

2017 한국현장과학교육학회 학술대회

가. 일시 : 2017년 8월 19일(토) 09시 ~ 18시

나. 장소 : 서울과학고등학교 예지관(본관) 3층

다. 주제 : 『4차 산업혁명 시대에 과학교육』

08:30-09:30	등록				
09:30-09:35	개회사 (김중복, 회장)		(사회: 박일우, 서울교대)		
09:35-09:45	축사 (임규형, 서울과학고등학교장)		(사회: 박일우, 서울교대)		
09:45-10:25	기조강연: 4차 산업혁명과 사회 변화 (이광형, KAIST) (좌장: 흥훈기, 서울대)				
10:25-11:05	초빙강연1: 빅데이터를 이용한 최신 교육 연구 소개(권가진, 서울대) (좌장: 전상학, 서울대)				
11:05-11:45	초빙강연2: 4차 산업 혁명과 현장과학교육 (강성주, 한국교원대) (좌장: 백승용, 서울과고)				
11:45-12:45	점심 (식당)		세계과학 워크숍 (12:30-13:30) 물리실험실 2 1. 블록을 이용한 전자회로 실험, 2. 3D 프린팅		
12:45-14:00	포스터 발표				
	심포지움 I (인공지능 시대의 과학 교육)	심포지움II (메이커 교육)	워크숍 I (드론제작)	워크숍 II (발명진흥회)	심포지움III (한국과학창의재단)
	물리강의실1 좌장:정종우 (이화여자대학교)	물리강의실2 좌장:류광수 (한국교원대학교)	(항공교실,체육관) 좌장:정대홍 (서울대학교)	물리실험실2 좌장:박일우 (서울교육대학교)	물리실험실3 좌장:구수정 (과천과학관)
14:00~14:40	Digital Teaching Platform과 해외교육사례 (송기상, 한국교원대)	4차 산업혁명과 메이커 교육 (이지선, 숙명여대)	1회. 드론, 시작부터 운용까지(센서 드론)(공현철, 한국항공우주연구원) (참가비 약 2만원 소요) (14:00~15:50)	교육과정 분석을 통한 과학발명 프로그램 재구성 (최용준, 경기도과학교육원)	4차 산업혁명 시대를 향한 현장교육 나침반-융합인재교육(STEAM) (유미현, 아주대 이현종, 보문고 손영학, 산청초) (14:00~15:40)
14:40~15:20	교육에서의 인공지능 및 빅데이터 활용과 전망 (김혜정, 중앙대)	학습분석을 활용한 과학교육 (유선아, 한국교원대)			
15:20~15:35	휴식				
15:35-16:15	AI등의 기술확산과 직업의 변화 (황규희, 한국직업능력 개발원)	4차산업혁명과 과학교육:필요역량과 과학교육 (장혜원, 한국교원대)		과학발명 프로그램 적용 사례 논의 (김미모아, 호평초등학교)	워크숍 III (물리실험실3) 좌장:류신호 매원고등학교
16:15-16:30	(종합토론) 인공지능 종합토론 사회자:정종우	(종합토론) 메이커교육 종합토론 사회자:류광수	2회. 드론, 시작부터 운용까지(센서 드론)(공현철, 한국항공우주연구원) (16:00~18:00) 좌장:정대홍 서울대학교		나만의 블루투스 스피커 만들기 (정오남, 경안고) (15:40~16:30)
	신진연구자 발표			워크숍	
	제1분과(물리강의실1) 좌장: 박정웅 송문고등학교	제2분과(물리강의실2) 좌장: 흥명수 한울중학교		워크숍 IV (물리실험실2) 좌장:권홍진 판곡고등학교	워크숍 III 계속 (물리실험실3)
16:30~17:10	생명의 연속성의 통합적 이해를 위한 형식교육과 비형식교육의 연계방안 제안 (안주현, 중동고)	초등학교 과학 실험수업에서 관찰되는 학생의 의도하지 않은 학습 (박지선, 서울대)		P에 담긴 화학-주기율표와 원소 기호를 활용한 다양한 활동소개 (한소영, 작전고, 천영숙, 원미고) (16:30~17:30)	3D프린터를 활용한 STEAM교육사례 (최경철, 예봉중)
17:10~17:50	실행연구와 교실수업개선 (최현숙, 진선여고)	생물실험교육 동아리 활동과 예비교사 교육에의 활용 (심현표, 교육과정평가원)			영재학교 및 과학고 학생을 위한 생물정보학 수업 (박미아, 서울과학고)
18:00-18:30	총회 및 우수 포스터상 발표(식당)				
18:30-20:30	리셉션				

* 사정에 의해 일부 프로그램이 변경될 수 있음을 양해바랍니다.

목 차

인사말	김중복(한국현장과학교육학회장) ... 6
기조강연	
01 4차 산업혁명 시대의 교육	이광형(KAIST) 10
초청강연	
02 빅데이터를 이용한 최신 교육 연구 소개	권가진(서울대) 12
03 4차 산업혁명과 현장과학교육	강성주(한국교원대) 13
심포지움 I	
04 Digital Teaching Platform과 해외교육사례	송기상(한국교원대) 16
05 교육에서의 인공지능 및 빅데이터 활용과 전망	김혜정(중앙대) 17
06 AI 등의 기술 확산과 일자리 변화	황규희(한국직업능력개발원) 18
심포지움 II	
07 4차 산업혁명과 메이커 교육	이지선(숙명여대) 19
08 학습분석을 활용한 과학교육	유선아(한국교원대) 20
09 4차 산업혁명과 과학교육: 필요 역량과 과학교육	장혜원(한국교원대) 21
심포지움 III	
10 STEAM교육은 4차 산업혁명기의 교육혁명을 어떻게 선도할 것인가?	유미현(아주대) 22
11 4차 산업혁명 시대, 미래 사회에서 필요한 역량을 키우는 융합인재교육	이현종(보문고) 24
12 4차 산업혁명 시대를 향한 현장교육 나침반 - 초등 융합인재교육(STEAM)	손영학(산청초) 25
신진연구자	
13 생명의 연속성의 통합적 이해를 위한 형식교육과 비형식교육의 연계방안 제안	안주현(중동고) 28
14 실행연구와 교실수업 개선 - 한 물리교사의 교실 평가 개선을 위한 실행연구	최현숙(진선여고) 29
15 초등 과학 실험 수업에서 관찰되는 의도하지 않은 학습의 유형과 발생 조건	박지선(서울대) 30
16 생물실험교육 동아리 활동과 예비교사 교육에의 활용	심현표(한국교육과정평가원) 31

워크숍 I	
17 드론, 시작부터 운용까지 (센서 드론)	공현철(한국항공우주연구원) 34
워크숍 II	
18 교육과정 분석을 통한 과학발명 프로그램 재구성	최용준(경기도과학교육원) 35
19 과학발명프로그램 적용 사례 논의	김미모아(호평초) 36
워크숍 III	
20 블루투스 스피커 만들기와 전파의 특성 탐구와 창의적 교수학습방법의 적용	정오남(경안고) 37
21 3D프린터를 활용한 STEAM교육사례	최경철(예봉중) 38
22 영재학교 및 과학고 학생을 위한 생물정보학 수업 - SNP을 이용한 미생유전자의 확인	박미아(서울과학고) 39
워크숍 IV	
23 P에 담긴 화학 - 주기율표와 원소 기호를 활용한 다양한 활동소개	한소영(작전고), 천영숙(원미고) · 40
R & E 발표	
24 (R&E-1) 염화칼슘과 친환경 제설제의 성능 비교 : 어는점 내림, 아스팔트 부식 실험을 통하여	42
25 (R&E-2) 유통기한이 있는 상품의 최적 재고 관리 방법 연구	..... 43
26 (R&E-3) DNA microarray를 통한 대장암 세포주 HCT116, 유방암 세포주 MCF-7, 신장암 세포주 SNU-482에서의 E-cadherin 관련 특이적 전이 기전 분석	..... 44
27 (R&E-4) Euclidean rhythm과 Euclidean string의 상호성 분석	..... 45
28 (R&E-5) 그래프 이론을 이용한 RNA sequencing 연구	..... 46
29 (R&E-6) 영화 감상평 감성분석 알고리즘 개발	..... 47
30 (R&E-7) 시흥 갯골습지 식물 군락의 생태적 특성	..... 48
31 (R&E-8) 진폭을 조절할 수 있는 사인과 발생기 만들기	..... 49
32 (R&E-9) 양면성 나선형 항균 펩타이드의 합성 및 항균효과 검증	..... 50
33 (R&E-10) ‘원자의 구조’ 를 통해 과학 새롭게 바라보기	..... 51
34 (R&E-11) 땀 냄새에 관여하는 abcc11 유전자의 다형성과 모기에 잘 물리는 특성과의 상관관계 연구	52
35 (R&E-12) GPU병렬컴퓨팅을 이용한 이징모델의 몬테카를로계산의 효율성 향상 연구	..... 53
36 (R&E-13) 결정질/비결정질과 차별화되는 준결정의 기계적 특성 및 열역학적 특성에 관한 고찰	54
37 (R&E-14) 식물소재를 활용한 당뇨합병증 In Vitro 검증 및 효능물질 탐색	..... 55
38 (R&E-15) Lenticular 사진 제작 키트 개발에 관한 연구	..... 56
39 (R&E-16) 무게 밸런스를 깨지 않는 새로운 초점 거리 조절 매커니즘의 제안	..... 57
40 (R&E-17) 물 속에서 코팅지 사이의 물질의 재질에 따른 빛의 음영 발생 원인에 대한 탐구	58

포스터 발표

41 (P-1) LA와 nonLA의 교육실습 동영상 분석 - TDOP (Teaching Dimensions Observation Protocol) 업 관찰 틀을 사용하여 -	60
42 (P-2) 다색 점광원들을 이용한 볼록렌즈에서 빛의 진행에 관한 튜토리얼의 개발 및 적용	61
43 (P-3) 메이커교육 활성화를 위한 메이커 역량 추출 및 역량 모델 개발	62
44 (P-4) 광선 추적을 통한 무지개 현상 탐구	63
45 (P-5) 과학교사를 위한 컴퓨팅 사고력 함양 교육 프로그램 개발 및 적용	64
46 (P-6) 화학교재연구 및 지도법 수업에서 나타난 화학예비교사의 질문 유형 분석	65
47 (P-7) Cold Atom이 만들어내는 물질상태 BEC	66
48 (P-8) 전류가 흐르는 도선 주변의 자기장 실험 장치 개발 및 활용	67
49 (P-9) 과학3과 생명과학 I 교과서 유전 단원의 개념 수준 및 연계성 분석	68
50 (P-10) 뇌파로 자동차를 조종하는 피지컬 뉴로 피드백 장치의 개발	69
51 (P-11) 과학영재의 컴퓨팅 사고력 향상을 위한 과학교수학습 프로그램 개발 및 적용 ...	70
52 (P-12) 피라미드를 이용한 원자포획	71
53 (P-13) 초등과학 용해와 용액 단원의 개별 맞춤형 디지털교재 개발 및 적용	72
54 (P-14) 해륙풍 원리를 효과적으로 이해하기 위한 대류실험상자의 개발 및 적용	73
55 (P-15) 눈의 구조와 기능에 대한 광학적 이해를 위한 눈의 모형화	74
56 (P-16) 눈의 각막과 수양액에 대한 광학적 이해	75
57 (P-17) 과학교육을 위한 눈의 동적 모형화에 대한 연구	76
58 (P-18) 층간소음 관련 초등발명영재 STEAM 프로그램의 개발 및 적용 사례 연구	77
59 (P-19) 국립과천과학관 「라이브진화센터」 전시물의 교육과정 연계성 분석	78
60 (P-20) 중등 화학 교과에서 디자인적 사고 프로세스를 활용한 메이커 수업 프로그램의 개발	79
61 (P-21) 유전학 기본 개념 이해를 위한 초파리 돌연변이 관찰 프로그램 개발	80
62 (P-22) 중·고등학교 과학과 교육과정 유전 단원의 탐구활동 분석	81
63 (P-23) 종이 기반의 표면증강라만산란 센서 개발을 통한 나노분광에 대한 이해	82
64 (P-24) 다니엘 전지에서 염다리의 역할에 대한 화학II 교과서와 대학 교재의 관련 내용 분석 및 실험을 통한 염다리의 역할 규명 연구	83
65 (P-25) 양금생성반응의 실제적 관찰을 지원하는 과학 시뮬레이션 개발	84
66 (P-26) 전자 스펙클 패턴 간섭계를 이용한 대류와 역전층 관찰	85
67 (P-27) 다양한 실리카 중심입자 사이즈에 의해 광학적 조절이 가능한 은 나노접질 구조의 합성과 표면증강 라만산란 활동도에 관한 연구	86
68 (P-28) 볼록렌즈에서 나타나는 다양한 광학현상 이해	87
69 (P-29) Desmos를 이용한 식 현상 교수-학습 자료 개발	88

70 (P-30) 나노 입자 브라운 운동의 이미지화를 통한 물질의 입자성 이해	89
71 (P-31) 정전기 관련 새로운 실험의 제안	90
72 (P-32) 고등학생의 연구윤리의식에 영향을 미치는 요인 연구 - 과학교사의 경험과 리더십을 중심으로 -	91
73 (P-33) Compact apparatus for producing Rubidium 87 ultra-cold atom cloud using Hybrid trap	92

부록

기조강연, 초청강연, 심포지움, 신진연구자, 워크숍 자료집

「4차 산업혁명 시대에 과학교육」

2017

한국현장과학교육학회
10주년 기념 정기학술대회

인사말

김중복

(한국현장과학교육학회장)

Industry
4.0

한국현장과학교육학회 10살이라니?

과연 이런 학회가 가능이나 한 건가?
견고한 모습으로 성장할 수 있을까?



2006년 9월 9일 이화여자대학교에서 한국물리학회, 대한화학회, 한국생물교육학회, 한국지구과학회가 공동 주최한 차기 과학 교육과정에 대한 심포지움에서 모든 행사가 끝나고 저는 “단발적인 심포지움 보다는, 교수, 교사 및 관련 전문가들이 정기적으로 모이는 모임을 만들고, 이 모임의 연구를 바탕으로 국가 과학 교육과정을 만들자” 는 것을 제안하였습니다. 그 동안 존재해왔던 전형적인 학회의 모습은 교수와 연구원 등을 주축으로 대학원생들이 함께 하는 것이었습니다. 그런데 나중에 학회의 초대 회장이 되신 김채옥 교수님이 저에게 과학교사들이 주축이 되는 학회를 직접 만들어보라고 제안하셨습니다. 제안만 하신 것이 아니라, 그렇게 하라고 결정까지 내리셨습니다. 비록 제가 제안을 한 것이지만, 저보다 역량이 훨씬 뛰어난 누군가가 이일을 할 것이고, 저는 단지 옆에서 도와야겠다고 생각하고 꺼낸 말일 뿐이었기 때문에 너무나 당황스러웠습니다. 심포지움은 그렇게 끝났습니다. 정말 황당하기 짝이 없는 상황이 벌어진 것입니다. 어디서부터 어떻게 하라는 말인가? 정말 막막했습니다.

그런데 그해가 다갈 무렵에 놀라운 일이 벌어졌습니다. 한국과학영재학교에서 개최되는 R/E 발표회에서 제가 지도하고 있던 팀이 있어 발표장에 갔는데 그 자리에서 서울대학교의 전동렬 교수님과 전상학 교수님이 오셨습니다. 몇 팀의 발표가 끝난 후에 휴식 시간에 두 분께 인사를 드리고 이런 저런 이야기를 하다가 이화여대에서 있었던 일을 말씀드리게 되었습니다. 이 이야기를 듣고 계시던 두 분께서 정말 잘 되었다며, 함께 하자고 하시는 것이었습니다. 저도 너무나 놀랐습니다. 이 분들과 함께 하면 되겠다는 생각이 들었고 그렇게 제안을 했더니 흔쾌히 받아들여 주셨습니다. 이것이 한국현장과학교육학회가 탄생하게 된 배경이라는 것을 10주년이 되는 시점에 글로 옮기게 되어 얼마나 감사한지 모릅니다. 찻잔 속의 태풍처럼 일시적으로 있다가 없어졌다면 이러한 내용의 글도 쓸 수가 없었을지도 모르기 때문입니다.

한국현장과학교육학회의 구성원과 활동 내용을 보면 설립 취지문에 나타난 것을 충실히 추구하여 왔다는 것을 알 수 있습니다. 일선 학교 과학 선생님들의 경우에 논문을 발표한다고 승진에 보탬이 되는 것도 아니고, 학회 임원으로 활동한다고 업적 평가에서 봉사 점수로 인정받는 것도 아니고, 논문 편집 위원으로 활동한다고 누가 알아주지도 않지만 현장의 과학 선생님들의 의견을 대변함으로써 학회에 헌신하여 주신 과학교사 선생님들을 존경합니다. 이렇게 훌륭한 과학교사들과 많은 토론을 거치면서 서로를 이해하고 발전하여 이제는 어엿한 공동체가 되었다고 생각합니다. 교사와 교수가 학회의 한 회원으로서 서로 동등한 수준에서, 또한 나의 이익

을 추구하기에 앞서 상대방의 이익을 먼저 생각하고 서로를 세워주려고 하는 모습을 보며 너무나 감사하고 기쁘게 생각합니다. 헌신하신 선생님의 고귀한 뜻을 저버리고 싶지 않아 성함을 열거하지 못한 점 못내 아쉽게 생각합니다. 조만간 교사 쪽에서 학회 회장이 나올 것을 기대하고 있습니다.

창립 10주년이 되는 한국현장과학교육학회는 그 동안 성장 발전을 거듭하여 출판하는 저널이 거의 최단 시간에 연구재단 등재지가 되는 쾌거를 이룩하였으며, 온라인 상이지만 900명이 넘는 과학교육 전문가들이 입회원서를 제출할 정도로 외모 또한 성장하고 있습니다. 앞서 말씀드린 미국의 AAPT는 100년이 넘어 발전을 거듭하고 있습니다. 우리 한국현장과학교육학회도 대를 이어 발전하여 우리나라 과학교육과 과학교사들에게 진실로 의미 있는 학회가 되기를 희망합니다. 현장의 학생들이 신나게 과학을 공부할 수 있도록 한국현장과학교육학회가 계속해서 역할을 다하기를 꿈꾸며 회장의 임기 동안뿐만이 아니라 임기를 마친 후에도 평회원으로 최선을 다할 것을 다짐해 봅니다.

다음의 10년 20년을 향하여 지속적으로 발전하여 갈 수 있도록 이 글을 보시고 계신 모든 분들의 관심과 사랑을 부탁드립니다...

2017. 8. 19.

한국현장과학교육학회 4대 회장
김 중복 드림

「4차 산업혁명 시대에 과학교육」

2017

한국현장과학교육학회
10주년 기념 정기학술대회

기초강연

4차 산업혁명 시대의 교육

이광형 (KAIST)

Industry
4.0

4차산업혁명 시대의 교육

이광형*

KAIST 바이오뇌공학과 겸 문술미래전략대학원 교수

4차산업혁명의 물결이 거세게 밀려오고 있다. 4차산업혁명 시대에 인간을 대신하여 사물을 관리하게 될 인공지능에 대하여 살펴본 다음에, 사례를 들어서 4차산업혁명 개념을 이해한다. 인공지능과 공존해야 하는 4차산업혁명 시대에 사회에서 원하는 인재상을 살펴 본 후에 교육의 방향을 찾아본다.

미래 인재상은 (1)지식활용력, (2)협동력, (3)창의력이 뛰어난 사람일 것이다. 이러한 능력을 가진 사람이 사회를 주도하고, 인공지능을 개발하고, 미래를 만들어 갈 것이다. 미래교육 방법으로 질문하기, 프로젝트교육, 메이커교육, 코딩교육을 논의한다.

* (교신)저자: khlee@kaist.ac.kr

「4차 산업혁명 시대에 과학교육」

2017

한국현장과학교육학회
10주년 기념 정기학술대회

초청강연

빅데이터를 이용한 최신 교육 연구 소개
권가진 (서울대)

4차 산업혁명과 현장과학교육
강성주 (한국교원대)

Industry
4.0

빅데이터를 이용한 최신 교육 연구 소개

권가진*

서울대학교 융합과학부, 서울특별시 관악구 관악로 1, 08826

디지털 기기의 편재화로 인하여 데이터가 급증하고 있다. 이러한 "빅데이터"의 출현으로 머신러닝/딥러닝을 이용한 인공지능 관련분야의 연구가 주목받고 있다. 머신러닝등의 기술적인 기법은 금융, 의료등 다양한 분야에서 사용할수 있는 “도구”이다. 전통적으로 빅데이터가 자주 적용되지 않았던 “교육“ 분야에서도 최근 머신러닝/딥러닝이라는 도구를 이용한 연구가 떠오르고 있으며, 관련하여 새로운 해외 학회 커뮤니티가 생성되어 활발히 활동하고 있다. 이 강의는 평소 테크놀로지를 활용한 교육연구에 관심이 있는 사람들에게 빅데이터가 교육분야 연구에 어떻게 활용되고 있는지에 관한 소개를 제공한다. 이를 위해 이번 강의에서는 최신 머신러닝/ 딥러닝 기술의 동향을 소개하고, 이 기술들을 이용한 교육분야 연구사례에 대해 소개한다. 더불어, 교육 분야에서 빅데이터 연구를 위해 고려해야 할 사항들과 앞으로 연구가 필요한 사안들에 대한 논의를 제공한다.

* (교신)저자: ggweon@snu.ac.kr

4차 산업혁명과 현장과학교육

강성주*

한국교원대학교 화학교육과 교수

인공 지능과 로봇 기술로 촉발된 4차 산업혁명이 본격화 되고 있는 현 시점에서, 교육계의 큰 이슈는 크게 세 가지로 구분해 볼 수 있다. 첫째, 4차 산업혁명에 대응할 창의·융합형 인재 양성, 둘째, 4차 산업혁명 기술과 교육 간의 융합인 에듀테크(EduTech), 마지막으로 창의·융합형 인재 양성 교육으로서 소프트웨어에 기반한 메이커 교육이다. 따라서 본 발표에서는 창의·융합형 인재 양성, 에듀테크(EduTech), 소프트웨어에 기반한 메이커 교육을 중심으로, 현장과학교육의 미래와 방향에 대해 살펴보고자 한다.

최근 인공 지능 기술의 발달로 인한 스마트 폰의 개인 비서 서비스가 주목을 받고 있다. 대표적인 예로, 애플의 시리(Siri), 구글의 구글 나우(Google Now), 삼성의 빅스비(Bixby) 등이 있다. 이와 같은 지능형 개인 비서는 클라우드 서버를 통한 자연어 분석을 통해 사용자의 의도와 상황에 적합한 응답 서비스를 제공하고 있다. 이와 마찬가지로, 인공 지능 비서 서비스가 교육 현장에서도 활용될 수 있을 것이다. 그렇다면, 교사와 인공 지능 조교는 교육 현장에서 어떻게 공존해야 할까? 학교 교육 현장에서 교사들은 인공 지능 조교로부터 어떠한 도움을 받길 원하는지, 인공 지능 조교는 교사들에게 어떠한 도움을 줄 수 있는지에 관해 살펴보고자 한다.

또한 오픈 소스 기반의 개방형 플랫폼을 통해 3D 프린팅, 아두이노, 코딩 등에 대한 진입 문턱이 낮아지고 있으며, 소프트웨어가 가치 창출의 도구이자 4차 산업혁명 시대의 국가 경쟁력을 결정하는 핵심 요소 중 하나로 자리매김함에 따라, 최근 소프트웨어를 기반으로 창의·융합형 인재를 양성하기 위한 메이커 교육이 국내·외적으로 많은 관심을 받고 있다. 따라서 과학 교육에서 소프트웨어를 중심으로 한 메이커 교육의 의미를 되새겨보고, 활동 사례를 살펴봄으로써, 메이킹을 통한 3D 프린팅, 아두이노, 코딩 등의 실제적인 교육적 활용 방안에 대해 논의하고자 한다.

*대표(교신)저자: 강성주 sjkang@knue.ac.kr

「4차 산업혁명 시대에 과학교육」

2017

한국현장과학교육학회
10주년 기념 정기학술대회

심포지움

Digital Teaching Platform과 해외교육사례

송기상 (한국교원대)

교육에서의 인공지능 및 빅데이터 활용과 전망

김혜정 (중앙대)

AI 등의 기술 확산과 일자리 변화

황규희 (한국직업능력개발원)

4차 산업혁명과 메이커 교육

이지선 (숙명여대)

학습분석을 활용한 과학교육

유선아 (한국교원대)

4차 산업혁명과 과학교육: 필요 역량과 과학교육

장혜원 (한국교원대)

STEAM교육은 4차 산업혁명기의 교육혁명을 어떻게 선도할 것인가?

