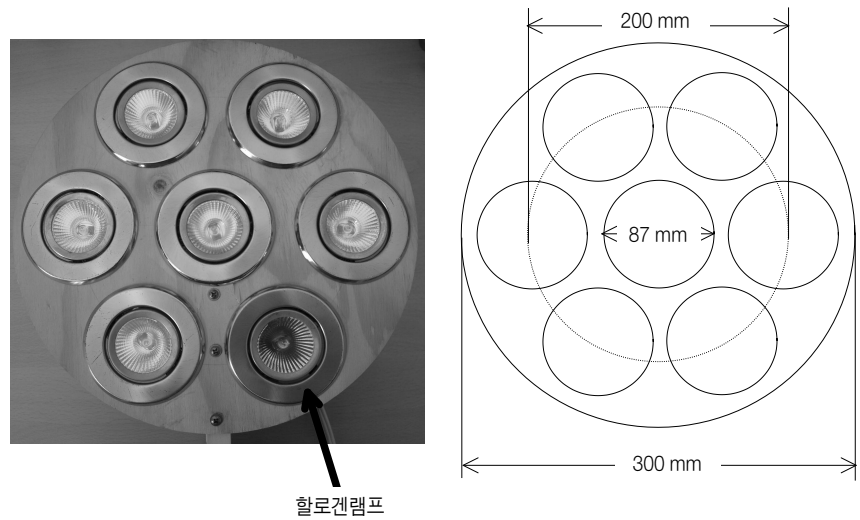


그림 25. 다중할로겐램프의 앞면 규격.

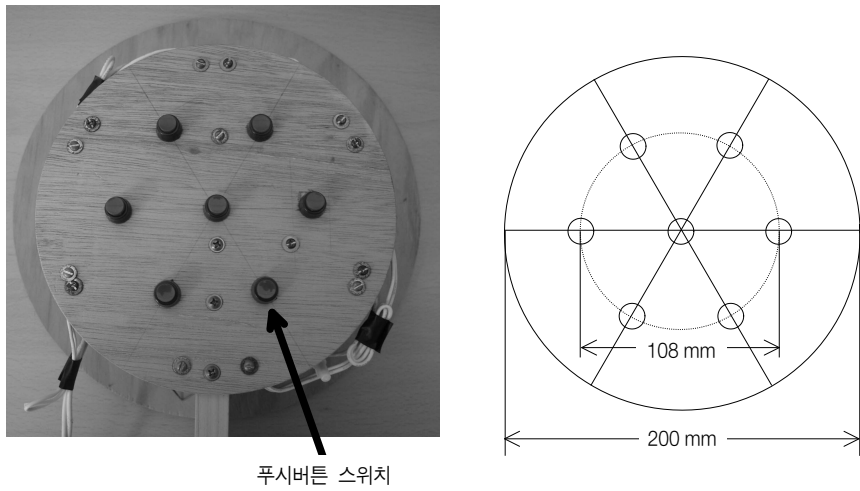


그림 26. 다중할로겐램프의 뒷면 규격.

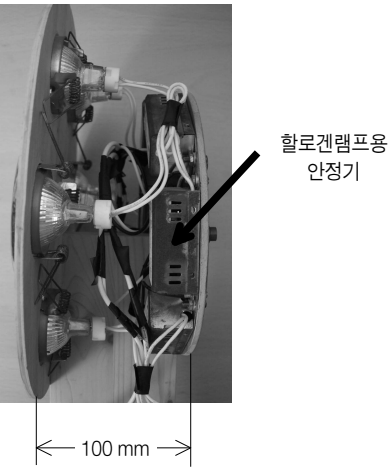


그림 27. 다중할로겐램프 옆면 규격.

색의 삼원색 합성 다이어그램을 관찰할 수 있는 LED 빛 합성 실험장치의 제작과 활용

임 대 환
문산고등학교

I. 이 실험은?

빛의 3원색을 방출하는 세 개의 발광다이오드(LED)가 바닥을 비추고 있는 상태에서, 광원과 바닥 사이에 작은 원반을 두면, 그림 1과 같이 원반에 의한 그림자가 바닥에 나타난다. 원반 위에서는 세 광원에서 방출된 빛의 합성을 관찰할 수 있고, 원반 아래쪽 그림자가 나타나는 영역에서는 물감(색)의 3원색 합성 다이어그램을 관찰할 수 있다. 외부 조명에 의해 방해받지 않고 선명하게 합성된 빛을 관찰할 수 있도록 전체를 그림 2와 같이 상자 형태로 만들 수 있도록 하였다.

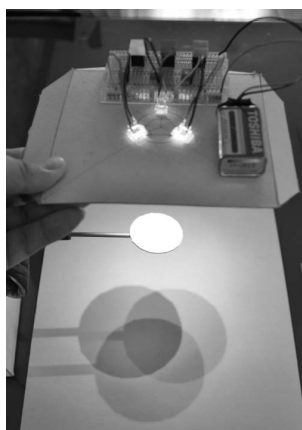


그림1. 원반에 의한 그림자

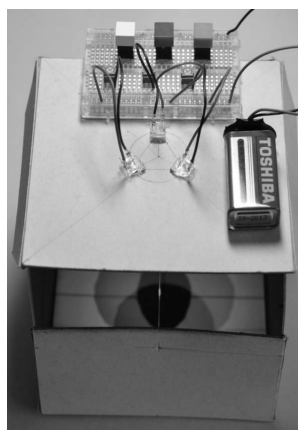


그림2. 빛 합성 상자

II. 제작 과정

빛 및 색의 삼원색 합성 다이어그램을 관찰할 수 있는 실험장치의 제작은 LED 광원 제작, 빛 합성상자 제작, 광원장치 부착 및 빛의 밝기 조정 순서로 설명하고자 한다.

1. LED 광원 제작

빛의 삼원색인 RGB LED들을 독립적으로 제어하고 적절한 위치에서 빛이 나오도록 하기 위하여 LED 광원들을 제작하여야 한다. 표 1에 제시된 재료들을 사용하였다. LED는 형광등 조명하에서도 비교적 잘 볼 수 있도록 출력이 큰 LED 들을 사용한다.

표 1. 재료 목록

부품명	규격	수량
LED	Hyper Flux 5pie, R, G, B 각 1개 7.62×7.62mm	3
Switch	Push Button, R, G, B 3색 각 1개 8.5×8.5mm	3
브래드 보드	82×53.2×9.5mm	1
potentialmeter (가변저항)	0.5W, 6.8×6.8mm, 0~1k Ω	3
배터리 홀더	스냅인 단자(Soft), 9V	1
배터리	9V	1
전선	MOLEX 5264용 Wire Harness, Single side crimp, 길이100mm, 검정 3개, 빨강 3개	6
하드보드지	2절, 흑색	1

가. 부품별 특성

1) LED

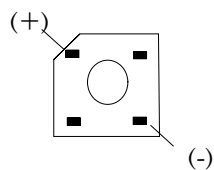


그림 3. LED 전극 (Red, top view)

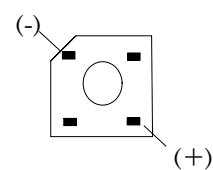


그림 4. LED 전극 (Green & Blue, top view)

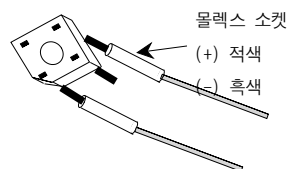


그림5. LED 전극에 몰렉스 소켓 연결

2) Potentialmeter (가변 저항)

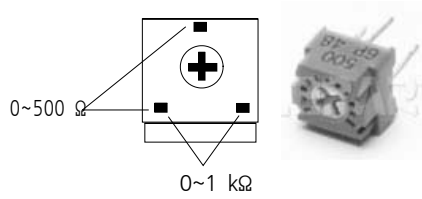


그림 6. Potentialmeter (top view)

3) 스위치

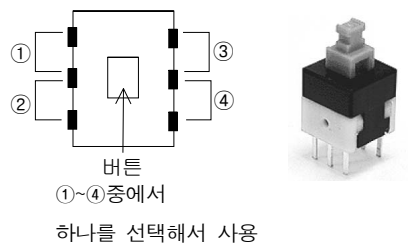


그림 7. Switch

나. 회로도

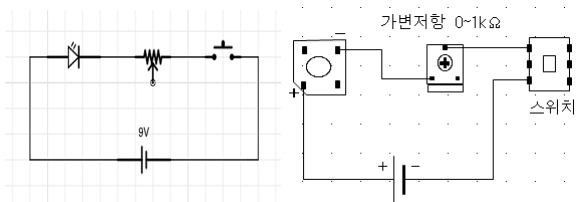


그림 8. 회로도

다. 부품 설치

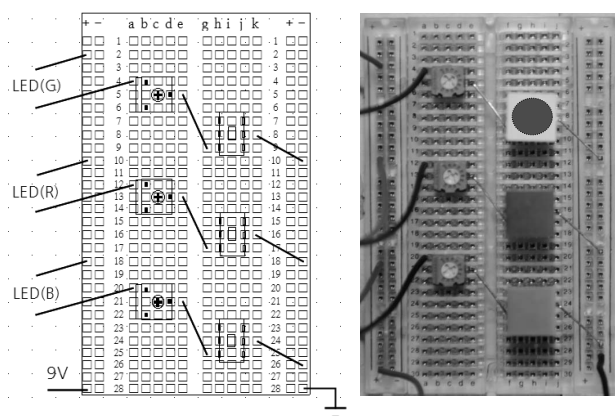


그림 9. 브레드 보드 부품 설치 안내도

2. 빛 합성 상자 제작

가. 전개도 작도 및 상자 조립

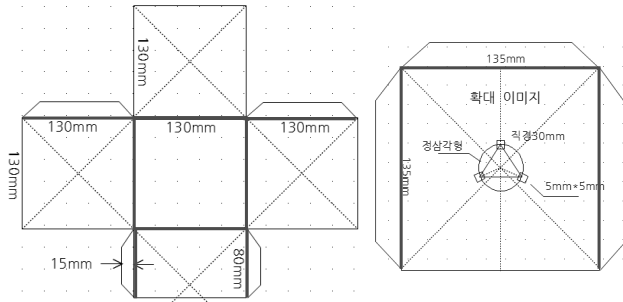


그림 10. 전개도

- 1) 하드보드의 백색면에 전개도를 그린다.
- 2) 전개도에서 접히는 부분은 칼집을 넣어준다(백색면).
- 3) 흑색면이 내부를 향하도록 상자를 조립한다.
- 4) 하드보드를 128 mm×128 mm 크기로 잘라서 백색면이 위를 향하도록 상자 바닥에 부착한다.

나. 원반 설치

- 1) 전개도에서 점선이 교차하는 네 점에 낚시줄이 통과할 수 있도록 구멍을 뚫는다.
- 2) 낚시줄이 십자모양으로 교차하도록 한다.
- 3) 교차한 곳에 직경 30 mm의 원반을 올려놓는다(원반의 뒷면에 양면 테이프 부착).

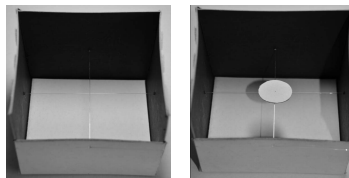


그림 11. 빛합성 상자

3. 광원 장치의 부착

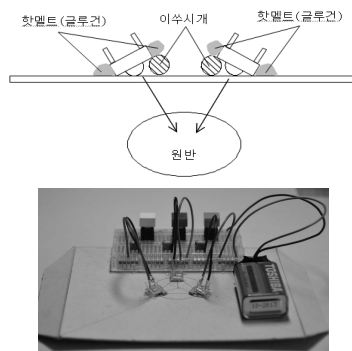


그림12. LED 지향성 조정

- 가. R, G, B 광원에서 방출된 빛은 지향성을 가진다. 광원에서 방출된 빛이 원반위에서 백색광으로 합성되도록 하기위하여 LED의 지향성을 그림과 같이 조정한다.
- 나. 상판의 날개와 상자에 벨크로 테이프를 부착하여 상판을 상자에 탈부착이 가능하도록 한다.

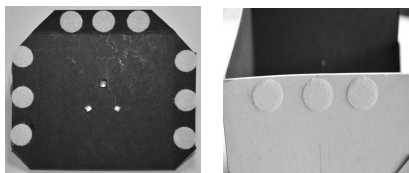


그림 13. 벨크로 테이프 부착

4. LED 밝기 조정

- 가. 가변저항의 조절 나사를 드라이버로 돌리면 가변저항의 저항값이 변하면서 LED의 밝기를 조절할 수 있다.
- 나. 3개의 광원을 모두 켜고 LED의 밝기를 조절하여 원반 위에서 백색광이 합성되도록 저항값을 조정한다.

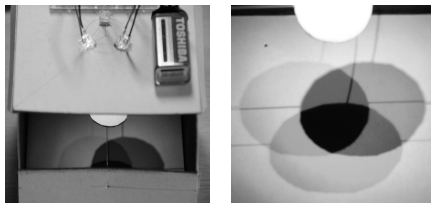


그림 14. LED 밝기 조정

Ⅲ. 실험장치의 활용

1. 빛 합성 실험장치의 활용법

- 가. 빛 합성상자와 광원장치

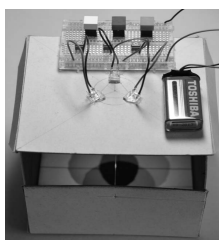


그림 15. 빛 합성 상자와 광원장치

빛 합성 상자가 암실효과를 만들어주기 때문에 실험실을 어둡게 하지 않아도 선명한 빛 합성 결과를 만들어낼 수 있다. 스위치 조작으로 다양한 조합이 빛 합성을 실험할 수 있다.

나. 스크린 · 바닥 투사

광원 장치를 빛 합성 상자에서 분리하여 사용하는 방법이다. 실험실을 어둡게 하고 그림과 같이 광원 장치 앞에 원반을 두면 색 합성 다이어그램을 스크린에 투사할 수 있다. 또는 바닥에 흰색 종이를 깔고 광원 장치와 바닥 사이에 원반을 놓으면 실험대 위에 색 합성 다이어그램을 투사할 수 있다. 이 방법은 조별 실험활동 시 유용하다. 다만 실험실을 어둡게 유지하여야만 좋은 합성결과를 얻을 수 있다.

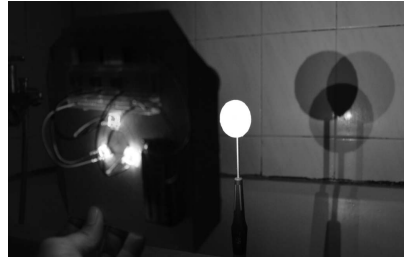


그림 16. 스크린투사방식
(시범실험)

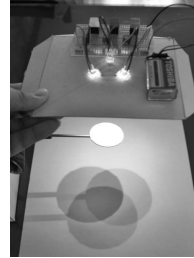


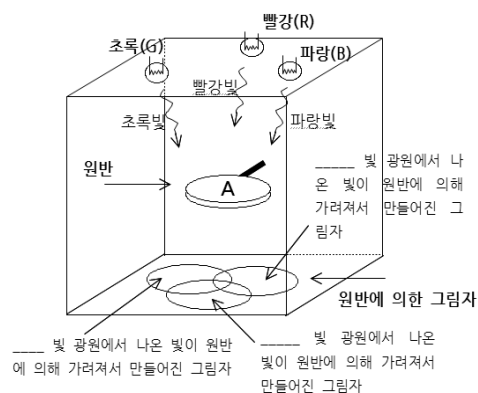
그림 17. 바닥투사방식
(조별, 개인별)

IV. 수업 활용 예 : 수업 활동지

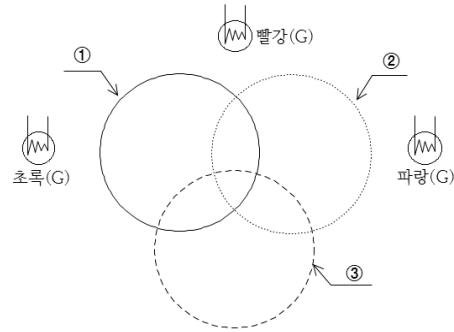
1. 빛의 합성

가. 원반 위에서 이루어지는 빛의 합성을 관찰하여 다음의 표를 완성해 보자.

	①	②	③	④
켜진 광원	빨강(R)+초록(G)+파랑(B)	빨강(R)+초록(G)	빨강(R)+파랑(B)	초록(G)+파랑(B)
합성된 빛의 색은?				

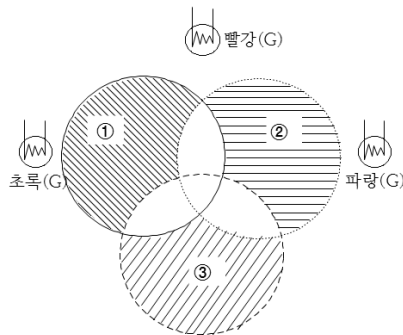


나. 광원을 켜고 끄면서 각 그림자가 어떤 광원에 의해 만들어진 것인지 알아내보자.



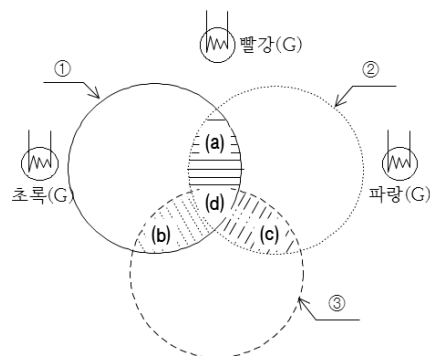
- 1) 파랑색 광원이 원반에 의해 가려져서 만들어진 그림자는?
- 2) 빨강색 광원이 원반에 의해 가려져서 만들어진 그림자는?
- 3) 초록색 광원이 원반에 의해 가려져서 만들어진 그림자는?

다. 그림자의 각 영역(① ~ ③)을 관찰하고 다음의 표를 완성해보자.



	①	②	③
관찰된 색			
원반에 가려서 빠진 빛			
각 영역에 도달한 빛			

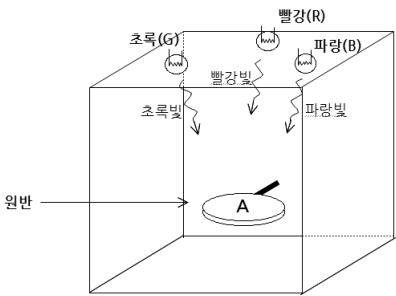
라. '(a) ~ (d)'영역의 색을 관찰하여 기록하고 각 영역을 비추는 빛의 종류를 찾아본다.



	(a)	(b)	(c)	(d)
관찰된 색				
도달하는 빛				

2. 물체의 색

가. A 원반 위에 ‘빨간색’ 물체를 올려놓고 점등하는 광원의 조합을 바꿔가면서 물체가 어떤 색으로 보이는 지 관찰하여 기록한다.



켜진 광원	R+G+B = 백색	빨강(R)	초록(G)	파랑(B)	빨강(R)+초록(G) = 노랑	빨강(R)+파랑(B) = 자홍	초록(G)+ 파랑(B) = 청록
보이는 색							

- 1) 광원을 켜서 물체를 비추고 있음에도 불구하고 검은색으로 보이는 경우가 있다. 그 이유는 무엇일까?
- 2) 빨간색 물체가 흡수하는 빛은 무엇인가?
- 3) 빨간색 물체가 반사하는 빛은 무엇인가?

V. 마치는 글

이 실험 장치로 관찰할 수 있는 ‘빛 합성 다이어그램’은 원반에 의한 그림자로 인해 만들어진다. 그래서 빛의 3원색 광원을 직접 비추어서 만들어내는 빛 합성 다이어그램과는 다르다. 이 장치는 보통의 빛 합성 장치가 아니라 색의 합성장치로 해석이 된다는 점이 실험장치의 특징이다. 빛의 합성과 관련된 낯선 문제 상황은 학생들의 흥미를 자극하고 탐구동기를 자극할 수 있을 것이다. 또한, 원형 구멍이 뚫린 판을 설치하면 바로 빛의 삼원색 합성 다이어그램을 만들 수 있다.

이 실험 장치를 학생들이 직접 제작함으로써 제작과정 자체를 탐구활동 프로그램으로 구성할 수 있다. 브레드보드를 이용한 기초 전자회로 실습과정과 빛 합성 실험장치 제작과정이 하나의 프로그램이 될 수 있다. 고등학교 1학년 과학 과목에서 빛합성 실험 장치는 LCD 디스플레이 장치의 원리를 탐구하는 수업 프로그램에서 기초 과학 개념 학습의 도구로 활용될 수 있다.

LCD 디스플레이 장치는, 빛의 합성이라는 과학개념의 공학적 응용사례라고 볼 수 있다. 공학적 응용

사례들은 교사들에게조차 매우 전문화된 지식으로 인식되기 때문에 자칫 응용사례들에 대한 피상적 소개에 그칠 우려가 있다.

본 장치는 최근 관심이 많은 STEAM 과학교육을 위하여 활용할 수 있을 것이다. LCD 디스플레이 장치라는 공학적 응용사례가 교과서에서 소개되는 것도 STEAM 교육적 요소가 반영된 것이라고 생각한다. LCD 디스플레이 장치라는 공학적 응용사례는 학생들이 빛과 색과 관련된 과학적 개념을 학습하는데 대단히 훌륭한 동기부여로 기여할 뿐만 아니라, 학습한 개념을 실생활에 적용해볼 수 있는 기회가 된다. 학생들이 과학시간에 배운 과학개념의 쓸모를 느끼는 것은 대단히 가치 있는 일이다.

네트워크 역할놀이

이 동 준

물리넷 / 관동중학교 교사

우리는 무심코 사용하는 인터넷이 어떠한 원리로 작동되는지 모른다. 우리는 단지 웹 브라우저를 작동시켜 웹페이지를 호출하면 해당되는 페이지가 내 브라우저 화면에 펼쳐지는 것이다. 그 중간에 어떠한 과정을 거쳐서 내 앞에 웹페이지 화면이 펼쳐지는지는 알 필요가 없었던 것이 사실이다. 이렇게 일종의 블랙박스처럼 여겨져 관심의 대상이 되지 못하는 네트워크의 작동원리를 깊이 이해하기 위해서 역할놀이를 도입해 보았다.

네트워크 역할놀이를 통해서 학생들은 네트워크상에 존재하는 클라이언트, 허브, 서버의 역할 및 서로의 존재를 인식하는 IP 주소체계에 대해 깊이 이해할 수 있을 것으로 기대된다.

1. 목표

네트워크상에 존재하는 클라이언트, 허브, 서버는 물리적 기계의 일종으로 네트워크를 통해 요청을 보내고, 요청을 전달하며, 요청에 따른 답장을 보내는 등의 역할을 한다. 우리는 이러한 클라이언트, 허브, 서버가 작동되는 원리를 의인화하여 역할놀이 형식으로 변환하였다. 이를 통해 학생들은 인터넷이 작동되는 원리를 역할 놀이를 통하여 설명할 수 있다.

- 1) 클라이언트의 IP 주소를 알고, 클라이언트의 IP 주소를 기반으로 메일을 보내거나 받고, 웹페이지 요청을 하거나 받을 수 있다.
- 2) 허브의 작동과정을 알고 이를 정확하게 의인화 하여 표현할 수 있다.
- 3) 서버가 어떻게 클라이언트의 요청에 답하는지 이해하고, 클라이언트의 요청에 따라 정확하게 업무를 처리해 낼 수 있다.

이번 연구에서는 역할놀이의 전반적인 설계 및 적용 방법에 대해서만 논하며, 교육적 효과에 대한 검증은 나중의 연구를 위해 남겨 둔다.

2. 이론적 배경

1) 역할놀이

역할놀이란 사회적 문제 해결 과정의 하나로 학생들에게 가상의 문제 상황을 주고, 주어진 상황 속의 인물의 역할을 대신 수행해 본 후 문제나 논쟁점을 해석, 그 문제와 관련된 대안을 발견·평가하여 문제 해결책에 스스로 다다를 수 있도록 하는 것이다(박성익, 권낙원, 1994). 역할놀이를 통해서 학생들은 문제상황을 깊이 이해할 수 있고 문제해결을 위한 사고가 촉진되어 학생들의 관찰력, 의사결정능력, 의사소통기술, 문제해결능력 등 고급 사고력도 신장될 수 있다고 본다(이시경, 유태명, 1997).

사회 교과에서는 역할놀이의 대상이 주로 어떤 직책을 가진 자연인인 경우가 많은데, 네트워크 공간에서는 자연인 대신, 어떤 기계장치나 장치 내부의 한 부속을 담당하는 경우가 있다.

2) 네트워크의 접속 형태

네트워크상에서 쌍방의 정보를 주고받기 위해서는 여러 가지 방식의 접속 형태가 있다.

일반적으로 CS(Client & Server), P2P(Peer to Peer) 등이 있으며 CS 모델은 쌍방에 있어서 주인과 손님의 관계와 같은 형태를 띤다.

CS 모델에서 컴퓨터는 크게 클라이언트(Client)와 서버(Server)로 나눌 수 있다. 클라이언트는 우리가 많이 사용하는 PC에 해당한다. 우리는 클라이언트 컴퓨터를 이용해 서버 컴퓨터에 특정 서비스 요청(Request)을 보내게 된다. 서버는 이 요청을 받아 적당한 응답(Response)을 다시 돌려준다. 우리가 웹페이지를 방문한다고 했을 때 웹페이지를 보여주는 역할을 하는 컴퓨터는 모두 서버가 된다.

3) 프로토콜

거대한 네트워크를 움직이기 위해선 데이터를 주고받는 컴퓨터간의 정해진 규칙들이 필요하게 된다.

이를 프로토콜(Protocol)이라고 하며, 우리에게 익숙한 인터넷의 웹서비스는 HTTP(Hyper Text Transfer Protocol)라는 약속을 사용하고 있다. 우리는 이같은 약속을 지키기 위해서 거의 매일같이 http:// 로 시작하는 인터넷주소를 입력하고 있다.

이 'http://'는 생략시 자동적으로 HTTP 약속을 사용하는 것으로 간주한다

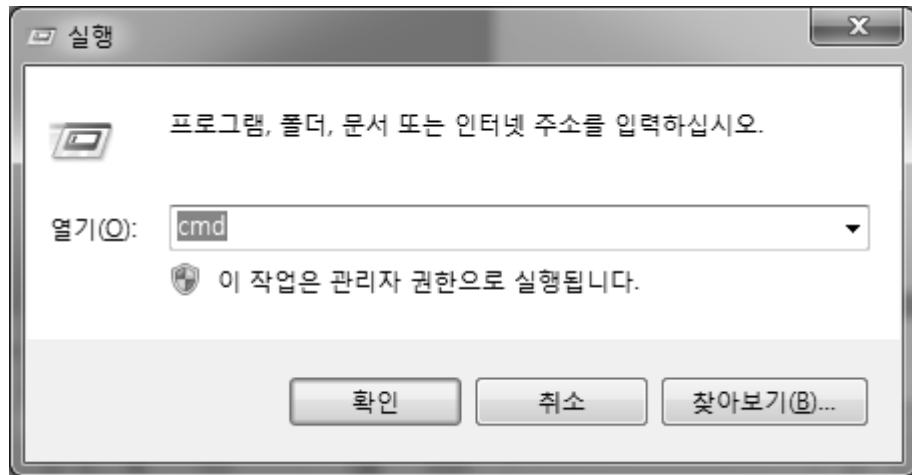
또한 이러한 약속을 지키고 유지하기 위해서는 만남이(?) 중요한 역할을 한다. 즉 서로 간에 인지할 수 있는 이름이 있어야 하는 것이다.

인터넷이란 거대한 그물망 속에는 셀 수 없을 정도의 컴퓨터들이 물려있어 이를 찾기란 쉽지 않다. 이를 위해 인터넷의 선각자들은 서로 찾아갈 수 있는 숫자로 된 이름을 부여하였는데, 이를 IP 주소 라고 한다.

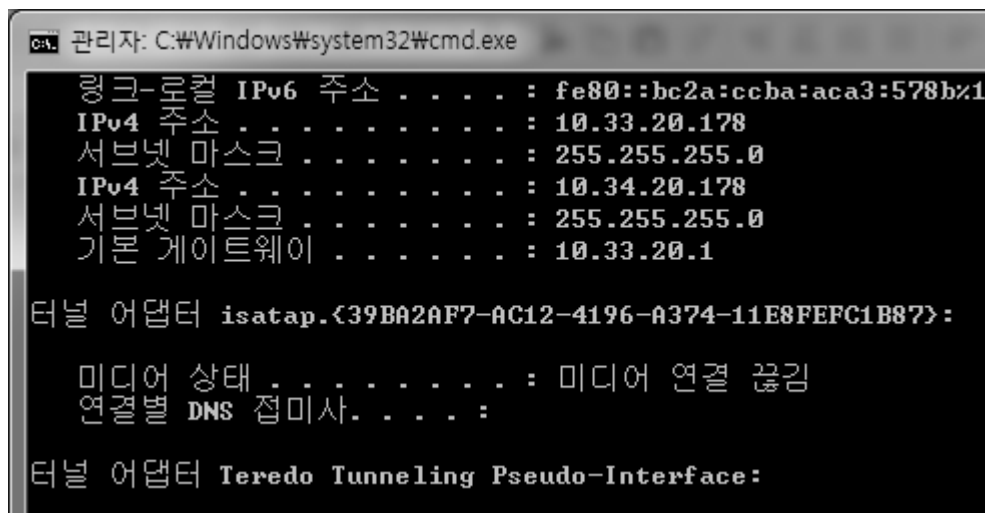
4) IP 주소와 도메인 네임

인터넷 네트워크에는 많은 컴퓨터들이 연결되어 있다. 인터넷상의 모든 컴퓨터는 각자 고유한 주소를 가진다. 이 주소는 IP(internet protocol)주소라고 부른다. IP 주소는 단순한 네 숫자의 조합으로 이루어졌다. 네 숫자는 0~255 사이의 값을 가진다.

윈도(Windows) 운영체제에서 내 IP 주소를 확인하기 위해서는 윈도의 실행 메뉴에 다음과 같은 명령어를 입력해보면 알 수 있다.



명령 프롬프트가 뜨면 'ipconfig'를 입력한다.



위에서 IP Address 옆에 쓰여 있는 숫자가 IP 주소이다. 따라서 이 컴퓨터의 IP 주소는 10.33.20.178이 된다.

인터넷 도입 초기에는 서버를 부를 때도 그냥 IP 주소를 불렀다. 인터넷의 규모가 커지고 이 숫자를 외우는 것이 힘들어지자, 숫자를 대신하는 도메인네임이 도입되어 .COM, .NET .CO.KR 등 친숙한 도메인 이름들이 등장한다.

이제는 숫자 대신 google.com 이라는 도메인 주소를 대신 사용한다.