유미현 (아주대)

4차 산업혁명 시대, 미래 사회에서 필요한 역량을 키우는 융합

인재교육 이현중 (보문고)

4차 산업혁명 시대를 향한 현장교육 나침반 - 초등 융합인재교육

손영학 (산청초)

Industry
4.0

Digital Teaching Platform과 해외교육사례

송기상*

한국교원대학교, 충북 청주시 흥덕구 강내면 태성탑연로 250

한 사람의 교사가 교실에서 수십 명을 대상으로 수업을 진행할 때, 진도에 따른 학생들의 이해도를 파악하는 데는 한계가 있을 수밖에 없다. 이 같은 교실 수업 환경에서 학생 개개인의 학습 진도에 맞추어 수업을 진행하기 위한 교사의 능력을 키우기 위하여서는 학생 개개인이 교사의 수업을 어느 정도 이해하고 있는 지, 어떤 점에서 어려움을 가지고 있는 지 등을 파악하여 교사에게 정보를 제공해 주는 체제가 필요하게 된다. 이러한 체제는 특별히 수업시간에 실시간으로 분석 정보를 줄 수 있어야 하는데 지금까지 개발되어온 LMS는 많은 한계를 지니고 있다.

그런 점에서 교사의 교수 능력을 강화시켜 줄 수 있는 수업 체제를 가능하게 하면 서도 학습자 개개인의 학습 속도에 맞추어 개별화 수업이 가능하게 하는 이스라엘 Time to Know 사의 디지털 티칭 플랫폼 (Digital Teaching Platform: DTP)은 교실 수업에서 실시간 학습자 분석을 통하여 교사의 교수 능력을 획기적으로 개선시키고, 학습자와 교수자 모두를 만족시키는 새로운 교육 체제 기술이라고 할 수 있다. 따라서 본 발표에서는 이 같은 디지털 티칭 플랫폼이 가지는 장점과 기존의 이러닝 체제의 한계 및 인공지능의 교육적 활용에 따라 대두될 컴퓨터 기반 열린 학습 환경 (Computer based Open-ended Learning Environments: CBOLEs) 에서의 교수자 지원 시스템으로의 발전 가능성을 제시하고자 한다.

* (교신)저자: kssong@knue.ac.kr

이 논문은 2017년도 정부(미래부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2017R1A2B1012909).

교육에서의 인공지능 및 빅데이터 활용과 전망

김혜정*

중앙대학교, 서울특별시 동작구 흑석동

본 발표의 목적은 제4차 산업혁명의 주요 변화를 이끌고 있는 기술인 인공지능과 빅데이터가 교육 분야에서 어떻게 활용되고 있는지에 대한 현황, 전망, 당면한 문제점 등을 논의하는 것이다. 인공지능과 빅데이터 등으로 대표되는 기술 혁신은 사회 전 분야에 영향을 미쳐 새로운 가치와 이슈를 생성하고 있다. 특히 교육 분야에서는 교사를 대신해 튜터링하고, 학생 개인의 진도를 관리해주며, 성인교육에서 가상 조력자로서, 혹은 최적의 이러닝 교육과정 수립 등에서 실제 인공지능 기법과 빅데이터가 활용되고 있다. 그러나 이러한 기술이 현재 우리 교육 현장으로 들어와 활용되기까지는 정책적, 기술적, 사회적 논의와 발전이 필요하다.

* (교신)저자: hyejeongkim@cau.ac.kr

AI 등의 기술혁신과 일자리 변화

황규희*

한국직업능력개발원, 세종시 시청대로 370 국책연구단지

본 발표는 AI 등 급속한 기술변화가 일자리 변화를 초래하고 있다는 문제의식에서 출발하여, 이에 대한 대응방안을 논의하고자 한다. 먼저 그간의 일자리 변화논의를 우선적으로 검토한다. 이후, 저자의 근래 연구사항에 기반하여 AI 분야 기술변화와 이에 대한 대응방안을 논의한다. (분석사항은, 기술변화 관련 미국 특허분석, 숙련변화는 미국 직업정보 분석, 정책대응관련 하여서는 전문가 AHP 조사 등을 수행하였다.) 특히 인력양성 측면을 중심으로 기술변화 대응 생존능력 배양, 기술변화 대응 기술 활용능력 배양, 고등교육: 전문인력 양성, 고급 과학기술인재양성, 평생교육 등의 사항을 논의한다.

* (교신)저자: g.hwang@krivet.re.kr

4차 산업혁명과 메이커 교육

이지선*

숙명여자대학교 시각영상디자인학과, 서울특별시 04310

4차 산업 혁명의 핵심으로 불리는 사물인터넷(IoT), 인공지능(AI), 스마트 팩토리 등은 미래 산업 및 일자리를 크게 변화 시킬 것이며, 직업이 무엇이냐는 것 보다는 자신이 하는 일이 무엇인가에 대한 의미가 더 부여되는 시대이다. 이 시대의 중심인 웹 2.0이후의 DIY(Do-it-yourself)는 오픈소스와 오픈소스 하드웨어로 누구나 무엇이든 상상하던 아이디어를 실제로 구현해 내는 것이 가능하게 만들 수 있다. 오픈소스와 오픈소스 하드웨어를 이용하여 만들고 기록하고 공유하는 사람들인 메이커는 전 세계에서 열리는 메이커 페어를 통해 오프라인에서도 유대관계를 맺고 그 영향력을 확장해 가고 있다. 메이커는 오픈 소스를 통하여 창의적인 아이디어를 얻고, 가능한 탁상제조 기술(3D 프린터 등)로 시제품을 협업하여 만들면서 기록하고 공유한다. 새로운 것을 끊임없이 시도하고 창조해나가는 오픈 생태계의 선순환을 이루는 이 모든 과정이 메이커의 핵심이다. 테크놀로지를 넘어선 창조적인 새로운 미래 역량을 기르는 교육으로써 메이커 교육이 그 구체적인 대안이며, 오픈소스로 배우고 만들며, 다시 오픈소스로 기록하고 공유하는 메이커 교육의 실행 사례를 공유한다.

* (교신)저자: 이지선 jisunlee@sookmyung.ac.kr

학습분석을 활용한 과학교육

유선아*

한국교원대학교 화학교육과, 충청북도 청주시 흥덕구 강내면 태성탑연로 250

최근 인터넷을 활용한 교육환경에서 수집된 방대한 빅데이터를 분석하여 학습자의 학습 유형을 이해하고 학습 성과를 예측하는 학습 분석학에 대한 관심이 높아지고 있으나, 실제 수업시간에 교사가 이러한 데이터에 어떻게 접근하고 활용할 수 있는가에 대한 사례 연구에 대한 정보는 미흡한 편이다. 이 발표에서는 학습 성과 예측, 학생 행동 모델링을 위한 기본 아이디어의 발달과 활용 사례를 소개한다. 특히, 실제 과학 교사들이 인터넷 기반의 탐구 과학 모듈에 적용되어 얻어진 실시간 학습 분석 데이터를 수업의 진행과 평가 및 학생 피드백에 어떻게 활용하고 있는지를 살펴보고 효용성과 한계점 및 앞으로의 개선점에 대해 고찰해 본다. 우리 나라에서도 미래 학교 및 혁신 학교의 수업에서 실시간 학습 분석 데이터 및 자동채점 기술이 곧 도입될 예정이므로, 이러한 예를 살펴보는 것은 학습 분석 데이터를 실제 수업 시간에 어떻게 활용할 수 있을지에 대한 유용한 정보를 제공하여 효과적인 교수학습 모델과 전략을 개발하는데 도움이 될 것이다.

* (교신)저자: sunaryu@knue.ac.kr

4차 산업혁명과 과학교육: 필요 역량과 과학교육

장혜원*

한국교원대학교, 충청북도 청주시 흥덕구 강내면 태성탑연로 250

이 세미나의 목적은 4차 산업혁명의 최근 동향, 앞으로 나타날 사회 변화에 대해 공유하고 과학기술 직종에 요구될 역량에 대해 논의한 후 이를 과학교육에 어떻게 반영할지 교수학습에 초점을 맞추어 논의하는 것이다. 4차 산업혁명에 대해서는 문명의 탄생과 산업혁명, 문명 변동의 해석, 4차 산업혁명의 정의와 속성, 주요 변화를 일으키는 기술적, 사회경제학적 동인, 4차 산업혁명의 출현 현상, 고용과 직업의 변화, 노동과 일자리, 교육의 연계 플랫폼, 조직의 거시적 미시적 변화, 비즈니스 모델의 변화를 살펴본다. 필요 역량에 관해서는 21세기 역량의 개념, 전통적인 과학자에게 요구하는 역량의 변화, STEM 역량에 대해 논의한 후, 하버드와 MIT 의 팀 프로젝트 기반 수업의 사례를 들어 과학교육에 대해 논의한다.

* (교신)저자: wanypie@gmail.com

STEAM교육은 4차 산업혁명기의 교육혁명을 어떻게 선도할 것인가?

유미현*

아주대학교 교육대학원, 경기도 수원시 월드컵로 206 (16499)

STEAM교육은 2010년 발표된 제2차 과학기술인재 육성·지원 기본계획에서 처음 등장하였다. 우리나라의 STEAM교육은 미국 등 다른 나라에서 이루어지고 있는 STEM 교육과 출발이 약간 달랐다. 미국의 경우 국제적인 학업성취 비교 평가(PISA, TIMSS) 학생들의 과학, 수학의 성취도가 낮고 이러한 낮은 성취도가 이공계 진로를 선택하지 않게 되는 문제를 가져오게 되어 부시대통령 시절 STEM교육에 많은 예산을 투입하며 박차를 가하게 되었다. 우리나라의 경우 과학, 수학의 성취도는 실시한 때마다 약간 차이는 있으나 전 세계 다른 나라와 견주어도 매우 뛰어나다. 그런데, 뛰어난 성취도에 비해 과학, 수학에 대한 태도, 흥미, 자신감 등은 OECD 국가 중에 거의 최하위를 기록하고 있다. 이러한 과학, 수학과 관련된 정의적인 특성은 학생들이 해당 교과목에 대한 선호, 나아가서는 진로 선택에도 중요한 영향을 미칠 것으로 생각된다. 우리나라의 STEAM교육은 과학, 수학 성취도 향상보다는 태도와 흥미 등의 정의적 특성을 보다 긍정적으로 변화시키기 위해 시작되었다고 해도 과언이 아니다. 우리나라에 STEAM교육이 시작될 즈음 미국의 Yakman이 STEM에 A를 붙여서 STEAM이라는 용어를 사용한 것을 그대로 빌려온 것이 아닌가 하는 의심을 받기도 하였다. 우리나라의 STEAM교육은 융합인재교육이라는 한글 용어로 대체되어 불리고, STEAM교육에 대한 기초연구를 통해 한국형 STEAM의 모델을 구축하기에 이르렀다. 적용 초창기에는 융합인재교육이라는 용어로 인해 STEAM교육만이 융합교육인지에 대한 혼란, 5가지 과목, 즉 S, T, E, A, M이 모두 융합되어 있어야 STEAM인 것인지에 대한 학교 현장의 혼란이 있었다. 그러나 우리나라 STEAM교육의 특징적인 점은 프로그램 개발과 평가의 과정에서 상황제시, 창의적 설계, 감성적 체험과 같은 준거틀을 제시하였다는 것이다. 학생들이 문제 상황을 이해하고 그 학습을 왜 해야 하는지에 대해 다양한 방법으로 생각해보게 하는 상황 제시는 학생들로 하여금 학습동기 유발과 더불어 적극적인 참여를 이끌었다. 창의적 설계는 기존에 지식 위주의 주입식, 암기교육에서 벗어나 학생들 스스로 협업을 통해 창의적으로 문제를 해결하는 경험을 함으로써 다양한 도구 활용 역량을 키울 수 있게 되었다. 감성적 체험은 별도의 단계라기보다는 주로 창의적 설계 과정에서 성공과 실패를 모두 경험하면서 진정으로 학습에 몰입하게 되고 이 과정에서 성취감과 만족감, 그리고 다음 번 학습에도 도전할 수 있는

자신감 등을 얻게 된다. 상황제시, 창의적 설계, 감성적 체험의 세 가지 준거들은 교사들이 STEAM 프로그램에 대해 이해하고 개발을 용이하게 하였다. 그러나 반면 많은 교사들이 학습 준거들을 일종의 단계처럼 생각하거나, 한 시간 수업 내에 이 세 가지 준거를 모두 경험해야 한다고 생각하여 지도안을 짜거나, 상황제시는 도입, 창의적 설계는 전개, 감성적 체험은 정리 및 평가 등의 기존의 수업지도 단계와 혼동하기도 하는 시행착오가 있었다. 그러나 2011년부터 한국과학창의재단 주관 하에 이루어진 다양한 STEAM프로그램 개발, STEAM교사 연구회, STEAM리더스쿨 등은 한국형 STEAM교육을 단기간에 정착하는데 큰 기여를 하였다. 2016년 다보스 포럼에서 등장한 ‘4차 산업혁명’은 산업계 전반에 영향을 줄 것이지만 많은 미래학자들은 교육에 미치는 영향은 예상보다 훨씬 더 클 것이라고 한다. 지식위주의 단순 암기 교육이 아닌 지식을 창의적으로 활용하며, 협업할 줄 아는, 21세기 인재에게 필요한 핵심역량을 키워주어야 한다고 조언하고 있다. 그런 점에서 STEAM교육은 4차 산업혁명기 교육혁명을 이끌 수 있는 미래지향적 교육이라고 본다. 내년부터 적용되는 2015개정 교육과정의 인재상인 창의융합형 인재는 STEAM교육이 추구하는 인재상과 동일하며, STEAM교육은 앞으로도 미래인재의 핵심역량을 키워주는 방향으로 강화되어야 할 것이다. 더불어 STEAM교육은 SW교육, MAKER교육과도 접목하여 창의적으로 설계한 아이디어 수준의 디자인을 실제 제품으로 구현하는 기회를 갖게 해야 할 것이다. 그 과정에서 절대 놓치지 말아야 할 것은 인문학적 소양이다. STEAM교육을 통해 인간에 대한 이해와 배려, 그리고 협력을 통해 미래사회 인재가 지녀야 할 인성적 자질을 키울 수 있어야 할 것이다. STEAM교육은 미래를 살아갈 우리 아이들의 미래인재로서의 자질을 키우는 미래지향적 교육이라고 단언하며, 우리나라 교육이 나아가야 할 방향임에 분명하다.

*대표(교신)저자: ymh0120@ajou.ac.kr

4차 산업혁명 시대, 미래 사회에서 필요한 역량을 키우는 융합인재교육(STEAM)

이현종*

보문고등학교, 대전광역시 동구

2013년 미국 언론인 데이비드 실링은 현재 세상에 존재하는 정보의 총량은 약 18개월마다 두 배로 늘어난다고 밝혔다. 미치오 카쿠는 <불가능은 없다>에서 150년 전의 과학자들이 미래를 예측할 때 터무니없다고 주장했던 상당수 기술들이 오늘날 우리 생활에 일부가 되었음을 강조했다. 엄청난 정보량, 급변하는 사회에서 학교 교육은 어떻게 달라져야 할까? 이제는 ‘더’ 공부하는 것보다는 ‘다르게’ 공부하는 방법을 찾아야 하는 시대이다.

4차 산업혁명에 관련된 투자나 정책이 강화되고 있으나, 이러한 변화가 실제 과학과 교육과정에는 반영되지 못하는 실정이다. 따라서 교과서의 지식에만 국한하지 않고, 최신과학기술동향을 접할 수 있는 교육이 필요하며 이는 학생들의 진로 지도에도 많은 도움이 될 수 있다.

보문고 교사연구회는 2015년과 2016년, ‘자연에서 영감을 얻는 생체모방’, ‘빅데이터 기반 맞춤형학시대, 꿈 찾는 십대를 위한 STEAM 교육’을 주제로 3D 프린터와 생체모방 아이디어창출, 빅데이터와 정밀의료 등을 다루었다.

프로젝트 수업으로 진행되는 융합인재교육(STEAM)을 통해 교과서 내용, 실생활, 과학자들의 연구를 연계하여 이해할 수 있고, 변화하는 사회에서 필요한 문제해결력을 기를 수 있다.

사람이 로봇과 다른 점 중 하나는 의미를 생각하고, 의미를 필요로 하는 것이다. 사람들을 깊이 관찰하고 이해하며 사람들이 필요로 하는 것을 알아내 창의적인 가치와 기회를 창출해야 한다. 창의적 사고를 할 수 있는 융합인재교육(STEAM) 프로그램이 더욱 많아지기를 기대한다.

* (교신)저자: guswhd22@hanmail.net

4차 산업혁명 시대를 향한 현장교육 나침반 -초등 융합인재교육(STEAM)-

손영학*

산청초등학교, 경남 산청군 산청읍 꽃봉산로 79번길 43

4차 산업혁명은 디지털 혁명을 기반으로 하며, 유비쿼터스 모바일 인터넷, 더 저렴하고 작고 강력해진 센서, 인공지능과 기계학습을 특징으로 한다. 소프트웨어 기술을 기반으로 생성되는 디지털 연결성이 사회를 근본적으로 변화시키고 있다. 이러한 4차 산업혁명이 가져올 혁신의 성공적인 전략은 ‘인간’으로 귀결되고 가장 급속하게 시스템 재편이 이루어지고 있는 분야가 교육이다. 현재 초등학교에 재학 중인 어린이의 65%는 현재 존재하지 않는 직업에 종사하게 될 만큼 노동시장은 빠르게 변화하고 있다. 하지만 현재의 교육시스템은 이러한 노동시장의 변화를 뒤따르지 못하고 있다. 이러한 미래 사회를 대비하기 위해 2015 개정 교육과정에서는 미래사회가 요구하는 핵심역량을 함양하여 바른 인성을 갖춘 창의융합형 인재양성을 추구하고 있다.

이러한 국가·사회적 요구에 맞추어 초등 과학과에서는 과학 기술에 대한 흥미와 이해를 높이고, 과학 기술 기반의 융합적 소양과 실생활의 문제 해결력을 배양하는 융합인재교육을 도입하였다. 본 연구는 초등 교육에서 융합인재교육의 적용방안 및 사례를 학교내 무한상상실, 발명센터, 수학나눔학교, 소프트웨어선도학교 사업이 융합되어 적용된 산청초등학교 교육과정을 통해 알아보고자 한다.

*대표(교신)저자: 105syh@naver.com

「4차 산업혁명 시대에 과학교육」

2017

한국현장과학교육학회
10주년 기념 정기학술대회

신진연구자

생명의 연속성의 통합적 이해를 위한 형식교육과 비형식교육의 연계방안 제안 **안주현** (중동고)

실행연구와 교실수업 개선 - 한 물리교사의 교실평가 개선을 위한 실행연구 **최현숙** (진선여고)

초등 과학 실험 수업에서 관찰되는 의도하지 않은 학습의 유형과 발생 조건 **박지선** (서울대)

생물실험교육 동아리 활동과 예비교사 교육에의 활용 **심현표** (한국교육과정평가원)

Industry
4.0

생명의 연속성의 통합적 이해를 위한 형식교육과 비형식교육의 연계방안 제안

안주현*

중동고등학교, 서울특별시 06338

생명의 연속성은 생명의 기원부터 생명의 다양성까지 이어지는 생명의 역사를 아우르는 통합적 주제이며, 우리나라 생명과학 교육과정을 구성하는 주요 주제이다. 본 연구는 생명의 연속성의 통합적인 이해를 높이기 위해 형식교육과 연계하여 이용할 수 있는 고등학교 수준의 과학관 전시 콘텐츠를 개발하는 것을 목적으로 하였다. 교육과정에 등장하는 생명의 연속성 관련 내용요소들을 분석하여 범주화하고 각 범주 간 연계를 강화할 수 있는 요소들을 추출하여 전문자료를 통해 보완하였으며, 이를 토대로 과학 전시를 위한 전시 기획 프로세스에 따라 전시 주제 선정, 전시 콘텐츠 기획, 전시 콘텐츠 평가의 세 단계를 거쳐 전시 콘텐츠를 개발하였다. 개발한 콘텐츠는 내용요소 반영정도, 교과내용 연계 가능성, 학습자의 통합적 이해를 돕는 측면, 과학에 대한 흥미 고취 측면에서 모두 높은 평가를 받았다. 본 연구는 새로운 과학전시 콘텐츠의 개발과 통합과학교육 방법에 대한 시사점을 제공하였다는 점에서 의의가 있다.

* (교신)저자: tokkist@snu.ac.kr

실행연구와 교실수업 개선

- 물리교사의 교실평가 개선을 위한 실행연구 -

최현숙¹ · 김중복^{2*}

¹진선여자고등학교, 서울특별시 06213

²한국교원대학교 물리교육과, 충청북도 28173

본 연구의 목적은 물리교사인 연구자가 실행 연구를 통해 자신의 교실평가 개선 방안을 찾는 것이다. 이를 위해 연구 참여자인 인문계 고등학교 2학년 여학생 195명과 함께 한 26주 동안 연구자의 기존의 교실평가 활동에서의 문제점 탐색하여 연구자의 교실평가 개선을 위한 중요 실천 과제를 만들어 이를 수행하면서 교실평가 활동 내용을 분석하였다. 중요 실천 과제들은 3가지로 다음과 같았다. 첫째, 내가 실시한 동료교수법은 학생들의 전자기학 개념 이해에 효과적인가? 둘째, 내가 실시한 성취기준 기반의 교실평가는 수업과 평가의 일치성을 높이는데 효과적인가? 셋째, 서답형 평가에서 학생과 나의 채점 불일치 원인은 무엇인가?

이상의 연구 결과로부터 얻은 연구자의 교실평가 개선 방안은 다음과 같다.

첫째, 연구자는 자신의 교실평가에 대한 명확한 이해를 가지고 수업과 평가의 일치성을 높여야 한다. 둘째, 구성주의적 관점에서 연구자는 실생활에 대한 학생들의 물리 개념 적용력을 높여줄 수 있는 교실평가 계획을 세워야 한다. 셋째, 학생들의 자기평가 과정에 대한 이해를 바탕으로 한 채점 기준을 제시하여야 한다.

비록 이번 연구에서는 연구자의 물리수업에서 교실평가 개선이 충분하진 않았지만, 실행연구는 연구자에게 교실평가 개선을 위한 실제적인 정보를, 학생에게는 평가의 주체로써 수업에 참여할 기회를 주었다. 이러한 실행연구는 교실평가에서 학생과 교사가 함께 성장할 수 있는 토대를 마련해 줄 수 있을 것이다.

* (교신)저자: jbkim@knue.ac.kr

초등 과학 실험 수업에서 관찰되는 의도하지 않은 학습의 유형과 발생 조건

박지선*

서울대학교, 서울특별시 관악구 대학동

교사는 가르치고 학생은 교사가 가르치는 것을 배우는 모습이 우리가 흔히 떠올리는 전형적인 학교의 수업 장면이다. 그러나 이 장면을 자세히 들여다보면 학생들이 항상 교사가 가르치는 것만을 배우는 것이 아님을 알 수 있다. 본 연구에서는 이러한 학생의 학습, 즉 단위 수업에서 교사가 계획하지 않았지만 학생들이 학습한 것을 ‘의도하지 않은 학습’이라는 개념으로 정의하고, 과학 실험 수업에서 관찰되는 의도하지 않은 학습의 종류와 발생 배경에 대해 알아보고자 하였다. 이를 위해서 서울 및 경기 지역의 초등학교 5학년 및 6학년 과학 실험 수업 22개를 관찰하였다. 수업 후에 학생들에게 어떤 것을 학습하였는지를 간단하게 적는 주관식 설문을 실시하였으며, 교사와 학생 면담도 실시하였다. 그 결과, 학생들이 의도하지 않은 학습으로서 사실적 지식(factual knowledge), 개념적 지식(conceptual knowledge), 절차적 지식(procedural knowledge)을 학습하는 것을 관찰할 수 있었다. 또한 대다수의 의도하지 않은 학습이 학생의 흥미로부터 시작 되며, 그 흥미가 유지 되어야 의도하지 않은 학습이 일어나는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 관찰 결과를 통해 의도한 학습과 의도하지 않은 학습이 이루어지는 과정이 서로 다름을 알 수 있었다. 본 발표에서는 의도하지 않은 학습이 학교교육과 과학교육에서 갖는 교육적 의미에 대해 논할 예정이다.

*대표(교신)저자: js0829@snu.ac.kr

생물실험교육 동아리 활동과 예비교사 교육에의 활용

심현표

한국교육과정평가원, 서울특별시 04518

본 연구는 예비교사들의 생물실험교육 동아리 활동을 분석하고 예비교사 교육에의 활용 방안을 탐색하는 데 목적이 있다. 구체적으로, 문화역사활동이론의 관점에서 예비교사들의 공동 반성 활동의 사회문화적 요소와 요소 간의 상호작용을 분석하였다. 이를 통하여 공동체 활동에서 나타나는 모순점을 찾고 이에 대한 개선 방향을 탐색하면서 공동 반성 활동의 변화를 촉진하였다. 다음으로 이러한 공동체 활동에서 예비교사들의 참여가 어떻게 변화하고, 참여의 변화 속에서 무엇을 어떻게 학습하는 지에 대해서 살펴보고자 하였다. 이를 위하여 학습의 사회이론 관점에서 예비교사 공동체를 실행공동체로 보고 공동체 구성원들의 참여 발달 과정을 살펴보았다. 그리고 이러한 참여 발달 과정 속에서 예비교사들이 습득하는 지식을 실천적 지식 측면에서 분석해 보았다. 결과적으로, 예비교사들의 생물실험교육 동아리 활동을 종합적으로 이해하고, 이를 토대로 예비교사 교육에의 활용 방안에 대해서 제언하고자 하였다.

* : hyunpyo@kice.re.kr

「4차 산업혁명 시대에 과학교육」

2017

한국현장과학교육학회
10주년 기념 정기학술대회

워크숍

드론, 시작부터 운용까지 (센서 드론)

공현철 (한국항공우주연구원)

교육과정 분석을 통한 과학발명 프로그램 재구성

최용준 (경기도과학교육원)

과학발명프로그램 적용 사례 논의

김미모아 (호평초)

블루투스 스피커 만들기와 전파의 특성 탐구와 창의적 교수학습
방법의 적용

정오남 (경안고)

3D프린터를 활용한 STEAM교육사례

최경철 (예봉중)

영재학교 및 과학고 학생을 위한 생물정보학 수업 - SNP을 이용
한 미맹유전자의 확인

박미아 (서울과학고)

P에 담긴 화학 - 주기율표와 원소 기호를 활용한 다양한 활동소개

한소영 (작전고), 천영숙 (월미고)

Industry
4.0

드론, 시작부터 운용까지(센서 드론)

공현철*

한국항공우주연구원, 대전 유성구 과학로 169-84

본 워크숍에서는 현재 드론 기술이 어디까지 와있는지, 그리고 미래에 어디까지 발전할 수 있을지 이야기 나눌 것이다. 항공우주분야에서는 행성탐사에 드론을 활용하는 아이디어가 제안되고 있는데 이러한 흥미진진한 예들을 중심으로 미래 드론 기술이 어디까지 발전할 수 있을지 점쳐보는 시간을 갖게 될 것이다. 또한 4차 산업 혁명 시대에 드론이 어떤 의미를 갖는지 다룰 것이다. 드론이 특정한 임무를 수행하기 위해서는 자율비행이라는 기능이 요구된다. 이것을 위해서는 드론 스스로 판단 및 결정을 해야 하는데, 이를 위해 드론을 인공지능에 연결하는 연구가 진행되고 있으며 이와 관련된 이야기도 다룰 예정이다.

실습과 관련하여 멀티콥터를 단순히 조종하는 것에 그치지 않고 시간이 허락하는 한도 내에서 컴퓨터에서 자동조종을 하는 방법을 설명하고 준비한 부품을 직접 납땜, 조립 및 세팅하여 직접 컴퓨터로 드론을 운용하는 것을 시도하려 한다. 흔히 드론을 개발한다고 하면 엔지니어나 숙련된 기술자들만이 할 수 있는 일이라 여겨졌지만 최근에 관련 기술의 많은 부분이 오픈소스(소프트웨어 및 하드웨어)를 활용하여 이루어지고 있기 때문에 의지만 있으면 비전문가도 드론을 스스로 개발할 수 있다는 것을 몸소 체험하는 시간이 될 것으로 생각한다.

* (교신)저자: doctor.hcgong@gmail.com

교육과정 분석을 통한 과학발명 프로그램 재구성

최용준

경기도과학교육원, 경기도 수원시 장안구 수일로 135

과학교과 기반 발명교육과정은 과학에 대한 이해를 돕고 발명의 본질에 다가갈 수 있는 교육방법이다.

과학은 자연을 관찰하여 현상과 원리를 이해하는 행위이며, 발명은 과학적 원리를 바탕으로 자연 또는 비자연의 것을 찾아내어 생활 속의 문제를 해결하기 위한 무언가를 생산해내는 행위이다.

과학교과 기반 발명교육과정은 과학교과의 내용을 바탕으로 발명기법이나 발명 교수학습방법을 접목하는 특징을 보인다.

이때 과학은 발명을 구현하기 위한 바탕으로 발명의 이론적 근거를 정립하고 발명품의 분석을 위한 중요한 수단이 되며, 발명은 과학을 다양한 방법으로 체득할 수 있는 수단이 된다.

이러한 과학교과 기반 발명교육 프로그램을 개발하기 위한 절차를 알아보고, 실제 과학과 교육과정을 분석하여 다양한 과학수업요소와 발명기법을 활용한 과학발명 프로그램을 재구성하고자 한다.

* (교신)저자: teacher321@korea.kr

과학발명프로그램 적용 사례 논의

김미모아

호평초등학교

최근 교과서를 교육과정을 구현하는 여러 자료 중의 하나라 보고 교육과정을 재구성하는 사례가 늘고 있다. 수업을 구상하고 계획할 때 중요하게 고려해야 할 사항이 무엇일까? 어떤 수업 자료를 투입하고 어떤 활동을 하는지 고민하는 것보다 우선시 되어야 하는 것은 수업에서 이루고자하는 목표일 것이다.

과학 수업을 하면서 가장 중요하게 생각하는 것은 한 차시, 한 단원, 1년의 과학 수업을 통해 기대하는 학생들의 역량이다. 그래서 수업을 계획하면서 차시 목표 달성뿐만 아니라 호기심, 개념, 탐구능력, 과학적 사고력, 창의적 문제 해결력 등을 키우는 수업이 되도록 끊임없이 고민하고 있다. 이러한 고민들을 해결하는 방법으로 발명교육을 과학 수업시간에 연계시키는 시도를 해 보았다. 현장에서 발명교육은 발명에 높은 관심을 갖고 있는 교사가 동아리 형태로 운영하거나 발명대회를 준비하는 형태로 이루어지고 있다. 하지만 발명교육이 가지는 수렴적·발산적 사고와 유창성, 독창성 등의 창의성, 과제 집착력 등이 과학 탐구에서도 요구되는 능력이라는 점에서 발명교육을 과학 수업에 접목했을 때 수업 효과를 더 높일 수 있을 것이라 기대된다. 이에 과학교과연계 발명프로그램(이하 과학발명프로그램)을 적용한 사례를 소개하고 이에 대한 장단점 및 나아갈 방향을 논의하고자 한다.

* (교신)저자: withmoa@korea.kr

블루투스 스피커 만들기와
전파의 특성 탐구와 창의적 교수학습방법의 적용

정오남*

경안고등학교, 경기도 안산시 단원구 당곡로 93
아주대학교 교육대학원 융합인재교육전공, 경기도 수원시

눈에 보이지 않는 전파를 실험하고 탐구하기란 쉬운 일은 아니다. 하지만 블루투스 페어링이 되는 저렴한 블루투스 모듈과 PC스피커와 스마트폰을 이용하여 스마트폰을 금속상자(조리도구)에 넣어 전파출력을 약하게 낮춘 뒤 거리에 따른 전파의 세기 감소, 전파가 투과하는 재질 찾기, 전파가 퍼져나가는 방향 찾기 등의 실험을 수행할 수 있으며 물이 담긴 통에 지퍼백으로 감싼 스마트폰을 넣어 물속에서도 전파통신이 되는지를 확인할 수도 있다. 또한 학습자에게 창의적인 생각을 도출하기 위해 전파의 특성과 유사한 현상을 우리 주변에서 찾는 탐구활동을 실시할 수도 있다. 이처럼 눈에 보이지 않는 전파의 특성을 블루투스 모듈을 이용하여 스피커에서 즐거운 음악을 들으며 다양한 방법으로 탐구할 수 있으며 나만의 블루투스 스피커 스케치와 만들기 활동을 할 수도 있다. 지난 7월에 초등학교 6학년에게 블루투스 스피커 만들기 활동과 탐구활동을 시범적으로 수업을 실시한 적이 있어서 중고등학교에서도 충분히 실험 탐구학습이 가능함을 확인하였다.

* (교신)저자: tayo@korea.kr, 31709182@daum.net

3D프린터를 활용한 STEAM교육사례

최경철*

예봉중학교, 경기도 남양주시

3D프린터는 자동으로 입체조형물을 제작할 수 있는 기기로서 세계적인 메이커문화의 확산과 함께 국내에서도 다양한 분야에서 활발하게 활용되고 있다. 그러나 기술적인 확산과 보급에도 불구하고 학교에서 3D프린터를 활용한 교육은 아직 부족한 실정이다. 학교교육과정과 연계된 3D프린터활용 교육프로그램이 많지 않고, 중고등학교의 경우 분절화된 교과교육에서 3D프린터를 적용하는 것이 쉽지 않다. 3D프린터를 효과적으로 활용하기 위해서는 교과간 융합(STEAM)을 통한 창의적인 프로젝트기반 학습이 필요하다. 본 강의에서는 3D프린터기반한 2개의 STEAM프로젝트사례를 소개하고자 한다. 먼저 3D프린터를 활용한 모형자동차프로젝트는 학생들이 스스로 모형자동차를 개발하기 위한 STEAM프로젝트활동으로 전문가협동학습 모델을 바탕으로 기획, 디자인, 엔지니어의 전문가 역할을 담당하여 산출물을 제작하고 경연한다. 그리고 휴대용 3D촉지도 프로젝트는 시각장애인의 이동권보장이라는 사회적인 문제를 해결하는 과정을 나타낸 3D프린터를 활용한 STEAM 프로젝트활동을 소개하고자 한다.

영재학교 및 과학고 학생을 위한 생물정보학 수업
- SNP을 이용한 미맹유전자의 확인 -

박미아*

서울과학고등학교, 서울시 종로구 혜화로

본 프로그램은 영재학교 또는 과학고 학생들에게 *TAS2R38* gene의 Single nucleotide polymorphisms(SNPs)을 이용하여 맞춤의학의 개념을 소개하는데 목적이 있다. 개발된 프로그램은 총 6차시로 1~2차시는 맞춤의학에 대한 소개 및 각 개인의 구강상피세포로부터 DNA를 추출하고 *TAS2R38* gene의 일부 서열을 PCR을 이용하여 증폭시키도록 하였다. 또한 3~4차시는 증폭된 DNA 서열을 제한효소로 절단한 후 DNA 전기영동을 하여 각 개인의 미맹 유전자에 대한 유전형을 확인하고 PTC 검사지를 활용해 표현형도 확인할 수 있게 하였다. 5~6차시는 생물정보학을 소개하고 BLAST를 이용하여 미각자와 미맹자의 서열을 얻은 후 두 서열의 차이를 확인하는 프로그램을 코딩하도록 구성하였다. 본 프로그램의 1~4차시는 PCR 및 DNA 전기영동을 직접 수행하게 함으로써 현대 분자생물학 실험에서 가장 기본이 되는 기술을 익힐 수 있도록 구성되어 의미를 가진다. 또한 5~6차시는 National Center for Biotechnology Information(NCBI)에서 제공하는 기본적인 프로그램 일부를 직접 실행해봄으로써 생물정보학에 대한 이해를 돕도록 하였으며, 특히 코딩교육을 기본적으로 받은 영재고 학생들을 대상으로 서열을 비교하는 프로그램을 직접 작성해보는 과정이 포함되어 있어 융합 프로그램으로도 상당히 의미가 있다. 본 프로그램을 통해 학생 각 개인의 미맹에 관한 표현형과 유전자형을 바로 확인할 수 있었으며 생물정보학 및 맞춤의학에 대한 이해가 높아졌다. 개발한 교육 프로그램은 서울과학고 융합탐구 과목에서 1학년 120명 이상을 대상으로 적용한 후 수정하여 완성하였으며, 120명 이상에 대한 유전자형과 표현형을 얻을 수 있어 향후 집단 유전학에 대한 프로그램을 보강한다면 좀 더 의미 있는 프로그램을 기대해 볼 수 있을 것이다.

* (교신)저자: 박미아 pmiasen@sen.go.kr

P에 담긴 화학

- 주기율표와 원소 기호를 활용한 다양한 활동소개 -

한소영¹ · 천영숙^{2*}

¹작전고등학교, 인천광역시 봉오대로 729번길

²월미고등학교, 경기도 부천시 옥산로 48

모든 물질들은 원소로 되어 있고 그 원소들을 과학적으로 잘 정리한 표가 주기율표이다. 이는 오랜 세월동안 과학자들의 성과가 집대성되어 나타난 결과이기도 하다. 화학에서 주기율표(Periodic table)는 가장 친숙한 수업내용이며 또 수업내용을 이해하는 도구가 되기도 한다. 교육과정이 바뀌면서 배우는 시기가 달라지기도 하고 중요도가 조금씩 달라지기도 하지만 여전히 화학에 있어 주기율표는 끊임없이 다루어야 할 주제이다. 하지만 그 중요성 때문에 억지로 외우는 것이라는 편견이 있고 그로 인해 화학에 대한 선입견도 생기는 것 같다. 화학으로 이루어진 세상을 살면서 주기율표를 가득 채우고 있는 번호와 알파벳을 비롯한 표기들이 마치 세상을 다양하게 구성하고 있는 사람들의 군상만큼이나 아름답고 다채롭게 보이는 멋진 경험을 학생들과 할 수 있다면 좋겠다는 생각을 한다. 그런 우리의 고민을 나누고 더 나은 방법을 찾아가는 수업, 함께 만들어가는 수업이 되었으면 한다.

「4차 산업혁명 시대에 과학교육」

2017

한국현장과학교육학회
10주년 기념 정기학술대회

R & E

**Industry
4.0**

염화칼슘과 친환경 제설제의 성능 비교
- 어느점 내림, 아스팔트 부식 실험을 통하여 -

송창훈 • 양정모 • 지우영
서울과학고등학교, 서울특별시 03066

Song Chang Hun, Yang Jeong Mo, Ji U Yeong
Seoul Science High School, Seoul 03066, Korea

다가오고 있는 평창 동계 올림픽을 대비하여 친환경 제설제 사용을 늘리겠다는 정부 발표가 있었으나, 가격 등의 문제로 사용을 꺼리고 있다는 사실을 알게 되었다. 시중에 시판되고 있는 제설제들은 염화칼슘보다 가격이 10배가량 높았으며, 염화칼슘보다 환경을 덜 파괴한다는 보장도 없었다. 이에 아세테이트 계열 제설제의 제설능력 및 환경 비파괴능력을 실험해보고자 한다. 이때, 아세테이트 계열 제설제로는 소듐 아세테이트, 포타슘 아세테이트, 암모늄 아세테이트와 칼슘 아세테이트를 이용했다. 우선, 어느점 내림 실험을 통하여 제설능력을 측정하였다. 실험 결과로부터 아세테이트 계열 제설제의 제설능력이 염화칼슘보다 뛰어난 것을 알 수 있었으며, 특히 포타슘 아세테이트가 가장 뛰어난 것을 알 수 있었다. 그 다음 아스팔트를 부식시키는 정도를 비교하여 환경 파괴능력을 측정하였다. 실험 결과 아세테이트 계열 제설제는 염화칼슘과 달리 아스팔트를 부식시키지 않는 것을 확인 할 수 있었다. 또한 염화칼슘과 포타슘 아세테이트를 혼합하여 제설능력을 측정하였는데, 염화칼슘보다 뛰어난 제설능력을 보여주었다.

주제어 : 제설제, 아세테이트, 제설능력, 환경 파괴능력

유통기한이 있는 상품의 최적 재고 관리 방법 연구

최재훈 • 구민성 • 권우섭 • 이재철*

세종과학고등학교, 서울특별시 08258

Jae Hun Choi • Min Sung Koo • Woo Sup Kwon • Jae Chul Lee*

Sejong science High School, Seoul 08258, Korea

소매업체는 물건을 사러오는 고객의 수를 확률적으로만 판단할 수 밖에 없다. 또한 소매업체가 효율적인 재고관리를 하지 않으면 고객들의 수요를 맞출 수 없거나 상품의 폐기로 인해 환경오염을 일으키는 문제를 야기할 수 있다. 이와 같은 문제를 해결하기 위해 수학적 이론을 도입하여 고객의 효용과 소매업체의 순익의 극대화 그리고 낭비되는 재고자산의 최소화를 이루는 최적재고자산관리 정책을 찾고자 한다. 우선 최적재고자산 정책을 도입하면 어떤 효과가 있는지 보기 위해 시뮬레이션을 통하여 적정재고량에 따른 수익, 폐기손실의 변화를 관찰하였다. 유지하는 재고량을 작게 한 경우 고객의 수요를 맞출 수 없어서 업체의 수익이 작은 것을 확인하였고, 유지하는 재고량을 많게 한 경우에는 업체의 수익은 높지만 폐기되는 재고자산이 많아 손실을 입히는 것을 관찰하였다. 재고량의 정책에 따라서 소매업체의 수익과 폐기량이 변화한다는 것을 알게 되었다. 이러한 시뮬레이션의 결과는 적정한 재고자산 정책을 통해 소매업체의 이익극대화와 폐기로 인한 환경오염을 최소화 하는 최적재고관리정책이 존재함을 보여주었다. 본 연구과정에서는 재고자산관리 정책을 찾기 위해 마코프 체인, 마코프 결정 과정 이론을 도입하였으며, 각 시점의 재고자산의 상태에 따른 재고자산관리 정책을 찾고 고객의 수요 만족, 소매업체의 순익 극대 그리고 환경오염의 최소화를 시켜주는 최적재고자산관리정책을 제시하고자 한다. 이를 위해 고객의 수요, 이윤과 손실에 대한 확률적인 모형을 결정하였고, 매트랩(MATLAB)을 사용하여 최적정책의 수치 계산을 하여 정책에 대한 평가와 해석을 하였다.

주제어 : 마코프 결정과정, 마코프 체인, 재고 관리

**DNA microarray를 통한 대장암 세포주 HCT116,
유방암 세포주 MCF-7, 신장암 세포주 SNU-482에서의
E-cadherin 관련 특이적 전이 기전 분석**

김다현 • 박승현 • 이소영

대전과학고등학교, 대전광역시 34142

Da Hyun Kim • Seung Hyun Park • So Young Lee*

Daejeon Science High School, Daejeon 34142, Korea

EMT 과정은 암 전이의 시작을 알려주는 단계로 암세포가 이동성을 가지는 것을 의미한다. 세포간 부착 단백질인 E-cadherin의 발현이 감소되면 EMT 과정이 일어났음을 나타낸다. 이 연구에서는 migration assay를 이용하여 대장암, 유방암, 신장암 세포주에서의 세포 수준의 전이성을 비교한 후, E-cadherin 발현 비교를 통해 mRNA 수준에서의 전이성을 비교하여 전이성 정도를 알아보고, DNA microarray 분석으로 유전자 발현 양상을 비교하여 암 세포주에서 특이적으로 나타나는 전이 기전을 알아보았다. 세포 수준에서의 이동성 비교 결과, 신장암 세포주 SNU-482, 유방암 세포주 MCF-7, 대장암 세포주 HCT116 순으로 세포의 이동성이 증가하였다. SNU-482에 비해 MCF-7의 이동성은 1.13배, HCT116의 이동성은 5.42배였다. E-cadherin 발현 비교 결과, 유방암 세포주 MCF-7, 신장암 세포주 SNU-482, 대장암 세포주 HCT116 순으로 E-cadherin 발현량이 감소하였다. MCF-7에 비해 SNU-482의 발현량은 0.24배, HCT116의 발현량은 0.16배였다. DNA microarray 분석 결과, 대장암 세포주 HCT116은 FYN이 증가하면 STAT3가 증가하여 E-cadherin의 발현량이 감소되며, CTNND1가 감소하면 E-cadherin이 감소되는 특이적 전이 기전을 제안하고자 한다. 유방암 세포주 MCF-7은 IQGAP1이 증가하거나 FYN이 증가함에 따라 STAT3가 증가하여 E-cadherin이 감소되며, HDAC1 또는 HDAC2가 증가하면 Snail이 증가하여 E-cadherin이 감소되는 특이적 전이 기전을 제안하고자 한다. 신장암 세포주 SNU-482는 ZEB1, ZEB2, PTPmu가 증가하면 E-cadherin이 감소되거나, Snail이 증가하면 E-cadherin이 감소하는데, Snail의 발현량은 NEDD9가 증가하거나 HDAC1이 감소하여 SMAD3가 증가하면 증가되는 특이적 전이 기전을 제안하고자 한다.

주제어 : DNA microarray, EMT, E-cadherin

Euclidean rhythm과 Euclidean string의 상호성 분석

홍수빈 · 김지애

서울과학고등학교, 서울특별시 03066

Soobin Hong · Ji Ae Kim*

Seoul Science High School, Seoul 03066, Korea

20세기 후반의 컴퓨터의 발달로 컴퓨터로 리듬을 구현하는 방법에 대한 관심이 증대되었고, 이에 따라 컴퓨터로 다양한 리듬을 표현하고자 하는 시도들이 나타났다. 21세기에 들어서는 유클리드 호제법과 나머지 정리의 성질을 이용하여 다양한 리듬을 표현하는 Euclidean rhythm과 그 알고리즘이 발견되었으며, 이와 별개로 20세기 후반에 Euclidean string의 개념이 제시되었다. 진행된 대부분의 연구에서 Euclidean string과 Euclidean rhythm의 수학적 관계가 있을 것이라는 암시를 남겼음에도 불구하고 직접적으로 상호성을 밝힌 연구는 존재하지 않았기에 본 논문에서는 Euclidean string과 Euclidean rhythm에 대한 성질을 탐구하고 상호성에 대해 알아보았다. $\gcd(k, n) = 1$ 인 경우에는 Euclidean string이 정의되며, 각 string이 동일 초기조건인 Euclidean rhythm과 cyclic임을 보였다. 또한, 초기조건 n 과 k 가 서로소가 아닌 Euclidean rhythm들은 n 과 k 의 최대공약수 d 에 대해 $\left(\frac{k}{d}, \frac{n}{d}\right)$ 를 d 번 나열한 것과 구조가 동일함을 알아냈다. 마지막으로, 서로 다른 두 개의 Euclidean rhythm $E(k_1, n_1)$ 과 $E(k_2, n_2)$ 의 나열로 Euclidean rhythm이 구성되는 경우에 $\frac{n_2}{n_1} \geq \frac{k_2}{k_1} \geq \frac{n_2 - 1}{n_1 + 1}$ 이 성립함을 찾아냈다.

주제어: Euclidean rhythm, Euclidean string, 상호성

그래프 이론을 이용한 RNA sequencing 연구

강민기¹ • 원미희², 이승우³ • 조인희⁴ • 김서령

정왕고등학교¹ • 신천고등학교² • 시흥능곡고등학교³ • 서해고등학교⁴ • 서울대학교*

Minki Kang¹ • Mihee Won² • Seungwoo Lee³ • Inhee Cho⁴ • Seoryung Kim*

¹*Jeongwang High School, Gyeonggi-do, Korea*

²*Shinchun High School, Gyeonggi-do, Korea*

³*Siheung Nunggok High School, Gyeonggi-do, Korea*

⁴*Seohae High School, Gyeonggi-do, Korea*

**Seoul National University, Seoul, Korea.*

본 연구에서는 그래프 이론을 학습하고 그래프 이론을 활용하는 RNA 사슬 복원 알고리즘에 대해 학습하였다. 또한 실제로 RNA 사슬 복원을 구현하기 위해서 자료구조와 프로그래밍 언어를 학습하고 RNA 사슬 복원 알고리즘을 구현하기 위해 적절한 자료형과 그래프위에서 Euler tour를 찾아내기 위해서 표현된 자료형에 포함되어야 할 정보들에 대해서 탐구하고 그러한 정보가 포함 되도록 유한 그래프의 자료형을 결정하였다. 설계한 자료형을 바탕으로 RNA 사슬 복원의 각 과정을 Python을 활용하여 구현 하였다. 본 연구의 참여 연구 학생들은 생물 정보 처리에 이용되는 그래프 이론 관련 분야에 대한 경험과 함께 자료구조에 대한 기본적인 이해와 알고리즘을 실제로 구현해보는 경험을 하였다. 수학을 정보처리와 생물학 등의 분야에 적용하는 경험은 통해 수학에 대한 흥미도 증진과 함께 다양한 분야에 수학적 사고를 적용해 보았다.

주제어 : DNA sequencing, Euler 정리, Euler Algorithm

영화 감상평 감성분석 알고리즘 개발

전용호¹ • 박지연¹ • 박재훈² • 유승민² • 유연주
시흥고등학교¹ • 서해고등학교² • 서울대학교*

Yongho Jeon¹ • Jiyeon Park¹ • Jaehoon Park² • Seungmin Yoo² • Yeonju Yoo*

¹*Siheung High School, Gyeonggi-do, Korea*

²*Seohae High School, Gyeonggi-do, Korea*

**Seoul National University, Seoul, Korea.*

본 연구에서는 포털 사이트의 영화 감상평을 웹크롤링을 통해 빅데이터를 수집하고, 통계적 수치를 바탕으로 영화 감상평을 감성분석하고, 감상평의 긍정 부정 여부를 판정할 수 있는 알고리즘을 개발한다. R 프로그래밍 언어를 학습하고 웹크롤링 패키지를 이용한 포털 사이트 영화 감상평 빅데이터 구축하였다. 감상평의 평점을 근거로 영화 감상평에 포함된 말조각의 긍정/부정 감성값 판정하고, 임의의 감상평의 긍정 평가/부정 평가 여부를 판정할 수 있는 알고리즘을 개발하였다.