참고로, 내가 접속하는 google.com의 실제 IP 주소를 찾아보기 위해서는 'tracert google.com' 명령어를 이용한다.

```
관리자: C:\Windows\system32\cmd.exe - tracert google.com
Microsoft Windows [Version 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\EndUser>tracert google.com

최대 30홉 이상의
google.com [74.125.235.135]<으>로 가는 경로 추적:

 1  <1 ms    <1 ms    <1 ms    10.33.20.1
 2   3 ms     3 ms     3 ms     14.54.63.1
 3
```

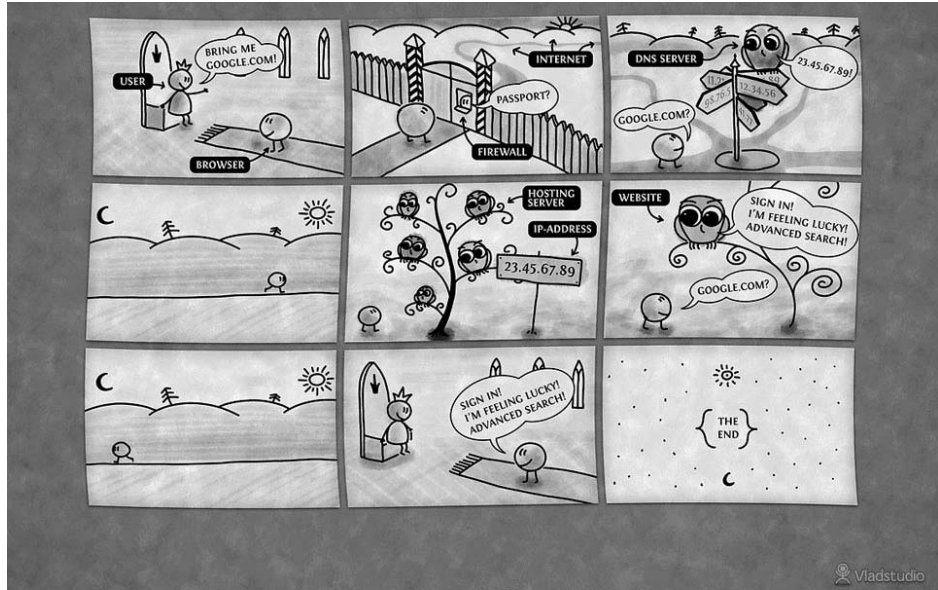
5) 도메인 네임

이러한 도메인 주소를 주면 IP주소를 알려주는 서버를 DNS(Domain Name Server) 서버라고 부르며, 이 DNS 서버는 앞에서 설명한 C/S 구조를 가지고 있어 클라이언트가 도메인 주소를 보내게 되면 DNS 서버는 이 요청(request)에 대해 적절한 처리를 한후 그 결과를(response) 요청한 사용자에게 보내주게 된다.

6) 인터넷이 어떤 원리로 작동하는지를 재미있게 표현한 카툰

(<http://www.labnol.org/internet/comic-how-browser-works/18086/>)

사용자(USER)가 왕이고 브라우저(BROWSER)는 시종인데, 방화벽(FIREWALL) 통과(PASSPORT) 허락을 받은 시녀는 DNS 서버에게 GOOGLE.COM의 IP 주소를 의뢰한다. IP 주소를 가지고 인터넷 여정 길에 오른 시종은 IP 주소의 호스팅 서버에 도착하게 된다. 그리고 시종은 호스팅 서버가 제공한 메시지(SIGN IN! I'M FEELING LUCKY! ADVANCED SERCH!)를 받아서 귀환 후, 이것을 왕에게 보고한다.



3. 네트워크 역할 놀이

1) 학생 활동 사전준비

- 20명 정도의 학생들이 인터넷망에서 각자의 역할을 정한다.
- 20명의 학생들은 역할과 IP 주소를 적은 이름표를 패용한다.
- 2명의 네임서버는 네트워크의 가운데 위치한다.

인원	이름	역할
8명	사용자 Client	웹서버에 웹페이지 전송을 요청하고, 메일을 발송한다.
7명	네트워크 허브	Client가 요청한 메시지를 허브, 네임서버, 서버에 전달한다. 메시지를 한 메시지를 허브, 네임서버에 전달한다. 메시지를 요청한 Client가 근처에 있으면 메시지를 전달해준다.
2명	네임서버 Name Server	메시지에 적힌 이름을 IP 주소로 변환하여 적어 준다.
3명	서버 Server	메시지에 적힌 요청에 따라 적절한 웹페이지 메시지를 보내준다.

2) 메일 보내기

- Client들은 메일 양식에 받는 사람의 메일 주소와 보낸 사람의 메일 주소, 메일 내용을 적어서 가까운 허브에게 전달한다.
- 허브는 메일을 중앙의 네임서버에 전달한다.
- 네임서버는 받는 사람의 도메인네임을 IP 주소로 변환하여 적은 다음, 허브에게 돌려준다.

- ④ 허브는 받는 사람의 서버 IP 주소가 바로 옆에 있으면 그 서버에게 준다. 근처에 IP 주소가 없으면, 옆의 허브에게 메일을 전달한다.
- ⑤ 서버는 메일을 받은 다음 잘 가지고 있다.

3) 메일 받기

- ① Client들은 본인의 메일 주소가 적힌 메일수신요청서를 가까운 허브에게 전달한다.
- ② 허브는 메일수신요청서를 중앙의 네임서버에 전달한다.
- ③ 네임서버는 메일수신요청서의 도메인네임을 IP 주소로 변환하여 적은 다음, 허브에게 돌려준다.
- ④ 허브는 메일수신요청서의 해당 IP 주소가 바로 옆에 있으면 그 서버에게 준다. 근처에 IP 주소가 없으면, 옆의 허브에게 메일수신요청서를 전달한다.
- ⑤ 서버는 메일수신요청서의 받는 사람과 보유중인 메일의 주소를 비교하여 같은 사람의 메일에 수신 표시를 하여 가까운 허브에게 전달한다.
- ⑥ 허브는 받는 사람의 IP 주소가 바로 옆에 있으면 그 사람에게 메일을 준다. 근처에 IP 주소가 없으면, 옆의 허브에게 메일을 전달한다.
- ⑦ 메일을 받은 사용자는 메일을 읽는다.

4) 웹페이지 방문하기

- ① Client들은 방문한 웹페이지가 적힌 메시지를 가까운 허브에게 전달한다.
- ② 허브는 메시지를 중앙의 네임서버에 전달한다.
- ③ 네임서버는 메시지의 도메인네임을 IP 주소로 변환하여 적은 다음, 허브에게 돌려준다.
- ④ 허브는 메시지의 해당 IP 주소가 바로 옆에 있으면 그 서버에게 준다. 근처에 IP 주소가 없으면, 옆의 허브에게 메시지를 전달한다.
- ⑤ 서버는 받은 메시지를 확인한 후 적절한 답장 페이지를 작성하여 허브에게 돌려준다.
- ⑥ 허브는 받는 사람의 IP 주소가 바로 옆에 있으면 그 사람에게 답장 페이지를 준다. 근처에 IP 주소가 없으면, 옆의 허브에게 답장 페이지를 전달한다.
- ⑦ 답장 페이지를 받은 사용자는 페이지를 읽는다.

〈참고문헌〉

박성익, 권낙원 역, 1994, 수업모형의 적용 기술, 성원사.

이시경, 유태명, 1997, “고등학교 가정교과 가족관계 영역을 중심으로 한 역할놀이 수업모형의 개발 및 적용”, 한국가정과교육학회지, 9(2), 101-114.

〈네트워크 역할 놀이 활동지 예시〉

Mail Sending Form 메일 보내기 양식

To 받는 사람 :

(Server ip address: ____ . ____ . ____ . ____)

From 보내는 사람 :

Contents 내용

☒ 서버에 보관 중

☐ 본인에게 전달 중

(User ip address: ____ . ____ . ____ . ____)

Mail Receiving Form 메일 수신 양식

My Account :

My ip address: ____ . ____ . ____ . ____

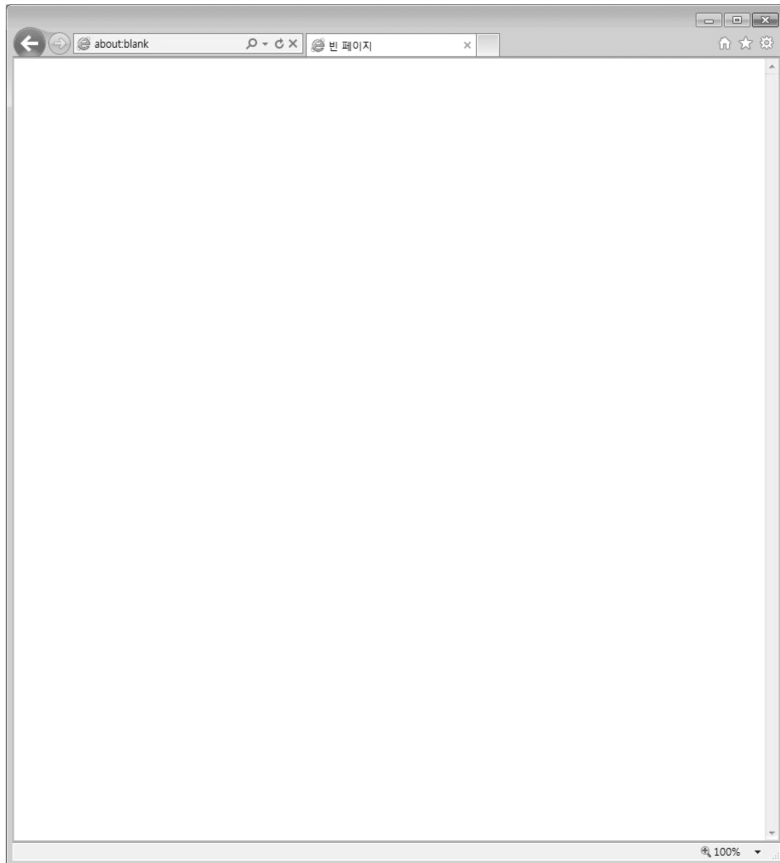
(Server ip address: ____ . ____ . ____ . ____)

웹브라우저

User ip address: ____ . ____ . ____ . ____

URL

(Server ip address: ____ . ____ . ____ . ____)



STEAM으로 만드는 착한 관절

이 도 현

경기체육고등학교

♣ 제작된 프로그램 소개

주제 선정 주제를 선정할 때에 최근 동향과 미래사회에 필요한 것들을 고려하였습니다. 예를 들면, 2040 과학기술 미래비전에서는 주목할 만한 여섯 가지 트렌드를 제시하고 있는데, 이 여섯 가지 트렌드들은 그 자체로 S.T.E.A.M 각각의 요소인 과학, 공학, 기술, 예술, 수학이 모두 융합되어 만들어져야 할 비전이라고 할 수 있습니다. 또한 이 주제들은 모두 생활과 직접 연관되어 있기 때문에, 충분히 학생들의 흥미와 호기심을 자극할 수 있는 주제들입니다. 이러한 주제들은 실제 학교에서 사용되는 교과내용과 잘 연계될 것이라 판단되는데, 이 중 첫 번째 트렌드인 신소재 기술과 연관되어 있습니다.



풍요로운 세상 6대 트렌드

1. 신소재 기술은 에너지·환경·정보전자·생명의료 등 산업기술 발전의 근간을 이루는 기반기술이다. 이에 미래의 혁신적인 제품 개발을 선도할 것이다.
2. 친환경적인 지능형 생산 시스템은 오염 물질의 배출 없이 다양한 상황에 스스로 적절히 대응하여 최적의 생산이 이루어지도록 해 줄 것이다.
3. 첨단 물류 기술은 지속적으로 증가하는 글로벌 물류량을 신속하고 정확하게 처리하여 물류의 효율성을 획기적으로 증진시킬 것이다.
4. 지식서비스 산업의 발달로 위키피디아나 유튜브처럼 협업과 공유의 물결을 일으키는 집단지성이 더욱 활성화 될 것이다.
5. 지능화된 로봇은 산업 현장에서 사람과 의사소통을 하고 협업하는 동료로서 역할을 수행할 것이다.
6. 미래의 식량 자급률은 국가 안보의 주요 관심 사항이 되고 있다.

가. 기존 교육과정과 제작 의도

정보통신과 신소재 단원에서는 소단원 3에서 반도체와 신소재에 대해 원리와 그 활용 방법에 대한 학습을 하게 됩니다. 교과서 별로 그 세부 구성은 다르겠지만 3차시 또는 4차시의 경우 고분자 화합물에 대한 소개와 더불어 신소재에 대해 이야기 되고 있습니다. 또한 정보통신과 신소재 기술의 집약체인 휴머노이드의 소개를 통해 단원을 도입하는 교과서도 있습니다. 또 신소재 물질의 사례로 인공심장 등의 바이오 메디컬 제품을 소개 하고 있습니다. 이처럼 기존 교육과정에서는 신소재의 활용 방법에 대한 이

해를 중심으로 학습 내용이 구성되어 있으며, 첨단 과학의 소개가 많이 되어 있습니다. 이에 본 프로그램에서는 기존의 교육과정에서 더 나아가 학생들이 직접 설계·제작을 해 볼 수 있도록 구성되어 있으며 기존의 교육과정을 대체하여 학습할 수 있도록 구성하였습니다.

소단원	교육과정해설서 내용	차시비교 (천재교육기준)	비고
IV. 정보통신과 신소재 3. 반도체와 신소재	고분자 물질의 구조와 특성을 바탕으로 합성섬유, 합성수지, 나노 물질 등 다양한 첨단 소재의 원리와 활 용방법을 이해한다.	1차시 고체의 특성과 활용	3차시 또는 4차시에 해당하는 내용을 본 교재로 대체할 수 있다.
		2차시 반도체 소자	
		3차시 고분자 화합물	
		4차시 새로운 고분자 화합물의 세계 (인공심장)	
+ 상황제시, 감성적 체험과 창의적 설계			

나. 활동의 흐름



본 수업모델은 교과내용과 관련하여 신소재가 실제로 어떻게 사용되는지, 다양한 과학기술을 바탕으로 첨단제품이 어떻게 제작되는지에 공감하고, 체험할 수 있도록 하기 위해 다양한 STEAM전략을 이용하여 구성하였습니다.

교과내용과 관련하여 신소재가 실제로 어떻게 사용되는지, 다양한 과학기술을 바탕으로 첨단제품이 어떻게 제작되는지에 공감하고, 체험할 수 있도록 하기 위해 다양한 STEAM전략을 이용하여 구성하였습니다. 전체적으로 생체모방기술-신소재-적용제품으로 사고의 흐름이 이어지도록 하였습니다.

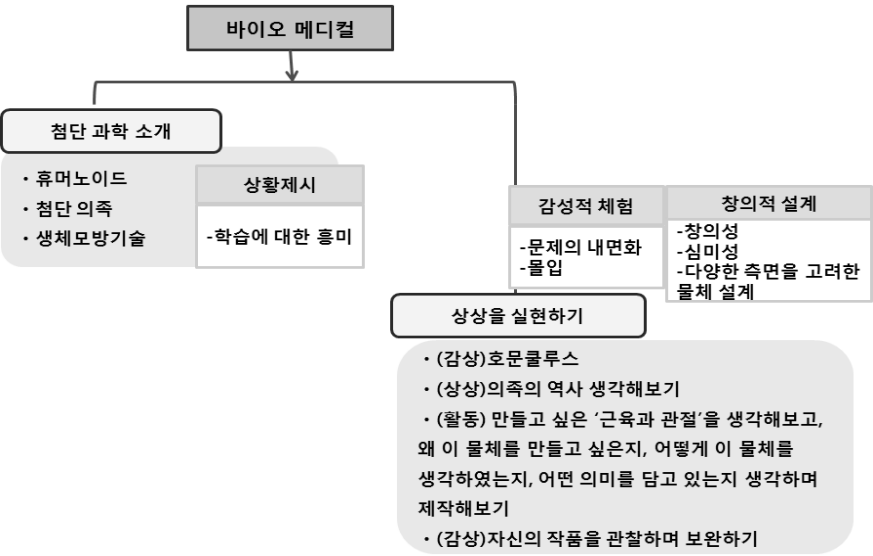
다. 수업자료개발의 기준

수업자료를 개발하기 위해서는 일정한 기준이 있어야 합니다. 본 수업에서는 다음과 같은 여섯 개의 전략을 사용하였습니다. 여기에 STEAM 수업에서 강조되고 있는 상황제시, 감성적 체험, 창의적 설계의 3가지 요소를 반영하여 수업자료를 개발하였습니다.

- F1. 창의성에 기반한 STEAM에 대한 통합적이고 융합적 사고를 위한 교육
- F2. 융합시대에서 필요한 시대정신 반영
- F3. 빠른 과학기술의 변화와 발전을 빠르게 과학교육 현장에 도입하고 적용하는 적시교육
- F4. 미래를 예측하고 이에 대비한 과학 기술 공학 인재 양성과 미래직업 탐색을 위한 교육
- F5. STEAM 교육의 효율성과 창의성 및 흥미를 유발하기 위한 다양한 창의적 수업 방법론 도입
- F6. 과학기술공학적 행위에 대한 의미와 가치 및 도덕적 기준과 규범을 터득하도록 교육

라. 수업의 전체 흐름도

이렇게 얻어진 수업자료들은 다음과 같은 흐름으로 구성할 수 있습니다. 전체적인 수업은 크게 첨단과학과 관련된 예술 작품의 소개와 상상을 실현하기의 두 가지로 나뉩니다. 전체적인 수업은 크게 첨단과학 소개와 상상을 실현하기의 두 가지로 나뉩니다. 첨단 과학을 소개하면서 생체모방기술을 스스로 인식할 수 있도록 상황을 제시하고 감성적 체험을 통해 자연스럽게 아이디어를 떠올리게 한 후 창의적 설계 단계를 거쳐 자신의 아이디어를 실현해 내는 것이 학습의 목표입니다. 차시의 구분을 따로 하지는 않았지만 제작단계가 포함되므로 2차시가 소요되는 분량입니다.



마. 수업지도안

수업의 지도안은 다음과 같습니다. 휴머니이드와 의족스프린터를 소개하면서 도입하고, 학생들이 작품을 고안하고 설계·제작하는 전개과정을 거쳐서 작품을 제작합니다. 제작된 작품에 대해 다시 생각하여

개선방향을 생각하고 활동과 관련된 진로에 대해 생각하며 수업을 정리합니다.

수업 단계	활동 자료 (STEAM) 중 해당 분야를 표시한다.	소요시간
도 입	○ 휴머노이드와 의족 스프린터를 소개하여 학생들의 지적 호기심을 높이고, 생체 모방기술의 필요성을 인식할 수 있도록 지도한다.(STE)	5분
전 개	○ 호문쿨루스를 관찰하고, 인체를 어떻게 이해하여 제작하였는지 생각해 본다.(SA)	5분
	○ 의족의 변천사를 PMI 기법을 통해 이해한 후, 강제연결법을 통해 새로운 아이디어를 제시할 수 있도록 한다. 특히, ‘자이푸르 무릎’을 통해 첨단기술의 발달 뿐 아니라 많은 사람에게 혜택을 줄 수 있는 따뜻한 기술에 대해 생각해 본다. (STEA)	20분
	○ 내가 만들고 싶은 ‘근육과 관절’을 정한 후 그림으로 표현하고 설명해본다. 부위 별로 적합한 소재를 생각한 후 도안을 작성하고 실제로 제작해 본다. (STEAM)	50분
정 리	○ 자신의 작품에 대해 생각해 본 후, 서로의 작품에 대해 의견을 제시하며 개선방향을 찾아본다. 활동과정과 관련된 진로에 대해 생각해 볼 수 있다. (STEAM)	20분

바. 수업의 흐름

- 호문쿨루스 (감성적 체험)



관찰하기

'지배자 되어보기'란 무슨 의미일까?

보다 더 인체와 비슷해지려면?



초기의족

→



토탈 니



파워 니

첨단의족

(<http://www.ossur.com/?PageID=14255>)

긍정적인 면

부정적인 면

흥미로운 면

→

개선점

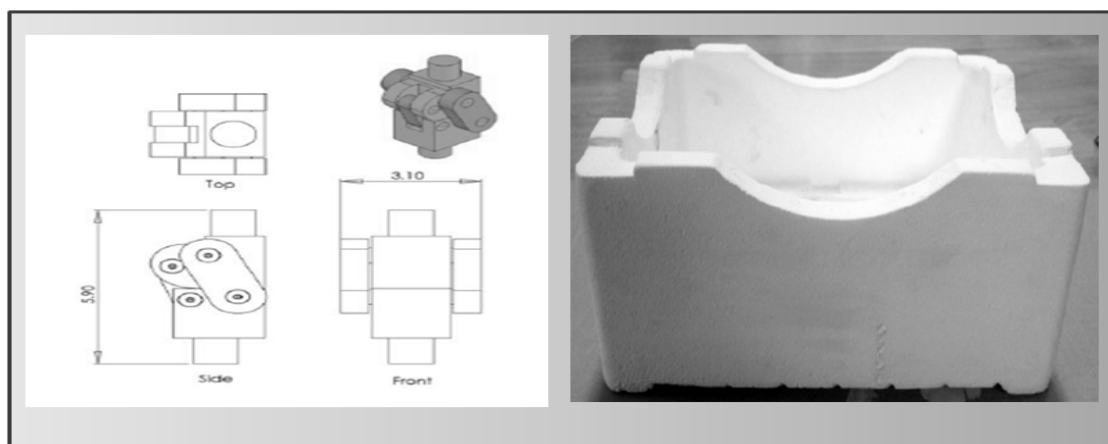
과학교사와 함께하는 융합인재교육과 교육기부 · 153

문제	보다 많은 사람들이 사용할 수 있는 인체와 비슷하면서도 저렴한 의족을 만들려면 어떻게 해야 할까?	
관절	+	경첩 
↓		
개 선 점		

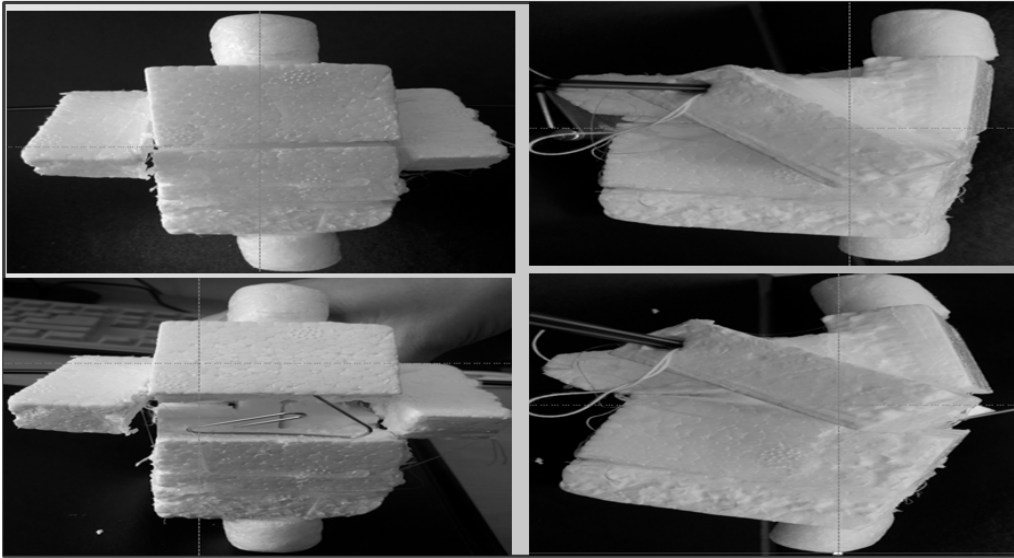
- 아이디어 제시 (창의적 설계)
 - 대상과 만들고 싶은 것:
 - 내가 만들고 싶은 작품을 그린 후 설명해 봅시다.

그림	설명
	만들고 싶은 이유: 어떻게 이런 생각을 하게 되었는가? 이 그림은 어떤 생각을 표현한 것인가

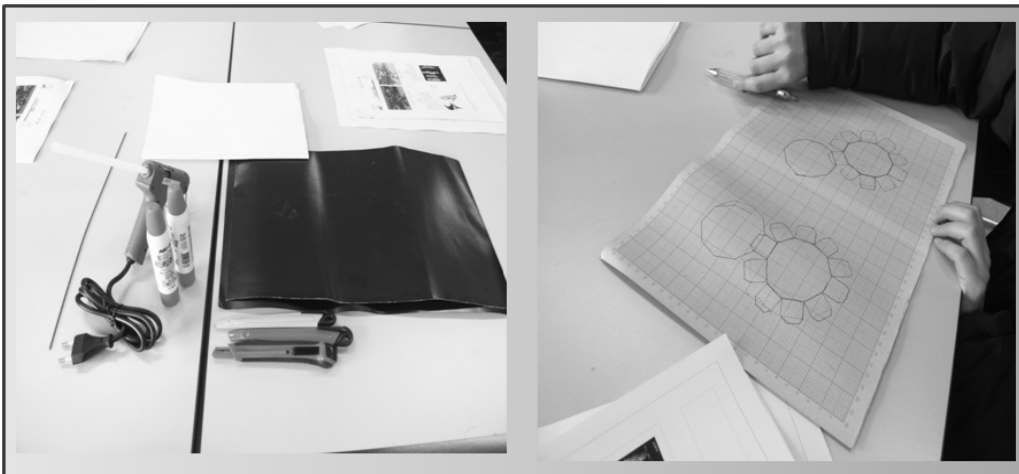
- 재료 선정, 설계 및 프로토타입 만들기



• 제작 - 스티로폼으로 관절 만들기



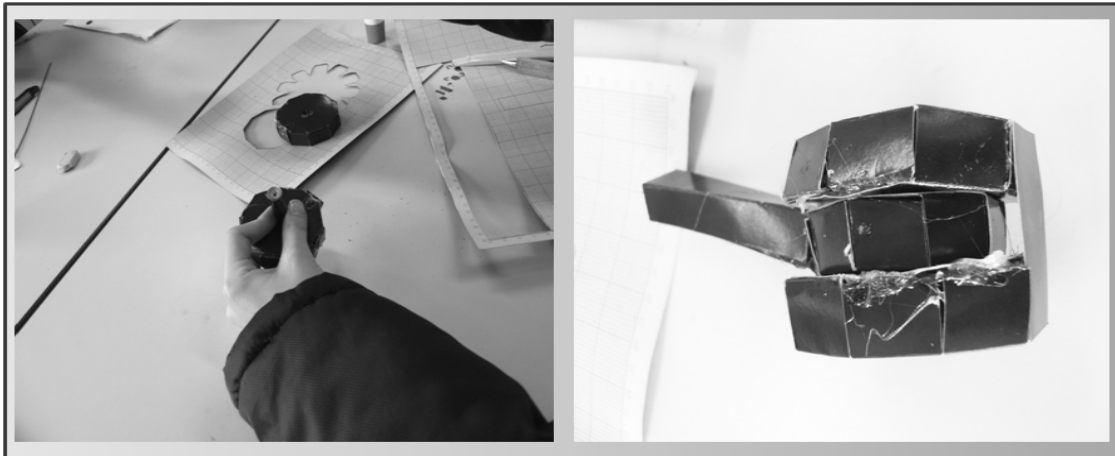
• 제작 - 종이로 관절 만들기



• 제작 - 종이로 관절 만들기



• 제작 - 종이로 관절 만들기



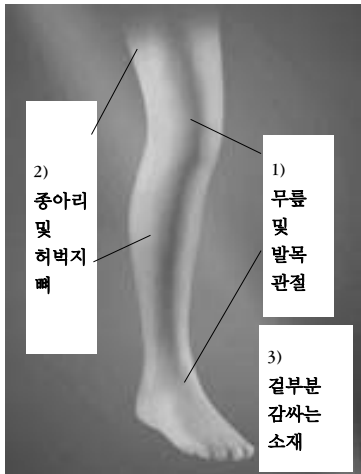
· 작품의 개선

자신의 작품 이해	➡	서로의 작품 관찰	➡	자신의 작품 개선
느낀 점				
소재에 따른 움직임의 차이				
장점				
단점				
보완할 점				
▶ 개선 방향:				

♣ 학습의 발전 사례 - 학생의 지속적인 아이디어 제시

제목 : 새로운 재료를 이용한 한국의족 개발

1) 무릎 관절 부위와 발목 관절 부위의 소재



무릎관절과 발목관절에는 연골 역할을 하는 부위에는 소량의 스테인리스강과 고강도저합금강(HSLA강)을 사용할 것이다. 스테인리스는 강철에 니켈(Ni)과 크롬(Cr)이 많이 함유된 소재로 일반 강철에 비해 **녹이 잘 발생하지 않은 특성과 충격인성과 강도를 크게 높인 고강도 저합금강 재료**이므로 무릎이 꺾이는 부분에 사용하여 마모가 잘되지 않게 하고 충격을 흡수 할 수 있어 장거리 보행이 편해진다. HSLA강은 미량의 합금원소를 사용할 뿐만 아니라 부가적으로 행해지는 복잡한 열처리과정을 생략할 수 있어 경제적으로도 유리하고 **자동차 기계부품소재로 쓰일 만큼 단단하다.**

2) 종아리뼈와 허벅지뼈의 소재

주 원료로 사용한 마그네슘합금은 **알루미늄보다 30% 가볍고 강도가 알루미늄보다 단단하며 인체에 무해하여 인체구성 4대 미네랄원소가 들어있다.** 또 **전자파 차단효과**도 있다. 그래서 마그네슘합금은 미래의 재료로 각광 받고 있다.

3) 걸 부분에 붙여주는 소재



인체에 무해한 실리콘에 살색색소를 넣어서 피부의 비슷한 색과 감촉을 만들어 의족 둘레에 다리형에 맞게 붙여주면 진짜 다리보다 다르지 않을 것 같다.

“내가 사는 피부”라는 영화는 줄거리는 대략 유명한 성형외과 의사(안토니오 반데라스)는 인공피부를 만들어 한 여자에게 피부이식을 하고 실험하는 내용이다.

'Skin FX'는 3dsMax를 토대로 한 변경자로 아티스트들이 근육 변형을 가정 해준다. 변형된 망사 또는 뼈나 근육 위를 매끄럽게 덮는 피부와 같은 대상들이다. 매끄러운 피부, 흔들리는 살갗, 주름, 기본적인 동작을 부드럽게 시뮬레이션 효과를 줄 수 있다.

다) 개발된 의족의 방향

의족은 가벼워야하고, 내구성과 내구력이 있어야하며 착용시에는 편안해야 한다. 무엇보다도 가격이 저렴해야 많은 사람들이 사용 할 수 있다. 또 진짜 다리 같은 모양을 하고 있으면 사람들의 눈에 잘 띄지 않아서 더운 여름에도 반바지를 입고서 의족(다리)을 내놓고 다닐 수 있게 하고 싶다.