주제어 : 빅 데이터, 텍스트 마이닝, 영화 감상평, 감성분석, R프로그래밍, 통계, 평균값, 최빈값

시흥 갯골습지 식물 군락의 생태적 특성

박기연¹ · 김철² · 조민희¹ · 최장현¹ · 김재근

서해고등학교¹ · 함현고등학교² · 서울대학교*

Kiyeon Park¹ · Seol Kim² · Minhee Cho¹ · Janghyun Choi¹ · Jaegeun Kim*

¹*Seohae High School, Gyeonggi-do, Korea*

²*Hamhyun High School, Gyeonggi-do, Korea.*

**Seoul National University, Seoul, Korea.*

본 연구에서는 갯골습지 사전 답사를 통하여 다양한 염생식물 종을 익히고 관찰하였으며, 갯골의 횡단면을 따라 만조 수위로부터 올라가며 칠면초-모새달-갈대 군락이 분포하며, 모새달과 갈대가 혼재된 군락이 중간에 존재함을 확인하였다. [모새달 우점군락]-[갈대+모새달 혼합군락]-[갈대 우점군락] 세 군락을 대상으로 환경 특성 및 각종의 생육 특성을 조사하였다. 초고의 경우 갈대와 모새달이 유사하였으나 우점군락에서의 밀도는 모새달이 더 높았다. 서식지 훼손을 최소화하고자 초고와 건중량의 관계를 통해 유추한 방형구별 생산량 역시 모새달이 높게 나타났다. 각 군락에서 채집한 토양에 대한 물리화학적 분석 실험을 수행한 결과 토양의 입자 구성 비율은 유사하였고, 수분함량의 경우 혼합군락에서 가장 낮은 것으로 나타났다. 갈대 군락으로 올라갈수록 pH는 높았고, 전기전도도는 낮았다. 질산태 질소 함량은 전반적으로 매우 낮았으며 암모늄태 질소의 함량은 비슷했고, 인산태 인 함량의 경우 모새달 군락에서 높게 나타났다. 염수 유입의 영향으로 모새달 군락에서의 나트륨 함량이 매우 높은 것으로 나타났다. 본 연구를 통하여 갯골습지에서는 담수와 염수의 상호작용에 의하여 환경 차이가 나타나며 이것이 갈대와 모새달의 분포와 관계가 있음을 알 수 있었다.

주제어 : 갯골, 갈대, 모새달, 염생식물, 염습지

진폭을 조절할 수 있는 사인파 발생기 만들기

류희철¹ · 오수민², 노소원³ · 박상운⁴ · 전동렬

소래고등학교¹ · 시흥고등학교² · 함현고등학교³ · 서해고등학교⁴ · 서울대학교^{*}

Heechul Ryu¹ · Soomin Oh² · Sowon Noh³ · Sangwoon Park⁴ · Dongryeol Jeon^{*}

¹*Sorae High School, Gyeonggi-do, Korea.*

²*Siheung High School, Gyeonggi-do, Korea*

³*Hamhyun High School*

⁴*Seohae High School, Gyeonggi-do, Korea*

^{*}*Seoul National University, Seoul, Korea.*

본 연구에서는 막대의 진동 현상에 대하여 이해하고 진동을 정량적으로 측정하기 위한 실험을 설계하였다. 초고속 카메라를 이용하여 진동을 촬영하고 트래커로 동영상 분석함으로써 정량적인 측정 방법과 분석 방법을 학습할 수 있었고, 함수 발생기와 코일을 이용하여 자석을 붙인 막대를 강제진동 시킴으로써 실험을 설계하고 직접 제작하는 조작능력을 키울 수 있었다. 함수 발생기의 진폭 조절 기능을 이용하여 각 공명 진동수에서 진폭의 크기를 조절할 수 있는 사인파 발생기를 제작하였다. 제작한 사인파 발생기를 이용하여 직접 현의 진동 실험을 구현하였다. 현의 진동 실험을 통해서 막대의 무게 중심이 변하면서 현의 고유 진동수가 바뀔 수 있음을 관찰하였으며, 이는 여러 가설을 도입하여도 설명하기 힘든 현상으로 추후에 연구할 만한 가치가 있는 주제이다. 또한 공명 진동수가 아님에도 특정 진동수에서 자의 진폭이 커지는 현상을 발견하였고, 이때에 한쪽 끝은 마디이고 자가 진동하는 부분은 배인 정상파가 만들어졌다. 이 현상을 이용하면 양쪽 끝이 모두 마디인 현의 진동 실험뿐만 아니라 한쪽은 마디이고 한쪽은 배인 현의 진동 실험을 할 수 있다. 사인파 발생기를 제작하여 막대의 무게 중심 변화에 따라 정상파가 만들어지는 진동수가 바뀌는 것과 한쪽은 마디이고 다른 쪽은 배인 정상파가 만들어지는 것을 알아내었다.

주제어 : 사인파 발생기, 강제 진동, 현의 진동

양면성 나선형 항균 펩타이드의 합성 및 항균효과 검증

안효석¹ · 오재혁¹ · 임소정¹ · 유재훈

함현고등학교¹ · 서울대학교^{*}

Hyoseok Ahn¹ · Jaehyuk Oh¹ · Sojeong Lim¹ · Jaehoon Yoon^{*}

¹*Hamhyun High School, Gyeonggi-do, Korea*

^{*}*Seoul National University, Seoul, Korea.*

본 연구에서는 LK 인공 항균펩타이드를 템플릿으로 이용해서 소수성 면을 친수성 아미노산인 히스티딘으로 치환하여 6개의 돌연변이 펩타이드로 이루어진 소규모 라이브러리를 합성하려고 했다. 고체상 펩타이드 합성법으로 합성한 결과 6개의 펩타이드 중 3개의 펩타이드(LK-L4H, LK-L5H, LK-L12H)를 합성하는 데 성공했다. 합성에 성공한 펩타이드의 숙주세포 독성을 Hemolysis assay로 측정하였고 숙주세포 독성 측정 결과 50% 용혈현상이 일어나는 펩타이드의 농도는 LK-L4H, LK-L5H, LK-L12H 각각 32배, 8배, 4배 증가했다. 또한, 합성에 성공한 펩타이드 3종의 항균 능력을 그람 음성균, 그람 양성균에 대해 각각 측정했다. MIC assay를 통해 항균 능력을 측정한 결과 그람 양성균에 대한 항균능력은 LK 펩타이드와 비교해서 2배정도 향상되거나 그 대로였지만 그람 음성균에 대해서는 LK-L4H는 LK에 비해 4배 증가했다. 본 연구는 인공 항균펩타이드인 LK 펩타이드의 소수성 면에 친수성 아미노산인 히스티딘을 도입해서 소수성 상호작용을 파괴하여 숙주세포 독성을 줄이고 항균 능력을 보존 또는 증진하고자 했다.

주제어 : 양면성 알파나선 구조 항균펩타이드, 소수성면 상호작용 파괴

‘원자의 구조’를 통해 과학 새롭게 바라보기

김연지¹ • 이의재² • 최재영² • 고현³ • 이경호

정왕고등학교¹ • 시흥고등학교² • 함현고등학교³ • 서울대학교*

Yeonji Kim¹ • Euijae Lee² • Jaeyoung Choi² • Hyun Ko³ • Kyungho Lee*

¹*Jeongwang High School, Gyeonggi-do, Korea*

²*Siheung High School, Gyeonggi-do, Korea*

³*Hamhyun High School, Gyeonggi-do, Korea*

**Seoul National University, Seoul, Korea.*

본 연구/교육 프로그램은 “세상은 (혹은 사물은) 무엇으로 이루어지는가?”라는 질문을 통하여 수용적으로 받아들이던 원자 등에 대한 물질의 근원에 관한 근본적 의문과 사유를 이끄는 데 그 목적이 있다. 본 연구는 학생들이 진행한 연구 내용은 물질의 근원이라 생각되어지는 ‘원자’의 정체에 대한 탐색이다. ‘원자’ 및 기본 입자등과 그것들로 구성되는 ‘원자의 구조’는 인간의 감각으로 ‘관찰’하여 그 존재가 입증된 물리적 존재자가 아니다. 본 연구는 학생들의 원자의 존재 및 원자의 모습과 그 구조에 대해 확인하려는 시도를 통해 물리적 대상과 경험(또는 실재) 사이의 관계에 관한 근본적 질문과 마주하였다. 즉, 본 연구는 특정한 과학적 해답을 얻기 위한 연구이기보다는, 교과서 또는 학교 수업 속에서 제시된 물리학적 진술을 단순히 수용하는 태도에서 벗어나 과학 자체의 본성에 대한 의문 자체를 학생들 자신의 것으로 만드는 과정으로 이루어졌다.

: 과학의 본성, 아르케 질문, 물질의 근원, 원자

땀 냄새에 관여하는 abcc11 유전자의 다형성과 모기에 잘 물리는 특성과의 상관관계 연구

김유빈¹ • 안지현² • 황재혁² • 김민상² • 이준규
함현고등학교¹ • 서해고등학교² • 서울대학교*

Yubin Kim¹ • Jihyun Ahn² • Jaehyuk Hwang² • Minsang Kim² • Junkyu Lee*

¹*Hamhyun High School, Gyeonggi-do, Korea*

²*Seohae High School, Gyeonggi-do, Korea.*

**Seoul National University, Seoul, Korea.*

본 연구에서는 사람들이 흔히 땀 냄새가 심하면 모기에 물릴 것 이라고 생각하고, 땀 냄새에 관련된 유전자 abcc11의 SNP를 통해 땀 냄새 여부를 확인하였다. PCR과 제한효소 처리를 통해 abcc11 SNP를 분석하고 설문조사와 더불어 상관관계를 조사하였고 땀냄새가 나는 유전형질이 한국인에게 유의미하게 나타나는지 상관관계를 제시하였다.

: 땀냄새, abcc11, SNP

GPU병렬컴퓨팅을 이용한 이징모델의 몬테카를로계산의 효율성 향상 연구

안성하 • 최동혁 • 박성환 • 이윤제 • 도현진

서울과학고등학교, 서울특별시 03066

Sung-Ha Ahn • Dong-Hyuk Choi • Sung-Hwan Park • Yun-Jae Lee • Hyeonjin Doh*

Seoul Science High School, Seoul 03066, Korea

기계학습(machine learning)이 우리의 미래를 바꿀 4차 산업혁명으로 최근에 많은 각광을 받고 있다. 이러한 기계학습의 이론적인 배경은 1940년대 출범하여, 1980년대 컴퓨터의 성능향상과 함께 폭발적으로 발전하였다. 이러한 기계학습을 컴퓨터를 통해 구현할 수 있던 그 배경에는 통계물리에서 복잡계를 다루던 기술을 두뇌연구에 적용할 수 있게 된 것이 계기가 되었다. 복잡계를 다루는 컴퓨터 계산중에 비교적 쉽게 접근할 수 있는 것이 몬테카를로 모사(Monte-Carlo Simulation)이다. 개념이 어렵지 않으면서도 여러 분야에 응용이 되는 기법으로, 물리적인 분야 뿐만 아니라, 주식시장이나 최근의 알파고 같은 인공지능의 딥러닝 등 다 방면에 쓰인다. 이러한 몬테카를로 계산은 확률과 통계에 기반한 모형 계산으로 단순한 계산을 무수히 많이 반복하여 평균을 내는 방법으로 이루어져 있어, 병렬화를 통해 성능향상을 하기 좋은 계산이다. 병렬화에는 멀티코어를 통한 병렬이 있고, 여러개의 클러스터를 통한 병렬계산, 그리고 최근들어 비약적인 성능향상을 이룬 그래픽프로세서를 이용한 병렬계산이 있다. 이 연구에서는 실험실에서 쓰는 클러스터 머신이 아닌 고등학교에서 쓸 수 있는 단일 컴퓨터의 멀티코어와 그래픽프로세서를 이용한 병렬계산이 몬테카를로 모사에서 얼마만큼의 성능차를 보이는 지를 비교해 보았다.

주제어 : 몬테카를로 모사, 이징모델, 병렬컴퓨팅, GPGPU, CUDA

*대표(교신)저자 : clotho72@sen.go.kr, clotho72@gmail.com

결정질/비결정질과 차별화되는
준결정의 기계적 특성 및 열역학적 특성에 관한 고찰

황진우 • 박진서 • 심규태 • 이종우

서울과학고등학교, 서울특별시 03066

Jinwoo Hwang • Jinseo Park • Gyutae Shim • Jongwoo Lee

Seoul Science High School, Seoul 03066, Korea

물질을 분류하자면 크게 결정질과 비결정질, 그리고 가장 늦게 연구되기 시작한 준결정질로 나눌 수 있을 것이다. 결정은 거의 모든 금속에서 나타나므로 일상적으로 쓰이며, 비결정질 중에서 유리 같은 경우도 사회 전반적으로 널리 쓰인다. 이에 반해, 준결정을 이용한 실제 산업의 산물들 중 대부분은 잘 알려져 있지 않다. 준결정은 기계적 특성 (취성, 연성 등)과 열역학적 특성 (열전도율 등), 그리고 전기적 특성 (저항 등)에서 다른 두 종류와 큰 차이를 보인다. 준결정은 특정 방향으로 주기적이지 않은 구조를 가지기에 취성이 매우 크게 나타나고, 취성을 줄이려면 고온, 혹은 고압 조건을 제공해야 했다. 하지만, 선행연구에서 작은 크기의 준결정은 실온에서도 큰 연성을 보인다고 발표되었으며, 또한 self-organized criticality에 관한 연구도 있었다. 그렇기에 본 연구는 결정질/비결정질과 차별화되는 특정 배합의 금속 준결정의 기계적 특성에 대해서 연구를 하였다. Nanoindentation을 통해서 stress를 가한 경우 시료의 거동을 serration statistics로 분석했다. 또한 준결정을 이론상으로 디젤 엔진의 연소과정에서 단열재로 사용할 수 있다는 선행연구에 착안하여, 본 연구에서 사용한 준결정의 배합이 과연 열역학적으로 뛰어난 단열성을 보이는지에 관해서도 연구를 진행하고 고찰하였다.

주제어 : 준결정, 열전도도, 소성 변형, serration statistics, shear band, nanoindentation

식물소재를 활용한 당뇨합병증 In Vitro 검증 및 효능물질 탐색

류서현¹ · 박세훈¹ · 변재상¹ · 전제성¹ · 이상현²

¹서울과학고등학교, 서울특별시 03066

²중앙대학교 생명자원공학부, 경기도 안성 17546

당뇨병에 의해 발생하는 여러 합병증들은 인체에 치명적이고 심하면 사망까지 이르게 된다. 하지만 당뇨합병증은 치료제가 없다. 이 때문에 당뇨병 환자가 당뇨합병증을 예방하는 것은 매우 중요하며, 어떤 물질이 예방에 도움이 되는지 실험적으로 검증해보기로 하였다. 당뇨합병증 중 알도오스 환원효소가 비정상적으로 활성화되어 고농도의 포도당을 소비톨로 환원시키고, 소비톨은 수정체 세포막을 통과하지 못해 수정체의 삼투압이 증가하여 백내장이 발병하는 당뇨성 백내장의 예방을 목적으로 하였다. 주변에서 쉽게 찾을 수 있는 흔한 꽃부터 구하기 힘든 야생화까지, 다양한 꽃들을 직접 채집하고 말려 성분을 추출하였다. 쥐의 눈에서 직접 얻은 알도오스 환원효소에 추출한 성분을 가해 87개의 꽃잎 재료들의 효용성을 검증하였다. 추후 실험실 상의 In vitro 단계에서 나아가 in vivo까지 진행할 수 있을 것이며, 꽃을 이용한 당뇨합병증 예방에 관한 실험이 기존에 적었다는 점에서 관련 연구의 밑거름이 될 것이다.

주제어 : 당뇨성 백내장, 꽃, 합병증 예방, In vitro

*대표(교신)저자: slee@cau.ac.kr

Lenticular 사진 제작 키트 개발에 관한 연구

조세현 • 류태영 • 이영진 • 윤기상

세종과학예술영재학교, 세종특별자치시

Se Hyun Cho • Tae Young Ryu • Gi Sang Yoon*

Sejong Academy of Science and Art, Sejong, Korea

빛의 굴절을 이용하여 각도에 따라 다른 이미지가 보이도록 하는 시각적 효과를 내는 Lenticular 사진은 다양한 분야에 활용되고 있지만, 주로 업체 등에서 Lenticular 사진을 제작하는 과정을 알아보면 포토샵과 같은 컴퓨터 소프트웨어와 고화질의 프린터를 사용하며, 복잡한 절차를 거치기 때문에 많은 시간과 비용이 필요함을 알 수 있다. 이에 따라 본 연구에서는 간단한 수학적 원리를 이용하여 Lenticular 사진의 제작 과정을 단순화하여 가정이나 교육 기관 등의 다양한 장소들에서도 짧은 시간 내에 쉽게 사진을 얻을 수 있도록 하는 제작 키트를 개발하고자 하였다. Opencv의 헤더파일 내의 함수들을 이용하여 간단한 C++ 프로그래밍을 통해 Lenticular lens의 LPI 사이즈 등에 관한 정보들과 함께 입력받은 임의의 두 사진을 픽셀 단위로 나누어 각각에 대한 정보를 배열로 바꾸어 처리하는 단순한 메커니즘을 구현하였다. 이 때 두 이미지를 합성할 수 있도록 같은 크기로 조정하고 알맞은 크기의 캔버스를 제작하며, 두 이미지를 렌즈의 LPI 사이즈에 맞는 픽셀 단위로 쪼갠 뒤 번갈아 정렬하는 과정에서 문제점들을 찾고 개선하는 실험 과정을 거쳤다. 또한, 완성된 합성 이미지를 저장한 후, 출력 과정에서 기존의 방법에서보다 적은 비용으로 쉽게 사용 가능한 포토프린터를 사용함으로 인해 출력된 이미지에서 픽셀 단위들의 겹침에 따라 발생할 수 있는 사진의 왜곡 등의 현상들을 개선하기 위해 프로그래밍된 코드 내에서 설정된 정보들을 수정하고, 무늬가 나타나는 주기를 확인하여 사진을 규격화하고 보정하였다. 이러한 과정들을 반복하여 Lenticular 사진을 간편하게 제작할 수 있는 자동화된 키트를 개발하고자 하였다. 본 연구를 통해 Lenticular lens의 LPI 사이즈에 알맞은 사진을 쉽게 제작할 수 있는 키트를 상용화하고 애플리케이션 등에 활용하기 위한 기초 연구 자료를 기대할 수 있다.

주제어 : Lenticular, 제작 키트

무게 밸런스를 깨지 않는 새로운 초점 거리 조절 매커니즘의 제안

이률 • 정윤상

세종과학예술영재학교, 세종특별자치시 30099

Ryul Lee • Yoonsang Jung

Sejong Academy of Science and Art School, Sejong 30099, Korea

기존의 천체 망원경은 초점 거리를 조절할 때 접안부의 길이를 조절하기 때문에 무게 밸런스가 깨져서 이를 다시 맞추어야 한다는 문제점이 있다. 이에 우리는 무게 밸런스를 깨지 않고도 초점 거리를 조절할 수 있도록 하는 새로운 초점 거리 조절 매커니즘을 제안한다.

망원경의 초점거리의 변화를 주기 위해 액체의 굴절률을 이용하는 방법, 공학적 구조를 설계하는 방법, 곡률 변화를 주는 방법 등을 떠올렸고, 두 개의 s자형 렌즈가 상호작용하며 렌즈의 곡률을 바꾸어주는 매커니즘을 구현했다. 실험을 통해 본 연구에서 제작된 렌즈의 초점거리가 큰 차이로 바뀌며, 확대가 가능한 매커니즘이라는 것을 증명했다. 본 연구에서 제안된 매커니즘을 기반으로 하여 천체 망원경이 가지고 있던 기존의 문제점을 해결할 수 있고 더 나아가 두 개의 렌즈로 곡률과 초점거리를 바꾼다는 아이디어를 이용해 여러 제품이나 연구에 응용할 수 있을 것으로 기대된다.

주제어 : 천체 망원경, 초점거리, 무게 밸런스, 곡률 변화

물 속에서 코팅지 사이의 물질의 재질에 따른 빛의 음영 발생 원인에 대한 탐구

박세환 · 정민구 · 양영도

영락고등학교, 서울특별시 08831

빛의 굴절로 인해 물속에 그림을 넣으면 시야에서 사라지는 현상을 확인하기 위해 실험을 진행하던 중 빛이 완벽하게 사라지는 것이 아니라 희미하게 음영이 생기는 현상을 발견하게 되었다. 이러한 이유로 코팅 지 사이에 들어가는 필름의 종류 및 그림의 색과 재질에 따른 음영의 차이를 확인하는 실험을 다음과 같이 진행하였다. 먼저 필름의 종류에 따른 음영의 차이를 확인하기 위해 OHP필름, 먼지 묻은 OHP필름, 비닐, 그리고 투명 포장지를 사용하였다. 그러나 대부분의 필름에서 명확한 차이를 구분해내지 못했다. 다음으로 빛의 색에 따른 음영의 차이를 확인하기 위해 빨간색, 파란색, 검은색, 초록색, 보라색을 사용하여 실험을 하였다. 그러나 이 실험에서도 음영의 차이를 발견해내지 못했다. 하지만, 색을 칠하는데 사용한 필기도구의 재질에 따라 음영의 차이가 발생하는 것을 발견하였다. 네임펜, 매직, 볼펜, 연필로 칠한 부분은 잘 보이지 않았지만 색연필로 칠한 부분은 보였다. 이는 색연필로 칠한 부분에 가루가 생겨 필름과 접촉하여 붙었기 때문이었다. 더 알아보기 위해 먼지 묻은 OHP필름을 사용하여 코팅을 한 결과 역시 음영이 나타나는 것을 확인했다. 위의 실험 결과들을 통해 음영의 차이를 결정하는 요인은 바로 필름과 코팅지사이의 먼지로 인한 접촉 때문이라는 것을 알게 되었다.

「4차 산업혁명 시대에 과학교육」

2017

한국현장과학교육학회
10주년 기념 정기학술대회

포스터

Industry
4.0

LA와 nonLA의 교육실습 동영상 분석
-TDOP (Teaching Dimensions Observation Protocol)
수업 관찰 틀을 사용하여 -

강호균 · 정상민 · 조미선 · 김중복*
한국교원대학교, 충청북도 청주시, 28173

사범대학에서 가르치는 교과 교육학 이론과 실제 교육현장의 괴리를 극복하기 위하여 이 연구에서는 학습조력자 프로그램을 도입하였다. 개발된 학습 조력자 과목은 교수 이론, 계획, 실행, 반성의 네 단계로 이루어져 있으며, 실행 단계에서 학습 조력자 지원 과목에 조력자로서 참여하도록 구성하였다. 이 연구에서는 모 사범대학 물리교육과 예비교사 17명 중, 학습조력자 프로그램에 참여한 예비교사 8명과 학습조력자 프로그램에 참여하지 않은 예비교사 9명의 교육실습 동영상을 TDOP (Teaching Dimensions Observation Protocol) 수업 관찰 틀을 사용하여 비교분석하고자 한다. 이러한 비교분석을 통하여 LA와 nonLA가 교육실습에서의 차이점을 찾아내고, 좀 더 다차원 적으로 과학 교실에서 가르치는 것에 대한 사고방식을 발전시키려고 한다.

*대표(교신)저자: jbkim@knue.ac.kr

다색 점광원들을 이용한 볼록렌즈에서 빛의 진행에 관한 튜토리얼의 개발 및 적용

고아라^{1,2} • 김중복^{2*}

¹소담초등학교, 경상남도 창원시

^{2*}한국교원대학교 물리교육과, 충청북도 청주시

2009 개정 교육과정 초등학교 6학년 과학 ‘렌즈의 이용’ 단원에서는 렌즈를 통해 본 물체의 모습과 렌즈를 통과한 빛의 진행에 대해 개념적으로 접근하지 않고 단편적인 현상을 관찰하는데 중점을 두고 있어 그 결과를 단순히 암기하게 되는 문제점을 가진다. 따라서 본 연구에서는 이를 보완하기 위하여 ‘한 점에서 사방으로 나아간 빛이 볼록 렌즈를 통과하여 한 점으로 모인다.’는 개념을 인식하고 이후 교육과정과의 연계성을 높일 수 있도록 다색 점광원들을 이용한 볼록 렌즈에서 빛의 진행에 관한 튜토리얼을 개발하였다. 튜토리얼은 사전검사, 사후검사, 워크시트, 지연검사로 이루어졌으며 각기 다른 색을 가진 3개의 LED로 제작한 광원을 사용하여 볼록 렌즈를 통과한 빛의 진행을 알아보도록 워크시트를 구성하였다. 튜토리얼의 교육적 효과를 알아보기 위해 6학년 2개 반 45명을 대상으로 튜토리얼을 적용하였으며 결과는 개념 인식 기준에 따른 정답률 비교와 Hake gain으로 분석하였다. 그 결과 개발한 튜토리얼을 통해 초등학교 6학년 학생들이 볼록렌즈에서 빛의 진행에 대한 개념을 적립하는데 높은 효과가 있다는 것을 확인할 수 있었다.

*대표(교신)저자: jbkim@knue.ac.kr

메이커교육 활성화를 위한 메이커 역량 추출 및 역량 모델 개발

김 경¹ · 강성주^{2*}

¹만천초등학교, 강원도 24-214

^{2*}한국교원대학교 화학교육과, 충청북도 28-173

메이커 운동이란, 새로운 기술 발달에 따른 제작 기구의 발달에 따라 스스로 필요한 것을 만드는 사람들이 만드는 법을 공유하고 발전시키는 흐름을 통칭하는 말로, 디지털 제조업, 풀뿌리 기술 혁신의 확산과 맞물려 전 세계적으로 퍼지고 있는 사회 문화 운동을 말한다(마크해치, 2013). 이러한 메이커 운동의 중요성에 따라, 2016년 2월 26일 교육부에서 발표한 과학교육종합계획에서는 메이커 활동과 연계한 ‘스스로 과학동아리’를 확대하여 과학적 아이디어를 실제로 구현할 수 있는 프로젝트 기반 창작 제작 교육을 지원한다고 발표하였다. 하지만 메이킹 교육의 중요성에도 불구하고, 메이킹 활동이 지니고 있는 본질을 탐색하는 연구는 국내외적으로 매우 부족한 현실이다. 그러므로 메이커 교육을 초,중등 교육 현장에 도입하고, 이를 효과적으로 활용하기 위해서 우선적으로 메이킹 활동이 지니고 있는 속성에 대한 이해가 선행될 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 메이킹이 지니고 있는 핵심 속성을 이해하기 위해 메이커들의 역량을 규명하고자 한다. 역량이란 특정한 상황에서 효과적이고 우수한 수행의 원인이 되는 개인의 내외적 속성으로서(Spencer & Spencer, 2003), 역량에 기반한 접근을 통해 규명하고자 하는 개념의 본질이나 특징, 속성 등을 탐색할 수 있다(Rothwell & Lindholm, 1999).

메이커의 역량 탐색은 역량추출과 추출 역량 조정의 과정으로 진행되며(Dubois, 1993), 역량 추출과정에서는 일반 모델 덧씌우기 방법과 중요사건기법 분석, 행동사건면접기법을 사용하여 메이커가 가지고 있는 잠재적 핵심 역량을 추출한다. 이후 무선 표집된 메이커 500여명의 대상으로 설문을 실시하여 잠재적으로 추출된 역량의 타당성과 신뢰성을 확보하고자 한다.

연구를 통해 얻게 될 예상 결과로는 첫째, 메이커 교육의 현장 도입을 위한 프로그램 개발 시 기초 자료로서 메이커 역량 모델을 사용할 수 있다. 둘째, 개발된 메이커 역량 모델은 추후 메이커 수업 모델의 적용 효과를 알아보기 위한 분석틀로 사용될 수 있다.

*대표(교신)저자: 강성주 sjkang@knue.ac.kr

광선 추적을 통한 무지개 현상 탐구

김민경*

국립청소년우주센터, 전남 고흥군 동일면 덕흥리 덕흥양쪽길 200

공기 중에 흩어져 있는 물방울로 태양빛이 입사되어 나타나는 무지개의 생성 원리를 무지개 주변의 여러 특징적인 요소를 분석하여 찾아낸다. 물방울에 입사되는 광선의 위치에 따라 빠져나오는 광선의 각도, 즉 시선각도의 변화를 간단한 기하광학을 통해 예측한다. 그리고 이를 실험으로 증명하기 위해 아크릴 원기둥에 입사시킨 레이저의 위치에 따른 시선각도의 변화를 측정한다. 실험을 통해 측정된 시선각도의 변화와 이론적으로 예측된 값을 비교하여, 물방울 속을 지나는 광선의 경로 추적을 통해 밝혀낸 무지개의 생성 원리를 확인·검증한다. 그리하여 1차 무지개에서 빨간색 빛이 우리 눈에 도달하기 위해서는 시선각도가 42도이어야 함을 알게 되며 그 주변의 밝기 차이에 대해서도 자연스럽게 답을 찾아간다. 더 나아가 아크릴 원기둥으로 한 실험을 확장하여 무지개 현상에서 나타날 수 있는 새로운 궁금증을 발굴하고 탐구한다.

*대표(교신)저자: romans55@kywa.or.kr

과학교사를 위한
컴퓨팅 사고력 함양 교육 프로그램 개발 및 적용

김정범 · 이지원 · 김중복*

한국교원대학교, 충청북도 청주시, 28173

컴퓨팅 사고(Computational Thinking: CT)에 대한 교육은 전 세계적으로 강조되고 있는 추세이다. 우리나라에서도 2015년 개정교육과정에서 소프트웨어 교육을 적용하며 CT교육에 대한 관심을 갖고 있다. 다양한 분야에서 CT를 향상시키려는 노력과 CT를 바탕으로 창의성과 문제해결을 향상시키기 위하여 교과와 CT를 연계하고자 하는 시도를 하고 있다. 그러나 과학 분야에서 CT와 관련된 연구들이 미비하다.

본 연구에서는 과학교사에게 CT를 함양시키고, 학생들의 과학적 사고와 CT를 함양을 위해 Demos를 활용한 과학 교수·학습 자료를 개발하는 교육 프로그램을 개발하고 적용하였다. 과학교사가 학생들의 과학적 사고 향상과 CT함양을 위해 과학 교수·학습 자료를 개발하는 것이 과학교사의 테크놀로지 교수 내용 지식(TPACK)에 주는 영향을 분석함으로써 그 효과성을 알아보려고 하였다.

*대표(교신)저자: jbkim@knue.ac.kr

화학교재연구 및 지도법 수업에서 나타난 화학예비교사의 질문 유형 분석

김윤경 · 조예향 · 최원호*

순천대학교 화학교육과, 전라남도 순천시 중앙로 255

본 연구에서는 화학 교재 연구 및 지도법 수업에서 예비 과학 교사들의 질문을 분석하여, 교수학습모형에 대한 인식을 파악하고 예비 과학 교사들의 수업 전문성을 향상시키기 위한 방안을 마련하고자 수행하였다. 사범대학 화학교육과 3학년을 대상으로 교수학습모형에 대한 수업을 실시한 후, 교수학습 과정안을 작성하고 발표하면서 제기된 질문을 분석하였다. 질문을 분석한 결과를 보면, 재구성 유형의 질문 비율이 가장 높았으며, 변칙발견질문, 적용, 확장, 회상, 모순 순서로 감소하였다. 재구성 유형의 질문은 예비과학 교사들이 교수학습모형에 대한 이해를 목적으로 주로 생성된 것이며, 변칙발견질문, 적용, 확장 유형의 질문은 교수학습 과정안을 작성하는 과정에서 주로 생성되었다. 이를 통해 몇 가지 시사점을 도출하였다. 첫째, 교수학습모형의 이해는 교수학습 과정안을 작성하고 이를 통해 수업의 질을 향상시키는 것에 목적을 두고 있으므로 교수자는 교수학습 모형을 사용하는 목적에 대해 예비 과학 교사들을 충분히 이해시킨 후 교수학습 과정안 작성으로 안내해야한다. 둘째, 2015개정 교육과정에서 제시하는 학생 참여형 수업을 강화하기 위해서 탐구 과정과 개념 적용을 강조한 교수학습모형에 대한 적극적인 활용이 필요하므로 이에 대한 연습을 통해 학습에 대한 예비 과학 교사들의 인식을 바꿀 수 있어야 한다. 마지막으로 교수학습모형에만 한정되는 수업이 아닌 모형의 의미를 다른 학습 이론, 다양한 과학 탐구방법 등과 관련지어 이해할 수 있도록 수업을 구성하여 예비 과학 교사의 소양함양을 추구할 필요가 있다.

*대표(교신)저자: stencil@scnu.ac.kr

Cold Atom이 만들어내는 물질상태 BEC

김은강 · 아쉬시쿠마르 · 서선영 · 강석태 · 김중복*

한국교원대학교 물리교육과, 청주 28173

매우 낮은 온도에서는 기체, 액체, 고체, 플라스마 상태가 아닌 새로운 상태의 물질상태로 원자들이 존재한다. 이를 보즈-아인슈타인 응집상태(Bose-Einstein Condensate, 이하 BEC)라고 한다. BEC는 20세기 초 보즈와 아인슈타인에 의해 이론적으로 예측되었으나 매우 낮은 온도를 얻는 기술의 부족으로 실험적으로 관측하지 못하였다. 그러나 1990년대에 이르러 레이저 쿨링과 증발 냉각 기술 등의 발전으로 BEC상태가 될 만큼의 낮은 온도의 원자를 얻을 수 있게 되었고 실험적으로 BEC를 관측할 수 있게 되었다.

우리는 원자칩 기반의 챔버에서 ^{87}Rb 의 BEC상태를 관측하였다. 이 루비듐 BEC의 온도는 $0.89(0.17) \mu\text{K}$ 이다. 물질파의 파장의 길이와 원자간의 거리가 비슷해져 물질파의 중첩이 생기는 BEC의 특성을 이용해 간섭무늬를 관측하였다.

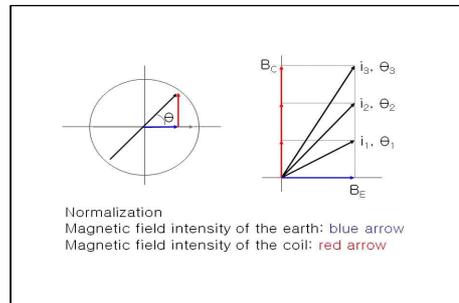
*대표(교신)저자: jbkim@knue.ac.kr

흐르는 도선 주변의 자기장 실험 장치 개발 및 활용

김태규*

전주교육대학교 과학교육과, 전라북도 55101

전류가 흐르는 도선 주변의 자기장은 초등학교 과학교과 [전기의 작용] 뿐만 아니라 중고등학교 과학 [전기와 자기] 단원에서 다루는 주요한 내용이다. 본 연구에서는 원형 도선을 이용한 자기장 측정 실험을 수행할 수 있도록 자기장 실험 도구를 개발하고, 실험을 통하여 얻은 데이터에 대한 분석하여, 앙페르 법칙에 대한 과학 실험의 실질적인 교수 학습 자료로 활용할 수 있도록 한다. 자기장의 세기는 도선에 흐르는 전류 뿐 만 아니라, 원형 도선의 반지름, 원형 도선 중심으로부터 거리 등에 의존한다. 도선에 흘려주는 전류에 따른 원형 도선의 자기장 세기를 자속계로 이용하면, 자기장의 세기가 전류에 비례함을 쉽게 얻을 수 있지만, 현실적으로 교육 현장에서 자속계가 구비되지 않아 자기장의 세기 변화를 나침반의 변화로 실험을 수행하고 있는 상황이다. 이 경우 나침반의 바늘은 도선의 자기장 뿐 만 아니라 지구의 자기장에도 영향을 받기 때문에, 나침반의 각도는 전류에 비례하지 않는다. 개발된 장치를 활용하여 전류에 따른 각각의 각을 측정하고, 지구 자기장의 세기를 고려하여 측정된 각으로부터 자기장의 세기를 구하면, 도선에 흐르는 전류에 따른 자기장의 세기가 비례되는 실험을 수행할 수 있다.



*대표(교신)저자: tkkim@jnue.kr

과학3과 생명과학 I 교과서 유전 단원의 개념 수준 및 연계성 분석

김현섭*

*공주대학교 생물교육과, 충청남도 32588

본 연구는 2009개정 교육과정에 따라 출판된 중학교 과학3 및 고등학교 생명과학 I 교과서의 유전 단원에서 제시하고 있는 학습개념을 분석하여 교과별로 학습자의 인지 수준을 충분히 고려하고 있는지, 교육과정에서 요구하는 계속성과 계열성을 잘 반영하고 있는지 알아보기 위하여 수행되었다. 분석 대상 교과서는 유전 단원을 다루고 있는 과학3 및 생명과학 I 교과서를 모두 출판한 세 출판사의 것들을 선택하였다. 그리고 두 교과에서 공통적으로 다루고 있는 소단원인 유전의 원리와 사람의 유전 단원으로 나누어 분석하였다. 교과별 학습개념은 개념 수준을 구체적 개념과 형식적 개념으로 구분하여 분석하였고, 수직적 연계성은 반복, 발전, 격차, 축소로 구분하여 분석하였다. 과학3 교과서의 개념 수준을 분석한 결과, 형식적 개념의 비율이 유전의 원리 단원은 48%, 사람의 유전 단원은 22%로 나타나 유전의 원리 단원은 학생들의 인지 수준이 충분히 고려되지 않은 것으로 나타났다. 생명과학 I 교과의 경우는 형식적 개념의 비율이 유전의 원리 단원은 47%, 사람의 유전 단원은 28%로 나타나, 유전의 원리 단원은 학생들의 인지 수준에 적합한 비율로 제시되고 있었으나 사람의 유전 단원은 학생들의 인지 수준보다 낮게 제시되었다. 수직적 연계성을 분석한 결과, 유전의 원리 단원은 반복 62%, 발전 17%, 격차 15%, 축소 6%로 학습의 계열성 측면에서 연계성이 부족한 것으로 나타났다. 격차 개념들은 생명과학 I 에서 처음 다루고 있는 연관 관련 개념들이었으며, 축소 개념인 ‘우성유전자’와 ‘열성유전자’는 정확한 개념 이해를 위해 ‘열성 대립유전자’와 ‘우성 대립유전자’로 수정하는 것이 필요하였다. 사람의 유전 단원에서는 생명과학 I 에서 반복 42%, 발전 58%로 제시되어 계속성과 계열성의 측면에서 연계성 요소들이 어느 정도 적절히 배합된 결과로 나타났다.

*대표(교신)저자: hskim@kongju.ac.kr

뇌파로 자동차를 조종하는 피지컬 뉴로 피드백 장치의 개발

김형욱^{1*} · 문성윤¹ · 김영수²

¹*임동초등학교, 경상북도 367-32

²어주얼에듀 코딩교육연구회, 대전광역시 340-73

뉴로 피드백은 자신의 뇌파를 실시간으로 관찰하며 최적의 뇌파를 낼 수 있는 방법을 찾는 뇌파훈련법이다. 1970년대 본격적인 연구가 시작된 이후 현재까지, 뉴로 피드백은 운동선수의 잠재능력 향상, ADHD 아동의 집중력 개선 훈련 등 다양한 분야에서 활용되고 있으며, 국내에서도 올림픽대표 양궁선수단의 집중력 훈련에 활용되면서 큰 관심을 받았다. 기존의 뉴로 피드백은 고가의 장비와 전문 인력을 필요로 하지만, 최근에는 뉴로 스카이를 비롯한 회사에서 상용화된 뇌파센서를 출시하면서 일반인도 쉽게 뉴로 피드백을 접할 수 있게 되었다. 본 연구에서는 이러한 흐름에 부합하여 뇌파센서, 아두이노, RC카를 결합한 피지컬 뉴로 피드백 장비‘뉴로RC카’를 구현하고자 한다. 현재까지의 뉴로 피드백 프로그램은 간단한 컴퓨터게임 형태로 존재한다. 예를 들어 집중력과 관련된 뇌파가 증가하면 화면에서 가만히 있던 돌맹이가 공중으로 떠오르는 방식이다. 이러한 방식의 훈련은 배우기 쉽고 직관적이지만, 훈련자가 금방 지루함을 느낄 수 있다는 단점이 있다. 본 연구에서 제안하는‘뉴로RC카’는 이러한 방식을 넘어서 뇌파로 자동차를 직접 조종할 수 있는 피지컬 트레이닝 방식을 적용한 작품이다. 자동차를 조종하는 훈련 방식은 모니터 화면 대신 움직이는 자동차를 관찰하며 체험할 수 있기 때문에 훈련에 대한 동기부여, 집중력, 흥미도 등 여러 항목에서 우수한 효과를 기대할 수 있으며, 다가오는 소프트웨어 교육과정에 대비하여 학생 코딩 교육으로도 활용될 수 있으리라 생각된다.

*대표(교신)저자: hhwwkk322@naver.com

과학영재의 컴퓨팅 사고력 향상을 위한 과학교수학습 프로그램 개발 및 적용

모진우 · 김중복*

한국교원대학교, 충청북도 청주시, 28173

컴퓨팅 사고력은 4차 산업 혁명 속 교육에서 주요 학습내용으로 인정받고 있으며 세계 여러 나라에서 컴퓨팅 사고력 교육을 확대하고 있다. 그러나 아직까지 과학과에서 컴퓨팅사고력을 적용한 교육 및 연구가 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 컴퓨팅 사고력 향상을 위한 과학영재교육프로그램을 개발 및 적용하여 그 효과성을 살펴보고자 한다.

본 연구에서 사용한 과학교수학습 프로그램은 이철현(2016)의 컴퓨팅사고력 교육 모형을 과학교육에 맞게 수정 및 보완하여 개발하였다. 본 프로그램은 크게 3단계로 구분되는데 첫째 컴퓨팅 사고력을 활용한 개념학습(현상의 발견-현상의 추상화), 둘째 컴퓨팅 사고력을 활용한 과학 문제해결(문제 분석-문제의 추상화-구현), 셋째 컴퓨팅 사고력을 활용한 자연현상 설명(현상의 설명)이다. 학습 주제는 무게와 저울이고 총 10차시로 구성하였다.

본 연구에서 개발된 과학교수학습 프로그램을 S시 N초등학교 영재학습 6학년 20명과 H시 S초등학교 영재학습 5학년 19명을 대상으로 적용하였다. 적용 후 컴퓨팅 사고력 인지적 검사지, 컴퓨팅 사고력 태도 검사지, 과학 창의적 문제해결력 검사지, 학생 활동 창작물 및 면담자료를 활용하여 프로그램의 효과를 분석하였다.

과학교수학습 프로그램 적용 후 컴퓨팅 사고력의 인지적 영역과 태도 영역 모두 향상되었다. 과학 창의적 문제해결력도 과학교수학습 프로그램 적용 후 유의미하게 상승하였다. 또한 학생들의 면담 분석결과 컴퓨팅 사고력을 활용한 것이 과학적 문제를 해결하는데 도움이 되었다고 응답하였다.

이상의 결과를 살펴보았을 때 컴퓨팅 사고력을 과학교수학습 프로그램에 적용하면 학생들의 컴퓨팅 사고력과 과학 창의적 문제해결력을 향상시킬 수 있으며, 과학적 문제를 해결하는데 컴퓨팅 사고력이 도움을 준다는 것을 알 수 있다.

*대표(교신)저자: jbkim@knue.ac.kr

피라미드를 이용한 원자포획

서선영 • 김은강 • Ashish kumar sharma • 김중복*

한국교원대학교, 충청북도 청주시, 28173

균일 속도 저속 원자 빔은 원자 시계 및 원자 간섭계와 같은 원자 광학에 적용할 수 있다. 저속 원자 빔을 만들기 위하여 절대 영도에 매우 가깝게 유지되어 있는 원자 기체를 생성하기 위해 광자기 포획(MOT : Magneto Optical Trap) 방법을 사용한다. 3개의 직교하는 레이저 빔과 자기 4중극 장으로 광자기 포획이 이루어진다. 피라미드형 거울을 이용하는 경우에 단일광으로 3개의 직교하는 레이저 빔을 만들 수 있어 비교적 간단한 구조를 가진다.

본 연구에서는 피라미드형 거울을 이용하여 원자 기체의 광자기 포획과 원자빔을 생성하였다. 광자기 포획을 위한 냉각광은 원형 편광된 단일 입사광과 피라미드형 거울에 의한 반사광이 3쌍을 이루며, 홀을 통과하는 빛에 대한 광압의 쌍을 형성하기 위해 챔버의 아래쪽 사분 파장판과 거울을 설치하였다. 광자기 포획이 형성된 후 원자빔 생성을 위해 되반사되는 빛이 통과하는 사분파장판에 마스크를 부착하여 도넛 모양의 되반사 빛을 형성하였다. 따라서 마스크를 통해 반사광이 존재하지 않는 영역에서는 입사하는 냉각광에 의해 중력방향으로 원자들이 광압을 받아 원자빔을 형성하였다.

*대표(교신)저자: jbkim@knue.ac.kr

초등과학 용해와 용액 단원의 개별 맞춤형 디지털교재 개발 및 적용

서인영¹ · 양희선² · 강성주^{3*}

¹울산온양초등학교, 울산광역시 44974

²대전반석초등학교, 대전광역시 34068

^{3*}한국교원대학교 화학교육과, 충청북도 361-892

최근 정보통신기술의 발전은 사람들의 생활에 큰 영향을 미치고 있다. 학교 현장에서도 스마트기기가 학생들의 학습 활동에 큰 영향을 미치고 있으며 학습자의 수준에 맞는 개별 맞춤형 교육을 실현하기 위한 교수-학습 자료로써 디지털교과서의 활용에 대한 연구결과를 본 연구를 통하여 보고하고자 한다. 이 연구에서는 개별 맞춤형 디지털교재 개발의 방법적 측면과 디지털교재 적용 효과를 제시하였다. 연구 결과 개별 맞춤형 디지털교재는 학업성취도를 향상 시키며, 특히 개념 적용 및 응용 문제에 더 효과적이었다. 21세기 학습자 역량 검사 결과 개별 맞춤형 디지털교재는 의사소통 역량 향상에 더 효과적이었다. 의사소통능력에서 두 교재의 차이가 나는 원인은 기존 디지털교과서의 교재 구성방식에서 찾을 수 있으며 웹기반 상호작용을 촉진할 수 있도록 기존 디지털교과서의 개선이 필요하다. 이상의 연구 내용을 교육적으로 활용하기 위해서 개별 맞춤형 디지털 교재를 개발하여 학습자의 수준에 맞는 학습이 실현되도록, 학습자들이 상호작용을 통해 새로운 지식을 창출, 공유, 확산할 수 있는 협업 및 커뮤니케이션 도구를 다양하게 이용하도록 안내해야할 필요가 있다.

*대표(교신)저자: sjkang@knue.ac.kr

해륙풍 원리를 효과적으로 이해하기 위한 대류실험상자의 개발 및 적용

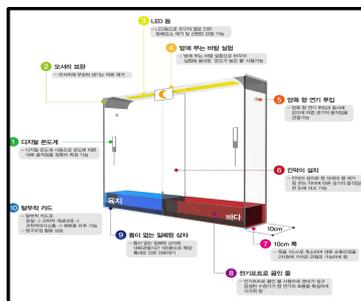
서혜리¹ • 박일우^{2*}

¹서울등현초등학교, 서울특별시 07578

^{2*}서울교육대학교, 서울특별시 06639

초등학교의 과학수업에서 과학 실험을 통해 학습하고자 하는 과학적 원리를 이해할 수 없다면 효과적인 과학수업이 이루어지기 어렵다. 해륙풍 실험은 교육과정에서 꾸준히 다루어졌으나 거듭된 수정을 통해 대류실험에 대한 어려움이 입증된 바 있다. 이 연구에서는 해륙풍의 원리를 효과적으로 이해할 수 있는 대류실험상자를 제작하고, 이를 수업에 적용하여 학생들의 과학적 이해도를 조사하고자 한다.

기존 대류실험상자의 문제점 파악을 위해 대류실험과 관련된 교사들의 인식을 조사한 뒤 대류실험상자의 구조, 대류 흐름의 시각화, 탐구기능 활용의 세 가지 측면에서 대류실험상자를 개선하였다. 대류실험상자의 구조 측면에서는 2차원에 가깝게 폭을 줄이고 무광 검정 아크릴로 배경판을 교체하였다. 대류흐름의 시각화 측면에서는 따뜻한 물의 수증기와 김을 활용하여 향 연기를 뚜렷하게 하였다. 탈부착 카드와 예상, 관찰, 추리 등의 탐구기능을 연계하여 탐구기능의 활용 측면을 개선하였다. 개선된 실험은 서울 소재 초등학교 5학년 4개 학급 중 2개의 실험반에 적용하였고, 2개의 학급은 비교반으로 선정하여 2009개정 교육과정에 제시된 대류실험을 진행하였다. 해륙풍 관련 개념 검사에서 실험반이 유의미한 개념변화를 보였으며 학생과 교사의 설문을 통해 개선된 실험이 해륙풍의 원리를 이해하는 데에 효과적임을 알 수 있었다.



*대표(교신)저자: iwpark@snue.ac.kr

눈의 구조와 기능에 대한 광학적 이해를 위한 눈의 모형화

신애경 · 현동걸*

제주대학교, 제주 63294

빛과 시각의 올바른 개념 획득을 위하여 눈의 구조와 기능에 대한 이해의 중요성을 강조되고 있다. 광학 관련 몇몇 교재들의 내용을 살펴보면(홍경희, 2011; Pedrotti 등, 2013; Hecht, 2013), 모형안은 사람 눈의 여러 가지 광학상수, 즉 굴절기능에 관여하는 각막, 수정체, 방수, 초자체 등의 굴절률, 각막과 수정체의 곡률, 비구면계수, 굴절력, 그리고 렌즈계로서의 주요점(cardinal point) 위치 등에 대한 평균값을 적용하여 사람 눈의 형상을 광학적 수치로 정리한 것으로, 눈을 광학계로 간주하여 이론적인 연구를 수행 시 기초적인 자료를 제공한다. 이 연구는 물리교육이나 생물교육에서 눈의 구조와 눈의 조직의 기능을 보다 기초적으로 이해할 수 있는 눈의 모형안을 제공하는 것에 목적으로 두고 있다. 이러한 목적을 위하여 이 연구에서는 방대한 눈의 조직의 생체 측정 자료를 바탕으로 통계적인 얻은 Tan(2009)의 대표적인 눈의 조직의 광학상수를 사용하여 근축영역 내에서 적용이 가능한 Gauss 방정식을 근거로 눈의 모형안을 제시하였다.