라) 기대효과

1. 기존의 값 비싼 의족을 대체할 수 있는 한국무릎을 착용하게 되면 사람들에게 혜택을 줄 수 있다.
2. 저렴하고 단단한 한국무릎을 개발하여 많은 사람들이 사용할 것이다..
3. 의족에 피부를 감싸주어서 보다 인체와 가까워짐으로써 여름에도 당당히 다리를 내 놓고 다닐 수 있을 것이다.

창의력을 기르는 자연탐사활동

박 정 웅

송문고등학교

과학교과에서 다루는 학습 대상은 자연이다. 자연현상은 다양한 크기의 시간과 공간에서 일어나기 때문에 모든 어떤 현상이 진행되는 과정을 우리가 직접 관찰하기 어렵다. 이러한 특성 때문에 교실에서의 과학 학습 활동은 모형 실험이나 시뮬레이션을 많이 이용한다. 시간 단위로 보면 수 천에서 수 억 년, 공간 단위로 보더라도 수 백 m에서 수 십 km에 걸쳐 진행되는 현상을 야외에서 직접 보기 어렵기 때문에 자연현상의 결과물인 지층이나 암석을 통해 지질학적 역사와 변화를 공부한다. 지질학적 시간 및 공간 범위에서 일어나는 자연현상을 학습하는 방법으로 야외 자연학습장을 활용하는 자연탐사활동이 매우 유익하다.

자연탐사활동은 기본 과학 지식을 적용하고 습득하는 데 유익한 학습방법이다. 과학 지식은 교과서의 글, 그림, 사진 등으로 익히는 것 보다 야외에서 관찰을 통해 이해하는 것이 좋다. 더 나아가 오감을 통해 직접 관찰하고 느끼면서 상상력을 발휘하면 자연을 이해하는데 훨씬 수월하다. 보통 야외에서 진행되는 자연탐사활동은 관찰(observation) → 기재(description) → 추론(inference)의 단계를 거친다. 개별 학습도 가능하지만 소그룹(3~5명 정도)의 모둠 활동이 다양한 생각들을 모으기에 좋다. 학생들은 관찰과 기재를 하면서, 또 이를 바탕으로 추론하여 해석하는 과정에서 창의력을 발휘할 수 있는 기회를 갖게 된다. 토론 과정에서 학생들은 자신이 학습한 자연현상의 진행과정을 친구와 교사에게 설득력 있게 설명하기 위해 자신이 알고 있는 모든 지식과 과학적 문제 해결 방법을 동원한다.

자연탐사활동은 교과 내용과 잘 관련된 자연학습장을 활용하는 것이 좋다. 전 국토가 자연사박물관이나 다름없는 우리나라는 전국 어디나 우수한 자연학습장이 많다. 교사가 학생들과 야외에서 탐사활동을 하려면 현장에 대한 충분한 사전조사(예비답사, 문헌조사)를 하고 활동지를 제작하여 현장에서 활용하도록 한다. 창의력을 기르는 탐사활동은 학생들이 관찰한 내용을 기록하고, 스케치를 하거나 자세하게 묘사할 수 있도록 안내하도록 한다. 관찰과 기재한 자료는 추론 과정에서 근거 자료로 활용할 수 있도록 미리 안내하고, 과학적인 근거로 설득력있게 논리를 펼칠 수 있도록 지도한다. 학생에게는 개인 의견을 제시하고, 모둠 구성원의 의견을 수합하고, 적합하지 않은 해석이 있을 경우 과학적 사실에 근거하여 반론을 펼칠 수 있도록 지도하는 것이 좋다. 야외에서 자연 현상을 탐구하는 활동은 창의력과 과학적 문제 해결능력을 기르는 데 매우 좋은 교수학습 방법이다.

초등학교 빛의 성질 개념 형성을 위한 탐구 실험 자료

이 성 현

염포초등학교

I. 자료 제작의 필요성 및 목적

1. 자료 제작의 필요성

‘빛에 관한 학습’ 관련 연구에 의하면 교사들이 이에 관한 실험들을 힘들고 번거로워하며 이론수업을 통한 암기 학습 위주로 학생들이 재미없고 힘들어 한다고 한다. 이로 인해 수업 후 학생들의 과학개념 형성에 어려움이 있다고 한다.

‘빛 관련 실험’에 있어 여러 가지 어려움을 정리해 본다면 다음과 같다.

첫째, 강한 광원인 햇빛의 영향으로 원하는 실험과정이나 결과를 보기가 어렵다. 그러므로 날씨의 영향을 많이 받을 수밖에 없고 날씨에 영향 받지 않는 암실과 같은 폐쇄된 공간이 필요하지만 교육현장에서 대부분 구비되어 있지 않은 점을 감안할 때 현실적으로 실험을 잘 수행하기 어려우며 이로 인해 교사와 학생들의 학습의욕을 저하시키고 실제 실험탐구보다 실험동영상이나 웹자료에 의존하게 된다.

둘째, 교육과정이 7차에서 개정7차로 개편되었지만 교육현장에서는 여전히 7차 이전부터 쓰이던 개편된 교육과정과 맞지 않는 비효율적인 실험 자료들로 인해 사와 학생들의 실험탐구에 어려움이 있고 이에 따라 실험활동을 기피함으로써 원하는 학습목표에 도달하지 못하거나 암기식으로 학습하게 될 우려가 있다.

셋째, 과학과의 특성상 실험탐구활동이 주로 이루어지는데 학생들이 흥미가 높고 관련 학습에 적극적이지만 이를 준비하기 위한 자료준비에 다른 교과보다 많은 시간과 어려움이 있어 교사들이 손쉽게 학습할 수 있는 동영상 자료나 ICT자료를 이용하게 된다.

이에 본 연구자는 위의 여러 가지 학습의 어려움에 따라 자료제작의 필요성을 느껴 다음과 같은 기본 원칙에 적용하여 자료를 제작하고자 하였다.

첫째, 학습의 진행과 결과가 외부의 환경인 날씨나 상황에 따라 좌우되지 않고 명확하고 원활히 이루어지도록 학습 자료를 구상한다.

둘째, 개정된 교육과정의 실험활동에 적용 가능하나 한 차시 분량에 한정된 활용된 처치가 곤란한 자료가 아니라 전단원에서 다양하게 활용되어질 수 있도록 범용성 있는 자료를 개발한다.

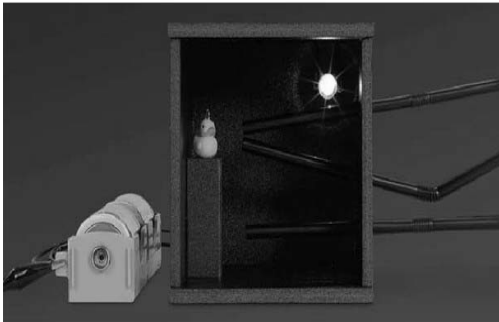
셋째, 학습자료의 조작이 쉽도록 하여 학생 스스로 조작해보고 탐구해보는 활동을 되도록 하여 학습자 중심의 실험탐구활동이 될 수 있도록 한다.

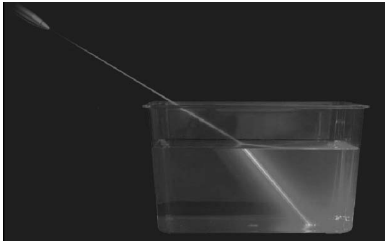
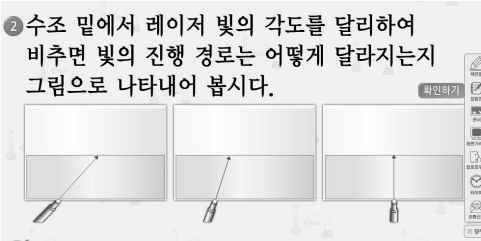
넷째, 실험자료가 세트화되어 실험준비에 대한 부담을 줄여 교사들이 실험탐구학습에 적극적으로 임할 수 있도록 한다.

II. 자료 제작의 문제배경

1. 교육과정 관련내용 분석(일부분)

표 1. 초등학교 빛 관련 단원에서의 실험내용 분석

6학년 1학기 1단원 빛 [6차시] 우리는 어떤 과정을 통하여 물체를 보게 되는 것일까요?	
3) ‘우리는 어떤 과정을 통하여 물체를 볼까요’ 차시에서는 어둠상자를 제작하여 어둠상자 속 물체를 여러 상황 속에서 실험탐구를 통하여 물체를 볼 수 있는 조건에 관하여 개념을 파악하는 것이지만 기존의 실험도구가 실험을 하기에 용이하지 않고 교사용 지도서의 안내대로 실험도구를 제작하면 어둠상자의 제작에만 학습시간의 대부분을 빼앗기게 되며 자료의 조잡함으로 인하여 실험이 원활이 이루어지지 않는 경우가 많다.	
	
그림 1. 학생들이 제작한 어둠상자	그림 2. 교과서 ‘어둠상자’ 실험장면

6학년 1학기 1단원 빛 [4차시] 공기와 물이 만나는 면에서 빛은 어떻게 될까요?	
1) ‘공기와 물이 만나는 면에서 빛은 어떻게 될까요?’ 차시의 실험을 실제 수행하면 공기에서 물로 나아가는 빛은 겨우 관찰할 수 있으나 수조 아래에서 물을 지나 공기를 나아가는 빛의 진행경로를 관찰하기에는 아주 어렵다. 왜냐하면 실험에 쓰이는 레이저 빛이 약하여 빛이 수조의 아래를 거쳐서 물속을 지나 공기 중에 지나가지 못한다. 또한 수조 아래에서 레이저를 쏘아 물에서 공기 중으로 빛이 나아가는 실험은 수조의 플라스틱 바닥을 통과한 레이저 빛이 물과 공기를 지나가는 실험으로 엄밀한 말하면 물에서 공기로 나아가는 실험이 아니다. 그리고 수조 속에 향을 피워 공기 중의 빛이 나아가는 현상을 탐색하게 되어 있지만 향연기가 수조를 덮은 덮개 사이의 틈으로 새어나가 실험이 잘 이루어진 경우는 절반도 되지 않는다. 교과서에서 쓰이는 그린레이저는 아주 강력한 레이저로 2-3미터 거리의 풍선까지 터트릴 정도로 빛의 세기가 강하고 고가의 레이저로서 교과서 학습장면처럼 명확히 실험이 보여지나 실제 현장에서는 활용하기엔 안전상 학생들에게 아주 위험하여 이용가치가 떨어진다.	
	② 수조 밑에서 레이저 빛의 각도를 달리하여 비추면 빛의 진행 경로는 어떻게 달라지는지 그림으로 나타내어 봅시다. 
그림 3. 그린레이저를 활용한 교과서 장면	그림 4. 수조 밑에서 빛을 비추는 장면

Ⅳ. 자료 제작의 설계

1. 적용 교과 및 학년

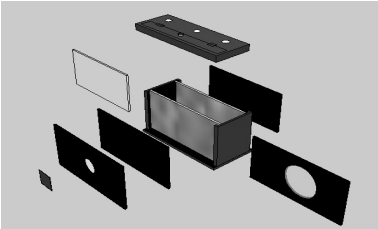
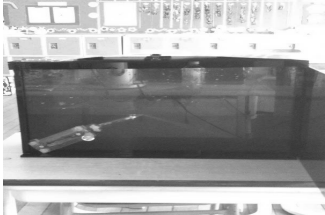
표 2. 초등학교 빛 관련 단원명과 개발자료의 활용방법

적용교과	학년	단원	활용방법
과학	3학년	빛과 그림자	- 그림자 만들기를 통하여 빛의 직진성을 학습한다. - 멀티그림자극을 창의적으로 나타낸다.
	6학년	빛	- 어둠상자를 통해 빛의 직진성을 실험한다. - 거울과 실험기구를 조작하여 빛의 반사 실험에 활용한다. - 수조의 빛을 자유롭게 차단하여 서로 다른 물질에서의 빛의 나아감을 실험한다.

Ⅴ. 자료 내용과 사용방법

1. 개발 자료의 특성

표 4. 초등학교 빛의 성질 탐구실험자료

빛의 성질 탐구실험자료
 

멀티 어둠상자 본체의 투명한 앞뒷면에 판으로 자유롭게 빛을 차단할 수 있게 하여 날씨와 같은 외부 환경의 영향 없이 실험이 이루어지도록 하였다. 또한 뚜껑의 일부를 여닫을 수 있도록 하여 연기를 자유롭게 넣을 수 있도록 하였다.

1) 방수 레이저 포인터

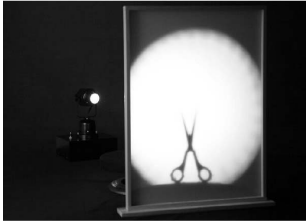
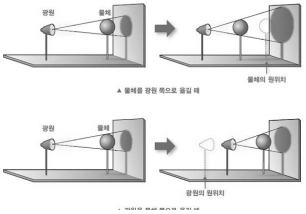
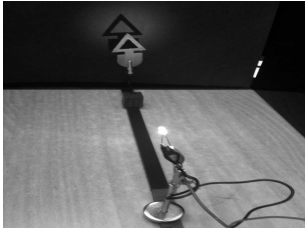
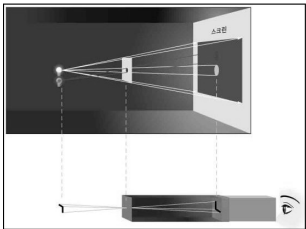
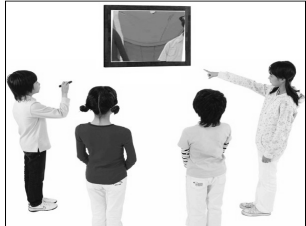
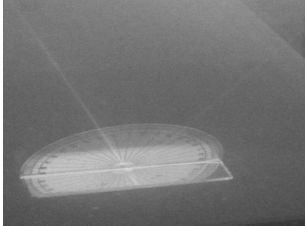
- 가) 활용 주제 : 서로 다른 물질이 만나는 면에서의 굴절
- 나) 활용 방법 : 물속에서도 레이저 빛이 나갈 수 있도록 한 방수 레이저 포인터로서 물속에서도 스위치를 조작할 수 있도록 자석 스위치 장치를 부착하였다. 레이저 포인터와 이를 조작하는 외부손잡

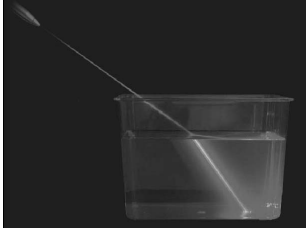
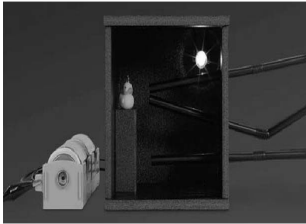
이에 자석을 부착하여 자유롭게 이동시키며 조작 가능하다.

다) 주안점 : 교과서에 제시된 실험에서처럼 아크릴바닥을 거쳐 물과 공기를 지나는 잘못된 실험이 아니라 실제로 빛이 물에서 공기 중으로 나아갈 때의 현상이 어떠한지를 실험할 수 있다.

바. 실험 탐구과정에서 교육 자료를 교과서의 실험방법과 유사하게 실험하여 학습하도록 구성하여 교육 자료와 교과서간 실험내용차이에서 오는 학생들의 혼란을 없애고, 학생들이 친숙하게 실험탐구 학습을 함으로써 원활히 학습할 수 있도록 자료를 제작 구성하였다.

표 5. 초등학교 ‘빛’ 관련 단원에서 교과서 실험장면과 자료적용 장면들

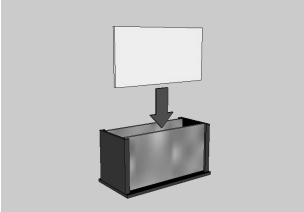
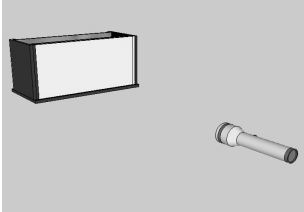
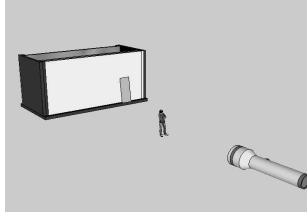
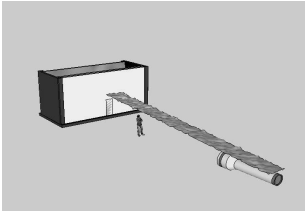
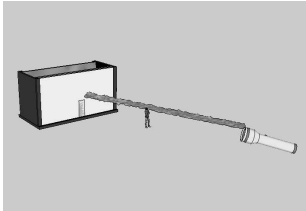
실험주제	교과서속 기존 실험 모습	개발 자료의 학습 모습
그림자를 보고 물체를 알아맞혀 봅시다.		
그림자의 비밀을 알아봅시다.		
바늘구멍사진기를 통하여 물체를 보면 물체는 어떻게 보일까요?		
거울에 부딪친 빛은 어떻게 나아갈까요?		

실험주제	교과서속 기존 실험 모습	개발 자료의 학습 모습
공기와 물이 만나는 면에서 빛은 어떻게 될까요?		
우리는 어떤 과정을 통하여 물체를 보게 되는 것일까요?		

2-1. 자료의 활용 방법(예1: 빛의 직진 실험)

가. 주자료의 활용

표 6. 초등학교 빛의 성질 탐구실험자료 활용방법1

		
가) 어둡상자의 한쪽면에만 스크린을 끼운다.	나)광원을 위치시킨다	다) 광원과 스크린 사이에 물체를 놓는다.
		
라) 끈은자를 광원, 물체, 그림자 사이를 이어본다.	마) 물체와 광원의 위치를 달리하여 끈은자로 이어본다.	

2-2. 자료의 활용 방법(예2:바늘구멍 사진기)

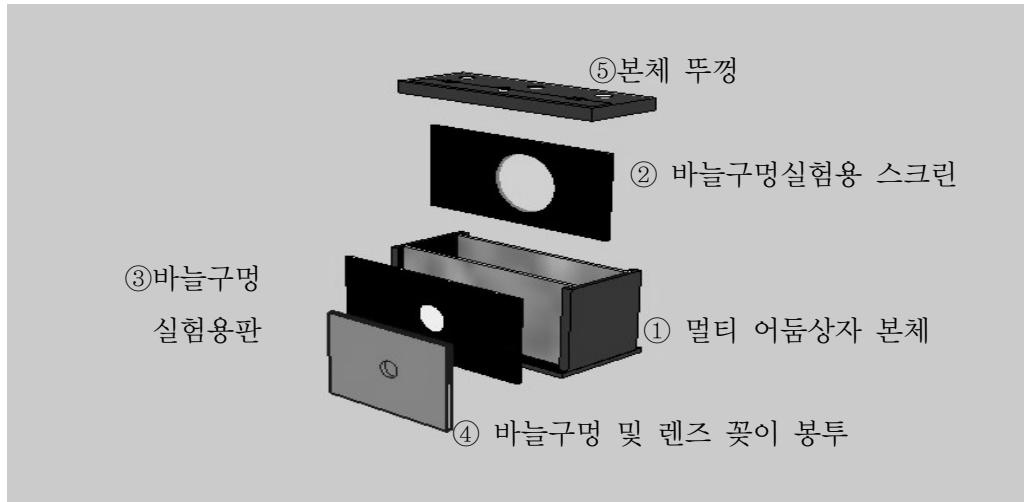


그림 3. 초등학교 빛의 성질 탐구실험자료 전체 모습

가) 활용방법

- (1) ①번 멀티 어둠상자 본체 내부에 ②번 바늘구멍실험용 스크린을 끼워 놓습니다. 스크린의 양쪽끝부분에 자석이 설치되어 본체 바깥의 자석손잡이를 활용하여 스크린을 본체 내부에서 옮겨서 조작할 수 있다.
- (2) ④번의 바늘구멍 및 렌즈 꽂이 봉투를 ③번의 바늘구멍 실험용판의 중앙의 구멍난 부분 위에 부착한다.
- (3) ④번의 바늘구멍 및 렌즈 꽂이 봉투에 바늘구멍이 난 카드나 렌즈를 꽂고 ⑤번의 뚜껑을 닫아 어둠 상자안으로 빛이 침투하지 못하도록 차단한다.
- (4) ②번 바늘구멍실험용 스크린을 조작하여 스크린이 비치는 그림의 모양과 실제 모양과 어떤 차이가 있는지 살펴본다.

나) 시사점

- (1) 교과서에서 개별적으로 실험하게 되어있는 것을 각 모듈별로 학습할 수 있어 실험의 결과를 공유하여 탐구하여 토의하는데 유용하다
- (2) 학생들 스스로 스크린의 위치를 조정할 수 있을 뿐만 아니라 봉투 속에 작은 구멍에서 다양한 크기의 큰 구멍이나 여러 개의 구멍 등이 나 있는 카드를 손쉽게 끼워 다양한 학습의 기회를 제공할 수 있다.

2-3. 자료의 활용 방법(예2: 물체를 보게 되는 과정 알아보기)

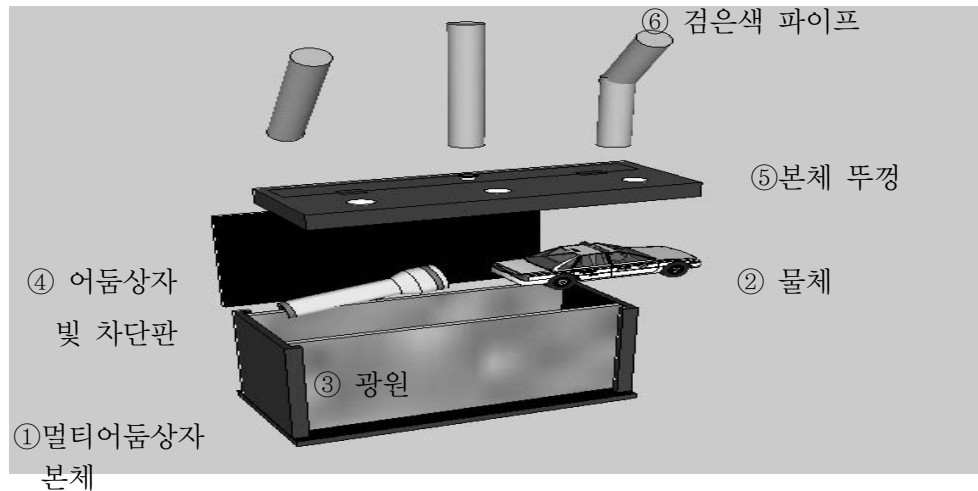


그림 4. 초등학교 빛의 성질 탐구실험자료 활용 모습

가) 활용방법

- (1) ①번 멀티 어둠상자 본체 내부에 ②물체와 ③광원을 넣어둔다.
- (2) 어둠상자 본체 앞 뒤쪽 양편에 ④번 어둠상자 빛 차단판을 결합하여 앞 뒤쪽으로 빛이 침투할 수 없도록 한다.
- (3) ⑤본체 뚜껑의 파이프 끼움용 뚜껑을 열어 파이프를 결합한다. 빛이 새어들지 않게 파이프와 구멍 주변을 고무 찰흙으로 메운다.
단, 꺾어진 파이프와 곧은 파이프 한 개는 물체를 향하게 하고, 나머지 한 파이프는 물체나 광원과 다른 방향을 향하게 한다.
- (4) ⑤본체 뚜껑을 본체와 결합하여 본체 위쪽의 빛을 완전히 차단한다.
- (5) 파이프 접안구를 통하여 물체가 보여 지는 파이프는 어느 것인지 실험한다.
- (6) 물체가 보이는 파이프와 아닌 파이프의 차이점을 통해 물체를 볼 수 있는 과정은 무엇인지 생각해 본다.

나) 시사점

외부의 환경에 상관없이 적절히 어둠상자 내부에 빛을 완전히 차단할 수 있으며 필요시 파이프를 쉽게 탈부착할 수 있고 파이프의 접안구를 안전마개로 마감하여 보다 안전한 실험을 수행할 수 있도록 하였다.

Ⅵ. 자료의 교육적 효과

- 가. 본 자료를 활용함으로써 수업 시간에 교사나 학생이 손쉽게 직접 조작할 수 있어 학습자 중심의 실험탐구활동이 될 수 있다.
- 나. 교과서에서 제시되었지만 결과가 잘 나타나지 않던 각종 실험에서 본 자료를 이용함으로써 실험 결과를 명확히 나타낼 수 있고, 빛의 성질에 대한 개념을 실험과 연관 지어 이해하는데 도움을 준다.
- 다. 실험과정이나 결과를 동영상 자료나 웹자료에 주로 의존하던 일부 교사들에게 학습에 대한 자신감과 의욕을 주고 학생들에게 탐구하고 사고력을 기르는데 이바지 할 수 있다.
- 라. 기존의 어둡상자가 가지는 단점을 보완하고 여러 차시에서 다양하게 활용되어질 수 있는 멀티 어둡상자를 통해 실험의 정교성과 결과의 명확성이 향상될 수 있다.
- 마. 실험 자료들이 세트화 되어 있어 실험을 위한 자료구비의 수고를 덜 수 있다.

Ⅶ. 일반화 방안

- 가. 주변에서 쉽게 구할 수 있는 재료들로 제작된 자료들이라 모형을 저렴하게 제작할 수 있다.
- 나. 크기가 크지 않아 보관과 이동에 용이하다.
- 다. 작동방법이 간단해서 사용이 편리하다.
- 라. 멀티 어둡상자를 통해 다양한 학습의 전개가 이루어질 수 있다.

전동기 만들기

송 관 호

석관고등학교

전동기 만들기는 2009 개정 과학과 교육과정 ‘물리 1’의 ‘에너지’ 단원에 나오는 ‘전기에너지의 이용’에 해당하는 실험으로, 제 7차 교육과정의 5학년 ‘에너지’, 6학년 ‘전자석’, 7학년 ‘힘’, 8학년 ‘전기’, 9학년 ‘전류의 작용’, 10학년 ‘전기에너지’와 관련되며, 2007개정 교육과정의 3학년 ‘자석의 성질’, 6학년 ‘에너지’, ‘자기장’, 7학년 ‘힘과 운동’, 9학년 ‘일과 에너지’, ‘전기’ 단원과 관련된다. 이 실험을 통해 전기 에너지를 역학적 에너지로 바꾸는 전동기의 원리와 에너지의 전환에 대해서 알아보고, 더 나아가 전동기가 실생활에서 활용되는 예와 자신이 만든 전동기를 창의적으로 이용하는 장치를 고안해 볼 수 있다.

1. 실험 목적

‘전동기 만들기’ 실험의 목적은 다음과 같다.

- 가. 건전지와 자석을 이용하여 간단한 전동기를 만들어 보고, 전동기의 회전 원리에 대해서 이해하는 것이다. 이 과정에서 전기에너지가 역학적 에너지로 전환되는 것을 확인할 수 있으며, ‘전자기력’ 개념을 도입하여 자기장 속에서 전류가 받는 힘에 대해 알 수 있다.
- 나. 전동기가 실생활에 어떻게 활용되는 지를 알아보고, 자신이 만든 전동기를 이용하여 창의적인 장치를 고안해 본다.

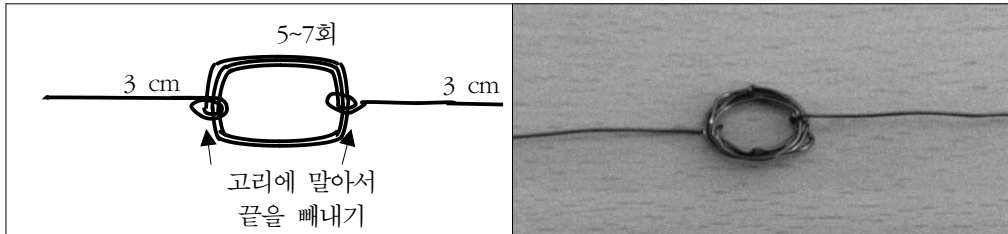
2. 실험 준비물

건전지(AA), 전지 끼우개, 구리판, 칼, 네오디뮴 자석, 얇은 에나멜선(0.5mm), 굵은 에나멜선(2mm), 못, 스카치테이프 등

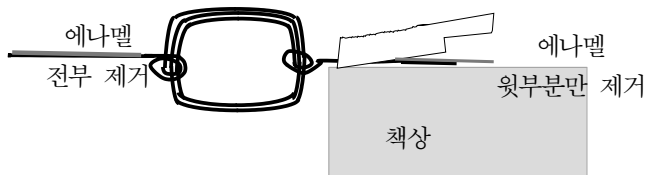
3. 실험 방법

(1) 에나멜선을 이용하여 전동기의 회전자를 만든다.

- 볼펜이나 연필에 얇은 에나멜선을 6회 정도 감아서 코일을 만든다.



- 칼을 이용하여 에나멜을 제거한다. 한쪽은 전부다, 나머지 한쪽은 절반만 제거한다.

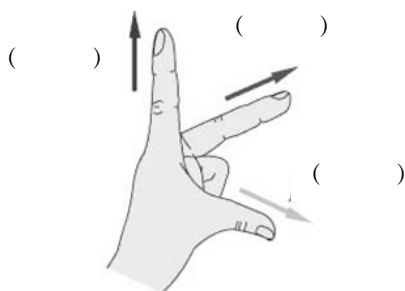


4. 실험의 원리

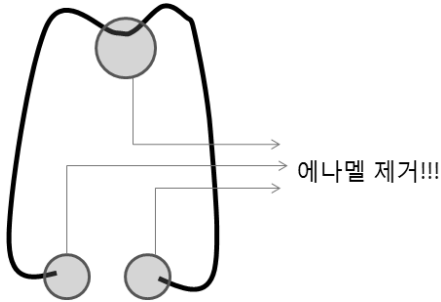
가. 앙페르의 법칙 : 전류는 주위에 자기장을 만든다.

나. 플레밍의 왼손 법칙 : 두 자석 사이에 힘(자기력)이 작용하는 것처럼, 전류와 자석 사이에서도 전자기력이 나타난다. 이 때, 자기장과 전류의 방향에 따른 전자기력의 방향을 아래 그림과 같이 알 수 있다.

전자기력의 크기 : $F = B I L$

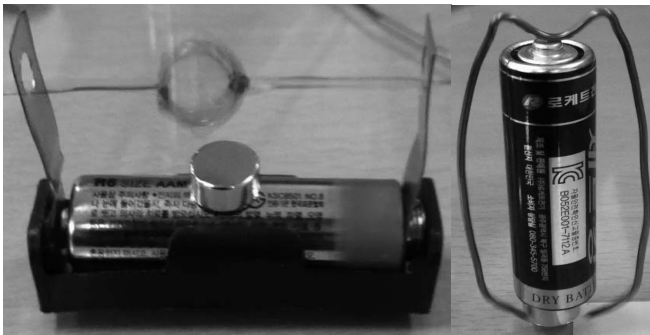


- 20cm 길이의 짧은 에나멜선을 아래 사진과 같이 구부려서 회전자를 만든다.
- 칼을 이용하여 아래 그림에 표시된 부분의 에나멜을 제거한다.