*대표(교신)저자: hyundg@jejunu.ac.kr

눈의 각막과 수양액에 대한 광학적 이해

신애경 · 현동걸*

제주대학교, 제주 63294

과학교육에서 각막의 기능은 거의 간과되며, 수정체만이 눈에 들어오는 빛을 굴절시켜 망막에 상이 맺히게 하는 것으로 간주하고 있다. 그러나 눈에 들어오는 빛의 굴절이 대부분이 각막에서 일어나며, 또한 외부에서 눈에 들어오는 빛을 각막에 의하여 굴절되어 망막 가까운 부근에 빛이 모아질 수 있다는 것이다. 결국 외부에서 눈에 들어오는 빛을 각막에 의하여 크게 굴절되어 망막 가까운 부근에 빛이 모아질 수 있도록 굴절되고, 각막에 의하여 굴절된 빛을 수정체에 의하여 작은 범위에서 작게 또는 크게 굴절되어 망막에 선명한 실상이 맺힌다는 것을 의미한다. 이것은 눈에서 각막은 눈을 보호하는 역할을 할 뿐만 아니라 망막에 상을 형성하는 데에도 중요한 역할을 하는 것으로, 과학교육에서도 눈에서 각막의 기능을 간과해서는 안된다는 것을 시사한다. 카메라와 눈 사이의 관계가 부분적 닮음 관계에 불과하다는 점을 주의할 필요가 있다. Navarro 등(2006)은 눈이 두 개의 주요한 광학적 요소인 각막과 수정체를 가지고 있다는 것을 고려하지 않음으로 인해서 해부학적으로 눈의 구조와 맞지 않으며, 실제 응용에 사용할 수 없다고 하였다.

*대표(교신)저자: hyundg@jejunu.ac.kr

과학교육을 위한 눈의 동적 모형화에 대한 연구

신애경 · 현동걸*

제주대학교, 제주 63294

빛과 시감에 대한 올바른 개념 획득을 위하여 눈의 역할에 대한 이해의 중요성이 강조되어 왔다(박현주, 1987; 오원근과 김재우, 2002; Goldberg와 McDermott, 1987; Ronen, 1993). 눈은 하나의 광학계로서 외부의 물체로부터 방출된 빛이 눈의 조직들인 각막(cornea), 수양액(aqueous humor), 수정체(crystalline lens), 유리체액(vitreous humor)을 통과하여 망막(retina)에 물체의 상이 맺히게 하는 하나의 광학계로 볼 수 있다. 외부의 물체로부터 눈으로 들어온 빛이 눈의 여러 조직을 거치며 망막에 상이 맺히는 과정에 대한 이해는 눈의 조직들의 기능과 광학적인 상수들에 대한 다양한 정보들을 바탕으로 기하광학적인 방법으로 행해진다. 이 연구는 과학교육을 위한 모형안을 제시하는 것이다. 이 연구의 모형안은 근축광선을 바탕으로 각막과 수정체의 경계면을 구면으로 가정하였으며, 조직들의 재원은 대표적이라고 인정되는 것들을 사용하였으며, 수정체의 동적 모형은 고등학교 수준에서 이해할 수 있도록 구성한 것이 특징이라고 할 수 있다.

*대표(교신)저자: hyundg@jejunu.ac.kr

층간소음 관련 초등발명영재 STEAM 프로그램의 개발 및 적용 사례 연구

안민경^{1,2} · 김중복^{2*}

¹삼성초등학교, 대전시 동구

^{2*}한국교원대학교 물리교육과, 충청북도 청주시

‘층간소음 관련 초등발명영재 STEAM 프로그램’을 개발 및 적용하여, 프로그램 전반에 관한 평가를 기반으로 초등발명영재교육 프로그램의 효과를 알아보았다.

개발한 프로그램을 초등학교 지역공동 발명영재학급 5, 6학년 통합반 17명을 대상으로 매주 토요일 4차시씩 4주에 걸쳐 적용하였다. 프로그램 적용 과정에서 나타나는 학생들의 변화에 대해 관찰, 발명에 대한 태도, 과학탐구능력검사, 소리 및 층간소음에 대한 개념 검사, 사후 설문 평가 등을 통해 프로그램의 효과 및 문제점을 체계적으로 분석하였다.

본 프로그램을 적용한 후 학생들의 발명에 태도에 대한 사전·사후 검사 결과는 높은 사전 검사 결과로 인해 유의미한 차이는 없었지만 학생들의 발명 태도를 증진시키는 효과가 있었다. 또한 과학탐구능력에 대한 사전·사후 검사 결과 통계적으로 유의미한 차이가 있었다. 따라서 본 프로그램이 학생들의 과학탐구능력을 향상시키는 데 도움이 되었다. 뿐만 아니라 소리와 관련된 주요 과학적 개념을 효과적으로 학습할 수 있었으며, 발명 아이디어 발표회를 통해 자신감과 성취감을 가질 수 있었다. 효과적인 초등발명영재교육 프로그램 개발 및 적용에 있어서 학생들에게 발명 아이디어 발상을 위한 충분한 시간을 제공해야 함을 확인하였다. 또한 다양한 창의적 사고 기법을 제시할 필요가 있음을 확인하였다.

*대표(교신)저자: jbkim@knue.ac.kr

국립과천과학관 「라이브진화센터」 전시물의 교육과정 연계성 분석

안주현^{1*} · 구수정² · 전상학³

^{1*}중동고등학교, 서울특별시 강남구 06338

^{2*}국립과천과학관 과학탐구교육과, 경기도 과천시 13817

³서울대학교 생물교육과, 서울특별시 관악구 08826

오늘날 과학관은 전통적인 박물관적 성격에서 과학체험센터로서의 역할로 급속하게 변화하고 있으며, 과학기술의 발전, 경제성장과 더불어 과학문화복합기반으로 자리 잡고 있다. 특히 과학관에서 이루어지는 비형식 과학학습은 과학에 대한 흥미와 이해를 높일 수 있다는 장점이 있어 이를 학교교육과 연계할 수 있다면 학습효과가 높을 것으로 기대된다. 따라서 본 연구에서는 국립과천과학관 자연사관 내 「라이브진화센터」 전시물들의 특징 및 교육과정과의 연계성을 분석하고자하였다. 연구 결과 라이브 진화센터의 전시물들은 중고등학교 과학 및 생명과학 교육과정과의 연계성이 높은 것으로 나타났다. 특히 생명의 기원과 연속성 및 다양성에 관한 현생 생물 및 체험형 전시물의 비중이 높은 것으로 나타났다. 향후 교육과정과 연계한 전시물을 효과적으로 활용하기 위해서는 학교 현장에서 이용 가능한 교육 자료의 개발과 행·재정적인 지원 등이 뒷받침되어야 할 것이다.

*대표(교신)저자: tokkist@snu.ac.kr

중등 화학 교과에서 디자인적 사고 프로세스를 활용한 메이커 수업 프로그램의 개발

여혜원 · 강성주*

한국교원대학교 화학교육과, 충청북도 28173

최근 빠른 속도로 발전하는 첨단 과학기술을 기반으로 한 4차 산업 혁명 시대가 도래하고 있다. 오바마 대통령의 'Educate to Innovate' 캠페인의 일환으로 메이커 교육은 전 세계적으로 확산되고 있다. 이에 맞추어 2016년 교육부는 '과학교육종합계획'에서 메이커(Maker) 교육을 제안하였다. 메이커는 자신이 가진 무한의 상상력과 창의력을 바탕으로 ICT 기반의 만들기 활동을 하는 사람으로, 메이커 활동은 창의적인 만들기를 통해 학생들이 과학에 흥미를 가지고 아이디어를 발현할 수 있는 프로젝트 기반의 학습이다. 하지만 아직까지 학교 현장에서 적용할 수 있는 메이커 프로그램의 개발이 미비한 수준이며 과학동아리 중심의 심화 학습으로 제한되어 시행되는 중이다.

따라서 본 연구에서는 중등 화학 교과 수업에서 적용할 수 있는 ICT 기반의 메이커 수업 프로그램을 개발하여 그 가능성을 탐색해보고자 한다. 개발한 메이커 수업 프로그램의 주제는 '산·염기와 LED 지시약'과 '압력 센서를 이용한 자동 CO₂ 분수'이다. 메이커 수업의 전략으로는 '관련지식 이해하기-공감하기-관점 공유하기-아이디어 생성하기-프로토타입'의 5단계로 이루어진 디자인적 사고 프로세스(이도현, 윤지현, 강성주, 2016)를 활용하고자 한다. 학생들은 각 과정에서 집단 내 소통 및 협업, 공유, 다양한 문제 해결을 통해 교과 지식뿐만 아니라 미래 사회를 살아가기 위한 핵심 역량을 기를 수 있을 것으로 기대된다.

*대표(교신)저자: sjkang@knue.ac.kr

유전학 기본 개념 이해를 위한 초파리 돌연변이 관찰 프로그램 개발

유금복¹ · 박세희² · 전상학^{1*}

¹서울대학교 생물교육과, 서울특별시 08825

²인천고잔고등학교, 인천광역시 21685

유전학은 유전자 발현을 통해 유전자 작용을 설명하는 현대 생물학의 중심개념 중 하나로, 생물학 학습에서 핵심적으로 자리 잡고 있다. 그러나 유전자 발현은 직접 관찰할 수 없기 때문에 유전개념은 추상적이고 학습하기 어렵다고 여겨진다. 이와 관련하여 학생들의 유전학에 대한 이해를 돕기 위해 다방면으로 연구들이 진행되었다. 그 중 탐구활동이나 모형활동은 학생들이 추상적으로 느끼고 있는 유전학에 대해 구체적으로 접근하게 하여, 학생들의 이해를 돕게 하는 교수전략으로 활용되고 있다. 유전 관련 실험활동에서 모델동물인 초파리는 학교에서 활용 가능한 좋은 재료로 여겨지지만, 학교현장에서 초파리의 구입과 관리가 어려움을 표하기도 한다.

본 연구에서는 이러한 단점을 보완하여 초파리 돌연변이 관찰 키트 제작 프로그램을 개발하였다. 또한 현직교사와 예비교사들의 의견 수렴을 통해 학생들의 기초 유전현상에 대한 이해를 돕고, 현장에서 활용도를 높일 수 있는 방법에 대해 모색하고자 하였다.

*대표저자: kbskylover@snu.ac.kr

중·고등학교 과학과 교육과정 유전 단원의 탐구활동 분석

유연자¹ · 김현섭^{2*}

¹금성여자고등학교, 충청남도 35242

^{2*}공주대학교 생물교육과, 충청남도 32588

본 연구는 중학교 과학 및 고등학교 생명과학 교과서의 유전 단원에서 제시하고 있는 탐구활동을 3차원 분석틀에 따라 탐구유형, 탐구과정, 탐구상황으로 나누어 비교·분석하였다. 그 결과, 탐구유형은 과학3 교과에서 실험관찰 7.1%, 모의활동 7.1%, 조사토의 7.1%, 자료해석 78.6%로 대부분이 자료해석인 것으로 나타나, 효과적인 학습을 위해서는 다양한 탐구활동 유형이 개발되어야 할 것으로 사료된다. 생명과학 I 교과에서는 실험관찰 5%, 모의활동 20%, 조사토의 10%, 자료해석 65%로 과학3교과 보다는 고르게 탐구유형이 제시되었으나 역시 자료해석 위주였다. 생명과학 II 교과에서는 실험관찰 9.1%, 모의활동 16.4%, 조사토의 16.4%, 자료해석 58.2%로 대체로 고르게 탐구유형을 제시하였지만, 여전히 자료해석의 비율이 가장 높게 제시되고 있었다. 탐구과정은 과학3 교과에서 탐구수행 24.5%, 자료해석 71.1%, 결론도출 4.4%로 자료해석이 높은 비율로 제시되어 탐구과정 요소의 다양성이 매우 미흡한 것으로 나타났다. 생명과학 I 교과에서는 문제인식 및 가설설정 1.3%, 탐구수행 26.3%, 자료해석 67.1%, 결론도출 5.3%의 비율로 제시되어, 과학3 교과의 비율과 큰 차이가 없었다. 생명과학 II 교과에서는 문제인식 및 가설설정 2.6%, 탐구 설계 1%, 탐구수행 28.9%, 자료해석 50.5%, 결론도출 17%로 나타났다. 탐구상황은 과학3 교과에서 순수과학적 상황 60.9%, 일상적 상황 39.1%의 비율로 제시되었으며, 자연환경적 상황과 기술사회적 상황은 전혀 제시되지 않았다. 생명과학 I 교과에서는 순수과학적 상황 58%, 일상적 상황 35.5%, 기술사회적 상황 6.5%로 나타나 STS 교육을 위해서는 기술사회적 상황의 비율을 높여야 한다. 생명과학 II 교과에서는 순수과학적 상황 71.2%, 일상적 상황 6.1%, 기술사회적 상황 22.7%로 나타나 STS 교육 목표 달성을 위해서는 일상적 상황의 비율을 높여야 할 것으로 사료된다.

*대표(교신)저자: hskim@kongju.ac.kr

종이 기반의 표면증강라만산란 센서 개발을 통한 나노분광에 대한 이해

이민우¹ · 오규덕² · 이학래² · 정대홍^{1*}

¹서울대학교 화학교육과, 서울특별시 08826

²서울대학교 산림과학부 환경재료과학전공, 서울특별시 08826

대학교육과정에서의 분광학에 대한 이해는 물리화학의 중요한 분야 중 하나이다. 라만분광학은 분자의 진동 혹은 회전 모드에 대한 분광학적인 기술로 라만 분광학을 이용하면 다양한 물질이 내놓는 다양한 진동 혹은 회전 모드들에 대해서 이해할 수 있다. 물질에 따라 서로 다른 모드들이 존재하기 때문에 분자가 내놓는 라만 신호는 일종의 지문처럼 사용할 수 있으며 이러한 신호 검출을 통해 다양한 분야에서 물질을 검출하고자 하는 시도들이 있어왔다. 그러나 분자가 내놓는 라만 신호는 매우 작아 분자 검출이 쉽지 않다는 단점이 지적되었으며 이러한 라만분광학을 이용한 분자 검출은 쉽지 않은 상황이었다. 이러한 작은 라만 신호를 극복하고자 많은 연구자들은 나노입자 표면에 분자를 도입하였으며 이를 통해 라만 신호가 증폭된다는 사실을 밝혀내었으며 이러한 현상은 표면증강라만산란이라 알려졌다. 나노입자 표면에 분자가 도입되면 나노입자 표면의 국부 표면 플라즈몬 공명 현상에 의해 기존의 분자가 내놓는 신호가 증폭되며 이러한 표면증강라만산란 현상을 이용하여 단분자 수준까지 분자 검출이 가능해짐을 많은 연구자들의 연구를 통해 밝혀졌다.

본 연구에서는 이러한 표면증강라만산란 현상을 이용하여 다양한 분자 검출이 가능한 종이 기반의 센서를 제작하여 나노분광, 특히 그 중에서도 나노라만분광학에 대해서 이해를 높이고자 한다. 기존의 종이 기반의 센서가 가지고 있는 친수성의 성질을 소수성으로 개질하여 나노입자 및 검출 분자가 종이 내부로 스며들거나 혹은 주변부로 퍼지는 현상을 막아 높은 감도와 재현성이 높은 센서를 개발하였다. 이를 통해 수 나노몰 농도의 다양한 농약 분자를 검출하였으며 이를 통해 표면증강라만산란 현상을 이용하여 다양한 분자를 검출할 수 있음을 확인하였다. 이러한 센서를 통해 대학수준에서의 나노분광법이 다양한 분야에 사용됨을 확인할 수 있으며 나노입자 및 라만분광에 대한 이해를 높이는데 기여를 할 수 있을 것이라 생각한다.

* (교신)저자: jeongdh@snu.ac.kr

다니엘 전지에서 염다리의 역할에 대한
화학II 교과서와 대학 교재의 관련 내용 분석 및 실험을 통한
염다리의 역할 규명 연구

이지영 · 이상권*

전남대학교 화학교육과, 광주광역시

본 연구는 고등학교 화학II 교과서와 대학 교재에 서술된 염다리의 역할에 대한 내용 및 그림 자료를 분석하고, 다니엘 전지를 이용한 실험을 통해 염다리의 역할을 규명하고자 하였다.

고등학교 화학II 교과서 4종, 일반화학 교재 5종, 분석화학 교재 2종을 분석한 결과 염다리의 역할은 이온의 이동에 의해 용액의 전기적 중성을 유지하는 것이라는 개념을 포함하고 있었으나 염다리가 전기회로를 완성시킨다는 역할도 한다는 내용은 화학II 교과서 1종, 일반화학 교재 4종만이 다루고 있었다. 교재들에 제시되어 있는 다니엘 전지 그림처럼 전압계를 직렬 연결하여 실험을 수행하였을 때는 알짜반응이 많이 일어나지 않아 염다리 속에 들어있는 이온의 이동이 활발하지 않았다. 또한 ICP-MS(유도결합 플라즈마 질량분석기)분석 결과 염다리가 전하 균형을 유지하기 위해 반쪽 전지에 들어있는 전해질 이온이 염다리를 통하여 반대쪽으로 이동하는 것이 아니라 염다리 속에 들어있는 전해질 이온만이 이동하는 것을 확인할 수 있었다. 학교 현장에서 학생들이 염다리의 역할에 대해 가지는 오개념을 줄이기 위해서는 교사들이 정확한 개념을 가지고 있어야하며 관련 교재들이 염다리의 역할에 대한 통일된 설명과 정확한 그림 자료를 제시해야 한다.

*대표(교신)저자: lsk1213@jnu.ac.kr

양금생성반응의 실제적 관찰을 지원하는 과학 시뮬레이션 개발

이창윤 · 홍훈기*

서울대학교 화학교육과, 서울특별시 08826

과학 시뮬레이션이란 실험실 활동을 간접적으로 체험할 수 있는 테크놀로지 기반 상호작용적 콘텐츠를 지칭한다. 이것은 학교 현장에서 실행하기 어려운 실험에 관한 활동 경험을 학생들에게 제공해주는 콘텐츠로서 주목받고 있다. 하지만 기존 시뮬레이션은 실제 실험에서 얻을 수 있는 탐구경험을 온전히 제공하지 않으므로, 실험활동을 대체하기에 부족했다. 특히, 애니메이션 중심으로 개발되어온 시뮬레이션은 실제 동적인 세계의 자연 현상을 인위적으로 표현하기 때문에, 학생들의 관찰 경험을 제한했다. 이에 본 연구자는 실제 실험결과를 온전히 제시하기 위하여 동영상 클립을 포함하는 시뮬레이션을 제안하였다. 본 연구는 중학교 과학과 교육과정에 속한 양금생성반응에 대해 실제적인 실험결과를 보여주는 동영상 클립이 포함된 시뮬레이션의 디자인과 개발에 초점을 두었다. 이 양금생성반응 시뮬레이션은 과학교육 전문가 1인 및 교사 3인이 참여한 세미나를 통해 현장적용성을 고려하면서 개발하였다. 이후 디자인 세미나에 참여하지 않은 과학교육 전문가 2인과 교사 4인의 전문가평가를 통해 개발의 타당성을 확보하였다.

*대표(교신)저자: hghong@snu.ac.kr

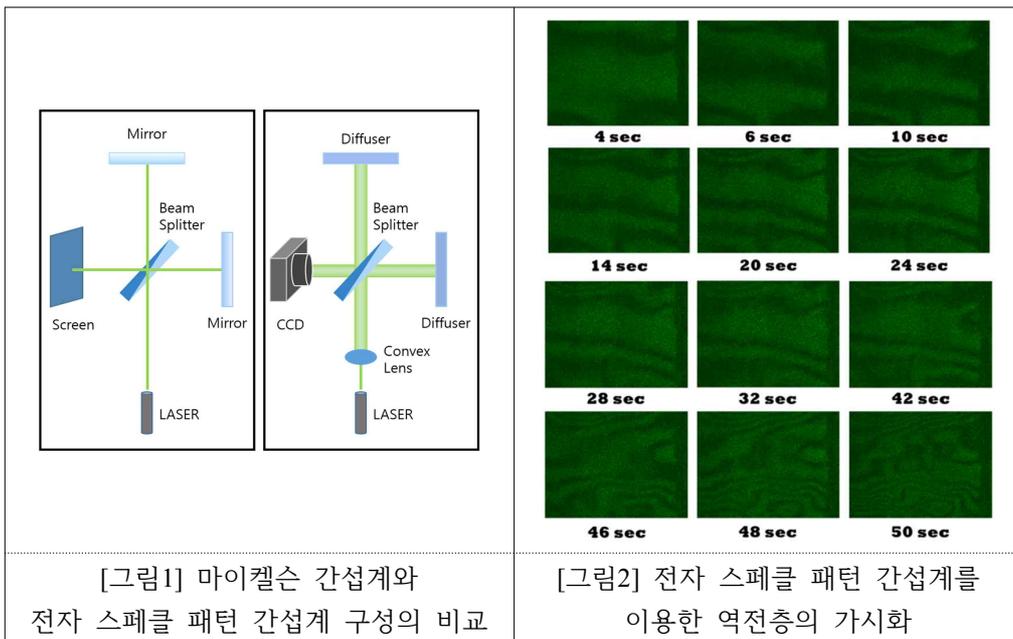
전자 스펙클 패턴 간섭계를 이용한 대류와 역전층 관찰

장도형¹ · 전동렬^{2*}

¹서울대학교 과학교육과(물리전공), 서울특별시 08826

^{2*}서울대학교 물리교육과, 서울특별시 08826

열을 전달하는 중요한 현상 중의 하나지만 눈에 보이지 않기 때문에 학생들이 이 현상을 이해하는데 어려움을 겪는다. 역전층에서는 대류가 일어나기 힘들어 대기 오염의 원인이 되기도 하는데, 이 또한 눈에 보이지 않아 학생들에게 어려움을 준다. 우리는 이 어려움을 해소할 수 있도록 전자 스펙클 패턴 간섭계를 이용하여 대류와 역전층을 눈으로 확인할 수 있는 무늬로 나타냈다. 스펙클 간섭 무늬를 분석하면 공기의 굴절률과 온도까지 잴 수 있으므로 이 간단한 학습 도구는 학생들이 기체의 순환을 이해하는데 많은 도움을 줄 수 있다.



* (교신)저자: jeon@snu.ac.kr

다양한 실리카 중심입자 사이즈에 의해 광학적 조절이 가능한 은 나노껍질 구조의 합성과 표면증강 라만산란 활동도에 관한 연구

장혜진¹ · 정대홍^{2*}

¹서울과학고등학교, 서울특별시 종로구 혜화로 63, 03066

^{2*}서울대학교 화학교육과, 서울특별시 관악구 관악로1, 08826

화학적 안정성 때문에 실리카 중심 템플릿을 기반으로 한 속이 빈 금속 나노 구조체의 합성이 광범위하게 연구되고 있다. 그러나 실리카 중심입자 크기를 점점 감소시키면 이러한 안정성이 감소하여 금속 나노구조를 표면에 도입하는 동안 입자가 쉽게 뭉쳐 버린다. 본 연구에서는 중심 입자의 농도, 환원제의 종류, 분산제의 농도 등을 조절함으로써 이러한 문제를 해결하여, 59 - 148 nm 직경의 실리카 중심 입자를 기반으로 119 - 207 nm 직경을 갖는 은 나노껍질 구조의 입자(AgNS)를 성공적으로 합성하였다. 합성된 AgNS는 모두 가시광선에서 근적외선 영역에까지 넓은 흡광 특성을 나타내었다. 입자 표면의 거칠기(roughness factor)를 정량적으로 정의하였을 때, 이 값은 표면 증강 라만 산란의 증강 인자(enhancement factor)와 양의 상관관계를 나타내었다. 이 결과를 통해 AgNS의 크기에 따른 표면증강 라만산란 활동도의 경향을 이해할 수 있고, 개별 연구의 목적에 적합한 AgNS의 크기를 선택하는 근거가 될 수 있다.

* (교신)저자: jeongdh@snu.ac.kr

볼록렌즈에서 나타나는 다양한 광학현상 이해

정상민* · 김중복

한국교원대학교 물리교육과, 충청북도 28173

렌즈와 거울에서 나타나는 광학 현상은 빛의 굴절과 반사를 이해하는데 중요한 요소이다. 초중등 교육과정에서 렌즈에서는 굴절 현상, 거울에서는 반사 현상으로만 한정하여 제시되어 있다. 그러나 매질의 경계에서는 굴절과 반사 현상이 모두 일어난다. 특히 볼록렌즈에서 나타나는 반사현상은 쉽게 관찰할 수 있음에도 불구하고 학교 현장에서는 설명하지 않는다. 또한 볼록렌즈를 얇은 렌즈로서 하나의 덩어리로 보는 경향이 있는데, 이는 볼록면(볼록렌즈의 앞면)과 오목면(볼록렌즈의 뒷면)에 의한 반사와 굴절로 설명해야 한다. 본 연구에서는 볼록렌즈에서 나타나는 반사와 굴절에 의한 상이 맺히는 과정을 설명하였다. 볼록렌즈에서의 굴절 현상과 반사 현상을 이해하는 것은 볼록면과 오목면, 실상과 허상, 실물체와 허물체에 대한 부호 규약을 한 번에 알아볼 수 있는 좋은 예시이다.

*대표(교신)저자: gtjism@hanmail.net

Desmos를 이용한 식 현상 교수-학습 자료 개발

조미선^{1*} • 김중복²

^{1*}한국교원대학교 통합과학교육과, 충청북도 청주시 흥덕구 강내면 태성탑연로 250

²한국교원대학교 물리교육과, 충청북도 청주시 흥덕구 강내면 태성탑연로 250

일식, 월식과 같은 식 현상은 예로부터 우리 조상들에게는 두려움을 일으키는 현상이었으며, 현대를 살고 있는 우리에게도 많은 흥미를 불러일으키는 자연현상이다. 특히 올해는 8월 21일(우리나라에서는 8월 22일 새벽 3:26분에 극대)에 오전 10시경 ~ 오후 3시경까지 미국을 관통하여 개기일식을 볼 수 있기에 그 관심이 더 높다. 하지만 식 현상에 대한 이해는 깊지 못한 것이 현실이다(유병수, 2005). 본 연구는 지구과학 교과에서 다루지는 식 현상과 물리 교과에서 배우게 되는 광선작도법의 내용을 통합하여 교수-학습 자료를 개발하였다. 자료는 방정식, 함수, 벡터 등 수학의 언어를 사용하여 그래프나 도형, 그림을 그릴 수 있는 Desmos 프로그램(<http://teacher.desmos.com>)을 사용하여 제작하였다. 이 교수-학습 자료를 통해 태양, 지구, 달의 위치 관계 및 멀리서 오는 빛의 경우 관측자에게 평행광선으로 도달하는 것, 지표에서 생활하고 있는 우리에게 지구가 편평하게 보이는 것 등을 설명할 수 있을 것이다.

*대표(교신)저자: bundggi@naver.com

나노 입자 브라운 운동의 이미지화를 통한 물질의 입자성 이해

조소현¹ · 이성균² · 정대홍^{2*}

¹경기고등학교, 서울특별시 06086

^{2*}서울대학교 화학교육과, 서울특별시 08826

물질의 입자적 성질은 화학 전반에 걸쳐 중요한 개념이다. 화학 교육과정의 대부분의 내용이 물질이 입자로 이루어져 있다는 사실을 기본으로 하여 구성되어 있다는 데에서 이를 확인할 수 있다. 하지만 화학교육에서 이에 대한 내용은 실제 입자가 아닌 그림이나 모형을 통해서만 설명되고 있다. 우리는 나노입자의 움직임의 가시화를 통해 물질의 입자성에 대한 학생들의 이해를 높이고자 한다. 이 실험에서 우리는 약 1 마이크로미터 크기의 우유 지방 입자와 나노미터 사이즈의 퀀텀닷 입자 등 눈에 보이지 않는 입자를 사용한다. 이 실험에서 사용한 퀀텀닷 입자가 흡수하는 파장영역은 약 450nm 이하이며, 방출하는 빛의 파장 영역은 약 600~650nm 이다. 이들 입자로부터 산란되는 산란 빛의 움직임과 방출광을 이용하여 입자의 움직임을 가시화할 수 있다. 우리는 렌즈와 레이저, 필터 등의 간단한 도구와 스마트폰의 동영상 기능을 이용하여 이들을 이미지화할 수 있다. 더 나아가 입자의 크기에 따른 움직임을 비교함으로써 질량과 입자의 속도에 대한 정성적 관계를 설명할 수 있을 것이다. 이 관찰 과정은 학생들의 물질의 입자적 성질에 대한 이해를 높이는 데에 크게 기여할 수 있을 것으로 보이며, 교육적으로 매우 의미 있는 과정이다.

* (교신)저자: jeongdh@snu.ac.kr

정전기 관련 새로운 실험의 제안

조현국¹ · 현동걸^{2*}

¹단국대학교, 천안 3116

²제주대학교, 제주 63294

전기와 자기 학습에서 정전기 현상들에 대한 이해는 동전기에 대한 개념들을 이해하는 데에 있어서 필수적이다. 이러한 까닭으로 동전기 학습에 앞서 정전기 학습이 행해진다. 마찰전기의 발생, 정전기력, 정전기 유도, 정전기 방전 등에 관련된 기본적인 개념은 전하의 대전에 대한 개념과 전하의 이동에 대한 개념이다. 이러한 개념들은 동전기의 전기회로에서 일어나는 현상들을 이해하거나 전자기 유도에 대한 개념을 이해하는데 큰 영향을 미친다. 물리교육적인 면에서 마찰 또는 접촉에 의한 대전 현상을 미시적인 관점에서 이론적으로 이해할 수 있는 배경 지식을 제공하는 것 또한 매우 필요하다. 이 연구에서 제안하는 실험 장치에서는 주변에서 구하기 쉬운 재료들을 사용할 뿐만 아니라 간단한 공작활동을 하게 함으로써 학생들의 사고력과 창의력을 신장시킬 수 있다. 특히 기존의 정전기 실험에서 관례적으로 사용해온 대전체가 아닌 페이퍼 타월과 나무 등을 대전체로 사용한다는 것 또한 이 연구에서 제안하는 실험 장치의 특징이라 할 수 있다.

*대표(교신)저자: hyundg@jejunu.ac.kr

고등학생의 연구윤리의식에 영향을 미치는 요인 연구
- 과학교사의 경험과 리더십을 중심으로 -

IKENO Kota^{1*} • LEE, Ji Won² • OCHI Takuya¹ • ISOZAKI Tetsuo³

¹히로시마대학 대학원, 히로시마

²한국교원대학교 물리교육과, 충청북도

³히로시마대학 대학원 교육학연구과, 히로시마

영재교육이 이루어지고 있으며, 과학영재학생을 대상으로 한 과학 고등학교가 존재한다. 또한 일본에서도 슈퍼 사이언스 하이 스쿨 (이하 SSH한다)가 전국에서 200 개 이상이 확산되고 있다. 이 과학고와 SSH는 'Research & Education'나 '과제 연구'등의 과학적 탐구 활동을 하고 있는 것이 하나의 특징으로 꼽힌다. Lee et al. (2017)은 한국의 과학 고등학교와 일본의 SSH 학생들을 대상으로 이 과학적 탐구 활동의 과정 속에서 연구 윤리를 위반한 경험이 있는지에 대해 조사를 실시하여 이들의 연구윤리 준수 실태를 보여주었다. 이 연구 결과는 한일 고교생이 연구윤리 준수 수준과 인식에 큰 차이가 있음을 보여주었다. 그러나 이러한 차이가 생기는 요인에 관해서는 밝혀지지 않았다. 본 연구는 과학 교사의 경험과 지도가 학생들의 연구윤리 준수 실태와 인식 수준에 영향을 미치는 요인 중 하나라는 가설을 설정하였다. 이 가설을 검증하기 위해, 한일 과학 교사를 대상으로 조사를 실시하여 한일 양국의 학생들의 연구 윤리에 대한 인식에 차이가 생기는 요인을 밝히는 것을 목적으로 한다.

*대표(교신)저자: m174775@hiroshima-u.ac.jp

**Compact apparatus for producing
Rubidium 87 ultra-cold atom cloud using Hybrid trap**

Kumar Sharma Ashish • Eun Kang Kim • Sun Young Seo • Jung Bog Kim*
Korea National University of Education, Chungbuk, Cheongju

We construct a compact experimental setup for producing ultra-cold rubidium 87 atom cloud in Hybrid trap (magnetic trap + optical trap). For producing the ultra-cold Rb atom cloud, we use double magneto optical trap chamber(MOT). First we trap atoms in 2D+ MOT then through push beam we trapped & cooled atoms in 3D MOT chamber. Atoms further cooled using compress MOT. After optical pumping stage into the 5S $F=2(m_F=2)$ ground state we will transfer atoms into magnetic trap using around 160 Gauss/Cm gradient magnetic field. We will follow 1st stage evaporative cooling using Rf field, and then we will transfer cold atoms into Hybrid trap, where we will again perform 2nd stage evaporative cooling by lowering the dipole laser beam power. Finally we will investigate the properties of our cold atom cloud like life time temperature number of atoms etc.

*대표(교신)저자: jbkim@knue.ac.kr

「4차 산업혁명 시대에 과학교육」

2017

한국현장과학교육학회
10주년 기념 정기학술대회

부록

Industry
4.0

부 록 목 차

기조강연

01 4차 산업혁명 시대의 교육	이광형(KAIST) 96
-------------------	---------------------

초청강연

02 빅데이터를 이용한 최신 교육 연구 소개	권가진(서울대) 100
03 4차 산업혁명과 현장과학교육	강성주(한국교원대) 106

심포지움 I

04 Digital Teaching Platform과 해외교육사례	송기상(한국교원대) 111
05 교육에서의 인공지능 및 빅데이터 활용과 전망	김혜정(중앙대) 115
06 AI 등의 기술 확산과 일자리 변화	황규희(한국직업능력개발원) 122

심포지움 II

07 4차 산업혁명과 메이커 교육	이지선(숙명여대) 148
08 학습분석을 활용한 과학교육	유선아(한국교원대) 162
09 4차 산업혁명과 과학교육: 필요 역량과 과학교육	장혜원(한국교원대) 167

심포지움 III

10 STEAM교육은 4차 산업혁명기의 교육혁명을 어떻게 선도할 것인가?	유미현(아주대) 174
11 4차 산업혁명 시대, 미래 사회에서 필요한 역량을 키우는 융합인재교육	이현중(보문고) 179
12 4차 산업혁명 시대를 향한 현장교육 나침반 - 초등 융합인재교육(STEAM)	손영학(산청초) 184

신진연구자

13 생명의 연속성의 통합적 이해를 위한 형식교육과 비형식교육의 연계방안 제안	안주현(중동고) 201
14 실행연구와 교실수업 개선 - 한 물리교사의 교실 평가 개선을 위한 실행연구	최현숙(진선여고) 203
15 초등 과학 실험 수업에서 관찰되는 의도하지 않은 학습의 유형과 발생 조건	박지선(서울대) 227
16 생물실험교육 동아리 활동과 예비교사 교육에의 활용	심현표(한국교육과정평가원) 233

워크숍 I	
17 드론, 시작부터 운용까지 (센서 드론)	공현철(한국항공우주연구원) 238
워크숍 II	
18 교육과정 분석을 통한 과학발명 프로그램 재구성	최용준(경기도과학교육원) 263
19 과학발명프로그램 적용 사례 논의	김미모아(호평초) 273
워크숍 III	
20 블루투스 스피커 만들기와 전파의 특성 탐구와 창의적 교수학습방법의 적용	정오남(경안고) 281
21 3D프린터를 활용한 STEAM교육사례	최경철(예봉중) 286
22 영재학교 및 과학고 학생을 위한 생물정보학 수업 - SNP을 이용한 미맹유전자의 확인	박미아(서울과학고) 299
워크숍 IV	
23 P에 담긴 화학 - 주기율표와 원소 기호를 활용한 다양한 활동소개	한소영(작전고), 천영숙(원미고) 306

4차산업혁명 시대의 교육

이 광 형
 문술미래전략대학원
 바이오및뇌공학과
 KAIST

khlee@kaist.ac.kr
 @khlee_khlee

<http://biosoft.kaist.ac.kr/~khlee>

1

KAIST

순서

1. 인공지능혁명
2. 제4차산업혁명
3. 미래교육

2

인공지능이란?

- 인간의 지능을 모방하는 것
- 지능: 계산 기억 학습 판단 추론 창의 감성
- 인공지능+뇌연구: 모방의 대상인 뇌를 연구



3

인공지능 제품

- 인공지능 퍼지세탁기
- 인공지능 퍼지에어컨, 냉장고
- 스마트폰(음성인식, 필기체 글씨, 지문인식)
- 자동차 번호판 인식(고속도로 톨게이트, 수배 차량감시, 주차장 요금, 등)
- 항공사진 분석(군사용, 무허가 신축 발견, 등)
- CCTV 휴전선, 자살방지
- 카메라(초점, 진동)
- 항공기 운항, 드론, 자율주행차
- 진단 의사, 로봇기자, 로봇어드바이저
- 작곡, 소설



4

우리 연구실 결과

- 퍼지칩, 퍼지컴퓨터
- 퍼지 엘리베이터
- 인공지능 신호등
- 제철소 냉연압연 인공지능(음료수 캔 철판)
- 인터넷 해킹방지
- 바이오정보 분석
- 벤처창업



5

인공지능의 미래

- 인공지능+뇌+인체+로봇+사물인터넷 결합
- 특이점: Ray Kurzweil, 기계가 인간을 능가하는 시점, 2045년 ?
- 구글 알파고(이세돌 2016, 커제 2017)
- IBM 왓슨 의사
- 길병원 왓슨: 2016년 11월부터 암진단



6



순서

1. 인공지능혁명
2. 제4차산업혁명
3. 미래교육

7

4차 산업혁명

기계 혁명	전기 혁명	정보 혁명	빅데이터 인공지능 사물인터넷
제 1차 산업혁명	제 2차 산업혁명	제 3차 산업혁명	제 4차 산업혁명
18세기	19~20세기 초	20세기 후반	2015년~
증기기관 기원의 기계화 혁명	전기 에너지 기원의 대량생산 혁명	컴퓨터와 인터넷기원의 지식정보 혁명	IOT/인공지능/사이버물리시스템(CPS) 기원의 맞춤형 제조 혁명
증기기관을 활용하여 영국의 섬유공업이 거대 산업화	공장에 전력이 보급되어 벨트 컨베이어를 사용한 대량생산보급	인터넷 스마트혁명으로 미국주도의 글로벌 IT기업 부상	사람, 사물, 공간을 초연결·초지능화하여 산업구조 사회 시스템 혁신

8

기존 생산방식



9

4차산업혁명 사례

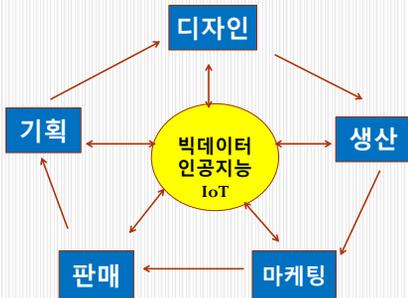


- 세계최대부호?
- 스페인 자라 창업자 오르테가
- 일본최대부호?
- 유니클로 창업자 야나이 다다시



10

4차 산업혁명=> 데이터 중심 재구성



11

Copyright 이광형

4차산업혁명의 특징

- 초연결
- 제조공정+데이터 융합
- **생산분야간 융합**
- 소비+제조 결합
- 제조에서 서비스로
- 플랫폼=빅데이터+인공지능+사물인터넷+클라우드

12

순서

1. 인공지능혁명
2. 제4차산업혁명
3. 미래교육

13

인재상-기준

- 회사는 어떤 사람을 원하는가?
- =>조직의 목표를 달성해 주는 사람

- 지식: 필요한 지식이 많은 사람
- 협동심: 인간 사이 협동
- 창의력: 창의적으로 업무 추진



14

인재상-미래



- 지식: 지식은 인공지능이 제공, 인간은 활용
- 협동심: 인간 사이 협동, 기계와 협동, 코딩
- 창의력: 기계와 차별화, 문제 정의, 질문

- 참고: 바둑 Pair game, 알파고A+구리9단 vs 알파고B+렌샤오8단 (2017.5.26)



15

미래교육: (1) 지식활용력

- 지식 암기는 불필요
- 지식의 원리 이해 필요
- 인터넷 지식을 활용하는 능력 함양



16

미래교육: (2) 협동심



- 팀 협동으로 프로젝트 과제 수행
- 실제로 만들어 보는 메이커 교육(코딩)
- 기계 활용(협동)하는 능력배양



17

미래교육: (3) 창의성



- 선생님은 문제를 제시하지 않음
- 질문을 통하여 문제를 정의 해결
- 질문하는 인간 양성
- 질문 칭찬



18

미래교육

- 지식 암기? (X)
- 스스로 창의적 생각하는 능력 개발 (0)
- 스스로 문제를 발굴 해결하는 능력 (0)
- 기계를 활용하는 능력 (0)



19

미존

- 미존(未存)수업: 존재하지 않는 것을 논의
- 질문하는 인간(Homo-Questioner)
- 거꾸로 TV 보기



20

요약

- 미래에 당당하게 사는 방법
- 지식활용력: 기계와 역할분담
- 협동력: 기계와 협동
- 창의력: 질문하여 문제를 정의

21

키워드

22

이광형



- KAIST 바이오및뇌공학과, 문술미래전략대학원 교수
- 연구분야: 바이오정보, 인공지능, 퍼지이론, 미래예측
- 개발품: 퍼지엘리베이터, 광양제철소 냉연압연공정제어, 광양제철소 철도제어시스템, SMD 마운터
- 연구실/졸업생 창업: 아이디스(CCTV), 넥슨(게임), 인젠(정보보안), 해커스랩(정보보안), 올라웍스(영상처리)
- 국회 특허허브국가추진위원회공동대표, 대통령소속 국가지식재산위원, 미래부 미래준비위원장, 기초연구추진위원장, 미래학회장
- 한국과학기술한림원회원, 한국공학한림원회원

23

교육 연구에서 빅데이터 이용하기 Making use of big data in educational research

서울대학교 융합과학부
권가진

Overview

- 빅데이터와 딥러닝이 만났을때...
 - 딥러닝, 머신러닝, 인공지능
- 교육 분야에서의 인공지능 연구
 - 대표적인 연구 사례
 - 인지컴퓨팅랩 연구 프로젝트

Overview

- 빅데이터와 딥러닝이 만났을때...
 - 딥러닝, 머신러닝, 인공지능
- 교육 분야에서의 빅데이터를 사용한 인공지능 연구
 - 대표적인 연구 사례
 - 인지컴퓨팅랩 연구 프로젝트



빅데이터 + 딥러닝 기술 = ?

Image understanding: Google DeepMind



Image understanding: Stanford DenseCap

bus parked on the street, a city street scene, front windshield of a bus, man walking on sidewalk, a silver car parked on the street, a city scene, a green traffic light, a building in the background, the bus has a number, a large building, a brick building, red brick building with windows, a blue sign with a white arrow, white lines on the road.

a plate of food, food on a plate, a blue cup on a table, a plate of food, a blue bowl with red sauce, a bowl of soup, a cup of coffee, a bowl of chocolate, a glass of water, a plate of food, a silver metal container, a small bowl of sauce, sausage with food on it, a slice of orange, a table with food on it, a slice of meat, yellow and white cheese.

Cognitive Computing
Rohit Khosla University, U.S.C.A.C.T.

Artistic styling

- Turner
- Van Gogh
- Munch
- Picasso
- Kandinsky

Cognitive Computing
Rohit Khosla University, U.S.C.A.C.T.

Speech recognition

- Baidu Research
 - https://www.youtube.com/watch?v=NagZkV_fBIM
 - <http://research.baidu.com/deep-voice-production-quality-text-speech-system-constructed-entirely-deep-neural-networks/>

Cognitive Computing
Rohit Khosla University, U.S.C.A.C.T.

Music composition

- Beatles style music
 - https://www.youtube.com/watch?v=LSHZ_b05W7o
- Bach Style
 - <https://www.youtube.com/watch?v=A2gvidoFsol>
 - @2min

Cognitive Computing
Rohit Khosla University, U.S.C.A.C.T.

빅데이터 + 딥러닝 기술 = ?

- 인공지능: 컴퓨터가 사람의 지능을 모사하는데 사용되는 모든 기술
- 머신러닝: 컴퓨터가 데이터를 분석해서 미래를 예측하는데 사용되는 통계적 기법
- 딥러닝: 컴퓨터가 많은 양의 데이터를 스스로 반복 학습하여 알고리즘을 생성하는 인공지능 기법

Image source: <https://blogs.nvidia.com/blog/2016/07/29/whats-different-artificial-intelligence-machine-learning-deep-learning-ai/>

Cognitive Computing
Rohit Khosla University, U.S.C.A.C.T.

최신 인공지능 기술을 교육 연구에 사용할 수 있을까?

Cognitive Computing
Rohit Khosla University, U.S.C.A.C.T.

Overview

- 빅데이터와 딥러닝이 만났을때...
 - 딥러닝, 머신러닝, 인공지능
- **교육 분야에서의 빅데이터를 사용한 인공지능 연구**
 - 대표적인 연구 사례
 - 인지컴퓨팅랩 연구 프로젝트



기존 교육분야 연구 데이터



대부분 숫자나 한개의 점수로 요약됨
 → Summative assessment in nature



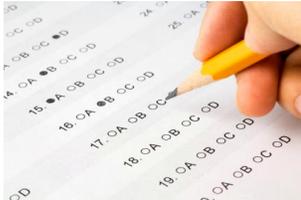
Formative assessment 에 필요한 서술적인 데이터는 수집과 분석에 시간이 많이 소요됨
 → Big data 확보가 어려움



교육 분야 데이터의 새로운 동향

Big data in education

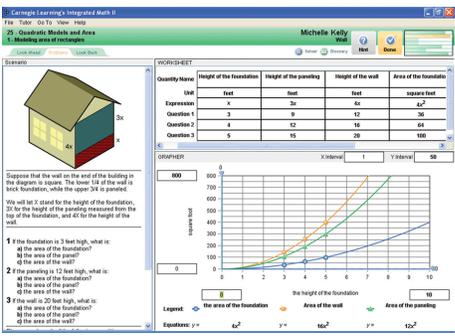
- 시험의 전산화로 대량의 데이터 확보
 → Still summative in nature, not big enough




교육 분야 데이터의 새로운 동향

Big data in education

- 시험의 전산화
 • Intelligent tutoring systems

Pane, J. et al. 2009. Effectiveness of Cognitive Tutor Algebra I at scale. Education evaluation and policy analysis. Vol 36, Issue 2, pp. 127 - 144




Explore Public Datasets Private Datasets External Tools

Welcome to DataShop, the world's largest repository of learning interaction data.



19

교육 분야 데이터의 새로운 동향 Big data in education

- 시험의 전산화
- Intelligent tutoring systems
- 교실에서의 스마트 기기 도입으로 보다 많은 양의 데이터 확보



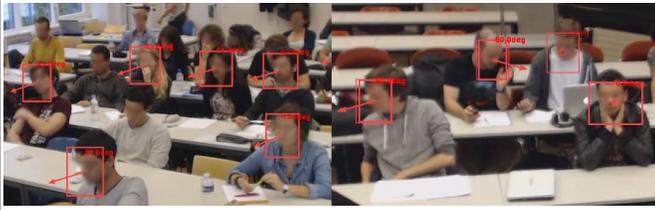
20



Arroyo, I. et al. 2009. Emotion Sensors Go To School.
In *Proc. AIED 2009*



21



Raca, et. al (2015). Translating head motion into attention – towards processing of student’s body language. In *Proc. EDM 2015*



22



Ahadi, et. al (2015). Exploring Machine Learning Methods to Automatically Identify Students in Need of Assistance. In *Proc International Computing Education Research (ICER '15)*



23

교육 분야 데이터의 새로운 동향 Big data in education

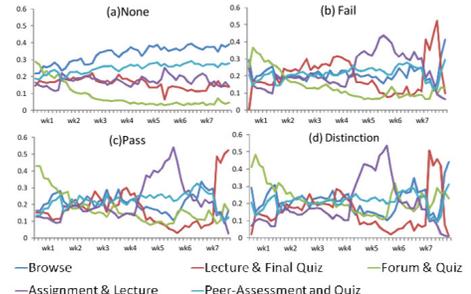
- 시험의 전산화
- Intelligent tutoring systems
- 교실에서의 스마트 기기 도입
- Massive Open Online Courses (MOOCs)





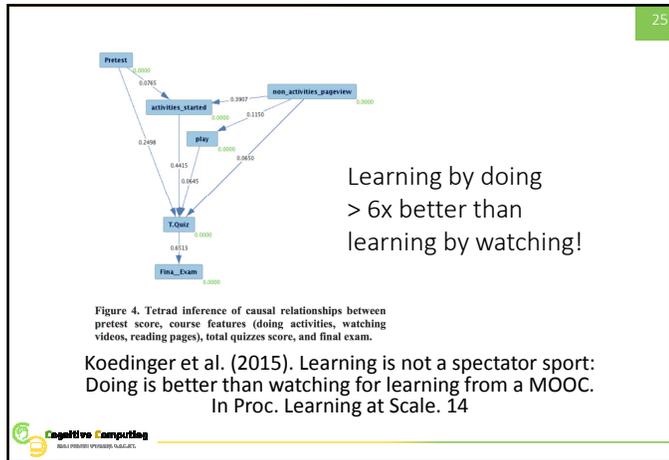


24



Wen & Rose (2014). Identifying latent study habits by mining learner behavior patterns in massive open online courses. *CIKM 14*





교육 분야 데이터의 새로운 동향

Big data in education

- 시험의 전산화
- Intelligent tutoring systems
- 교실에서의 스마트 기기 도입
- Massive Open Online Courses

최신 인공지능 기술을 교육 연구에 사용할 수 있을까?