- 회전자의 대칭이 잘 맞도록 만들어야 한다.

Q. 에나멜을 제거하는 이유는 무엇인가?



(2) 회전자를 아래 그림과 같이 설치하고 회전하는지 관찰한다.

- 자석의 위아래를 바꾸어서 회전방향이 바뀌는지 관찰해보자.

Q. 회전자의 회전 방향이 바뀌는가? 바뀐다면 그 이유는 무엇일까?

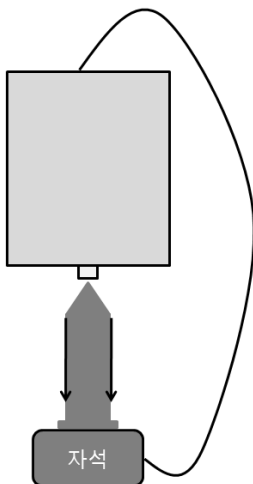
(3) 다른 전동기 만들기

- 왼쪽그림과 같이 못과 자석을 이용하여 건전지의 +극에 붙인 후 에나멜선을 이용하여 전류를 흐르게 하면, 못과 자석이 회전자가 되어 회전한다.

- 못에 전류가 흐를 때는 표면에만 전류가 흐르게 된다. 따라서 그림에 표시된 화살표를 전류라고 생각할 수 있다.

- 자석의 위아래를 바꾸어서 회전방향이 바뀌는지 관찰해보자.

Q. 회전자의 회전 방향이 바뀌는가? 바뀐다면 그 이유는 무엇일까?

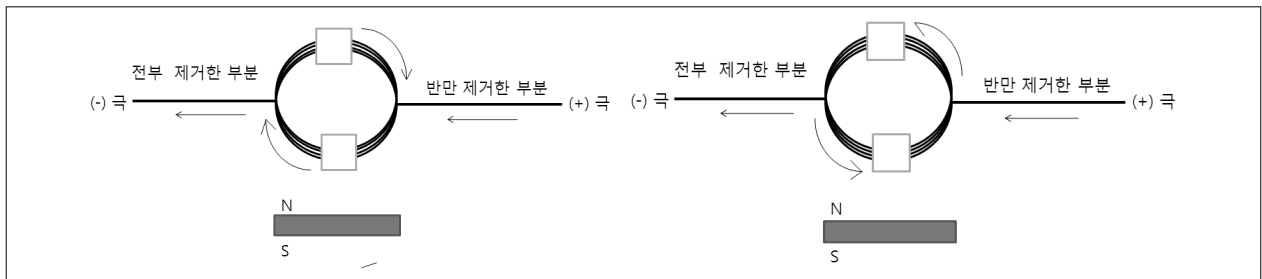


다. 전자기력과 전동기

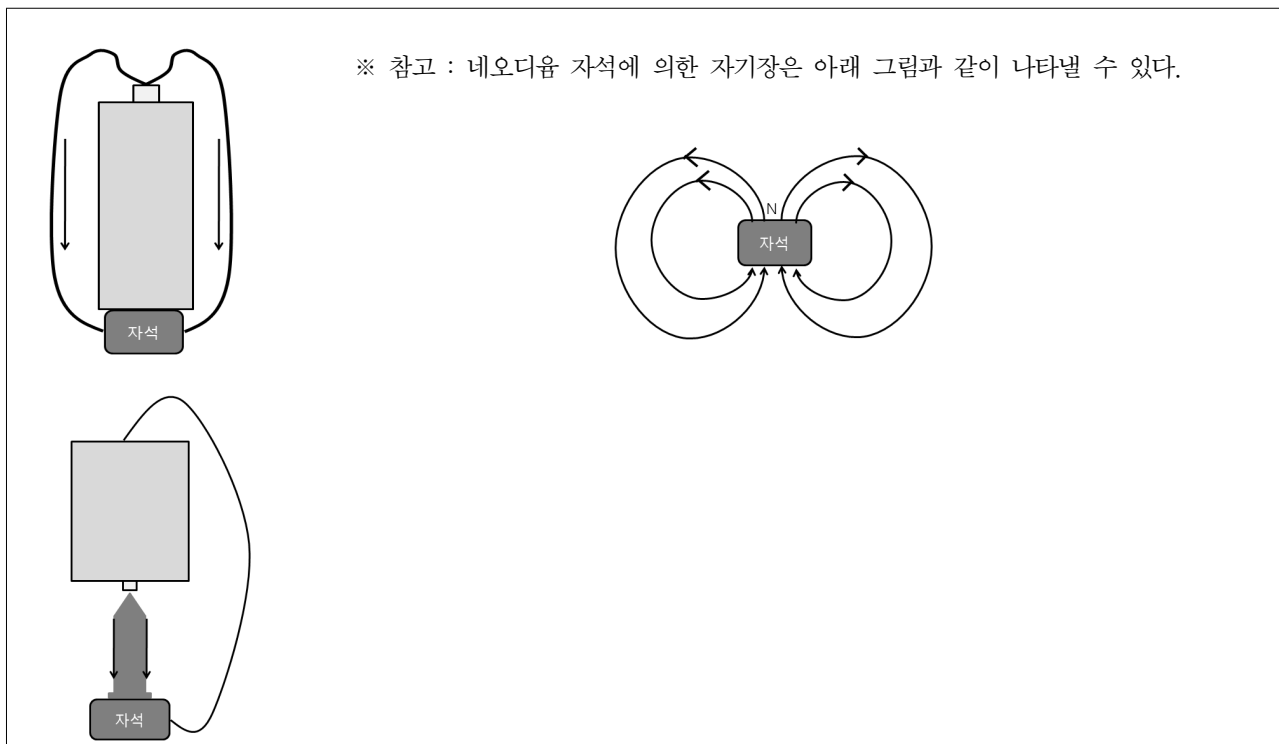
- (1) 전동기 : 전기 에너지를 기계 에너지(운동 에너지)로 변환시키는 장치
- (2) 회전자 : 전동기의 회전하는 부분
- (3) 전자기력 : 자기장 속에서 전류가 흐르는 도체에 작용하는 힘
- (4) 회전자의 회전 원리 : 전동기는 전자기력을 이용한 것이다. 회전자에 전류가 흐르면 자석에 의한 자기장이 회전자에 힘을 작용한다. 이 힘이 바로 전자기력이다. 이 전자기력은 회전자의 양쪽에서 다른 방향으로 작용한다. 따라서 회전자는 회전하게 된다.

5. 실험 결과

가. 아래 그림에 나타난 두 가지 상황에서 네모 칸에 전자기력의 방향을 표시한 후, 회전방향을 예상하여 화살표로 나타내 보자. (※힘의 방향? ● : 종이를 뚫고 나오는 방향, X : 종이를 뚫고 들어가는 방향)



나. 아래의 그림에 전류, 자기장, 전자기력을 표시하고, 회전자가 회전하는 원리를 설명해보자.



포디프레임을 활용한 포디난타

박 호 걸

포디수리과학창의연구소 연구소장

홈페이지 : www.4dframe.com

I. 포디프레임' 이란?

포디프레임의 사전적 의미는 ‘4차원’(4 dimension) + ‘프레임’(틀 또는 뼈대 · 구조 · 짜임새, frame)을 뜻하는 합성어이다. 포디는 3차원에서 시간의 개념을 더한 4차원을 뜻한다. 이것은, 그 하나로서는 별다른 의미를 지니지 못하는 한 개체(점: 0차원)가 또 다른 개체와 만남으로써 선(1차원), 면(2차원) 그리고 입체(3차원)를 통해, 궁극적으로, 표현하고자 하는 사람의 생각과 내면의식까지 나타낸다는 것을 뜻한다. 이를 통해 사용자(유아 또는 어른)는 사물이 구성되어 감을 느낄 수 있고, 사고의 시작이 이뤄질 수 있다. 또한 ‘포디’라는 이름 안에는 꿈(dream)의 의미도 있어, 아이들이 가지고 있는 상상의 나라를 마음껏 펼쳐 나가라는 뜻을 담고 있다. 이름을 포디 빨대라 하지 않고 굳이 외국어인 포디프레임이라 한 것은 글로벌 시대에 맞춰 국내 시장뿐만 아니라 세계시장으로 진출하기 위한 의지가 담긴 전략적 표현이다.



〈연결봉〉



〈연결발〉

1. 포디프레임의 교구의 특징

포디프레임은 연결봉과 연결봉을 연결발로 이어서 각도를 0°~ 360°까지 자유롭게 만들 수 있다. 간단한 도구인 가위 하나만 가지고 연결봉과 연결발을 원하는 길이 또는 모양대로 자르고 이어서 무엇이든 만들 수 있는 것이다. 이것이 포디프레임의 가장 크고 핵심적인 특징이다. 연결발을 이용하여 연결봉을 위쪽으로 세우거나 아래쪽으로 내리는 것, 이것이 포디프레임을 무한히 확장할 수 있게 하는 것이다. 한마디로 말하면 포디프레임은 제한이 없고 자유롭다. 상상할 수 있는, 표현하고자 하는 모든 사물을 만들어 낼 수 있는 만능 재료인 것이다.

이렇게 제한이 없고 자유롭다는 것은 유연하다는 말과 같다. 유연한 사고는 디지털 시대의 생존전략이

라고 할 수 있다. 디지털 시대의 교구도 표현능력으로부터 유연해져야 한다. 이미 공장에서 만들어져 나올 때부터 제한된 틀을 갖는다면 아이들의 상상력과 창의력도 제한받을 수밖에 없지 않을까? 이와 같은 제한된 틀을 벗어나 자유롭게 표현할 수 있는 것이 무엇일까를 고민하는 과정에서 만들어진 것이 바로 포디프레임이다.

2. 포디프레임 교구의 구성

프레임 교구는 연결봉과 연결발로 이루어져 있다.

가. 포디프레임의 연결봉



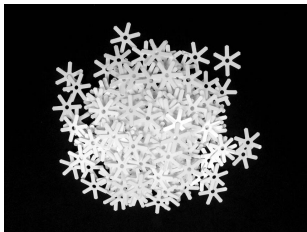
연결봉은 여러 가지 색과 길이로 되어 있다. 연결봉은 여러 가지 방법으로 연결발에 이어서, 만들고 싶은 모양의 도형이나 구조물 및 조형물을 창조해 내는데 쓰인다.

〈연결봉의 종류〉

길이 (cm)	2	3	5	6	7	10	15	23	30
색깔	흰색/ 검정/ 은색	노랑/파랑/보라/ 연두/초록/주황/ 흰색/검정	흰색/검정/ 노랑	파랑/노랑/ 연두/초록	주황/보라	주황/검정/ 흰색	주황	주황/흰색/ 파랑	주황/검정/ 흰색/파랑/ 초록/노랑

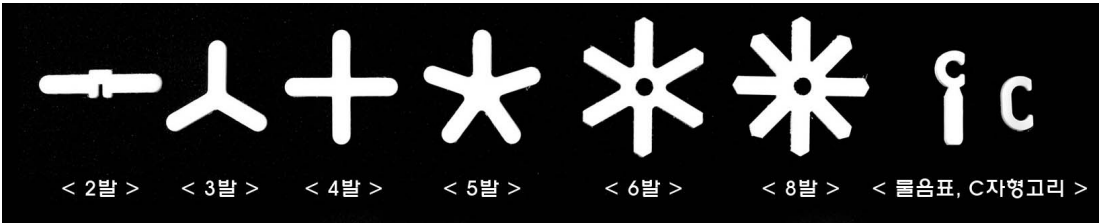
가장 많이 쓰이는 연결봉의 길이는 7cm인데, 아이들이 무엇인가를 만들었을 때 보기에 가장 좋고 크기도 가장 그럴듯하게 만들어지기 때문이다. 연결봉은 간단한 도구인 가위 하나로 길이를 마음대로 잘라서 쓸 수 있어 표현력에 한계가 없다. 또한 연결봉의 배를 가위로 길게 자르면 연결봉의 두께를 조절할 수 있어서 연결봉끼리 연결할 수도 있다. 같은 방법으로 연결봉의 길이를 길게 할 수 있다.

나. 포디프레임의 연결발



연결봉을 이어주는데 쓰이는 연결발은 포디프레임의 가장 핵심적인 요소이다. 왜냐하면 연결발에 연결봉을 자유자재로 이어줌으로써 무엇이든 표현해 낼 수 있기 때문이다. 말하자면 연결발은 연결봉에게 자유롭게 상상의 나래를 펼 수 있도록 날개를 달아준 셈이다. 연결발은 일자형~6발, 8발, C자 고리 및 물음표 고리 등 8종류가 있다. 연결발의 핵심은 발이 갖고 있는 발 사이의 각도가 다르다는 것이다. 일자발의 발 각도는 180도(직선)이고 3발은 120도, 4발은 90도, 5발은 72도, 6발은 60도, 8발은 45도이다. 이와 같이 발의 수에 따라 각

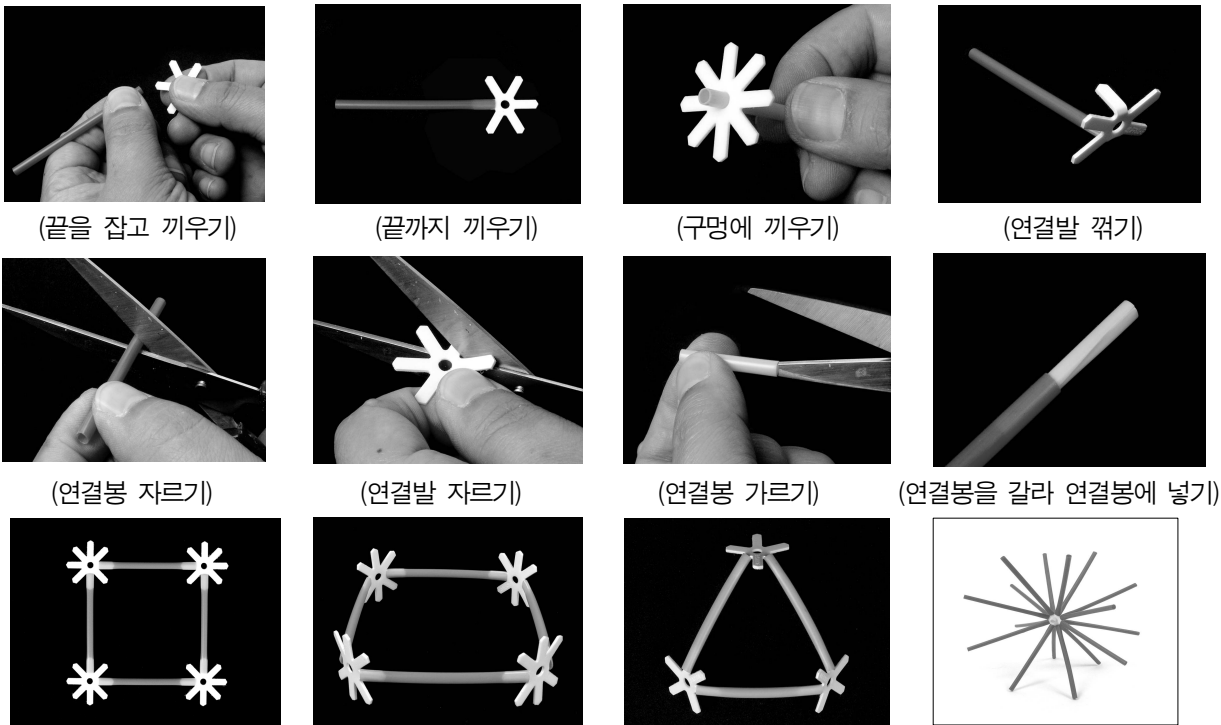
도가 다르다. 뿐만 아니라 발을 위아래로 꺾거나 옆으로 젖히면 입체적으로 각도를 변화시킬 수 있어 표현에 제한이 없다. 이와 같이 연결대의 각도를 상하좌우로 조절할 수 있다는 것이 연결봉의 표현력을 자유자재로 높여 나가는 강력한 힘이 되는 것이다.



〈연결발의 종류〉

연결발은 적응력이 뛰어나서, 4발, 6발, 8발은 일자형 대신으로도 쓸 수 있다. 발의 수에 구애받지 않고 상상의 날개를 펼 수 있다. 6발은 발을 하나 건너 하나씩 잘라내면 3발과 같은 모양이 되기 때문에 3발과 같이 쓸 수 있다. 같은 방식으로 자르면 8발도 4발과 같이 쓸 수 있다. 결국 6발과 8발에는 3발과 4발이 2개씩 들어있는 셈이다. 필요할 때에는 상황에 따라 8발을 잘라 7발로도 만들어 쓸 수도 있고, 6발을 잘라 5발로도 만들어 쓸 수도 있다. 이 밖에도 연결발은 상상하는 대로 조절하여 폭넓게 이용할 수 있으며, 상상의 범위를 넓혀 나가도록 아이들을 진정으로 돕는 것이 포디프레임이 추구하는 철학이다.

3. 포디프레임의 다양한 연결방법



〈여러 가지 방법으로 끼우기〉

II. 자연에너지로 움직이는 포디난타 만들기

1. 대체에너지(Alternative Energy)란?

세계의 많은 과학자들은 화석연료가 점점 없어져 가고 있는 것에 대한 대안으로 여러 가지 에너지를 개발하는데 주력하고 있습니다. 화석연료를 대체할 대체에너지에는 어떤 것들이 있을까요?

대체에너지란 석탄, 석유, 원자력 및 천연가스가 아닌 태양에너지, 풍력, 바이오매스(biomass), 소수력, 연료전지, 석탄의 액화, 가스화, 해양에너지, 폐기물에너지등과 지열, 수소, 석탄에 의한 물질을 혼합한 유동성 연료를 의미한다. 그러나 실질적인 대체에너지란 넓은 의미로는 석유를 대체하는 에너지원이고 좁은 의미로는 신재생에너지(Renewable Energy)를 말한다.

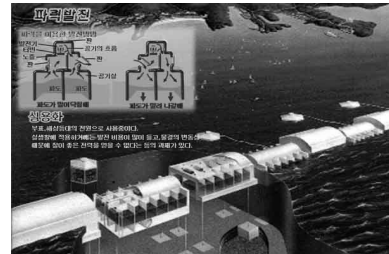
우리나라는 대체에너지로 11개 분야를 지정했는데(대체에너지 개발 및 이용, 보급촉법 제 2조) 재생에너지 8개 분야(태양열, 태양광발전, 바이오매스, 풍력, 소수력, 지열, 해양에너지, 폐기물에너지)와 신에너지 3개 분야(연료전지, 석탄액화/가스화, 수소에너지)이다.



〈풍력 발전기〉



〈태양 에너지〉



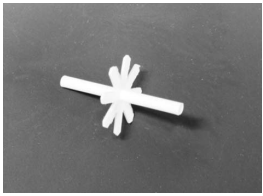
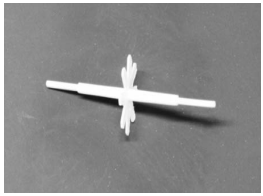
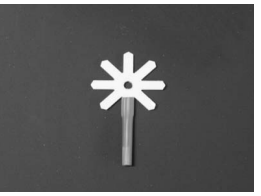
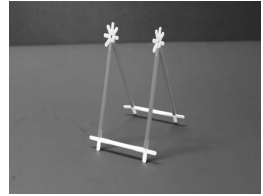
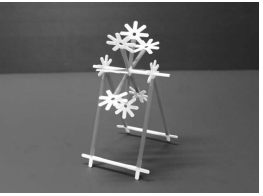
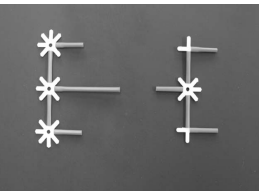
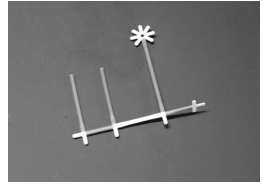
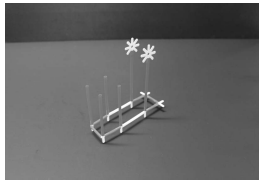
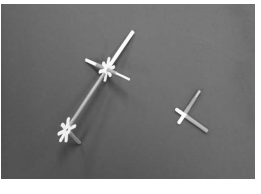
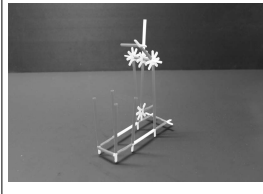
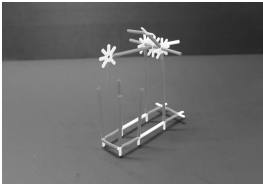
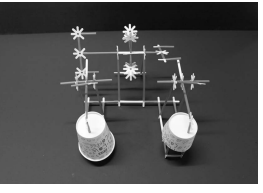
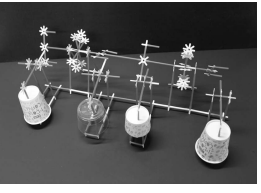
〈해양 에너지〉

2. 풍력(바람을 이용한 대체에너지)발전이란?

풍력(風力) 발전이란 공기의 힘이 가진 운동에너지의 공기역학적 특성을 이용하여 회전자(rotor)를 회전시켜 기계적 에너지로 변환시키고 이 기계적 에너지로 전기를 얻는 기술이다. 풍력발전은 어느 곳에서나 쉽게 얻을 수 있는 무공해, 무한정의 바람을 이용하므로 환경에 미치는 영향이 거의 없고 국토를 효율적으로 이용할 수 있으며 대규모 발전단지의 경우에는 발전 단가도 기존의 발전 방식과 경쟁 가능한 수준의 신에너지 발전기술이다. 또한 풍력 발전 단지의 면적 중에서 실제로 이용되는 면적은 풍력발전기의 기초부, 도로, 계측 및 중앙제어실 등으로 전체 단지 면적의 1%에 불과 하며 나머지 99%의 면적은 목축, 농업 등의 다른 용도로 이용할 수 있다. 비용이 적게 들고 건설 및 설치기간이 짧아 효율적이며 화석연료를 대신하여 자원고갈에 대비할 가능성이 높은 에너지원이다. 그러나 바람이 항상 부는 것이 아니기 때문에 에너지를 저장하기 위한 충전기술이 사용되어야 하고 이는 비용이 많이 드는 단점이 있어 앞으

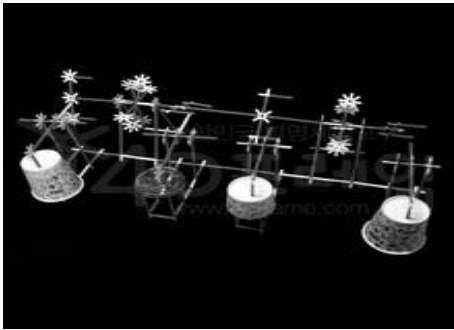
로 우리가 풀어나가야 할 숙제이다. 바람의 힘을 역학적 에너지로 변화하여 동력을 발생시켜 소리를 낼 수 있는 구조물을 직접 만들어 보며 에너지가 전달되는 원리를 이해하고, 여러 명의 구조물을 합체하여 힘을 전달시키는 활동을 할 수 있다.

3. 포디난타 제작과정

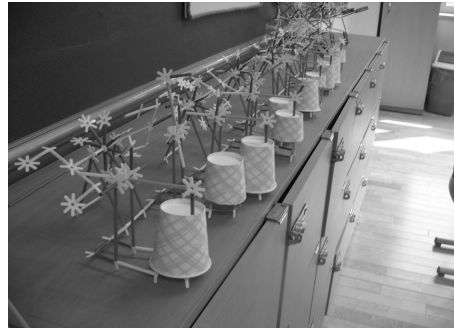
			
① 8발 중앙 구멍에 5cm 연결봉을 반 정도 넣는다.	② ① 연결봉 양 끝에 납작발을 반 정도 넣는다.	③ 3cm 연결봉과 8발을 사진처럼 8개 만든다.	④ ②와 ③을 연결하여 풍차 형태를 만든다.
			
⑤ 5, 10cm 연결봉과 4,8발을 연결한다.	⑥ ⑤ 구멍에 ④를 넣는다. (돌아가는지 확인한다.)	⑦ 3, 7cm 연결봉과 4, 8발을 연결한다.	⑧ ⑥과 ⑦을 연결한다.
			
⑨ 3, 5, 7, 10cm 연결봉과 4, 8발을 연결하여 2개를 만든다.	⑩ ⑨에 3cm 연결봉을 연결하여 2개를 만든다.	⑪ 3, 5, 7cm 연결봉과 4, 8, 납작발을 사용하여 사진처럼 만든다.	⑫ ⑩과 ⑪을 연결한다.
			
⑬ ⑫ 양 끝 납작발에 3cm 연결봉을 끼운다.	⑭ 3cm 연결봉을 사용하여 ⑧과 ⑬을 연결하여 완성한다.	⑮ 남은 7, 10cm 연결봉을 사용하여 여러 개를 합쳐서 연주할 수 있다.	

4. 자연에너지로 움직이는 수업 및 활동 사례

가. 포디난타



〈 포디난타 〉

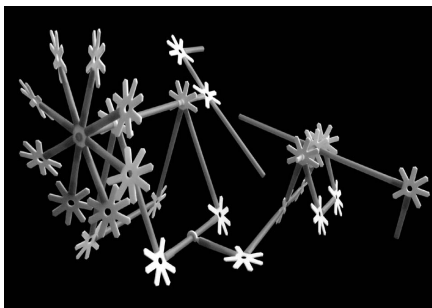


〈 포디난타를 연결한 모습 〉

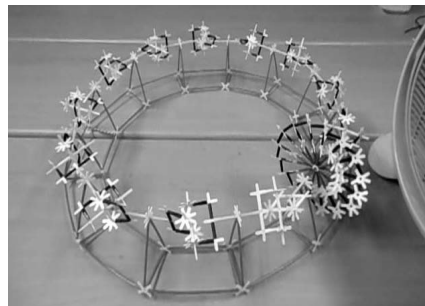


〈 포디 난타를 제작하고 있는 학생들 〉

나. 풍차구조물 활용



〈 풍차구조물 〉



〈 풍차구조물을 연결한 모습 〉

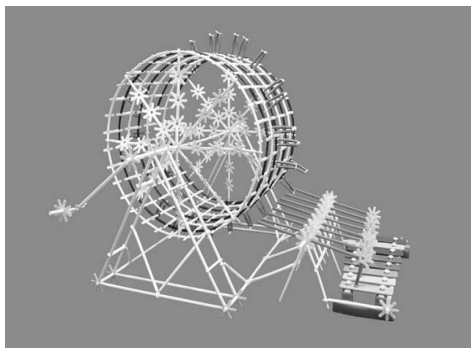


〈 바람에너지를 이용한 풍차구조물 〉

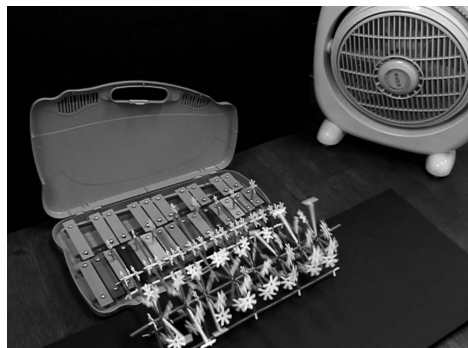


〈 물 에너지를 이용한 풍차구조물 〉

다. 포디 오르골 활용



〈 포디 오르골 〉



〈 바람을 이용한 포디 오르골 〉



〈서울길음초등학교 발명영재단 오르골 수업사례〉



〈제5회 수리과학창의대회 고등부 선정주제〉

참고문헌

1. 참고 사이트

- 포디수리과학창의연구소 : www.4dframe.com
- 바 당 : user.chollian.net/~badang25
- 엽 실 론 : user.chollian.net/~kimig01
- (사)전국수학교사모임(구 수학사랑): <http://www.mathlove.org>

2. 참고 문헌

1. 박호걸(2006년). ‘제3의 흙 포디프레임’. (주)포디랜드·포디수리과학창의연구소
2. 4DBLOCK(2002년). 포디프레임을 이용한 창의력 수학교실. 한국수학교육학회 학술논문, 수학교육논문집 13권 2호 p811-812, ISSN 1226-6663 KCI 등재
3. 박호걸(2006년). 포디프레임으로 시에르핀스키 피라미드 만들기. 전국수학교육연구대회 학술논문 및

학술발표자료, 수학교육 프로시딩 36권 p91-1001, ISSN 2005-6753

4. 방승진, 이상원(2007년). 영재 학생의 창의성 신장을 위한 교수매체의 활용 방안. 한국수학교육학회 학술논문 수학교육논문집, 제21집 제1호 통권29호(2007년 2월), pp.81-105 ISSN 1226-6663 KCI 등재
5. 박호걸, 김동미(2007년). 포디프레임을 활용한 수학/과학 창의 활동. 국제수학영재교육세미나 학술발표자료, 프로시딩 2007
6. 박호걸(2007년). 도형에서 공간으로 포디프레임 공간수학 활동-포디프레임으로 만드는 시에르핀스키, 코흐의 눈꽃송이. 국제수학영재교육세미나 학술발표자료, 프로시딩 2007
7. 황홍택, 최소영, 오지태, 이정규, 이호택(2010년). 이슬람디자인과 4D프레임을 활용한 수학문화 활동-기하학적 벽면 구성. 전국수학교육연구대회 학술논문 및 학술발표자료, 수학교육 프로시딩 44권, p189-203, ISSN 2005-6753
8. 박만구, 고상숙, 정인철, 김은영(2010년). 기하 교구의 활용이 공간 지각 능력에 미치는 영향. 한국학 교수학회 학술논문, 한국학교수학회논문집 13(2) 303-322 ISSN 1229-0890 KCI 등재
9. 김은영(2009년). 4D frame 활용 학습이 초등학생의 공간감각 능력 신장에 미치는 효과. 서울교육대학교 초등수학교육학과 석사학위 논문
10. 이안나(2010년). 폴리드론, 4D-frame, Poly를 이용한 정다면체 수업이 공간능력에 미치는 영향. 건국대학교 수학교육학과 석사학위 논문
11. 배주란(2010년). 포디프레임을 이용한 활동 중심의 교수학습 방안 연구 : 정다면체 단원을 중심으로. 전남대학교 수학교육학과 석사학위 논문
12. 이슬이(2010년). 4D 프레임을 이용한 활동 중심의 수준별 교수·학습 지도방안 연구 : 정다면체 단원을 중심으로. 창원대학교 수학교육학과 석사학위 논문
13. Anneli Hedkvist Manninen, David Ostlund(2010). '4DFrame - a new pedagogical material! A practical study'. Sweden: Sodertorn University
14. 강희정(2011년). 4D를 활용한 수학 학습활동이 노인의 인지적 능력향상에 미치는 영향. 원광대학교 교육대학원 수학교육전공 석사학위 논문
15. 김우진(2012년). 초등 수학영재의 창의성 신장을 위한 STEAM프로그램 개발 및 적용-4DFrame 교구 활동을 중심으로. 한국교원대학교 교육대학원 초등수학교육과 석사학위 논문

3. 국내 · 외 포디프레임 전시관

- 대전 국립중앙과학관 상설전시관 내 포디수학체험관 전시
- 스웨덴 국립과학기술 박물관 내 포디수리과학체험관 전시
- 스웨덴 노벨 박물관 내 DNA, 탄소나노튜브 전시
- 오스트리아 잘츠부르크 과학관 내 포디수리과학체험관 전시
- 핀란드 유레카 과학관 내 포디체험관
- 중국 연변과학기술 연구원, 용정과학기술 연구원 내 포디수리과학체험관 전시

- 중국 중경시 석신로 과학관 내 포디프레임 전용 전시체험관 개관
- 일본 와코소학교 내 포디수리과학체험관 전시
- 서울 남산 과학관 내 포디수학체험관 전시
- 전남 여수해양수산과학관 내 포디프레임 전시체험관
- 인천광역시, 대구광역시, 광주광역시 교육과학연구원 내 상설전시장 전시
- 전라북도 과학교육원 내 상설전시장 전시
- 부산광역시 유아교육진흥원 내 포디수리과학체험교실 전시
- 서울 치현초, 상암초, 삼정초, 중곡초, 광주 송천초등학교 등 전국 다수 초등학교 내 포디창의체험교실 전시
- 서울 양정고, 해원여고, 전남 담양 창평고등학교, 안양대안중학교 등 전국 다수 중고등학교 내 수학교과교실 전시
- 경기도 구리시 두레학교, 광주광역시 월광학교 내 포디체험관
- 경기 기계고등학교 진로체험센터 내 포디체험관
- 군포 국제교육센터 수학체험관 내 포디프레임 전시

샤를의 법칙의 정량적 결과 확인을 위한 실험

백 종 호 · 정 대 흥

서울대학교 화학교육과

본 연구에서는 중·고등학교에서 학습하게 되는 샤를의 법칙에 대하여 정량적인 실험 결과를 얻기 위한 실험 방법을 제시하고자 한다. 실험 방법을 고안하기 위해 현재 사용되고 있는 교과서에 제시된 실험 방법에 대하여 분석하였고, 이를 통해 대안을 제시하였다. 대상이 되는 실험은 삼각플라스크 혹은 둥근바닥플라스크와 주사기를 이용해 부피 변화를 확인하는 실험이다.

많은 수의 교과서에서 샤를의 법칙에 대한 설명은 정량적인 수준까지 구체적으로 다루는 것에 비해 실험 혹은 탐구활동은 정성적으로 제시하고 있다. 이는 선형적으로 기체의 부피가 온도에 따라 변화하는 것을 확인하기에 용이하지 않기 때문이다. 또한 정량적인 결과 획득을 위한 실험의 경우에도 크게 두 가지 문제점이 있다.

첫 번째로 부피 변화 관찰을 위해 사용하는 실험 기구의 마찰 저항이 매우 크기 때문에, 부피의 변화가 일어나지 않고 압력이 증가하게 된다. 이 실험에서 쉽게 사용할 수 있는 부피 측정 기구인 주사기의 경우, 플라스틱 혹은 유리 재질로 되어 있고 이 때문에 내벽과 피스톤 사이에 마찰력이 크게 작용한다. 이로 인해 지속적으로 1기압이 유지되지 못하고 주사기 내부의 압력이 증가하는 문제점이 발생한다.

두 번째로 적절한 온도 구간에서 부피의 변화 관찰이 용이하지 않다. 기체의 부피는 온도가 1 °C 증가할 때, 0 °C 부피의 1/273이 증가하며, 이는 초기 부피가 크지 않거나, 부피 변화 확인을 위한 부분이 관찰에 적합하지 않은 경우 문제가 된다. 이는 초기 부피를 크게 하기 위하여 큰 초차를 이용하도록 만들며, 물중탕의 시간이 길어져 실제 수업으로 진행하기에 시간적인 어려움을 만든다. 또한 관찰의 편리성을 위해 60 °C 이상의 온도까지 가열하게 되면 화상의 위험이 있다.

위의 분석을 통하여, 선형적인 결과를 얻기에 적합한 실험 장치가 갖춰야 하는 조건들을 선정하였고, 측정 부분의 개선을 핵심적으로 고려하였다. 큰 온도 변화 없이도 부피의 변화를 확인하기 위해 측정 부분은 내경이 작고 전체 길이가 긴 장치를 이용하였다. 이를 위해서 피펫을 이용하였고, 1 mL 피펫이 적합한 것으로 판단하였다. 또한 피펫은 주로 유리 초사이므로, 마찰력을 줄이기 위해 마개 및 표지 역할을 하는 것으로 액체를 이용하였다. 사용하는 액체의 종류에 따른 변인 통제를 위해 물과 글리세롤을 이용하였으며, 글리세롤을 이용하는 경우가 더 효과적으로 변인 통제를 하는 것을 확인하였다.

본 연구에서는 고등학생의 수준에서 정량적인 실험 결과의 획득을 위해 눈금이 기록된 피펫을 이용하였다. 하지만 실험의 준비 및 진행을 더 용이하게 하기 위하여 위와 같은 형태의 다른 실험 도구를 이용할 수 있다. 또한 학생의 수준과 실험 진행 수준을 고려하여 다양한 전략을 택할 수 있을 것이다.

참고문헌

- 민정숙, 김성희, 정대홍, (2009) 학교 현장에 적용 가능한 ‘샤를의 법칙’ 실험방법의 분석 및 개발, 대한화학회지, 53(2): 175-188
- 안지훈, 백종호, 김미숙, (2012) 보일의 법칙과 샤를의 법칙 정량 실험에 모두 사용 가능한 빨대 기구 개발: 학교 현장에 적용 가능한 실험 제안, 현장과학교육학회지, 6(1): 41-49

STEAM으로 쉽게 배우고 재미있게 이해하기

김 신 영¹ · 임 효 진¹ · 정 자 영¹ · 최 방 글²

¹대전노은초등학교, ²대전송림초등학교

1. 주제 개요

화학 실험을 생각하면 보통 과학실에서 실험 기구들을 놓고 실험하는 장면이 떠오른다. 화학 실험을 좀 더 재미있게 할 수는 없을까? 카멜레온 볼 만들기는 지시약을 이용하여 액성에 따라 색이 변하는 구슬을 만드는 실험이다. 즉, 화학 재료를 자신의 마음에 맞게 골라 실험함으로써 결과에 대한 호기심을 불러일으킬 수 있고 자신의 생각에 따라 창의적으로 결과물을 얻을 수 있으며 직접 실험해 봄으로써 탐구력을 기를 수 있을 것이다.

완충 작용을 하는 pH 용액은 우리가 생활하면서 흔히 사용하는 용액들로 구성되어 평소에 생각해보지 않고 그냥 사용했던 생활 용액들의 pH를 실험을 통해 알아보도록 하였다.

2. 프로그램 개요

- 학습 목표 : 산과 염기에 따른 지시약의 색깔 변화 알기
- STEAM 과목 요소 :
 - 과학 : 산과 염기 용액에 따른 지시약의 반응 살펴보기
 - 기술 : 지시약의 색깔변화표에 따라 원하는 색이 나오도록 산과 염기성 용액 계획하기
 - 공학 : 용액과 지시약을 활용하여 원하는 색 만들기
 - 예술 : 원하는 색으로 시디케이스 꾸미기
 - 수학 : 산성, 염기성 용액과 지시약 섞는 비율 및 용액 및 용질의 양 측정하기
- 실생활 연계 요소 : 생활 주변의 산성, 염기성 용액을 활용하여 지시약 반응 살펴보기
- 교육과정 연계 요소 : 과학, 6학년 1학기 2단원 산과 염기 2~8차시

3. STEAM 학습 준거 틀

- 상황제시 : 카멜레온 볼 만들기는 지시약을 이용하여 액성에 따라 색이 변하는 구슬을 만드는 실험
- 창의적 설계 : 화학 재료를 자신의 마음에 맞게 골라 실험함으로써 결과에 대한 학생들의 호기심을 불러일으킬 수 있고 자신의 생각에 따라 창의적으로 결과물을 얻기
- 감성적 체험 : 지시약의 산과 염기성 용액에 따른 색깔변화표를 보고 자신이 원하는 색이 나오도록 산성과 염기성 용액을 선택하고 지시약의 색을 관찰·확인

2012 한국현장과학교육학회 학술대회 및 정기총회

2012 Annual Meeting of the Korea Society for School Science

과학교사와 함께하는 융합인재교육과 교육기부

포스터논문

번호	성명	소속	제목
1	김방희, 배덕현, 김진수	한국교원대학교	초전도 전자기보트 만들기의 STEAM 수업 자료 개발
2	안재홍, 권난주	경인교육대학교	빛 개념을 적용한 아나모픽 과학-예술 융합 프로그램 개발 및 활용 전략
3	박지연, 전동렬	서울대학교	저소득층 학생을 위한 과학 프로그램
4	김지원, 김진수	교원대학교	CAM을 이용한 명패 만들기 STEAM 수업 자료 개발
5	김인수, 형식, 이성재	충북대학교	Bow tie모양의 행성상 성운 NGC 40
6	황명수	한국교원대학교	파동 전파 속도에 관한 예비 물리교사의 정신모델 변화와 일관성
7	이형재, 박상태	신월초등학교 공주대학교	전기회로 평가문항을 통한 초등학생들의 탐구능력 분석
8	정원중	덕소고등학교	STEAM으로 가르치는 천문학
9	이진희, 김민영, 최창민, 박기석	고려대학교 서울대학교	「생명의 연속성」 단원 중 암과 세포주기의 이해를 돕기 위한 융합인재(STEAM) 교육 프로그램의 개발
10	최창민, 박기석, 전상학	고려대학교 서울대학교	고휘도 LED 조명을 이용한 간이 형광현미경의 개발
11	박기석, 김미영, 전상학	서울대학교 한국교육과정평가원	형광현미경을 이용한 생물실험 프로그램의 개발
12	박정남, 형식	충북대학교	2009 개정교육과정 고교 융합형 과학의 내용 연계 및 교과서 비교 분석 - “1단원 우주의 기원과 진화” 및 “2단원 태양계와 지구”를 중심으로
13	복장희, 형식, 이성재	충북대학교	행성상 성운 NGC 7027의 영상과 분광선

번호	성명	소속	제목
14	현동걸, 박상우, 신애경	제주대학교 청주교육대학교	전류와 자기장 실험에서 나침반 자침의 진동현상에 대한 도해적 분석
15	천명기	한국교원대학교	창의적체험활동을 위한 Co-teaching STEAM 자료 개발 및 고등학생들의 인식 조사
16	권혁재, 권난주	법원초등학교 경인교육대학교	올림픽의 과학을 활용한 STEAM 교육자료 개발
17	김석주, 신애경, 박상우, 현동걸	제주대학교 청주교육대학교	과학교육 관련 전구의 전기광학적 특성
18	이준기, 이태경	전북대학교 효정중학교	과학자들의 집단지성적 협업체계 구축방식에 기초한 STEAM 수업에서의 새로운 모듈 구성 방법의 제안
19	곽혜정	서울대학교	힉스 입자와 표준모형의 간단한 소개
20	최방글, 김신영	노은초등학교	STWAM으로 쉽게 배우고 재미있게 이해하기 I
21	박성은	수지고등학교	금성일식 궤적 합성사진이 불러온 논쟁 - 조선, 중앙 왜 다른가?
22	박철순, 권난주	검산초등학교 경인교육대학교	초등학교 방과후 특기적성 과학 실험 수업 프로그램
23	청영승, 김학성 정지현	한국교원대학교	The solar eclipse and associated atmospheric variations observed in South Korea on 22 July 2009
24	김윤아, 정희진, 홍세화, 오국환	청담고등학교 서울대병원	제 1형 당뇨병의 발병 기전과 치료제에 대한 이해
25	권홍진	경기과학고등학교	A Study on science-gifted students' perceptions on field trip at Geoparks in Jeju Island, Korea
26	최경철	와부고등학교	키네틱아트 구조물을 활용한 역공학 STEAM프로젝트학습 콘텐츠 개발

초전도 전자기보트 만들기의 STEAM 수업 자료 개발

김 방 희 · 배 덕 현 · 김 진 수

한국교원대학교

2011년 초·중등교육 강화를 위해 교육과학기술부에 의해 제시된 융합인재교육(STEAM)은 2012년 교육 현장에 전면적으로 확대하기 위한 다양한 정책들이 수립되었다. 교과부 차원의 STEAM 연구 사업, STEAM 리더스쿨 및 교사연구회 확대 운영, STEAM R&E 지원, 교사 대상 STEAM 연수 프로그램 운영 등의 정책이 있다. 이러한 정책들은 실제 교육 현장에서 활용 가능한 다양한 STEAM 수업 자료의 개발을 목적으로 하고 있으며, 이는 STEAM 교육의 활성화를 위해 무엇보다도 다양한 STEAM 수업 자료가 필요함을 의미한다. 이 연구는 과학, 수학의 개념과 원리를 바탕으로 기술, 공학의 설계와 제작과정과 예술적 요소가 포함된 초전도 전자기추진선 만들기 STEAM 수업을 개발하는데 그 목적이 있다.

이 연구에서는 STEAM 수업자료 개발을 위해 김진수(2011)에 의해 개발된 STEAM 통합모형 및 STEAM 큐빅모형을 활용하였으며, 프로그램 개발 절차는 준비, 개발, 실행, 평가의 4단계인 PDIE 모형을 사용하였다. STEAM 수업방법은 김진수(2012.3)가 개발한 “상황제시, 창의적 설계”를 포함하여 “수업안내, 수업과정안, 교수·학습자료, 활동지, 교사자료”의 5가지 영역으로 구분하여 수업 자료를 개발하였다.

개발된 STEAM 자료는 미래형 해양 수송수단으로 주목받고 있는 초전도 전자기보트로서, 과학 교과와 ‘물질과 전자기장’ 단원에서 활용 가능하다. 플레밍의 왼손 법칙에 의한 힘, 전해질과 유전 분극의 과학적 요소와 전기장과 자기장의 세기에 따른 전자기력 변화와 추진력 사이의 연관성을 추론해보는 수학적 요소를 바탕으로 한다. 그리고 전자기력의 발생과 활용의 공학적 요소와 창의적 설계과정에 기반하여 산출물을 제작하는 기술적 요소를 포함시켰고, 디자인과 감성의 예술적 요소를 융합적으로 구조화하였다. 또한 활동 과정상에 다양한 창의 기법의 접목을 통해 학습자의 창의성을 신장시킬 수 있도록 하였다.

[감사의 글]

이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2010-0021936).

빛 개념을 적용한 아나모픽 과학-예술 융합 프로그램 개발 및 활용 전략

안 재 홍 · 권 난 주*

경인교육대학교 과학교육과

예술은 창의 및 인성 함양에 있어 중요한 수단이며, 최근 각 나라에서는 예술의 의미와 역할을 타 분야 및 문화적 측면까지 확장하고자 하는 다양한 학문적, 정책적 연구와 제안이 이루어지고 있다. 과학은 예술에 방법적인 아이디어를 제공할 수 있고, 예술은 과학에 창의적인 아이디어를 제공할 수 있음은 많은 연구를 통해 알려져 있지만, 이를 교육 현장에서 구체적으로 적용할 수 있는 방법에 대한 연구는 아직 부족한 실정이다. 본 연구는 융합인재교육(STEAM)이라는 최근 과학교육의 패러다임 변화에 있어 예술 분야를 통한 과학적 탐구 적용 방안을 살펴보고, 교육 현장에서 과학 분야와 예술 분야의 협업을 통해 적용 가능한 효과적인 교수학습 전략을 모색해 보았다. 사물을 볼 때 바라보는 각도에 따라 다르게 보이는 착시현상, 이는 고전 미술에서도 볼 수 있는 형태이지만 현재는 아나모픽(Anamorphic)라는 이름으로 대중들에게 새로운 미술 장르로 소개되고 있다. 이는 제각각으로 독립되어 이해하기 힘든 그림이나 이미지들을 반구체 등의 거울이나 특정한 위치에서 보면 작가가 의도한 형상을 볼 수 있게 되는 기법을 말하며 영화에서는 새로운 영상기법으로도 많이 활용되고 있다. 즉 아나모픽은 과학에서의 빛의 반사와 굴절, 착시현상, 수학에서의 물체의 대칭과 회전, 미술에서의 원근감 등에 대한 기본 소양을 담고 있는 종합 예술이라 할 수 있으며, 이는 교육 현장에서 효과적인 과학-예술 융합 프로그램으로 활용될 수 있다. 본 연구에서는 이러한 각 분야의 소양에 대한 이해를 기반으로 학생들의 ‘창의적 설계’와 ‘감성적 체험’이라는 교수 과정을 통해 학교 현장에서 실현 가능한 전략 제시 및 관련 프로그램 콘텐츠를 소개한다.

저소득층 학생을 위한 과학 프로그램

박 지 연 · 전 동 렬

서울대학교

최근 교육비용의 상승과 점점 심해지고 있는 빈부 격차 때문에 특정지역과 특정계층이 양질의 교육을 독점하는 경향이 나타나고 있다. 이러한 현상은 과학 영재 교육에서도 마찬가지로 발생하고 있다. 선발 방법을 개선하여 저소득층 학생의 과학 영재 교육 참여율을 증가시킨다 하더라도 학습에 필요한 준비가 되지 않은 상태에서는 또 다른 어려움을 줄 수도 있다. 따라서 이들을 기존의 과학 영재 프로그램에 참여시키기 전에 재능을 키워줄 수 있는 가교 프로그램을 실시하는 것이 도움이 될 것이다.

이런 취지에서 서울 관악·동작구의 중학교 1학년에서 저소득층이면서 과학에 관심과 재능을 보이는 학생을 위해 중간 수준의 과학 프로그램을 실시하였다. 수업은 9개월 동안 (11년 5월 - 12년 1월) 매주 토요일에 진행되었고 물리·화학·인성 프로그램이 실시되었다. 물리와 화학 수업을 진행하는 교사들이 각 수업 프로그램을 구성하여 진행하고 학생들의 멘토 역할도 병행하였다.

학생 선발을 위해 동작교육청의 협조를 얻어 중학교에 학생 추천 공문을 보냈으나 지원자가 거의 없었던 것으로 보아 교사들의 관심이 부족함을 알 수 있었다. 저소득층 학생에 대한 교사의 편견과 학생의 성취와 영재성이 동일하다는 잘못된 인식도 원인이라고 볼 수 있다. 이런 편견을 깨뜨릴 수 있는 관찰추천에 관련된 연수가 필요하다. 추천을 위해 긴 기간 관찰이 필요하므로 학기 초보다는 학기 말에 추천을 받아 선발하는 것이 좋다. 학생들에게 프로그램에 선발되었다는 자부심과 수업 참여에 대한 애정을 가지게 하기 위하여 프로그램이 이루어지는 장소에서 실시하는 별도의 시험은 도움이 된다. 통일된 교육 목표를 위해 참여 교사들이 지속적으로 회의를 하고 담당한 교육과정 이외의 다른 교육과정에 대한 검토가 필요하다. 과학 프로그램일지라도 과학 외에 수학과 글쓰기 등의 교육도 포함시킬 필요가 있다. 수업에서 조를 구성하고 조마다 구심점 역할을 할 수 있는 멘토를 두고 조를 중심으로 활동하도록 하는 것이 프로그램에 적응하는 데 좋다. 멘토는 수업에 참관자로 참여하여 학생의 행동을 관찰하고 수업 담당 교사와 정보를 서로 교환하는 것이 필요하다. 대학교라는 공간을 잘 활용하여 참여 학생들이 고등 교육이 이루어지는 장소를 자연스럽게 접하도록 하고, 대학생 멘토로 활용할 수 있다. 매주 토요일에 수업이 이루어진다는 힘든 일정을 고려하였을 때 출석률이 매우 높았는데, 참여 학생들에게는 집에서 혼자 보내는 토요일이라는 시간을 친구, 선생님과 함께 보낼 수 있는 공간으로써의 의미가 큰 것으로 보이며, 더 불어 실험을 할 수 있다는 장점도 작용하고 있음을 알 수 있었다. 학생들에게 과학에 대한 인식과 과학 탐구능력, 논리적 사고력 검사를 실시한 결과 논리적 사고력 검사에서 프로그램 참여 이후에 사전 검사보다 통계적으로 유의미한 향상을 보였으며, 계속된 조별 실험 활동으로 인해 도구 조작 능력과 조원과 협조를 하는 능력이 향상되었음을 알 수 있었다. 이 연구에서 얻은 시사점과 문제점을 반영하여 프로그램의 내용을 개선하고 평가하는 추후 연구가 필요하다.

CAM을 이용한 명패 만들기 STEAM 수업자료 개발

김 지 원 · 김 진 수

한국교원대학교

미래의 기술 혁신은 무에서 유를 창조하는 것이 아니라 기존의 기술을 새롭고 조화롭게 융합하는 것이 관건이므로 융합적으로 사고하는 능력을 필요로 한다. STEAM 교육은 과학, 기술, 공학, 예술, 수학을 통합하여 교육하는 것으로, 융합 시대를 선도할 인재에게 요구되는 공학적·과학기술적 내용 뿐 아니라 인간의 상상력 및 예술적 감성까지 두루 겸비 할 수 있는 능력을 기르게 한다.

이 연구는 공업계 고등학교에서 학생들의 흥미와 이해를 높이고, 과학기술 기반의 융합적 사고와 문제 해결 능력을 심어 주기 위해 ‘CAM을 이용한 명패 만들기’ STEAM 수업자료를 개발하였다.

STEAM 수업 자료 개발을 위해 김진수(2011)에 의해 제시된 STEAM 통합 모형, STEAM 큐빅 모형 및 PDIE 모형을 활용하였으며, 조향숙(2012)에 의해 제시된 STEAM 학습준거(틀)의 상황제시, 창의적 설계, 성공의 경험을 토대로 수업안내, 수업과정안, 교수·학습자료, 활동지, 교사자료의 5가지 영역으로 나누어 수업 자료를 개발하였다.

수업자료는 공업계 교과서인 공작기계 I·II의 ‘CAM 시스템’을 중심으로 구성하였으며, 가공에 쓰일 재료의 특성은 화학 I 교과서를 기초로 정리 하였고 고등학교 미술 교과서의 ‘판에 의한 간접 표현’의 내용과 기하와 벡터 교과서에서 공간좌표의 수학적 개념을 포함시켜 자료를 완성하였다.

학생들은 ‘CAM을 이용한 명패 만들기’ STEAM 수업을 통하여 산업체에서 필요로 하는 융합적 사고 및 문제해결 능력을 기를 수 있을 것으로 기대된다.

Bow tie모양의 행성상 성운 NGC 40

김 인 수 · 형 식 · 이 성 재

충북대학교 지구과학교육과

태양과 같은 별($1M_{\text{solar}}$)들이 진화단계에서 점근거성가지 (asymptotic giant branch, AGB)단계를 거쳐, 이온화된 가스의 강렬한 분출로 표피(shell)가 수~수십km/s로 팽창하는 특성을 가진 천체인 행성상 성운 NGC 40은 Bow tie 성운으로 불리는 Wolf-Rayet WC8 천체이다. 2009년 관측자료(BOAO의 BOES)와 1997 & 1995년 관측자료(Lick Observatory의 3m-Shane과 HES)를 IRAF와 StarLink/Dipso를 이용하여 선운곽 분석과 선의 세기를 확인하였다. 미국 SanJose의 Lick 천문대 3-m 광학망원경과 Hamilton Echelle Spectrograph에 대해 알아보고, 분광선이 어떻게 얻어지며 프르즘이나 일반 회절격자로 분광하는 것과 어떻게 다른지 조사하였다. 또한, NGC 40의 지상망원경의 관측영상과 HST(Hubble Space Telescope) 영상 모습을 조사하여 형태학적인 특징을 확인해보았다.

이 성운의 연구에는 NGC 40의 North(N), South(S), East(E), West(W)과 중심별인 Center(C) 부분으로 나누어 분광 관측한 자료를 분석하였는데 관측자료에 나타난 분광선들은 H I, H II, He I, He II, C II, C III, N II, N III, [N II], [O I], [O II], [O III], [Ne III], [S II], [S III], [Cl III], [Cl IV], [Si II], [Ar III], [Ar IV]선 등 이었으며 이 방출선들의 선운곽의 결과를 정리하여 제시하였다.

주요어 : 행성상 성운, NGC 40, 시선속도, 팽창속도, 성간소광

파동 전파 속도에 관한 예비 물리교사의 정신모델 변화와 일관성

황 명 수 · 김 중 복

한국교원대학교 물리교육과

이 연구의 목적은 Peer Instruction을 통해 교수 전· 후에 정신모델이 어떻게 변화하는지를 알아보는 것이다. 또한 다른 상황(줄 파동, 소리 파동)에서 파동의 전달 속도에 관한 예비 물리 교사의 추론방법을 조사하여 정신모델의 일관성을 알아보았다. 이 연구는 예비 물리 교사를 27명을 대상으로 반구조화된 인터뷰, 파동 검사지(MCMR), 서술식 검사로 조사하였다. 그런 후 추론 방법에 따라 정신모델을 범주화 하였다.

우리 연구의 시사점은 각 학생들이 가진 파동 전달에 관한 정신모델을 기초로 추론을 하기도 하지만, 정신모델을 사용하지 않고 수식이나 법칙을 사용한 다른 모델을 사용한다는 것이다. 교수 후에 다른 상황에서 추론 방법은 과학적인 추론 방법으로 변화되었지만 여전히 추론방법의 불일치를 보여주고 있다.

전기회로 평가문항을 통한 초등학생들의 탐구능력 분석

이 형 재 · 박 상 태

공주신월초등학교 · 공주대학교

이 연구는 초등학교 과학과 교육과정 중 전기회로 단원에 관하여 과학적 탐구능력 평가문항을 문항의 난이도, 타당도, 신뢰도, 변별도 등을 점검하여 평가 목표와 평가 기준 및 상세화된 평가 목표를 고려하여 문항을 수정 보완하고, 과학교육 전문가의 검증을 거쳐서 완성한 후 초등학생들에게 적용하였다. 개발된 전기회로 탐구능력 평가문항은 총 25문항으로 기초탐구기능 11문항과 통합탐구기능 14문항이다. 초등학생들의 전기회로에 대한 수업 전후 기초탐구기능과 통합탐구기능에 대하여 지식상태분석법을 통하여 비교하였으며, 각 문항에 대하여 학생 개인별 인터뷰를 통하여 과학적 탐구능력 개념을 분석하였다.

그 결과 초등학생들의 전기회로 탐구능력은 전기회로 수업 전보다 수업 후에 탐구능력의 위계가 구조화되었고, 성취면에서도 유의미한 차이로 향상된 것을 알 수 있었으며, 반구조화된 인터뷰를 통하여 탐구능력 문항에 대한 초등학생이 실제 갖고 있는 탐구능력에 대한 개념을 파악할 수 있었다. 초등학교 과학교육에서 지식과 탐구능력을 연결한 체계적인 내용이 제시되어야 하는데 학생들에게 숙달시켜야 할 탐구능력의 진단을 통하여 교수 활동에 시사점을 얻을 수 있었다.

STEAM으로 가르치는 천문학

정 원 종

덕소고등학교

지구에서 땅을 밟고 사는 사람들에게 있어서 밤하늘의 수많은 별들은 무한한 동경의 대상이다. 너무나 멀리 있기에 가까이 볼 수 없기에 미지의 세계에 대한 동경은 더욱 증폭된다. 천문학이라고 하면 망원경을 통해 밤하늘을 엿보며 감성 체험을 할 수 있는 훌륭한 학문이다. 그럼에도 불구하고 학생들은 중학교와 고등학교에서 과학이라는 과목을 통해 만나는 천문학은 너무 복잡하고 이해하기 어려운 시험과목으로 점점 흥미를 잃게 되는 경향이 있다.

단순한 이론 수업과 시험에 치중된 수업들은 학생들에게 지루함과 더불어 공간지각 능력을 필요로 하는 천문학 분야에 대한 회피를 불러일으키고 있다. 그에 대한 대안적 교육으로 학생들이 다양한 사고를 통해 궁금증을 해결해 나가면서 창의적인 상상력을 통해 우주여행이라는 비전을 품게 하고 토론을 활용한 발표 능력 훈련, 망원경의 조작법과 천체 관찰을 통한 성취감 맛보기, 미래 우주 산업의 예측 및 구상하여 발표하기, 음악과 미술, 신문이라는 학습 보조 매개체를 통한 색다른 체험과 감성을 자극하는 훈련을 통해 과학과 문화 예술의 접목을 감성적으로 체험할 수 있는 프로젝트 수업을 통해 학생들이 좀 더 쉽게 흥미를 갖고 천문학에 대한 관심을 쏟을 것으로 예상되어 수업을 계획하여 진행하게 되었다.

미래의 산업은 과학과 기술만으로는 부족한 시대이다. 이미 세상은 문화라는 것을 통해 과학을 활용하고 있다. 미래 문화 산업의 토대는 무한한 상상력과 사람들의 마음을 움직일 수 있는 공감대, 감성을 자극할 수 있는 것이어야 한다. STEAM으로 배우는 감성 천문학은 이러한 요구를 충분히 반영하여 기획한 특별한 프로젝트 수업으로서 총 20차시의 수업에서 5~8차시에 대한 수업을 STEAM 요소 중에서 Arts(예술+NIE)요소를 도구로 하여 천문학 수업을 진행할 결과 학생들의 몰입도가 좋았으며 천문학에 대한 이해도와 친밀도를 높일 수 있었다.

7~8차시 수업 진행의 형태로는 모듈별 미술 활동을 통해 협력학습 효과와 감성적 체험을 통해 천문학에 대한 동경을 갖게 함으로써 미래 산업에 필요한 천문학 인재 배양에 좋은 예비 체험과 동기부여를 심어주는 교육적 효과를 볼 수 있었다.

차시	학습제재	수업내용 및 활동	STEAM 요소
1 ~ 4	우주 환경	◦ 가상 우주선을 통한 우주 환경 간접 체험하기 ◦ 과학 토론 Battle ◦ 연료를 최소화하는 우주항해기법 알아보기 ◦ 화성 기지 가상으로 건설하기	S+T+E+A+발표훈련
5 ~ 8	예술로 만나는 천문학	◦ 음악으로 표현된 천문학 내용 찾아보기 ◦ 그림과 문학으로 표현된 천문학 원리 알아보기 ◦ 예술을 이용한 천문학 표현하기 - 모듈별	S+T+E+A+M+NIE
9 ~ 12	천체망원경 관찰	◦ 천체망원경의 특징 익히기 ◦ 천체관측 프로그램(Starry Night) 배우기 ◦ 천체망원경 조작법 실습하기	S+T+E
13 ~ 16	천체 사진 관측	◦ 사진기의 구조와 원리 알아보기 ◦ 릴리즈 활용법 배우기 ◦ 천체망원경을 활용한 천체 사진 촬영하기	S+T+E+A+M
17 ~ 20	미래 우주 산업	◦ 모듈별 미래 우주 산업 구상하기 - 산출물 제작 ◦ 미래 산업의 자기 역할과 발표하기 - 산출물 발표 ◦ 주제에 대한 평가 및 반성하기	S+T+E+A+M

생명과학 II 「생명의 연속성」 단원 중 암과 세포주기의 이해를 돕기 위한 융합인재(STEAM)교육 프로그램의 개발

이 진 희¹ · 김 민 영¹ · 최 창 민¹ · 박 기 석²

¹고려대학교 교육대학원, ²서울대학교 생물교육과

본 자료는 생명과학 II의 「생명의 연속성」 단원 중 암과 세포주기와의 관계에 대한 이해를 돕기 위해 암을 유발시킨 초파리 모델을 이용하여 개발한 융합인재(STEAM)교육 프로그램이다. 본 자료는 일상 생활에서 쉽게 접할 수 있는 ‘암’이라는 상황제시와 암이 발생한 초파리의 관찰을 통해하여 학습자의 학습동기를 유발시키고, 정상적인 세포가 암세포로 변화되는 과정을 표현한 모형을 제작하여 암의 발생과 세포주기의 관계를 이해하는데 그 목적을 두고 있다.

개발된 프로그램은 총 4차시로 구성하였다. 1차시는 암에 대한 상황제시 및 세포분열 과정에 대한 전반적인 부분을 다루고 있고, 2차시에서는 암이 발생한 초파리의 관찰을 통해 정상적인 세포와 암세포의 차이점을 알아보았다. 그리고 3차시와 4차시에는 쉽게 구할 수 있는 우드락 재료를 이용해 세포주기에 관한 모형을 만들고, 정상적인 세포가 암세포로 변화는 과정을 모형으로 경험할 수 있도록 하였다. 모형을 제작하면서 학생들은 모형에 필요한 내용들을 채워 넣는 감성적 체험을 할 수 있도록 하였고 이를 통해 세포주기와 암의 발생에 대한 체험적 지식을 습득할 수 있도록 하였다.

고휘도 LED 조명을 이용한 간이 형광현미경의 개발

최 창 민¹ · 박 기 석² · 전 상 학²

¹고려대학교 교육대학원, ²서울대학교 생물교육과

형광현미경은 생명과학 및 의학 분야에서 광범위하게 사용되고 있는 중요한 장비 중에 하나이다. 형광 현미경은 형광 물질을 확인할 수 있는 현미경 기술의 하나인데 다른 형태의 현미경에 비해 민감도 (sensitivity)와 특이성(specificity)에서 많은 장점을 가지고 있다. 그 이유는 형광이 검은색 배경에서 빛을 발 하며, 시료 안에 있는 적은 양의 형광이 있어도 관찰 가능하기 때문이다. 하지만 교육현장에서 형광현미 경이 이용에는 많은 제약이 따른다. 첫 째, 형광현미경을 교육현장에 이용하기에는 장비의 가격이 비싸 다. 이러한 이유로 형광현미경이 구비된 학교는 과학영재학교 및 일부 과학고등학교를 제외하고는 거의 없는 편이다. 둘 째, 교육현장에서는 형광현미경과 같은 첨단 장비를 사용할 수 있는 전문적인 인력이 부족하다는 점도 형광현미경의 보급을 어렵게 하고 있다. 따라서 본 연구에서는 학교 현장에서 쉽게 사 용할 수 있는 간이 형광현미경을 개발하고자 하였다.

본 연구의 목적은 기존의 광학현미경에 고휘도 LED 조명 장치와 Emission Filter만을 이용하여 형광현미 경을 구현하는데 있다. 또한 간이 형광현미경의 성능을 형광현미경과 비교하여 교육현장에서 사용 가능 성을 알아보았다.

형광현미경을 이용한 생물실험 프로그램의 개발

박 기 석¹ · 김 미 영² · 전 상 학¹

¹서울대학교 생물교육과, ²한국교육과정평가원

본 연구에서는 최근 생명과학 분야에서 많이 사용되는 첨단 실험장비 중 하나인 형광 현미경을 이용하는 수업 프로그램을 개발하고자 하였다. 형광 현미경은 국내의 대학, 병원, 연구소 등에서 일반적으로 보유하고 있는 첨단의 실험기구이며, 유전자의 기능을 연구하거나 병원에서 임상 등의 목적으로 광범위하게 이용되고 있다. 대부분의 과학영재학교 및 과학고등학교에서도 형광현미경을 구입하여 학습에 이용하고 있으며 이러한 추세는 앞으로 점점 다른 학교로 확대될 것으로 생각된다.

따라서 본 연구에서는 이러한 필요를 충족시키기 위해 첫째, 고등학생들에게 적합한 형광 현미경을 이용한 생물실험 프로그램을 개발하고자 하였으며, 둘째, 개발한 프로그램을 고등학교 교사들에게 적용하여 이 프로그램의 적합성을 알아보았다.

2009 개정교육과정 고교 융합형 과학의 내용 연계 및 교과서 비교 분석

- “1단원 우주의 기원과 진화” 및 “2단원 태양계와 지구”를 중심으로

박 정 남* · 형 식

충북대학교 교육대학원 지구과학교육전공

본 논문은 고등학교 교육과정에 현 고등학교 2학년부터 적용되고 있는 2009 개정교육과정 고1 융합과학 교과서에서, 기존 지구과학 교과 내용과 관련된 “1단원 우주의 기원과 진화” 및 “2단원 태양계와 지구” 단원의 교과서의 설명체계, 구성체계 등을 비교 분석하여, 교과 내용의 이해와 교수 내용의 선정에 대한 효과적인 방안을 제시하고, 교과서의 선정에 도움이 되고자 하는데 목적이 있다. 또한 “쉬운 과학 개념보다는 과학의 본질적인 모습을 제대로 알려주는 교육을 통해 학생들이 과학의 필요성을 스스로 인식하고 진정한 이해와 흥미를 느끼도록 한다”는 융합형 과학의 개정 취지에 맞는 교수·학습 방법의 탐색에 도움이 되는 자료를 제시하며, 각 교과서가 STEAM형 교육의 중점인 상황제시, 창의적 설계, 감성적 체험을 잘 적용할 수 있도록 내용을 구성하여 학생들의 동기를 효과적으로 유발하고 있는지를 서로 비교하여 알아본다.

우선 융합형 과학교과서의 내용 설명체계의 이해를 돕기 위하여, 기존 제7차 교육과정에서 관련 내용을 다루고 있는 과학, 지구과학 I, 지구과학 II, 물리 I, 물리 II의 내용에서의 설명체계와 09개정교육과정의 융합형 과학의 설명체계를 비교하고, 나아가 2009 개정교육과정의 지구과학 I, 지구과학 II, 물리 I에서 융합형 과학의 내용이 연계되는 설명체계를 비교 분석하여 표로 제시하였다. 또한 총 7종의 융합형 과학교과서의 교과 내용에 대한 설명체계를 교과서 별로 비교 분석하고, 각 교과서의 구성 체계 및 양적 요소, 동기유발 자료의 내용 등의 특징을 비교하였다. 이러한 분석 결과를 이용하여 한정된 시간이 주어지는 교수 학습 현장에서, 교수 내용의 효과적 선택과 내용 설명의 구조 및 교수·학습 과정의 효율적 설정에 도움을 주고자 하며, 또한 2009 개정교육과정 및 STEAM 교육의 취지에 가장 적합한 교과서를 선정하는데 있어서 도움을 주고자 한다.

주요어: 2009 개정교육과정, 융합형 과학, 교과서 분석, STEAM교육

행성상 성운 NGC 7027의 영상과 분광선

복 장 희* · 형 식 · 이 성 재

충북대학교 사범대학 교육대학원 지구과학교육과

행성상 성운 NGC 7027은 초창기 행성상 성운으로 항성의 진화로 후반기에 보이는 천체중 하나이다. 이 성운을 연구하기 위해 1998년 8월 16일부터 23일까지 형식과 Aller가 관측한 Keck I HIRES의 분광 관측 자료를 이용하여 다양한 방출선 등을 얻었다. Keck 천문대 10-m 망원경은 하와이에 위치한 세계에서 가장 큰 광학 망원경 중에 하나로 여기에, 고분산 HIRES 분광기를 이용하여 $3600\text{ \AA} \sim 8550\text{ \AA}$ 사이의 분광선을 얻었는데, 망원경과 분광기의 원리에 대해 조사하였고, 중심과 동서남북 방향으로 슬릿을 통해 얻은 방출선을 조사하였다. 이 연구에는 더 정확한 분석을 위해 형식과 이성재가 관측한 2009년 10월 20일 BOES의 $3600\text{ \AA} \sim 10500\text{ \AA}$ 의 분광관측 자료를 이용하였다. 보현산 고분산 분광기 (BOES)도 조사였고, 이러한 관측자료를 통해 얻은 자료를 StarLink/Dipso와 NOAO/IRAF reduction package를 이용하여 구한 H I, He I, He II, [O I], [O II], [Ar III], [N III], [Ca V] 방출선 스펙트럼의 선 윤곽(Line Profile)도 제시하였다.

전류와 자기장 실험에서 나침반 자침의 진동현상에 대한 도해적 분석

현 동 결 · 박 상 우* · 신 애 경

제주대학교 · 청주교육대학교*

요약

초등학교의 전류와 자기장 관련 실험에서 나침반은 도선에 흐르는 전류에 의하여 형성되는 자기장의 방향과 세기를 추정하기 위하여 사용하는 것이 일반적이다. 전류와 자기장 관련 실험에서 나침반의 자침의 편향은 자침에 작용하는 지구 자기장과 전류에 의한 자기장의 합성 자기장의 크기와 방향을 의미한다.

초등학교의 전류와 자기장 관련 실험에서 나침반의 자침은 자침에 작용하는 지구 자기장과 전류에 의한 자기장의 합성 자기장의 크기와 방향에서 편향된 채 정지상태에 있으리라고 예상하지만, 자침이 편향된 채 정지상태에 있지 않고 진동하는 현상을 관찰하여 왔으며, 이러한 현상의 원인을 나침반의 불량으로만 생각하여 왔다(강진필, 2004; 김양균, 2002; 박종욱과 김선자, 1996; 이미경, 2007; 정수현, 2005). 그리고 지금까지 이러한 나침반 자침의 진동현상에 대하여 그 원인이나 이유에 대하여 그 어떤 설명도 찾아볼 수 없다.

이 연구는 전류와 자기장 관련 실험에서 나타나는 나침반의 자침의 진동현상에 대하여 전자기역학적인 관점에서 그 원인을 도해적으로 분석할 것이다.

창의적체험활동을 위한 Co-teaching STEAM 자료 개발 및 고등학생들의 인식 조사

천 명 기

한국교원대학교 교육대학원 물리교육

이 연구는 창의적 체험활동 시간에 실시하는 코티칭(Co-teaching) STEAM 수업 자료를 개발하여 적용하고 이에 대한 학생들의 인식을 분석해 이 수업 방법의 장점과 단점을 알아보고 앞으로 진행될 STEAM 교육이 더욱 효과적으로 진행 되도록 하기 위한 것이다.

이 연구에서는 교과연계 STEAM 수업과 창·체 활용형 STEAM 수업을 적절히 조합하여 구성한 방법인 코티칭 STEAM 수업 자료를 개발하고 적용하여 그에 대한 학생들의 반응을 분석해 보았다.

코티칭 STEAM수업은 학생들의 수학과학에 대한 흥미를 높이를 높이는데 분명한 효과가 있었고, 수업에 대한 집중도 향상에도 도움을 준 것으로 조사되었다. 창의적 체험활동 시간을 이용하여 실시하는 코티칭 STEAM수업에 대한 학생들의 선호도는 매우 높게 나타났으며 그 이유로는 재미있게 공부할 수 있기 때문이라는 학생들이 가장 많았다. 코티칭 STEAM 수업을 정규 교과시간에 투입 하는 것에 대해서도 학생들은 긍정적인 반응이었고 그 이유도 역시 과학을 재미있게 학습할 수 있기 때문이라고 응답한 학생이 가장 많았다. 하지만 코티칭 STEAM수업을 정규 교과 수업 시간에 적용하는 문제에 대해서는 대체적으로 긍정적인 반응을 보이면서도 창의적 체험활동 시간에 실시되는 STEAM 수업을 늘렸으면 좋겠다는 반응과 달리 매우 조심스럽고 주저하는 반응을 보였다. 가장 큰 이유로는 현행과 같은 교육과정에서 STEAM 수업을 전면적으로 도입했을 경우 학습 분량이 줄어들 수도 있고 평가 체제에 적합하지 않을 것이라는 생각을 하고 있었다. 따라서 초·중학생들의 경우와 달리 고등학생의 경우 현재의 교육과정과 평가체제에서 STEAM 수업을 전면적으로 적용하기는 무리가 있을 것으로 판단되며 선택적으로 투입하는 것이 옳다고 생각된다.

올림픽의 과학을 활용한 STEAM 교육자료 개발

권혁재¹ · 권난주^{2*}

¹파주 법원초등학교

^{2*}경인교육대학교 과학교육과

최근 교육현장에서는 미래형 융합인재교육(STEAM)에 대한 관심이 매우 높다. 또한 2009 개정 과학과 교육과정에서는 “과학을 기술, 공학, 예술, 수학 등 다른 교과와 관련지어 통합적이고 창의적으로 사고할 수 있는 능력을 신장시키도록 한다.”는 목표를 제시하고 있다. 하지만 현장 교사들이 STEAM 교육에 활용할 만한 교육자료 및 프로그램이 아직 미흡한 실정이며, 개발된 자료의 주제 또한 아이들의 관심사와 거리가 멀다.

본 연구자는 최근 국민의 관심을 받으며 각종 언론매체에서 헤드라인을 장식하는 2012 런던올림픽에 주목하였다. BC 776년부터 시작된 고대 올림픽은 과학기술이 점차 발달함에 따라 과학기술올림픽이라고도 불릴만큼 변화하였다. 이러한 과학기술올림픽 안에 숨어있는 수많은 STEAM의 요소들은 초등학생들에게 과학적 호기심을 불러일으키고 과학적 원리를 이해시키는데 충분할 것이다.

따라서 미래형 융합인재교육(STEAM)의 실현가능성을 높이기 위한 이 연구에서는 2012년 런던올림픽 전반을 살펴보고 교육과정에 접목시킬 수 있는 과학, 기술, 공학, 예술, 수학 관련 자료를 찾아 정리하였다. 이를 바탕으로 올림픽 과학을 활용한 STEAM 교육자료를 구성·개발하고자 하였으며, 교육 현장에서 흥미롭고 유용하게 활용되기를 기대하는 바이다.

과학교육 관련 전구의 전기광학적 특성

김 석 주 · 신 애 경 · 박 상 우* · 현 동 걸

제주대학교 · 청주교육대학교*

초등학교나 중학교에서의 전기 관련 실험에서 전구의 사용은 저항으로서의 본질적인 기능과 더불어, 전류의 흐름을 확인하게 하는 검류계의 기능, 전류의 크기를 짐작하게 하는 전류계의 기능, 전기에너지를 빛에너지이나 열에너지를 변환시키는 에너지 변환자로서의 기능 등으로 분류할 수 있다. 초등학교 과학과 교육과정 전기 관련 실험수업에서 전구의 밝기가 같아야 하는 실험에서 밝기가 다르거나 한 쪽 전구에 불이 아예 들어오지 않는 것과 같은 예상과 다른 결과가 발생하는 문제들(강진필, 2004; 김양균, 2002; 박종욱과 김선자, 1996; 윤혜경, 2004; 이미경, 2007; 정수현, 2005)이나 전구에 대한 오개념들이 발생하고 있다(최은정 등, 2006; 김진숙과 권성기, 2000; 김은숙 등, 1999). 이 연구는 교사들에게 전구에 의하여 발생하는 여러 문제들과 오개념에 대한 원인과 이유를 밝히는 것과 아울러 전구에 대한 배경적인 과학지식을 제공하는 것을 목적으로 한다. 이 연구의 결과는 다음과 같다: 첫째, 같은 규격의 전구들일지라도 상온에서 저항, 전압 인가시 전구의 저항 다를 수 있다는 것이다. 전구 밝기를 결정하는 전력이 전구의 저항에 영향을 받기 때문에 저항이 다르면 또한 전구의 밝기도 달라질 수 있다. 둘째, 전구의 저항이 다름에 의하여 그 전류-전압 특성도 달라진다. 실온저항이 같다고 하더라도 전압에 따른 전류 그래프가 다양하게 나왔고 전구가 옴의 법칙을 따르지 않는 비선형 소자임을 실험을 통해 보임과 동시에 전압에 따른 저항들을 도해법(현동걸과 박상우, 2012)을 사용하여 측정하고 제시하였다. 셋째, 전구의 점등에는 어떤 임계전력이 존재하며, 임계전력 이하의 전류와 전압에서는 전구에 전류가 흐르거나 전압이 인가되더라도 점등되지 않는다는 것을 실험적으로 보였다. 다섯째, 전구들의 전기적, 광학적 특성은 같은 규격일지라도 다르다. 상온에서 저항이 일정하지 않았고, 점등되는 전압과 전류가 일정하지 않았다. 인가한 전압에 따른 전구에 흐르는 전류도 같은 규격 전구라 할지라도 조금씩 차이가 났다. 같은 규격에서 인가한 전압, 전구에 흐르는 전류에 따른 조도도 차이가 났다. 이러한 것이 원인이 되어 전구를 이용한 과학과 전기 관련 실험 수업에서 예상과 다른 문제들이 발생한다고 할 수 있겠다.

과학자들의 집단지성적 협업체계 구축방식에 기초한 STEAM 수업에서의 새로운 모듈 구성 방법의 제안

이 준 기^{1*} · 이 태 경²

¹전북대학교 과학교육학부 생물교육전공, 과학교육연구소

²효정중학교

실제 STEAM수업이 지향하는 창의적 문제해결에 도달하기 위해서는 개인적 수준의 융합을 통해 해결점에 도달하기는 현실적으로 쉽지 않기 때문에 모듈의 구성을 통한 협동적 아이디어 구성을 통한 융합적 사고를 독려하고 있다. 그러나 학교현장에서 STEAM 수업을 실시하려 할 때 모듈은 어떤 방식으로 결정하는 것이 바람직한지 모호한 상황이다. 이러한 필요에 의해 이 교육자료에서는 과학자들의 공동연구 및 집단지성적 협업방식에 기초하여 학생 개인수준의 융합적 사고활동단계를 거쳐 모듈구성 필요성을 스스로 인식하고 자율적인 모듈을 구성하는 전략을 소개하고자 한다. STEAM 수업을 위한 새로운 모듈 구성 전략은 학생들이 본인의 프로필을 작성, 전시, 선택, 스카웃의 과정을 거쳐 학생이 자율적으로 모듈을 구성하도록 하였으며, 선택시 구성원 선택의 이유 등이 제시된다. 그 과정에서 역동적 움직임 및 쌍방선택 및 스카웃할 때의 경쟁에 의한 혜택 제안 등의 모습을 볼 수 있었으며, 이는 학생 스스로 상대적 전문성을 인식하고 자발적 협동단위를 구성해보는 중요한 의미를 가지며, STEAM 수업시 모듈구성에 대한 새로운 방법의 제시라고 할 수 있다.

힉스 입자와 표준모형의 간단한 소개

곽 혜 정^{1,2}

¹서울대학교 물리천문학과

^{2*}동인천여자중학교

Peter Higgs가 힉스 메커니즘을 제시한지 48년만인 올해 7월에 유럽에 있는 거대강입자가속기(LHC)에서 힉스 보손으로 추정되는 입자의 발견 소식을 전했다. 전세계 고에너지 물리학자 수천명이 몇십년간 찾은 힉스 입자에 대해 알아본다. 힉스가 도입된 이유를 살펴봄(페르미온 입자들과 약상호작용을 매개하는 입자의 질량 도입), 전자기약상호작용에 대한 표준모형(Standard Model)에 대하여 간략히 소개하여 힉스의 발견의 중요성에 대해 보일 것이다. 또한 이를 발견한 LHC에 대하여 소개하고 이번에 제시한 결과를 좀 더 자세히 살펴봄, 이것이 힉스인지 확인하기 위해 앞으로 진행될 연구의 방향에 대하여 소개할 것이다.

STEAM으로 쉽게 배우고 재미있게 이해하기

최 방 글 · 김 신 영 · 임 효 진 · 정 자 영

노은초등학교

개요

가. 개발 주제 :

운동과 에너지	퀴즈 정답판 만들기, 빠르고 멀리 가는 고무동력 수레 만들기, 부모님을 위한 골드버그 장치 만들기, 전동기를 이용한 놀이기구 만들기
물질	나만의 결정나무 만들기, 한지카드 꾸미기
생명	팜업북으로 동물 도감 만들기, 물부족 문제를 겪고 있는 아프리카 친구들을 위한 발명품 만들기
지구와 우주	태양계 행성 모형 만들기, 해시계 만들기

나. 개발 자료 :

과 학
21

STEAM으로 떠나는 과학 여행! 창의력 쑥쑥↑
대전노은초등학교 교사 김신영, 임효진, 정자영, 대전송림초등학교 교사 최방글

★ 자료 제작의 필요성 및 목적

우리의 학생들이 알아가는 데 필요한 것은 각 학문에 대한 전문적인 지식보다는 어떠한 문제를 해결함에 있어 융합적인 사고로 접근할 수 있는 능력이다. 그래서 STEAM 교육을 통해 과학 기술에 대한 학생들의 흥미와 이해를 높이고, 학생들의 융합적인 사고를 통해 문제 해결 능력과 비판적 태도, 창의적이고 분석적으로 사고하는 능력을 개발하는 것이 필요하다. 그리하여 다음과 같은 목적으로 자료가 제작되었다.

첫째, 미션을 제시하여 스스로 문제 상황을 해결함으로써 창의적으로 설계할 수 있는 기회를 통해 융합적 사고력을 기를 수 있도록 한다.

둘째, 학생에게는 스스로 학습을 재미있게 할 수 있는 올레시 자료를 제공함으로써 과학과에 대한 흥미를 높이고 창의적인 문제해결 능력을 기른다.

셋째, 교사에게는 과학과 교육과정 속에서 STEAM 교육을 쉽고 효과적으로 도입하여 과학 수업을 재미있고 효율적으로 가르칠 수 있도록 한다.

★ 대상 학년 및 교과

1. 대상 학년 : 초등학교 3~6학년 학생(열재학급 학생으로 확대 적용 가능)
2. 적용 교과 및 활용 단위 : 초등학교 3~6학년 과학('나도 과학자' 부분 중점)

★ 자료의 구성

주 자료

자율 학습용

- 올레시 기반 열대우
- 학생들이 시간간의 재만 없이 어디에서나 자율 학습 가능
- 과학적 개념, 원리, 방법 등을 재치하여 효과적 학습 전개 유도

교수·학습용

- 프레젠테이션 및 워크북, 실험 노트
- 교사와 학생이 상호작용을 하며 교수·학습에 활용
- 프레젠테이션과 워크북을 서로로 개발하여 실험 노트 함께 활용

보조 자료

교사용 지도서 (교수·학습용)

- 참고자료 및 지도
- 내년 상임된 교사용 안내서
- 서지자료

자료 활용 매뉴얼 (교수·학습용)

- 프레젠테이션 자료 활용을 위한 교사용 안내서
- 서지 자료

교수·학습 과정안 (STEAM 지도안)

- 학습 5단계에 따른 주자료를 적용한 과정안
- 한글 문서

★ 자료의 실제

생각 장 열기

미션 제시하기

아이디어 구상하기

미션 수행하기

생각 나누기

★ 자료의 교육적 효과

학 생 면

- 유비쿼터스 시대에 시공간을 초월한 과학 ICT 자료를 활용한 학습자 중심의 활동수업으로, 과학 학습에 재미를 느끼게 됨
- 원자리의 서지자료인 워크북, 실험지표인 실험 노트를 동시에 적용함으로써 학습의 연계성을 갖추고, 체계적인 학습이 되어 과학 학습력이 향상됨
- 창의적인 STEAM학습 방법으로 문제를 파악하고 해결해보는 경험으로 학생들의 창의성, 과학적 탐구력 및 융합적 사고력 함양에 도움이 됨

교 사 면

- 교육과정 분석, STEAM 학습 5단계 모형 구안, 교사용 지도서와 함께 구체적인 활용 방법을 제시하여 과학 수업 안내서를 제공
- 본 자료와 '나도 과학자' 단계 중에서 필요에 따라 다양하게 적용이 가능하고 피라미드로 제작한 자료는 교사가 쉽게 수정 가능
- 실험 노트와 다양한 멀티미디어 자료를 손쉽게 활용할 수 있도록 하나의 묶음으로 제시하여 활용 가능

과학교사와 함께하는 융합인재교육과 교육기부 · 209

금성일식 궤적 합성사진이 불러온 논쟁

- 조선, 중앙 왜 다른가?

박 성 은

수지고등학교

2012년 6월 6일은 세기의 천문현상인 금성의 태양면통과현상이 있었다. 그 후 조선일보와 중앙일보의 금성일식 사진을 두고 인터넷 상에서 실제로 논쟁이 벌어졌었다. 인터넷 상에서 잘못된 지식이 일파만파 퍼져나가는 것을 보며 수업자료로 구성하여 이를 바로잡을 필요를 느꼈다.

이를 위해 고등학교 지구과학시간 또는 동아리 활동 등에 활용할 수 있는 8차시 분량의 STEAM형 수업자료를 구성해 보았다. 이 프로그램은 2012 금성의 태양면통과현상 이후에 나타난 인터넷 상의 실제논쟁을 생생한 수업소재로 활용하였고, 왜 이런 논쟁이 벌어지게 된 것인지를 학생들이 과학적으로 이해하도록 하며 수업 후 자신의 가치를 담은 리뷰 기사를 작성해 보게 하는 등 읽기와 토론, 글쓰기가 강조되었으므로 국어과 교사와 더불어 팀티칭으로 진행하면 더욱 좋은 효과를 거둘 수 있다.

이 프로그램의 STEAM내용요소는 S(지구과학-좌표계), T(천체사진촬영, 천문프로그램 활용, 천체의 이동궤적 표현하기), E(실물모형 개발), A(보도사진활용 및 리뷰기사 쓰기), M(천체의 회전각 파악하기)로 나타낼 수 있으며 상황의 제시, 감성적 체험, 창의적 설계 등의 STEAM준거에 맞추어 개발하였다.

초등학교 방과후 특기적성 과학실험 프로그램

“황포돛배 만들기”

박 철 순¹ · 권 난 주^{2*}

¹검산초등학교, 경기도 파주시 검산로 10

^{2*}경인교육대학교 과학교육과, 인천광역시 계산로 62

본 발표는 초등학교 학생들의 과학 흥미와 탐구 능력을 신장시키기 위해 실시 되고있는 방과후 특기적성 과학실험 부서 운영 프로그램을 소개함으로써 현재 방과후 특기적성 과학실험이 단위 시간당 하나의 주제를 완성하기 위해 산출물 완성을 강조하고 있는 점과 학생들에게 흥미위주의 프로그램을 운영하고 있는 점 등을 지양하고자 한다. 본 발표를 위해 파주 ○○초등학교에서 실제 운영한 방과후 특기적성 과학실험 프로그램 연간 계획서 중 각 영역별(빛, 공기, 물, 에너지, 환경)로 프로그램 세부 내용을 소개하였고, 현장체험학습 및 타 과목(사회)과 연계한 프로그램 (‘황포돛배 만들기’)을 만들어 우유팩을 이용한 자원의 재활용을 초등학생들이 경험할 수 있는 새로운 수업내용을 제시해 보았다. 교실 수업의 장에서 채울 수 없는 학생들의 호기심과 탐구의 열망을 과학체험활동을 통해 보완할 수 있다는 여러 연구 결과가 발표되고 있으며, 현재 학교 차원에서 이루어지고 있는 과학체험활동을 살펴보면 학기 중의 현장체험활동, 방학기간을 활용한 과학동산, 과학의 달에 맞춰 시행되는 과학행사 등이 있다. ‘황포돛배 만들기’ 프로그램은 지역문화 알기 교육과 연계하여 계획 되었으며, 단순히 견학하는 현장체험활동을 보완하고자 하였다. 본 발표를 통해 학생들의 과학에 대한 흥미와 탐구력을 신장시킬 수 있는 다양한 방과후 특기적성 과학실험 관련 프로그램이 개발되어지기를 바란다.

The solar eclipse and associated atmospheric variations observed in South Korea on 22 July 2009

Yong Seung Chung · Hak Sung Kim and Ji Hyun Jung

한국교원대학교 지구과학교육

A partial solar eclipse occurred in South Korea on 22 July 2009. It started at 09:30 a.m. and lasted until 12:14 LST with coverage of between 76.8% and 93.1% of the sun. The observed atmospheric effects of the eclipse are presented.

It was found that from the onset of the eclipse, solar radiation was reduced by as much as 88.1~89.9% at the present research centre.

Also, during the eclipse, air temperature decreased slightly or remained almost unchanged.

After the eclipse, however, it rose by 2.5 to 4.5°C at observed stations.

Meanwhile, relative humidity increased and wind speeds were lowered by the eclipse.

Ground-level ozone was observed to decrease during the event.

제 1형 당뇨병의 발병 기전과 치료제에 대한 이해

김 윤 아¹ · 정 희 진¹ · 홍 세 화¹ · 오국환²

¹청담고등학교

²서울대학교병원

동물모델을 제 1형 당뇨병실험에서 당노를 발병시키고 대조군과 실험군을 비교하였다. 각각의 실험군과 대조군의 측정지표를 비교, 대조 하여 당뇨의 증세와 발병기전을 알아보고자 하였다. 또 어떤 군은 인슐린을 투여하여 치료 효과를 관찰하고자 하였다.

본 실험에 사용된 동물은 체중 200-250g의 8주령 Sprague-Dawley rat 계 숫컷 흰쥐로, 제 1형 당뇨병 실험을 할 때, 제 1군은 대조군, 제 2군은 STZ 로 당뇨를 유발한 후 2주간 인슐린을 투여한 실험군, 제 3군은 STZ를 주입하였으나 치료하지 않은 실험군으로 총 세 가지의 군으로 나누었다. 1군과 3군을 비교하여 당뇨병의 증세를 관찰하였고, 2군과 3군을 비교하여 인슐린의 치료 효과를 관찰하였다. 이 실험은 서울대학교 병원 의생명연구원 10층 전임상실험부에서 진행하였다.

실험이 끝난 후, 제 1형 당뇨병 실험 모델들의 췌장을 적출하여 현미경으로 분석해 보았을 때, 당뇨에 걸린 제 3군은 췌도의 조직 내 손상을 관찰할 수 있었고, 인슐린을 투여한 제 2 군은 인슐린에 의해 췌도가 치료되어 3군과 비교했을 때 손상이 적었다. 또한 실험 중 체중, 사료섭취량, 혈당량, 소변량, 운동량의 측정지표에서 차이가 드러났다. STZ주입 직후에는 대조군인 1군과 실험군인 2,3군을 비교하였을 때 실험군이 대조군보다 체중, 사료섭취량, 운동량이 적었으며, 혈당량, 소변량은 더 많았다. 인슐린 투여 후에는 2군의 체중, 사료섭취량, 운동량이 회복되어 늘어나는 경향을 보였다. 혈당량, 소변량 또한 원래대로 낮아져 치료 효과가 나타났다.

당뇨병은 1형과 2형으로 나뉘어 그 발병기전이 선천적인 것과 후천적인 것으로 다르며, 인슐린은 제 1형 당뇨병 치료에 효과가 크게 나타나서 치료에 유용하게 쓰일 것임을 시사해 주었다.

A Study on science-gifted students' perceptions on field trip at Geoparks in Jeju Island, Korea

권 홍 진

경기과학고등학교

The purpose of this study is to investigate science-gifted students' perceptions field trip at Geoparks in Jeju Island. It is a volcanic island, formed in the Cenozoic era over the last 2 million years. Because of its natural and cultural values, it has been designated internationally as an UNESCO Man and the Biosphere Reserve in 2002, the Jeju Volcanic Island and Lava Tubes World Heritage Area in 2007, and Global Geopark Network member in 2010. In this study, science-gifted students in Korea participated out of 135 students who went to the field trip. The survey conducted by asking them to answer the questionnaire to explore their perception on the geologic field trip. The question items consisted of multiple-choice questions with Likert-type scales (1 to 5) and short-answer questions. The analyses were carried out with the SPSS for Windows. We computed descriptive statistics and mean comparisons among the items. The results indicated that students affirmatively responded to educational values of the field trip. They perceived that it provided motivation and interest of learning, opportunity for collaborative learning and various geologic activities, integration of concepts, and appreciation of the nature. Also, they were satisfied with the geology field trip and wanted to participate in another field trip in their future. The present study suggests learning in geologic field trips based on first-hand experiences can have the most significant values when it is meaningful for learners. In addition, experiences from field trips can impact significantly on students' cognitive and affective learning.

키네틱아트 구조물을 활용한 역공학 STEAM프로젝트학습 콘텐츠 개발

Using kinetic art structure Reverse engineering STEAM Project Learning Content Development

최 경 철
와부고등학교

본 연구는 네덜란드 예술작가인 테오얀센의 키네틱 아트 구조물을 활용하여 STEAM프로젝트 학습을 위한 콘텐츠로 제시하고자 한다. 기존의 구조물을 재구성하여 새로운 방식으로 가치를 창출하는 것을 역공학(Rreverse Engeering)이라 하는데, 완성된 제품을 분해하여 그 기본적인 제작과정이나 설계 내용을 추적하는 과정이다. 현대 산업경쟁사회에서 기존의 제품을 분석하여 새로운 제품을 생산하는데 가장 중요한 단계이다. 역공학 프로세스를 활용하여 테오얀센의 키네틱아트구조물을 분석하고 과학적인 원리를 도출하여 공학적 구현하고자 하였다. 이러한 프로젝트활동은 2009개정 교육과정의 융합형 과학의 ‘2부 과학과 문명’단원과 연계하여 진행할 수 있다. 교과내용에 의하면 문명의 발달에 중요한 요소가 신소재이고 에너지의 전환인데, 키네틱아트 구조물을 제작하면서 사용되는 다양한 소재들이나 에너지가 전환되거나 신재생에너지의 활용방안에 대해 직접 경험할 수 있게 된다. 이러한 키네틱아트 역공학 프로젝트활동을 기반으로 일반 학생들이 쉽게 제작해 볼 수 있는 STEAM콘텐츠 2종을 개발하였다. 첫 번째 콘텐츠는 기본관절구조인데, 빨대와 실핀을 활용하여 테오얀센 작품의 작동원리를 재현하는 것이다. 이 탐구활동을 통해 척추동물의 골격의 구조나 생체모방공학으로서 로봇의 관절구조에 새로운 아이디어를 제시할 수 있다. 두 번째 콘텐츠는 기존의 테오얀센 작품을 분해하여 모듈로 구성하였다. 개별적인 모듈(단위체)를 제작한 뒤 결합할 수 있는 방식으로 각각의 모듈을 다양하고 창의적으로 재구성할 수 있는 프로젝트학습도구로 활용할 수 있을 것이다. 이 두 가지 콘텐츠는 과학이나 예술, 기술·가정 교과등을 활용하여 주제중심 통합교육활동을 위한 교수학습콘텐츠로서 활용될 수 있을 뿐 아니라, 모듈화된 키네틱구조물에 추가적인 장치를 부착함으로써 새로운 작품으로 개량할 수 있는 창의적체험활동도 가능하다.

2012 한국현장과학교육학회 학술대회 및 정기총회

2012 Annual Meeting of the Korea Society for School Science

과학교사와 함께하는 융합인재교육과 교육기부

R & E

번호	성명	소속 및 지도교사	제목
1	박지환, 변우혁	경기과학고등학교 권홍진	LCS를 이용한 지진의 통계학적 분석과 이를 통한 지진 예보 가능성
2	이영민, 박제현, 윤대상, 서한솔	대전과학고등학교	직접 분사식 디젤 엔진 실험을 통한 고효율·저배기 엔진 연구
3	공필식, 김진욱 송석민, 이주용	대전과학고등학교 김명중	행렬 작용소의 기준의 형식화
4	송은선, 김채원	충북과학고등학교 박종욱	수학적 관계식을 통한 입체 영상의 분석 및 구현
5	김기목, 서민식, 유태근	대전과학고등학교 이근준	회오리바람 실험장치 제작을 통한 난류형성 메커니즘 탐구
6	류한열, 김인혜, 김영우, 도도연, 부준요, 안은진	인하대학교 경기과학고등학교	백색 발광다이오드의 색온도에 따른 태양전지 효율 측정 및 분석
7	김준호, 문경진, 박지현, 김가영, 김현혜	인천과학고등학교 최관순	액적의 높이와 농도에 따른 왕관 현상 고찰
8	노유환, 문준혁, 김동준	대전과학고등학교 이근준	특별관측자료를 이용한 대전지역 도시열섬의 특성 분석
9	한지혜	경기과학고등학교 김효준	점탄성 유체의 점성도에 따른 테일러 기포의 표면 변화
10	전시형, 전시완	경기고등학교 김대수	신경계통 질환의 새로운 해결책을 위한 동서양 의학의 융복합 연구
11	최은호, 김민재, 이주현, 손혁주, 백찬훈, 한윤성	대전과학고등학교 최동열	M44 산개성단의 색-등급도 분석
12	유현우, 이동우, 이형석, 현동걸		단일전지 전기회로에서 출력 특성에 따른 전지의 특성에 대한 탐구
13	기한주, 김정빈, 이재호, 오현선, 박광숙	청담고등학교 고려대학교 의과대학	항암제에 의한 세포 분열 이상 고찰

LCS를 이용한 지진의 통계학적 분석과 이를 통한 지진 예보 가능성

박 지 환 · 변 우 혁 · 권 홍 진

경기과학고등학교

최근 동일본대지진을 비롯하여 그 지진의 발생 빈도가 점차 늘어나고 있다. 이러한 지진을 예보할 수 있는 가능성을 알아보기 위해 현재까지의 지진 데이터 간의 LCS(Longest Common Subsequence)를 프로그램을 통해 분석하였다. 반복하여 수행한 결과 LCS의 길이와 원소간의 거리가 통계학적 의미를 가질 수준의 값이 얻어졌으며, 이를 통해 현재까지 발생한 지진이 패턴을 가지고 있다는 결론을 얻었다. 이 결과를 통해 일기 예보와 같이 지진 또한 그 예보의 가능성이 충분하며, 본 연구의 결과를 통한 일정한 정확도의 직접적인 예보 또한 가능할 것이라 예상된다.

직접 분사식 디젤 엔진 실험을 통한 고효율 · 저배기 엔진 연구

이 영 민 · 박 제 현 · 윤 대 상 · 서 한 솔

대전과학고등학교

현대사회에서 자동차는 사람들의 필수품이 되었다. 자동차의 보급으로 많은 국민들이 시간을 절약할 수 있게 되었으나, 이는 개인과 국가 차원을 넘어서 전 지구를 뒤흔들고 있는 환경오염이라는 문제를 가져오게 되었다. 따라서 직접 분사식 디젤 엔진 실험을 통한 고효율 저배기 엔진 연구 활동을 통해 엔진의 효율 향상과 배기가스 저감 방안을 모색하여 지구 환경오염 문제 해결에 이바지하고자 한다.

본 연구에서는 분사량, 분사시기, Exhaust Gas Recirculation(배기가스 재순환장치, EGR)을 이용한 변화 및 분사시기, EGR 변화를 동시에 적용했을 때 출력과 배기가스 배출량의 경향성을 관찰하였다. 분석한 배기가스의 종류는 HC, NOx, CO, smoke로 한정하였다. 최종적으로는 파악한 경향성을 일반화하고 고효율·저배기 엔진을 위한 최적의 조건을 도출해내었다.

실험에 사용한 1.6L 4기통 디젤엔진이며 배기가스 분석에는 Gas analyser와 Smoke meter를 사용하였다. 이외에도 동기화 장치인 엔코더, 데이터 처리장치인 DAQ board, 엔진 회전수를 일정하게 유지시켜주는 장비인 Dynamometer 그리고 엔진의 모든 조건을 전자제어 할 수 있는 ECU 등의 장비를 활용하였다.

구체적인 실험 과정은 다음과 같다. 동일 분사량에서 분사시기와 EGR을 각각 변화시키며 출력과 배기가스 배출량에 대한 데이터를 측정하였으며 그 후에 분사량에 대한 조건을 바꿔가며 앞의 과정을 반복하였다. 이외에 다른 조건들은 모두 일정하게 유지하였다. 이 때 얻은 데이터를 바탕으로 엔진의 최적조건을 위한 분사시기와 EGR 조건을 유추하며 다시 실험을 진행하였다. 데이터는 엔진의 크랭크가 가장 최상부에 위치했을 때인 상사점 근처의 값만 사용하였다. 이는 상사점 근처가 연료의 연소가 일어나는 시기로 결과값에 직접적인 영향을 주기 때문이다. 또한 엔진 내부의 조건을 변화시켰을 때에는 그 변화가 충분히 반영될 수 있도록 일정한 시간간격을 두고 데이터를 취득하였다.

연료 분사량이 많아질수록 실린더 내부 온도가 높아져 NOx와 HC는 증가하였으나 CO 및 Smoke는 산화가 촉진되어 최종적으로 배출되는 배기가스에서는 그 양이 감소하였다. 많은 에너지를 사용하였으므로 출력은 증가하였다.

상사점 전의 분사는 엔진이 동력을 전달하는 효율을 증가시켜 엔진 출력을 향상시켜 주었지만 동시에 NOx의 생성량 증가를 불러일으키게 되었다. 이에 따른 높은 에너지로 불완전 연소 생성물인 CO와 HC, Smoke는 감소되었다. 반면에 상사점 후의 분사는 피스톤 운동의 방해로 인해 엔진출력을 감소시켰으나

NO_x와 Smoke의 생성량을 감소시켰으며, HC의 생성량을 증가시켰다.

EGR 변화는 재순환하는 배기가스의 양이 증가함에 따라 흡기의 비열을 증가시켜 엔진의 출력을 향상시켰으며, NO_x의 배출량 감소 및 불완전 연소로 인한 CO와 HC, Smoke의 증가를 야기시켰다.

분사시기와 EGR을 동시에 적용했을 때는 분사시기가 상사점에 매우 가깝거나 상사점 후로 넘어가게 되면 엔진 출력을 떨어뜨리는 요인으로 작용하였으며, 연료의 착화 지연과 EGR량의 증가가 NO_x의 생성량을 감소시키며, CO와 HC, Smoke를 증가시켰다.

따라서 우리는 연구 결과 및 분석을 토대로 분사시기가 5[°CA BTDC]일 때, 공기량이 250[mg/cycle]일 때, 가장 높은 출력을 보여주면서 NO_x를 줄일 수 있다는 것을 알아내었으며, 완전연소로 불완전연소생성물까지 최대한 줄일 수 있다는 것을 알 수 있었다. 이 때 HC, 미세먼지, CO와 같은 배기가스들이 연구 결과 중 최저치는 아니었으나, 매연여과장치와 디젤산화촉매 이용하였을 때의 배기가스 감소를 고려하면 가장 효율적인 조건임을 알 수 있었다.

행렬 작용소의 기준의 형식화

공 필 식 · 김진욱 · 송석민 · 이주용

대전과학고등학교

지도교사 : 김명중

저희 R&E의 주제는 행렬 작용소의 기준의 형식화입니다. 사실상 기준은 n 차원 벡터공간 K^n 위의 벡터들 사이의 크기를 비교하거나 벡터공간 $K^{m \times n}$ 위의 행렬들 사이의 크기를 비교하기 위해 벡터나 행렬의 크기를 측정하기 위해서 연구되고 있습니다. 2차 정사각행렬로 표현되는 작용소의 크기를 구하는 방법은 잘 알려져 있으나 3차 정사각행렬로 표현되는 작용소의 크기에 대한 것은 아직 잘 알려져 있지 않습니다. 그런 점에서 저희는 아이디어를 얻어 작용소의 크기를 구할 수 있는 형식화된 방법을 찾기로 결정하였습니다. 저희 조에서는 2차와 3차 정사각행렬의 작용소의 크기를 형식화하기로 했습니다.

저희들은 기초부터 차근차근 공부를 해나가기로 결정하고, 작용소의 기본 성질부터 탐구하기 시작했습니다. 그 후 벡터 공간의 성질을 탐구하였고, 벡터와 행렬의 기준에 대해서 알아보았습니다. 이렇게 연구에 필요한 기반을 마련한 후 첫 번째로 2차 정사각행렬의 크기를 구하는 형식화된 방법을 유도하였습니다. 2차 정사각행렬에 대해서 자세하게 공부를 하고 형식화하는 방법을 숙지한 뒤 3차 정사각행렬의 크기를 구하는 형식화된 방법을 찾기로 결정했습니다. 3차 정사각행렬의 경우 2차 정사각행렬보다 따르는 조건이 많고, 알아야하는 내용이 많습니다. 이런 과정을 거쳐서 저희 R&E 조는 마지막 과정인 3차 정사각행렬의 크기를 구할 수 있는 형식화된 방법을 찾을 수 있었습니다.

선행 연구로 진행되었던 2차 정사각행렬의 기준을 검증하던 중 참고문헌에 제시된 공식에 오류가 있음을 발견하였고 이를 수정하였습니다. 또한 3차 정사각행렬의 기준을 유도하기 위해 3차·4차방정식의 근을 구하는 공식을 직접 유도하여 복잡한 과정을 빠르게 해결할 수 있도록 노력하였습니다. 정사각행렬의 특성방정식의 근과 기준 사이의 알려진 관계를 이용하여 정리한 결과, 3차 정사각행렬의 기준을 유도할 수 있었습니다. 이 과정에서 3차 정사각행렬의 기준을 Frobenius norm, 행벡터의 내적과 행렬식을 이용하여 표현되는 공식을 찾아낼 수 있었습니다. 또한, n 차 정사각행렬 A 에 대하여 A^*A 를 행벡터의 내적을 이용하여 표현할 수 있음을 밝혀냈습니다.

본 연구를 통하여 고등학교 교과과정과 연계된 내용을 심화 학습할 수 있었습니다. 즉, 작용소를 나타내는 행렬, 벡터공간, 벡터의 내적 및 기준(norm), 행렬의 기준(norm), 특성방정식과 고유 값 및 고유 벡터, principal submatrix, principal minor 등 입니다. 또, 행렬의 기준을 구하기 위하여 삼차방정식과 사차방정식의 해의 공식을 유도해 보았습니다. 이 연구과정을 통하여 자기 주도적 심화학습을 하는 태도를 기르며 탐구능력 및 창의적 문제해결능력이 신장되었으며, 공동연구를 통하여 과학자로서의 연구태도 및 자질을 함양하였습니다. 향후 이 연구를 통하여 얻게 된 자료를 정교화하고 후속 연구를 통하여 얻은 결과를 학회지에 투고할 계획입니다.

수학적 관계식을 통한 입체 영상의 분석 및 구현

송 은 선 · 김 채 원

충북과학고등학교

지도교사: 박종육

1. 연구 동기

요즘 영화, 모니터, 핸드폰, TV 등 다양한 곳에서 3D의 붐이 일어나고 있다. stereogram은 왼쪽 그림과 오른쪽 그림이 약간의 차이가 있으며, 각각 2차원 그림인 것을 알 수 있다. 이 두 그림의 차이가 사람이 상을 볼 때, 왼쪽 눈의 영상과 오른쪽 눈의 영상에서 일어나는 차이와 같다고 할 수 있다. 이렇게 사람의 눈은 오른쪽 눈과 왼쪽 눈이 인식하는 영상의 차이에 따라 사람이 보는 상의 공간적인 위치가 달라진다. 이에 착안하여 상의 위치와 스크린 위의 영상에 관한 관계식을 찾고, 상의 위치에 따른 스크린 위의 점들의 변화, 상의 운동 상태에 따른 스크린 위의 점들의 운동을 살펴보고, 점들의 위치 간의 관계를 수학적으로 해석하고자 한다.

2. 연구 내용

본 연구에서는 다음과 같은 순서에 따라 진행되었다.

- 가. 입체 정보의 종류와 구현 방법을 조사한 후, 이를 토대로 입체 영상의 원리를 수학적으로 표현할 방법에 대해 구상하였다. 사람이 영상을 보는 상황을 모식화하여 여러 조건 간의 관계를 찾았다.
- 나. 좌표계 접근을 3차원으로 확장시켜 관계식 찾은 후, Excel을 이용하여 이를 분석하였다. 몇 가지 입체 도형을 설정하여 실제로 구현해보고 이를 3D 모니터를 통해 확인하였다.
- 다. 본 연구에서는 실제 3D 촬영기법을 이용하여 촬영한 영상을 앞서 구한 관계식을 이용하여 역으로 운동 상태를 추적하였다.
- 라. 앞의 연구를 바탕으로 이를 개선할 방법을 찾고, 이를 활용하는 방안에 대해 고안해보았다.

3. 연구 결과

본 연구 “수학적 관계식을 통한 입체 영상의 분석 및 구현”에서 수행한 결과는 다음과 같다.

- 가. 3D를 구현하기 위한 관계식에 다양한 방법으로 접근할 수 있으며, 관계식을 통해 깊이감 결정 요

- 소 및 다양한 변수간의 관계를 확인할 수 있었다.
- 나. 앞서 구한 관계식을 공간좌표계로 옮겨 수식을 얻어, 이를 활용하여 직접 좌안과 우안의 스크린을 구현할 수 있었으며, 3D가 구현되는 것을 알 수 있었다.
- 다. 3D 촬영기법에 따라 촬영한 사진과 영상을 관계식을 통해 역으로 비교적 정확한 물체의 운동 상태 추적이 가능하다는 것을 확인할 수 있었다.
- 라. 마지막으로, 앞서 나온 결과를 바탕으로 Excel과 Agilent Vee를 이용하여 다양한 변수를 조작함으로써 변하는 좌·우안의 영상을 보여주는 프로그램을 구현하였다.

4. 제언

본 연구를 통해 3D의 원리를 알 수 있으며, 이를 수학적으로 분석하며, 관계식을 활용을 수 있었다. 이를 통해 3D를 구현하고, 교육용 프로그램을 제작하는 등 다양한 방법으로 활용될 수 있다. 또한 3D 촬영 기법에 기반하여 촬영된 영상 역추적을 통해 물체의 운동을 알 수 있는 것으로 보아 새로운 속도 측정 방법으로도 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

회오리바람 실험장치 제작을 통한 난류형성 메커니즘 탐구

김 기 목 · 서 민 식 · 유 태 근

대전과학고등학교

지도교사: 이근준

본 연구는 자연에서의 회오리바람 생성과정을 알기위해 실험 장치를 개발하고 이를 이용하여 회오리바람의 생성 메커니즘을 연구하였다. 수업 시간에 회오리바람에 대해 배우면서 난류를 이용한 회오리바람 실험 장치로 만들어보자는 생각으로 연구를 시작하였다. 학생 수준에서도 쉽게 사용하고 관찰할 수 있을 정도의 규모로 회오리바람을 발생시키고, 실제 자연계에서 회오리의 발생 과정과 그 구조를 탐구할 수 있는 장치를 제작하여 직접 그 원리를 확인해보기로 하였다.



제작한 실험장치(장애물각도 60°, 높이70cm)

문헌연구를 통하여 회오리바람을 일으키는 데 관여하는 요소들을 파악하고 각각의 요소들을 변화시켜가며 실험을 통해 그 특징을 알아보도록 실험을 설계하였다. 조작변인으로는 장애물의 높이, 장애물의 풍상측 및 풍하측각도, 가열 여부, 그리고 풍속이 있다. 각 요소에 대한 사전 개별적인 실험을 통하여 장애물을 이용한 바람시어 생성과 수평방향 힘을 만들어주는 주는 것이 가장 중요한 메커니즘인 것을 알게 되었으며 무엇보다도 각 요소들이 유기적으로 연결되어 상호작용하는 것이 제일 중요하다는 것을 알 수 있었다. 연구결과 풍상측 각도가 클수록 회오리 바람의 지속시간이 길어지며 초기 형성시간은 풍상측의 각도가 높고 풍속이 셀수록 짧아졌다. 본 실험에서는 풍상측각도 60°, 풍하측각도 90°. 그리고 장애물 높이 70cm에서 회오리가 구조적으로 안정되고 지속시간 또한 길었다. 조건 중 하나였던 온도의 경우 90°가 적합한 온도였으며 너무 높으면 기계적난류보다 열적난류가 심해 회오리 바람의 형성에 영향을 미쳤다.

주요단어: 회오리바람, 열적난류, 기계적난류, 바람시어.

백색 발광다이오드의 색온도에 따른 태양전지 효율 측정 및 분석

Measurement and analysis on the efficiency of a solar cell using white LEDs with various color temperatures

류 한 열 · 김 인 혜* · 김 영 우 · 도 도 연 · 부 준 요 · 안 은 진²

¹인하대학교 물리학과, 인천광역시 용현동 253

²경기과학고등학교, 수원시 장안구 송죽동 산28

본 연구에서는 차세대의 에너지 공급원으로 기대되고 있는 태양전지와 차세대의 조명용 광원으로 주목을 받고 있는 발광다이오드(LED: Light-Emitting Diode)를 조합한 실험을 수행한다. 특히, 백색 LED를 실내 조명에 이용할 경우 다양한 색온도로 감성 조명이 가능하다. 실내 조명에서 사용되는 백색 LED의 빛을 태양전지를 통해서 전력 생성에 활용한다면, 친환경 에너지 system의 구현에 매우 바람직할 것이다. 본 연구에서는 백색 LED의 색온도에 따른 태양전지 효율 특성을 측정, 분석해 보았다. 백색 LED는 적색, 녹색, 청색 LED의 빛을 조합한 RGB LED를 사용하였으며, 3000 ~ 7000 K의 색온도에 부합하도록 각각의 LED의 구동 조건을 찾아내었다. 이를 바탕으로 각 색온도 별로 GaAs 태양전지의 광전변환효율을 측정하여 색온도에 따른 태양전지의 효율 특성을 분석하였다. 백색 LED에 대한 GaAs 태양전지의 최대 광전변환효율은 43% 이상으로 측정되었는데, 이는 태양광에 대한 GaAs 태양전지의 최대 효율인 21%의 두 배가 넘는 값이다. LED의 스펙트럼과 태양전지의 양자효율 분석으로부터 이러한 고효율 특성은 백색 LED의 스펙트럼이 GaAs 태양전지에서 높은 양자효율을 보이는 파장대와 잘 겹쳐기 때문에 얻어지는 것임을 알 수 있었다. 또한, LED의 색온도가 3000 K에서 7000 K으로 증가할수록 태양전지의 효율은 감소하는 것으로 측정되었다. 이에 대한 원인으로는 LED의 색온도가 증가할수록 GaAs 태양전지의 평균양자효율이 감소하기 때문으로 이해할 수 있었다. 본 연구의 결과는 향후 LED 조명을 태양전지 광원으로 이용할 때 중요하게 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

액적의 높이와 농도에 따른 왕관 현상 고찰

김 준 호 · 문 경 진 · 박 지 현 · 김 가 영 · 김 현 혜

인천과학고등학교

지도교사: 최관순

수도꼭지에서 새어 나온 물방울이 세면기에 담긴 물에 떨어질 때, 또는 빗방울이 웅덩이에 고인 물에 떨어질 때, 우리 눈으로 쉽게 볼 수는 없지만 왕관이 형성되는 왕관현상이 나타난다. 이 연구에서는 액적과 액막의 성질을 변화시켜가며 왕관현상의 특성을 분석하고자 하였다.

왕관현상이 일어나는 경우를 찾기 위해 예비실험을 하였으며, 액적을 떨어뜨리는 높이에 따라 왕관의 크기와 높이가 어떻게 변화하는지, 액적과 액막의 상대적인 농도에 따라서 왕관의 모양이 어떻게 달라지는지 알아보고, 왕관이 생기는 과정에 대해 모델을 세우고 이를 실험적 결과와 비교하였다.

첫째, 액적의 낙하 높이에 따른 왕관의 모양 변화를 알아보기 위해, 액체의 종류, 액막의 두께는 일정하게 유지시켰다. 액체는 물만을 사용하였으며 액막의 두께는 4.5cm로 하였다. 액적의 높이는 10cm부터 30cm까지 5cm 간격으로 변화시켰다. 액적의 높이가 커질수록 왕관의 직경이 커졌으며, 왕관의 높이도 증가하는 경향을 보였다. 이것은 액적을 떨어뜨리는 높이가 커질수록 중력 포텐셜 에너지가 커지게 되므로 액막에 주는 충격량이 더 커지기 때문으로 해석된다.

둘째, 표면장력의 크기가 왕관현상에 미치는 영향을 조사하기 위해 떨어뜨리는 높이를 20cm로 고정시킨 뒤 액적과 액막의 에탄올 농도를 변화시키며 실험하였다. 액적의 농도를 고정시키고 액막의 농도를 변화시킨 경우, 액막의 농도를 고정시키고 액적의 농도를 변화시킨 경우 왕관현상이 어떻게 달라지는지 조사해 보았다. 먼저 다양한 농도(50%, 60%, 70%, 80%, 90%)의 액적에 대하여 액막의 농도를 변화시키며, 액막에 나타나는 왕관의 직경과 높이를 측정한 결과, 액막의 에탄올 농도가 커질수록 왕관의 크기는 감소하는 경향을 볼 수 있었다. 에탄올의 농도가 커질수록 액막의 표면장력은 작아진다. 따라서, 액막의 표면장력이 커질수록 왕관의 크기가 커진다는 것을 알 수 있다. 다음으로 액막의 농도를 50%, 60%, 70%, 80%, 90%로 일정하게 하며, 액적의 농도에 따른 왕관 직경의 변화를 측정하였다. 액적의 농도가 커질수록 왕관의 직경이 커졌다. 즉, 액적의 에탄올 농도가 커질수록 액막에 주는 에너지 양이 커지는 것으로 해석할 수 있다. 액적의 농도 및 높이가 일정할 경우 얻을 수 있는 중력 포텐셜 에너지는 액막의 표면장력에 상관없이 같다. 하지만 액적의 충돌로 액막에 전해지는 에너지의 변화량이 다르므로 왕관의 크기가 달라지게 된다. 왕관은 주로 액적이 아닌 액막으로부터 생성되므로, 액막의 표면장력이 클수록 액적에서 액막으로 전해지는 에너지 양이 크게 되며 왕관의 크기는 커지게 되는 것이다. 반대로, 액적의 농도가 커질수록 액막에 주는 에너지 양이 커지는 것으로 해석할 수 있다. 이 충돌과정에서 상대적인 표면장력을 고려했을 때 액적의 표면장력이 작을수록, 액막의 표면장력이 클수록 액막으로 더 많은 에너지가 전달되어 왕관의 크기는 더욱 커짐을 알 수 있었다.

특별관측자료를 이용한 대전지역 도시열섬의 특성 분석

노 유 환 · 문 준 혁 · 김 동 준

대전과학고등학교

지도교사: 이근준

본 연구에서는 대전지역에서 16개 특별 관측망을 구축하여 2010년 8월 1일부터 10월 31일까지 측정한 매시 기온 자료를 이용하여 대전지역에서의 도시열섬의 시공간 변동 특성을 분석하였다. 특별관측에 사용된 온도계는 한국표준과학연구원에서 검정과정을 통하여 정확도를 검증하였다. 대전과학고를 기준점으로 선정하여 수행함으로써 목원대와 같이 시의 외관 산 밑에 위치한 곳을 기준으로 선정하였을 때 보다는 도시열섬의 강도가 낮게 평가 되었다.

대전에서의 도시열섬도 다른 지역에서와 같이 교통량과 인구 이동이 많은 지역에서 1.4°C 정도로 가장 강하게 나타났으며 하천변과 비교적 도심외곽으로 산림이 많은 지역에서는 도시열섬이 약하거나 거의 나타나지 않았다. 평균기온과 최저기온, 최고기온을 분석해 본 결과 최저기온에서 도시열섬효과가 가장 뚜렷하게 나타났다.

도시열섬의 강도는 운량, 풍속 그리고 강수와 같은 기상요소에 영향을 받는 것으로 나타나고 있으며 이 중 운량이 도시열섬에 가장 크게 영향을 주며 풍속과 강수의 영향은 상대적으로 작게 나타나고 있다. 하지만 풍속과 강수의 영향이 상대적으로 작게 나타난 것은 도심에 위치한 높은 건물들과 강수사례가 적었던 것의 영향도 작용한 것으로 보인다.

관측 결과 열섬의 핵은 대전시청, 롯데백화점, 터미널, 변동오거리, 계룡건설사옥 주변으로 나타났으며 시간과 계절별로 위치를 달리함을 알 수 있었다. 또 낮이나 밤에 열섬의 핵이 위치했던 지역들이 시간이 지남에 따라 냉섬으로 변하거나 열섬의 강도가 상당히 완화되는 경향이 있었다. 하지만 냉섬의 경우 이 같은 경향을 정확히 따르지 않는 것이다.

본 연구에서는 3개월만의 자료를 분석하였기 때문에 이를 단정적으로 설명하기는 어렵다. 하지만 8월, 9월 및 10월의 전체 도시열섬 강도가 각각 0.475°C , 0.843°C , 그리고 1.34°C 로 나타나고 있음을 볼 때 도시열섬의 강도는 계절(즉, 기상조건)의 영향을 받는 것으로 추정할 수가 있다.

처음으로 대전지역의 도시열섬을 공간적으로 분석하였다는 것에는 의의가 있으나 조사기간이 짧아 경향성을 명확히 밝히기 위해서는 계속적인 관측과 이를 활용한 분석이 되어야 할 것으로 사료된다.

주요단어: 도시열섬, 특별관측

점탄성 유체의 점성도에 따른 테일러 기포의 표면 변화

한 지 혜

경기과학고등학교

지도교사 : 김효준

테일러 기포란 관보다 기포의 지름이 큰 기포를 말한다. 테일러 기포의 운동에 대해서는 현재까지 많은 연구가 계속되어왔으며, 특히 기포의 운동속도에 대한 연구가 주로 진행되어왔다.

본 연구에서는 테일러 기포의 형태에 주목, 액체의 점도와 그에 따른 기포의 상승속도를 파악하여 점도와 속도가 기포의 표면 형태에 어떠한 영향을 미치는지에 대해 연구한다.

본 R&E 에서 수행하고자 하는 연구는 다양한 공학시스템에서 발견되는 이상유동의 기본적인 형태 중 하나인 수직 슬러그유동에 대한 연구와 결부되는 것으로서, 현재까지 이 기포의 상승속도와 형상을 예측하기 위한 많은 연구가 진행되어왔다. 특히 이 유동을 해석할 수 있는 수치방법을 개발하여 Taylor기포의 상승속도와 형상을 비점성을 가정하지 않고 예측하려는 연구가 시도되고 있다. 격자생성법과 유한차분법을 정상상태의 수직 슬러그유동에 적용하여 실험데이터와 일치하는 결과를 얻은 바 있으며(Mao, 1991), 유사한 수치방법을 이용해 단일 기포뿐 아니라 주기적인 간격으로 놓여있는 일련의 기포에 대한 유동을 해석하기도 했다(Clarke, 1997). 그러나 이 수치방법은 기포의 형상을 계산하는 다수의 해 중에서 물리적으로 가능한 하나만을 선택해야하는 문제와 기포 하단부의 형상 및 비정상적인 유동은 계산할 수 없는 문제가 있다. VOF방법은 이와 같은 문제를 해결하기 위해 Bugg(1998)등에 의해 정지된 액체층에서 상승하는 단일 Taylor bubble의 운동을 해석하며 사용되었다. 이에 본 연구에서는 점탄성 유체 내에서 상승하는 Taylor bubble에 대하여 유체의 점도에 따른 bubble의 속도변화와, 이에 따른 기포의 상하부 표면의 형태 변화에 대해 탐구한다

실험으로 점도를 알아낸 유체를 실험용 관에 채운 뒤, 초고속카메라를 설치하고 Taylor bubble을 발생시킨다. bubble의 운동을 카메라로 촬영한 뒤, 기포에서 빠져나가는 기체에 의한 난류 형성에 따른 표면의 변화 역시 고려하여 영상을 VOF method를 이용해 분석하여 bubble의 표면을 수치적으로 분석한다.

기존에 진행되어온 연구에 이어 본 연구를 통해 점탄성의 유체 속에서 운동하는 Taylor bubble의 형상을 연구하여, Taylor bubble의 유동에 대해 파악할 수 있을 것으로 예상된다. 기존 연구와 달리 비점성을 가정하지 않고 반대로 점성에 따른 변화 역시 고려함으로써, 기존과는 다른 새로운 연구결과를 기대하고 있다.

신경계통 질환의 새로운 해결책을 위한 동서양 의학의 융복합 연구

전 시 형 · 전 시 완

경기고등학교

지도교사 : 김대수

모든 난치병이라고 하는 것은 결국 질병을 일으키는 원인을 파악할 수 없기 때문에 적절한 치료방법을 확립할 수 없는 질병인 것이다. 이 세상에 존재하는 모든 문제는 원인을 알면 그에 따른 해결책은 자동적으로 나올 수 있다. 이러한 관점에서, 아직 원인을 밝히지 못한 현대 의학의 현실에 놓여 있는, 치매를 비롯한 많은 난치병들에 대한 근본적 원인을 파악하고, 해결책까지도 제시할 수 있는 새로운 이론과 연구가 필요하다. 최근 프리모 시스템에 대한 새로운 개념에 관심을 갖고 국내외 연구자들이 장기간의 연구를 진행하고 있다. 프리모 시스템은 한의학에서 주로 이야기하는 경락체계의 해부학적 실체로서, 혈관 및 림프관과는 다른 제 3의 순환계로 제시되고 있는 매우 독창적인 순환계이다. 본 연구자는 새로운 개념의 프리모관을 관찰하고자 하였고, 본 연구에서는 쥐의 뇌를 대상으로 프리모관의 구조적 실체를 확인하고 향후 신경계통 질환 치유에의 적용가능성에 대하여 공부해보고자 하였다.

연구 방법으로는 흰쥐를 대상으로 마취한 상태에서, 염색약 트립판 블루를 사용하여 쥐 뇌의 프리모관을 염색하였다. 현미경을 통해 관찰하면서 수술용 도구를 이용하여 염색된 프리모관을 확인하고 분리하였다.

관찰을 한 결과, 프리모관은 매우 가늘었고 부드러운 관의 모양을 하고 있었다. 추후의 프리모관의 기능연구를 위해서, 염색약을 사용하지 않고 프리모관을 분리하는 단계에서는, 현미경만을 통하여 프리모관을 분리하였다. 염색약을 사용하지 않고 분리한 프리모관은 하얀 유백색의 투명한 구조였다.

프리모 시스템은 경락이라고 하는 동양의 고전적 개념을 서양 과학적 방법을 이용해서 구조적 실체를 밝혔고 그것의 기능은 지금까지와는 전혀 다른 새로운 이론이기 때문에, 지금까지 원인불명으로 되어왔던 많은 질병에 대해서 원인을 제시하고 그 치료에 대해서도 적절한 방안을 제시할 수 있을 것으로 생각된다. 프리모시스템은 임상의학에 있어서 지금까지 해결하지 못한 여러 문제를 해결하는 데에 이론상 커다란 역할을 할 것으로 기대된다.

M44 산개성단의 색-등급도 분석

최 은 호 · 김 민 재 · 이 주 현 · 손 혁 주 · 백 찬 훈 · 한 윤 성

대전과학고등학교

지도교사 : 최동열

1. 연구동기

- 대도시에서도 쉽게 관측 가능한 대표적 봄철 메시에 목록.
- 다른 산개성단들에 비해 크기가 매우 커서 CCD관측시 여러 섹터로 나누어 촬영 필요.
- 현재 광전측광 자료만 있고 CCD를 이용한 측광 관련 논문이 없음.

2. 연구목적

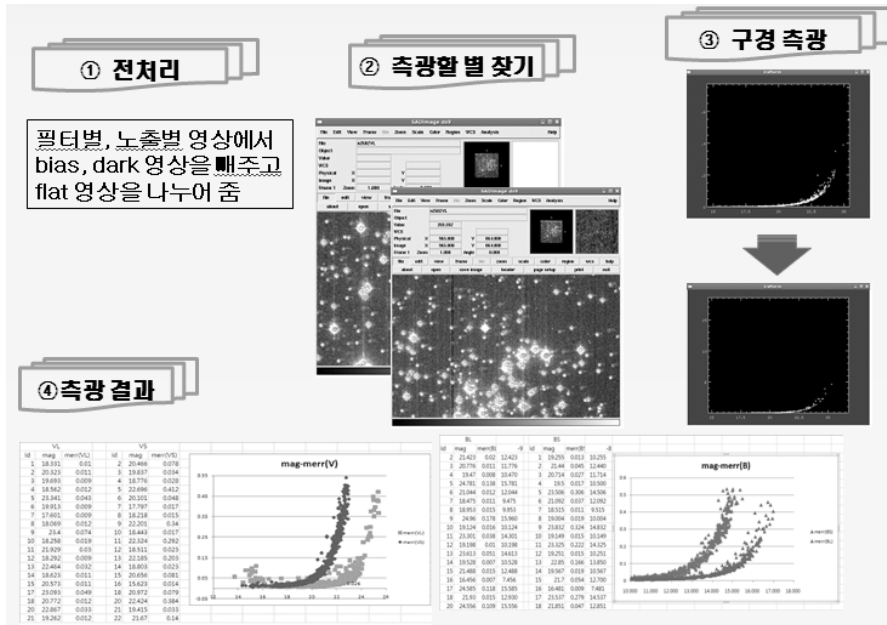
- M44를 17개의 섹터로 나누어 각 영역을 2K CCD로 촬영 후 전처리-구경측광 과정을 거쳐 별들의 기등급을 구하고 표준화 과정을 거쳐 표준등급을 구한다.
- 표준등급과 B-V값을 이용하여 M44의 색-등급도를 그려 성단의 진화 정도를 살펴 본다.
- M44의 색-등급도에 주계열 맞추기와 등연령곡선 맞추기를 적용하여 두 성단 까지의 거리와 나이를 구한다.

3. 연구방법 및 절차

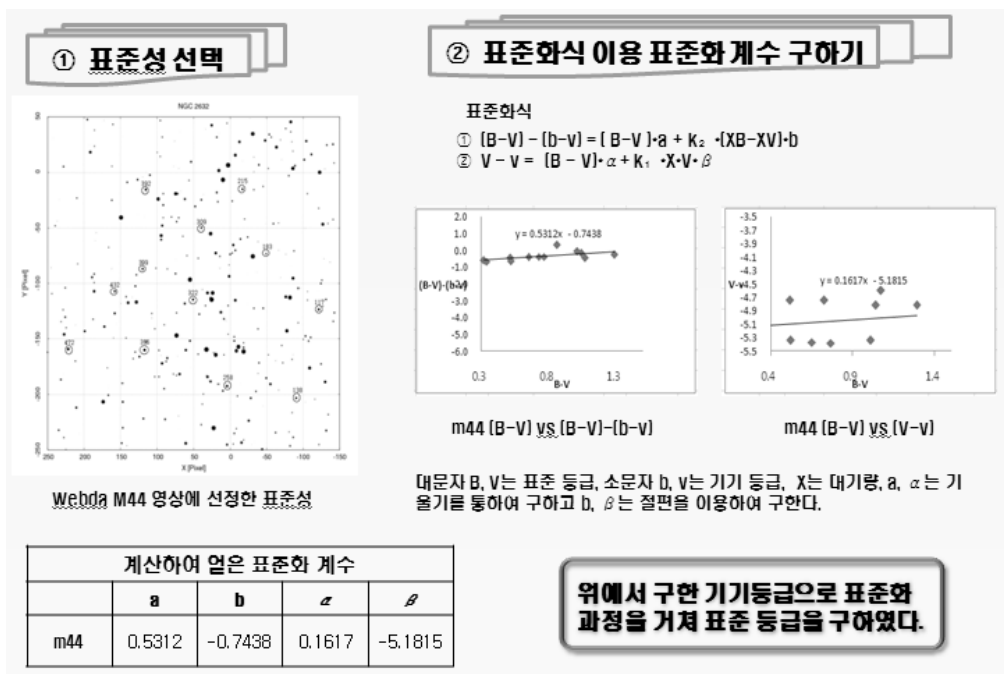
- 1차연구 : 촬영 및 데이터 선별, 2차연구 : 측광 후 물리량 결정(2011. 12~ 2012. 4)
- 연구대상 : M44 프레세페 산개성단(계자리)
- 연구장비
망원경 : 소백산 천문대 61cm 반사망원경
CCD : 소백산 천문대 2K CCD

4. 탐구 과정

가. 측광을 통해 별의 등급을 구한다.



나. 별의 기기등급을 표준 등급으로 변환한다.



다. 별의 고유 등급을 구한 후 색-등급도를 그린다.

① 파장별 성간소광량 계산하기

$$E(B-V) = (B-V) - (B-V)_0$$

$$A_V = 3.1E(B-V) \text{ or } 3.0E(B-V)$$

$$V_0 = m_{V0} = V - 3E(B-V)$$

$E(B-V)$: 색초과 $(B-V)$: 관측된 색지수
 $(B-V)_0$: 원래의 색지수 A_V : 성간 소광량

② 성간소광량을 뺀 등급(고유등급) 구하기

$$CE(\text{색초과}) = CI(\text{관측}) - CI(\text{고유})$$

$$M_{V0} (\text{실시 등급}) = V\text{등급} - 3CE$$

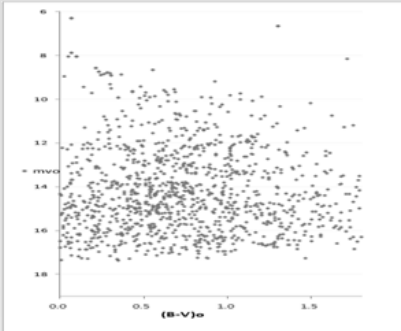
$(B-V)_0$ 를 $CI(\text{고유})$, $(B-V)$ 를 $CI(\text{관측})$ 이라 나타내고 CE 에 0.059를 대입하여 정리하면 아래 식과 같다.

$$(B-V)_0 = (B-V) - 0.059$$

$$m_{V0} = V - 3 \cdot 0.059$$

성간적색화 보정 후 M44의 C-M도를 작성해 본 결과 M11은 $V=6\sim 16$ 등급, $B-V=0.0\sim 1.8$ 의 범위를 보임.

③ C-M도(우리 자료)



성간 보정을 한 M44의 C-M도

라. 최종 C-M도를 얻어 성단의 거리, 절대등급, 나이를 구한다.

5. 결론

- 측광 후 기기등급을 표준등급으로 변환하여 성단 내 별들의 표준등급과 고유등급을 구하였다.
- 고유등급과 색지수를 이용하여 성단의 C-M도를 작성하였다.
- 성단까지 거리를 178pc로 결정하였다. (Webda의 값 187pc)
- 성단의 나이를 108.6yr(0.398Gyr)로 결정하였다. (Webda의 값 0.630Gyr)

단일전지 전기회로에서 출력 특성에 따른 전지의 특성에 대한 탐구

유 현 우 · 이 동 우 · 이 형 석 · 현 동 걸*

제주대학교 과학영재교육원

전지는 화학에너지를 전기에너지로 전환시키는 장치로서 전기회로에 전류를 흐르게 하는 기전력을 공급한다. 전지는 휴대하기가 편하고 안정하다는 장점을 가지고 있어 우리의 생활에서 없어서는 안 될 중요한 것이며, 초등학교에서부터 대학에 이르기까지 전기 관련 실험에서 전기회로의 전력원으로 아주 폭넓게 사용되고 있다.

전지에 대한 과학적 지식의 부족으로 인하여 전지에 대한 비과학적인 생각들을 가지고 있다. 특히 전지의 내부저항을 무시함으로 인하여 전지를 전력원으로 사용하는 전기와 자기 관련 실험에서 예상하는 실험 결과와 실제 실험 결과 사이에 불일치하는 일들이 일어난다는 보고들이 있다.

전지를 전력원으로 사용하는 전기회로의 실험 결과를 정확히 분석하기 위하여서는 전력원인 전지의 특성, 즉 전지의 기전력, 내부저항, 그리고 단자전압 등을 이해하는 것이 우선되어야 해야 한다. 이 탐구의 목적은 전력원으로 단일전지를 사용하는 전기회로에서, 전기회로의 출력특성에 따른 전지의 특성, 전지의 기전력, 내부저항, 그리고 단자전압의 특성을 실험적으로 조사하는 것이다.

이 탐구에서는 부하로서 여러 규격의 전구들과 다양한 크기의 고정 저항들 사용하여 간단한 전기회로를 구성하고, 전기회로에서 부하저항에 따른 전지의 특성, 즉 전지의 기전력, 단자 전압, 그리고 전지의 내부저항의 변화와 전지의 사용시간에 따른 이들의 변화를 실험적으로 조사하였다.

항암제에 의한 세포 분열 이상 고찰

기 한 주¹ · 김 정 빈¹ · 이 재 호¹ · 오 현 선¹ · 박 광 숙²

¹청담고등학교, ²고려대학교 의과대학

항암제는 다양한 기전을 통해 암세포에 작용한다. 본 연구는 항암제 중 세포의 분열에 영향을 미쳐 치료효과를 보이는 Taxol과 AKI를 HaCaT세포에 처리한 후, 세포 분열 과정의 변화를 연속 현미경촬영을 이용해 세포 분열의 형태학적 변화를 관찰함으로써 항암제의 작용기전을 이해하고자 하였다. 본 연구에서는 상피세포주인 HaCaT세포를 배양한 후, 대조군과 Taxol, AKI를 처리한 후, 6분 간격으로 24시간 현미경촬영 하였고, 이후 항암제를 세척한 상태에서 24시간 촬영하였다. Taxol로 처리한 세포들은 대부분의 세포가 apoptosis(세포자살) 과정을 거쳐 사멸된 반면, AKI로 처리한 군에서는 apoptosis보다는 세포분열이 지연되면서 거대세포를 형성되었다. 특이한 점은 Taxol로 처리한 세포 중 드물게 apoptosis가 진행되다가 되살아나는 현상이 관찰되었다. 저자들은 본 연구를 통해 Taxol은 주로 세포의 apoptosis를 유도하고, AKI는 세포분열을 지연시킴으로써 항암작용을 하는 것을 관찰할 수 있었다.

서 론

암의 발병률과 사망률이 증가하면서, 암의 정복은 의학의 가장 중요한 과제 중 하나가 되었다. 암 치료로는 수술로 제거하는 방법이 있지만, 암에 의한 사망은 암이 전신에 퍼지는 암 전이에 따른 합병증으로 인해 발생하므로 암을 선택적으로 죽이는 항암제 등을 사용하여 전신에 퍼진 암을 제거한다. 현재까지 많은 항암제가 개발되었지만 암세포에만 특이적으로 작용하는 약물들을 계속 연구하고 있다. 완벽한 항암제를 개발하기 위하여서는 암의 성질에 대하여 유전학적, 생화학적, 예방의학적, 역학조사 등 다양한 관점에서 연구가 필요하다. 본 연구는 암세포의 세포생물학적 특성을 바탕으로, 항암제 중에서 세포 분열에 영향을 주어 암세포를 제거하는 약제들을 선택하여, 항암제에 의한 세포의 변화를 주로 형태학적인 관찰을 통해 항암제의 작용기전을 이해하고자 하였다.

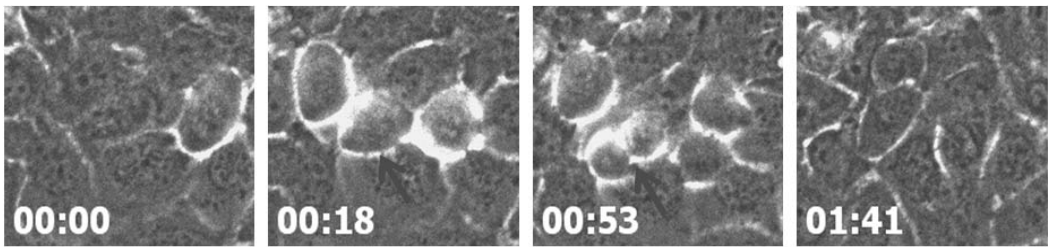
연구 대상 및 방법

상피세포주인 HaCat 세포에 세포의 세포질 분열을 억제하는 오로라 키나제 활성억제제(Aurora kinase

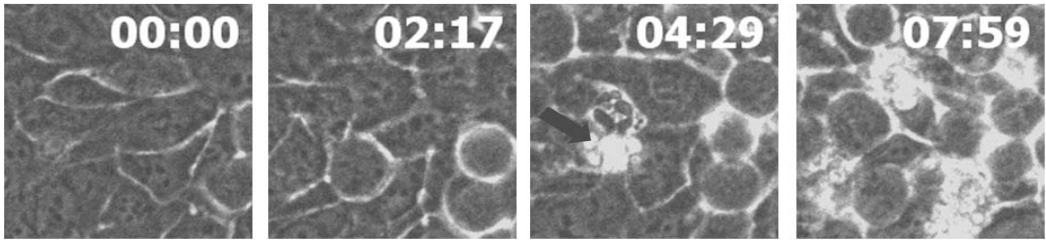
inhibitor, AKI)와 세포가 분열할 때 튜블린(tubulin)이 탈중합되는 것을 방해하는 Taxol을 처리하여 분열과정의 변화와 분열세포의 형태학적 특징을 현미경동영상 촬영을 통해 관찰하였다. 또한 AKI와 Taxol을 제거하고 살아남은 세포의 세포분열을 관찰하고, 6분 간격으로 24시간 동안 현미경 동영상 촬영을 시행하여 이를 편집한 후 결과를 분석하였다.

결 과

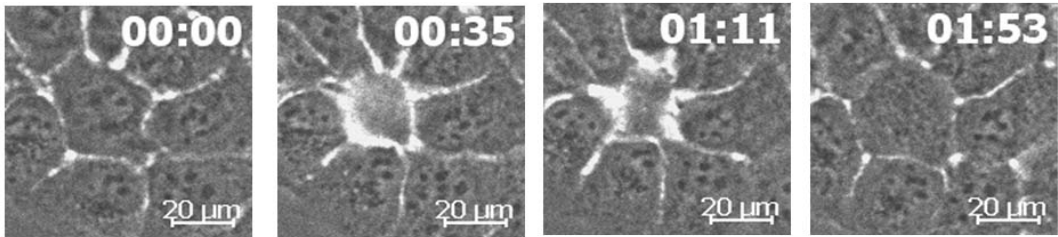
1. 대조군과 항암제 처리 후 관찰



1) 대조군 : 초기에는 세포가 둥근 모양이 되고, 가운데가 함몰된(arrow) 다음 2개로 분열되었다.

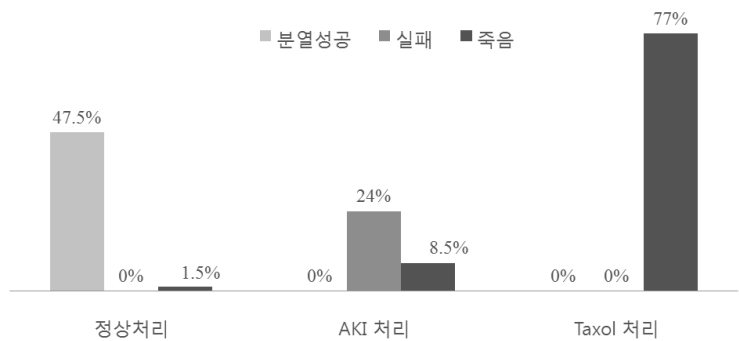


2) Taxol 투여 시 : 세포가 둥글게 되고, 수 시간 동안 변화가 없다가 낭포(arrow)가 생기면서 세포가 사멸했다.



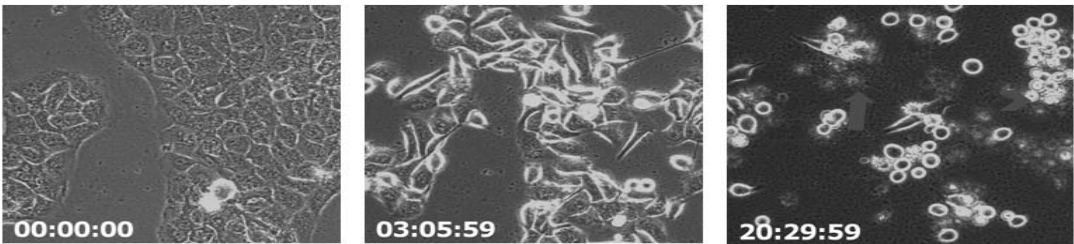
3) AKI 투여 세포 : 세포가 둥글게 되고, 정상세포의 분열 시간보다 연장되었으며, 세포질이 함몰하다가 간기로 다시 접어들었다.

2. 항암제 처리 후 세포분열 결과

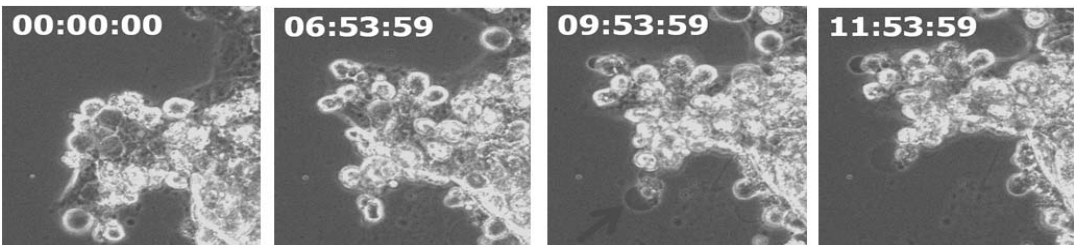


대조군, Taxol 혹은 AKI처리 세포의 세포 분열 결과를 수치화하여 비교하였다. Taxol 처리를 한 세포들은 거의 다 사멸을 한 반면에, AKI처리를 한 세포들은 거의 다 생존하였다. 하지만 많은 수의 세포들이 분열을 실패하였다. 분열 성공, 실패, 죽은 세포들의 합이 100%가 되지 않는 이유는, 많은 세포들이 간기 과정이 길어 동영상 촬영 중에 변화를 보이지 않았기 때문이다.

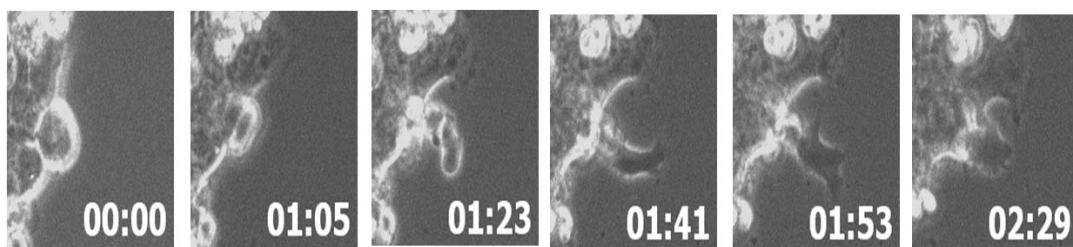
3. 항암제 세척 후 관찰



1) AKI세척 후: 세포의 운동성이 매우 활발해 졌고, 사멸할 때 대부분의 세포들은 세포자살 (apoptosis, arrow head)로 사멸하였으나, 일부 세포에서는 세포막이 부풀어 올라 괴사(necrosis, arrow)하였다.



2) Taxol 세척 후 : 세포의 운동성은 많이 증가하지는 않았고, 세포들이 서로 엉기는 듯한 모습으로 뭉치는 양상이 관찰되었다. 점차로 세포가 사멸하기 시작하여 촬영이 끝날 무렵에는 거의 대부분의 세포가 괴사 (arrow) 하였다.



3) Taxol 세척 후 일부 세포는 둥글게 변한 후(arrow) 수축하다가 다시 간기 세포의 모습으로 살아나는 것이 관찰되었다. 이는 Taxol에 대해 저항성을 가지는 세포가 생긴 것으로 추측된다.

결론

본 연구에서는 HaCaT 세포에 Taxol 또는 AKI를 처리하여 세포 분열 및 세포가 사멸하는 과정을 세포 형태학적으로 관찰하였다. Taxol에 의해서는 대부분의 세포가 세포분열을 하지 못하고 사멸하는 것을 관찰하였지만, AKI의 경우에는 세포분열에 실패하는 경우만 관찰되었고 사멸하는 세포는 드물었다. 따라서 Taxol이 AKI에 비해 단기간에 세포를 제거하는 능력이 뛰어나를 알 수 있었다. Taxol은 미세소관에 작용하여, 기능을 억제하는 약물이다. 미세소관은 세포의 모양을 유지하고, 세포의 운동성에도 관여한다. 또한 세포 내에서는 단백질이나 소기관들을 필요한 위치에 이동시키는 기능을 한다. 따라서 성장이 빠른 세포는 미세소관이 활발하게 작동한다. 이러한 이유에서 Taxol이 성장이 빠른 암세포를 우선적으로 제거한다. 본 실험 결과에서도 Taxol을 처리하면 세포들은 분열을 멈추고 둥글어지며, apoptosis로 사멸하였다. Taxol에 의해서 미세소관의 기능이 손상되어서 일어난 결과로 보인다. Taxol 세척후 매우 드물게 세포 사멸이 일어나다가 다시 재생하는 세포가 보였는데, 이는 Taxol에 저항성을 보이는 세포로 여겨진다. AKI는 오로라 키나제의 활성을 억제하는 약물이며, 오로라 카나제는 세포분열을 수행하는데 매우 중요한 효소이다. 가장 특징적인 기능은 세포질 분열기를 조절하는 것으로 AKI를 처리하여 오로라 키나제 활성을 억제하면 세포질 분열이 일어나지 않고, 세포는 핵을 여러 개 가지는 거대세포를 만들게 된다. 거대세포는 생존이 어려우며 세포가 사멸하는 시간이 연장된다. 본 실험에서 AKI로 처리한 세포의 분열 주기는 정상주기인 16시간에 비해 24시간으로 연장되었다. Apoptosis는 사멸한 세포에서 생기는 노폐물이 주위세포에 나쁜 영향을 주지 않도록 노폐물을 포함한 낭포(bleb)을 형성하는데, 이를 apoptotic body라 하며 이는 대식세포(macrophage)에 의해 제거된다. 선택적인 항암제는 apoptosis를 통해 암세포를 제거하여 부작용을 줄일 수 있다. 본 실험의 결과로 Taxol의 암세포에서의 작용기전은 apoptosis를 통해 사멸시키나, Taxol이 제거된 후에도 남은 세포들이 괴사 과정을 통해 사멸되므로 향후 세포괴사 비율을 감소시키고, 치료에 저항성을 보이는 세포군을 줄일 수 있는 보다 효과적인 치료제를 개발할 수 있으리라 본다.