- Machine learning API (Application programming interface): 여러 종류의 머신러닝을 구현해 놓은 운영체제와 응용프로그램 사이의 통신에 사용되는 언어
- 아마존, 마이크로소프트, 구글, IBM 등

Image, speech, emotion recognition APIs

Intelligent tutoring system (ITS)

Machine learning APIs

31

RECITE: REading Comprehension with Intelligent TEacher

Eye tracking/ Speech recognition API

디지털 매체의 편재화로 인해 악화되기 쉬운 청소년들의 심층 독해 능력을 개선하기 위하여 **인지 모델링**과 최신 **Machine learning API**를 사용한 독해력 개선을 위한 지능형 학습 시스템

Cognitive Computing
Baylor School of Education, K.S.C.E.T.

32

(a) (b) (c)

- 필요성: 디지털 매체를 통한 텍스트의 읽기 양상이 (F-Shape) 기존 종이 텍스트의 읽기 양상과(Z-Shape) 달라지며, 디지털 텍스트 사용시 종이 텍스트에 비해 독해 과정에서의 추상적인 고급 정보 처리 역량이 저하
- 목표: 학생들의 읽기 양상을 추적하고 양상에 따른 바람직한 학습법 제공

↓

Eye tracking/ Speech recognition API

Cognitive Computing
Baylor School of Education, K.S.C.E.T.

33

스지Q: 스마트폰 지킴이

Object recognition API

영유아의 바람직한 스마트폰 사용 습관형성을 위하여 증강현실기술과 최신 **Machine learning API**를 사용한 영유아용 규칙 학습 시스템

Cognitive Computing
Baylor School of Education, K.S.C.E.T.

34

칭찬모드 노력모드

- 필요성: 스마트폰을 많이 접한 영유아는 주의력 결핍, 과잉행동장애(ADHD)와 같은 증상뿐 아니라, 근육 운동 부족, 현응력 결핍, 치사회적 행동 결핍등 발달적 문제들 야기
- 목표: 부모의 강압적 지도 없이, 친숙한 사물의 감정표현을 통한 시각적 피드백 제공

↓

Object recognition API

Cognitive Computing
Baylor School of Education, K.S.C.E.T.

35

최신 인공지능 기술을 교육 연구에 사용할수 있을까?

Cognitive Computing
Baylor School of Education, K.S.C.E.T.

36

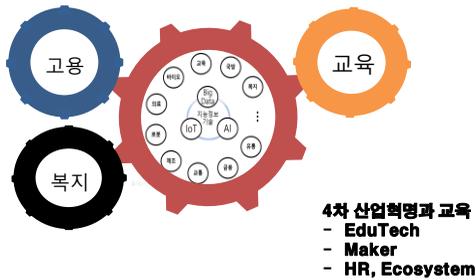
Cognitive Computing
Baylor School of Education, K.S.C.E.T.

Machine learning APIs

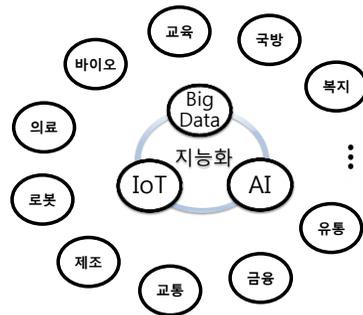
4차산업혁명과 현장과학교육



인공지능 조교



다양한 분야의 지능화



Siri



- 인식(음성)
- 검색
- 전달(음성)

Pepper



- 인식(음성)
- 판단
- 실행(IoT)
- 전달(음성)

A teaching assistant named Jill Watson



질문(학생)
AI 조교가 학습하여 답
도출 (AI 조교)
답변 (AI 조교)

T2K in Israel



학생 활동
AI 분석
AI 조교가 교사에
결과 제공
교사가 판단 후에 학생
에 피드백

Can AI fix education?

- In general, the idea is that people progress at a different rate. If you're ahead of what's being taught in the class, that's not good, you get bored. If you're behind, then they're using terms and concepts that create a general impression of "Hey, I'm not good at this." And science and math in particular — if they're talking about something you haven't had the explanation on, you just really give up in that area. And there is no way that you are brought back into it.

개별 맞춤형 교육

1 대 10 → 1 대 10,000

One size fits all → adaptive, personalized learning



지능정보사회의 교육정책(시안, 2016.12)



중점 추진전략

- 1. 유연화**
 - 능력, 흥미, 적성에 맞게 배우는 학사제도 구현
 - 학교 밖 교육자원을 활용한 학습기회 확대
 - 초·중등 온라인 강좌 개설
 - 대학 학사제도 유연화
- 2. 지능화**
 - 다양한 형태의 수업 혁신
 - 교사의 교육과정 편성, 운영 권한 확대
 - 학생의 성장을 지원하는 평가제도 조성
 - 미래형 대학입학전형 구성
 - 신입교원의 역량 강화
 - 대학의 수업 혁신
- 3. 개방화**
 - 최소 성취수준의 보장
 - 지능형 학습콘텐츠 구축
 - 교육콘텐츠 오픈마켓 조성
 - 초·중고 무선인터넷망 확충
 - 향년 미래학교 육성 프로젝트
- 4. 전문화**
 - 초·중고 및 대학 SW교육 활성화
 - 지능정보 핵심인재 양성을 위한 지원 확대
 - 지능정보기술 분야 연구역량 강화

지능정보사회의 교육정책(시안, 2016.12)

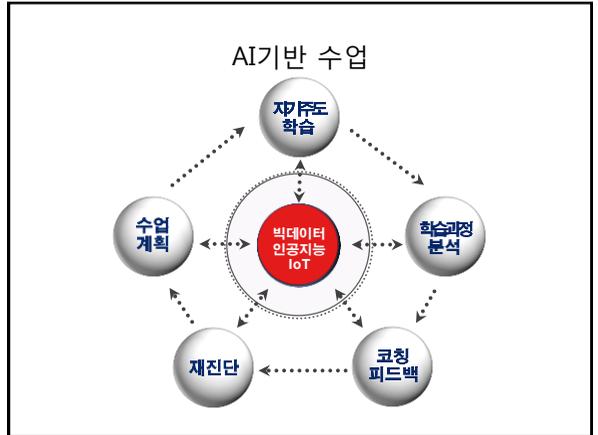
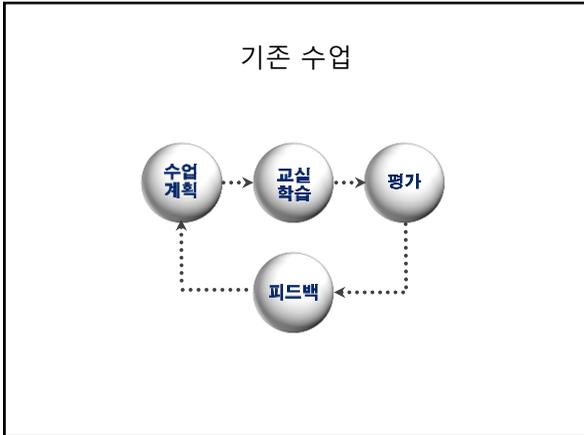
첫째 개인의 학습능력을 고려한 맞춤형 교육

□ (미래전망) 지능정보기술의 획기적 발전을 통해 학습효과를 극대화할 수 있는 학습 콘텐츠 개발 및 개인 맞춤형 교육체계 구축이 현실화

- * 교육 분야 선기술 도입 전망(Horizon Report, 2015)

1년 이내	2~3년 이내	4~5년 이내
<ul style="list-style-type: none"> Bring Your Own Device(BYOD) 학습분석과 적응형 학습 	<ul style="list-style-type: none"> 출판 및 가상현실 메이커스페이스 	<ul style="list-style-type: none"> 적응형 학습기술 사용인터넷(IOT)

- * 예) Google Expedition : 교실에 앉아서 우주, 허저, 피라미드 등 전 세계의 장소를 실제 현장에 간 것처럼 체험할 수 있는 가상현실 교육 프로그램
- 인공지능, 빅데이터 등을 활용한 에듀테크 산업의 발달로 기존 학급단위 집합식 교육에서 개인에 최적화된 맞춤형 교육으로 변화 예상
- * 예) 노리(Know-Real): 데이터분석, 혁신러닝 기술을 적용한 맞춤형 수리교육 플랫폼으로, 미국의 70개 학교, 2만 명의 학생에게 개인 맞춤형 코스 제공



메이커교육

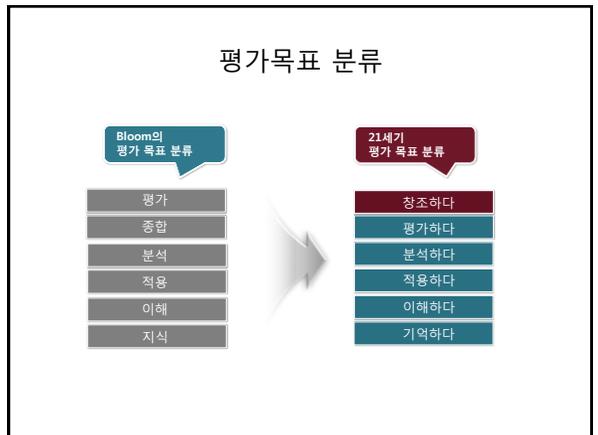
미국의 오바마 대통령, 초·중등 교육 현장에서 "프로젝트 중심 메이커 교육"의 강조

2016년 교육부, 과학교육종합계획에서 "프로젝트형 메이커 교육"의 확산 방안 발표

"미래세대의 꿈과 행복을 위한 과학교육 실현 위한 과학교육 종합계획 'We Do Science!'"

- **메이커 교육** : 아이들 행동과 연계하여 학생들이 과학에 흥미를 가지고 아이디어를 구현해 볼 수 있는 프로젝트 기반의 정년 참여·제작 교육 차원
- * 메이커 : 상상과 창의력을 바탕으로 기술·간접의 제품·서비스를 구현하고, 조립·제작하는 사람
- * Maker Education Initiative 사례 : 코네티컷의 Educate to Innovate, 일리노이의 디어 웨이브 활동과 연계, 학생의 수·과학 실력 향상을 목표로 추진 중인 중·고교 프로그램
- **관련분야 중심 프로젝트형 메이커 교육 및 확산 전략 Let's Make 프로그램 확산**

국내 초·중등 교육 현장에서 활용 가능한 메이커 교육 방안 마련의 필요성



화학분수에 ICT

❖ 아두이노 회로도

Korea National University of Education

화학분수에 ICT

❖ 아두이노 스케치

```

void loop() {
  float duration, distance;
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delay(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);

  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
  distance = ((float)(340 * duration) / 10000) / 2;

  Serial.print(distance);
  Serial.println("cm");
  delay(1000);
}
    
```

- 초음파센서를 이용해 구한 값을 거리(cm)로 바꾸어 주기

Korea National University of Education

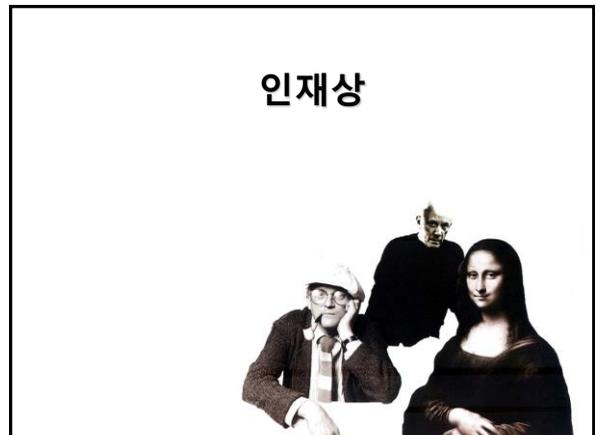
화학분수에 ICT

❖ 아두이노 스케치

```

if(distance<10)
{
  digitalWrite(red,LOW); digitalWrite(blue,HIGH); digitalWrite(valve,LOW);
} else{digitalWrite(red,HIGH); digitalWrite(valve,HIGH); digitalWrite(blue,LOW);
}
    
```

- If를 이용하여 거리가 초음파센서 거리 값이 10이하이면 파랑색 LED를 켜고, 밸브를 열기.
- If값이 10이하가 아니면 빨강색 LED켜고 밸브 닫기.



4차 산업혁명 HR

<h4>Fast Follower</h4> <ul style="list-style-type: none"> • 실행 역량 • 개발된 상품을 잘 만들 • 불패 • 빨리 빨리 • 성실한 사람 	<h4>First Mover</h4> <ul style="list-style-type: none"> • 개념설계 역량 • 새로운 물건을 만들 • 몇 번 실패해도 반드시 성공하는 도전과 필승 정신 • 창의적 암묵지와 협업 • 사회 안전망: '정직한 실패'는 재도전 기회 제공
---	---

First Mover형 학교 교육 필요

Fast Follower 정책 성공 신화에서 벗어남
실패가 패배가 아니고 경험의 축적
Fast Follower/First Mover 병행

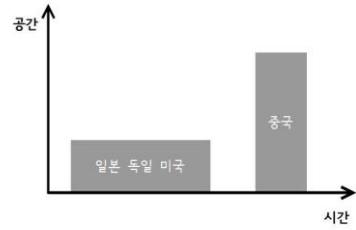
4차 산업혁명 HR

<h4>산업 현장</h4> <ul style="list-style-type: none"> • 중간 인재에서 최고 인재 (super-skill)에 대한 수요 증가 • 새로운 아이디어로 상품 개발 • 창의성과 협업 능력 	<h4>교육 현장</h4> <ul style="list-style-type: none"> • 강의전달식 교사에서 수업 분석과 개별 맞춤형 지도 가능한 전문성을 갖춘 교사 • 끼를 찾아 교육할 수 있는 교사 • 연구 능력을 갖춘 교사 • 창의성과 협업을 신장시킬 수 있는 교사 • 사회 구성원의 협조를 구할 수 있는 교사
---	---

4차 산업혁명 HR

- 지식 전달에서 지식
- 경쟁에서 협업으로
- 성공에서 가치 창조로
- 획일화된 표준형에서 개별 맞춤형으로

축적의 시간



4차 산업혁명 HR

Education for Every Individual



Education for All

교육 방법의 변화

교실/탐구 수업

- 맞춤형과 프로젝트
- 맞춤형: 교사/ AI
- 프로젝트: 교사/지역사회

전달식 강의

- MOOC
- 대형 강의

- 프로젝트 수업 확대
- 지역사회와 협업/참여 확대



감사합니다!!

강 성 주(한국교원대학교)

Digital Teaching Platform과 해외교육사례

송 기상
한국교원대학교

현장교육학회
2017년 8월 19일
한국교원대학교

발표 내용

- 교수-학습 과정과 컴퓨터 기술의 적용 방향
- 지능형 교수 시스템과 인공지능
- Digital Teaching Platform 소개
- DTP 활용 수업의 실제 및 효과
- 결론

교육에서의 ICT 활용의 두 방향

□ 학습 도구로서의 컴퓨터 기술

- 인터넷, 컴퓨터, 디지털 학습자료들을 교수-학습 목적에 활용

N-1 → Present Information Learn → Ask questions → Check answers → Give feedback → N

Hints Remedial corrections

□ 컴퓨터를 인간 튜터 처럼

- 지능형 교수 시스템 (Intelligent Tutoring System)
 - 컴퓨터 시스템
 - 즉시적, 맞춤형 교수, 학습자에게 필요한 피드백의 제시
 - 인간 교사의 개입을 필요로 하지 않음

지능형 교수 시스템(ITS)

도메인 지식 학습자 모델 교수 모델 A.I. 기반 시스템.

```

    graph TD
        ITS[Intelligent Tutoring System] --> Gen[Generate Problem]
        Cur[Curriculum] --> Gen
        Gen --> Pres[Present Problem]
        Pres --> Sol[Student Solution]
        Sol --> Comp[Compare Solutions]
        Comp --> Pres
        Comp --> PresF[Present Feedback]
        PresF --> Pres
        PresF --> Update[Update Student Skills Model]
        Update --> Cur
        Update --> ITS
    
```

학습자의 진도 이해 정도를 어떻게 알지?

□ Digital Teaching Platform (T2K)

교사는 수업 시작 전에 먼저 계획 시스템은 계획된 대로 학습자들에게 질문을 제시하고 학습자들의 성취도를 모니터링

DTS는 ITS가 아님

그러나 교사들로 하여금 수업 중에 보이는 학습자들의 성취에 관한 정보를 교사에게 제공한다

DTP의 형성 평가 결과의 제시 화면 (T2K)

Target: 90%

LMS Dashboard

Student Name	Task Completion	Success	P.	Students
Jones Elizabeth	2/24	100%	1	👤
Moore George	2/24	70%	2	👤
Jackson Steven	2/24	87%	3	👤
Thompson Ruth	2/23	81%	4	👤
Lee Anthony	2/4	—	5	👤
Gonzalez Sarah	2/24	82%	6	👤
Harris Jason	2/24	88%	7	👤
Thomas Mark	2/24	97%	8	👤
Johnson John	2/23	95%	9	👤
Taylor Karen	2/12	—	10	👤
Williams Michael	2/12	—		

DTP 와 전통적인 LMS의 차이

	The Digital Teaching Platform (DTP)	Typical CMS/LMS
Teaching	In the Classroom	Out of Classroom
Learning	Teacher-led, teacher empowered by digital devices	Computer-led
Assessment	Formative, Real-time	Mainly summative
Planning	Advance planning including lesson level	Basic planning (course level)
Content	Learning for understanding, High-order thinking skill	Basic concepts, drill and practice

실제 수업이 이루어지는 모습의 예

□ 교사의 강의



□ 학습자의 개별 문제 해결 과정



□ 교사의 개입

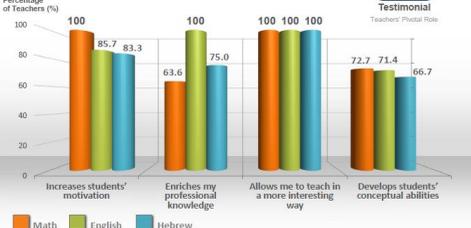


Time to Know Movie

DTP를 통한 교사의 교수 역량 강화의 효과

Teachers Recognize the Positive Impact of the Program (Ref. Weiss (2013))

4th-5th grade, all subject areas, Israel



Category	Math	English	Hebrew
Increase students' motivation	100	85.7	83.3
Enriches my professional knowledge	100	63.6	75.0
Allows me to teach in a more interesting way	100	100	100
Develops students' conceptual abilities	72.7	71.4	66.7

Testimonial: Teacher's Pivotal Role

학습자들의 자기 효용성 개선

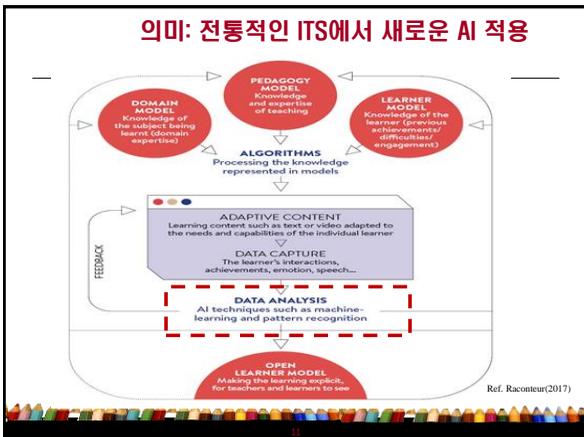
Increase in Students' Self-efficacy (Ref. Weiss (2013))

4th grade, Texas



Subject	Pre	Post
Math	79	96.2
English	46.2	88.7

Testimonial: Relevant & Engaging



2013년 IBM의 예측: 교실이 학습자를 배운다

Computer based Open-Ended Learning Environment (IBM, 2013)

□ 2013, IBM report 5-in-5 (IBM, 2013)



In five years, the classroom will learn you.

- Today, already 7 in 10 parents worry about their child's ability to succeed in a high school classroom.
- The classroom will create a learning path for individual students over the course of their education and help them master the skills critical to meeting their goals.
- This system will level the playing field by ensuring that students to succeed become less of a factor for success.
- A system fueled by sophisticated analytics over the course will help teachers identify students who are most at risk, predict their roadblocks and then suggest measures to help them overcome their challenges.

Know How Student Does In classroom

IBM

열린 교육 환경과 기존의 이러닝

□ 컴퓨터 기반 열린 교육환경(computer based open-ended learning environments (OELEs))

- 제한된 학습 경로의 가능성 vs. 무한대의 학습 경로의 가능성

Predefined by I.S.D.

E-learning and learning objects (Garris, et al.(2011))

새로운 인공지능 기술을 활용한 교육 체제의 가능성

새로운 인공지능의 대두와 교육적 변화 가능성

- AI 기반 채점의 자동화(특히 주관식 서술형 답지에 대하여)
- 학습자의 필요에 맞출 수 있음
- 가르치는 내용 중 어느 부분에 개선이 필요한 지 조언
- AI 튜터를 통한 지원 가능성
- AI 기반 프로그램이 필요한 피드백을 교수자와 학습자 모두에게 줄 수 있음
- 정보와의 상호작용 및 접근 방식의 변화 가능성
- 데이터에 의한 AI 기술이 학교로 하여금 어떻게 가르치고 학습자들을 도울 지를 조언함
- AI 기술이 학습자들의 배우는 곳, 누가 가르쳐야 할 지, 기본적인 능력을 어떻게 학습할 지를 변화시킬 수 있음

(ref. <http://www.onlineuniversities.com/blog/2012/10/10-ways-artificial-intelligence-can-reinvent-education/>)

AI 활용 컴퓨터 기반 열린 교육 환경

시 활용 컴퓨터 기반 열린 교육환경에의 적용 실험

□ **The Guardian** (<https://www.theguardian.com/media-network/media-network-bkg/2014/oct/20/teaching-children-programme-computing>)

Why every child should learn to code
Dan Crow

Will every job involve programming? No. But it is crucial we equip future generations to think about the world in a new way.

□ 컴퓨터 스크린 뒤에서 작업하는 학습자들을 어떻게 도울 것인가?

빅 데이터 및 학습 분석 기술의 활용

Ref. Hadoop (2017)

교사는 누가 도움이 필요한 지를 안다

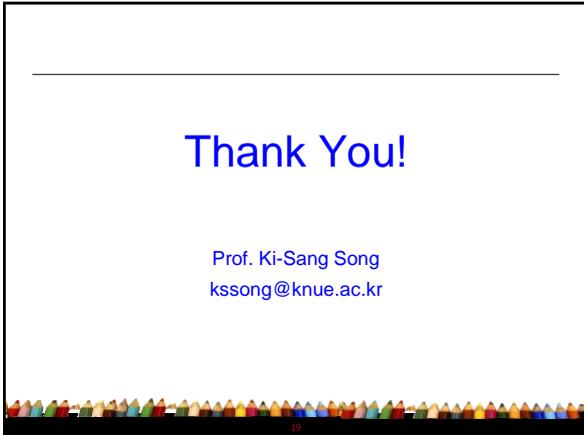
학습자들의 작업 내용이 순간 저장

결론

- DTP의 예에서 보듯이 인간교사는 컴퓨터 시스템의 지원으로 보다 효과적인 교수를 할 수 있다
- 학습 환경에서 새로운 기술을 적용하는 것은 인간 교사를 멋진 시스템이나 소프트웨어로 대체 할 필요가 없다
- 스마트 교육 환경 또는 미래 교실은 컴퓨터 기반 열린 학습 환경이 될 것이다
- AI 기반의 학생 진도 파악 시스템을 개발하여 교사의 교육 역량을 강화할 필요가 있다

References

- IBM (2013). *IBM Reveals Five Innovations That Will Change Our Lives within Five Years*. IBM Predicts – in Five Years Everything will Learn
- Weiss, D. (2013). *The Pedagogical Concept, Time To Know.*
- Ellias, T. (2011). *Learning Analytics: Definitions, Processes and Potential.* <https://pdfs.semanticscholar.org/732e/4526968563959096e515428e48949c5592a.pdf> (accessed June 27, 2017).
- Hadoop (2017). *Big data analytics.* <https://www.slideshare.net/cloudera/hadoop-world-2011-big-data-analytics-data-professionals-the-new-enterprise-rock-stars-martin-hall-karnasphere> (accessed June 27, 2017).
- Raconteur (2017). *Artificial intelligence is the next giant leap in education.* <https://www.raconteur.net/technology/artificial-intelligence-is-the-next-giant-leap-in-education> (accessed June 7, 2017).



2017년 8월 19일(토)

교육에서의 인공지능 및 빅데이터 활용과 전망

AI & Big data를 활용한 글로벌 교육, 우리는?

발표자: 김혜경 교수 (중앙대)
hyjeongkim@cau.ac.kr

1

AI in Education

2

“Given the changes in innovation that are underway with artificial intelligence and automation, we need to try everything we can to find which pathways work.”

*Emmett D. Carson, Chief executive of Silicon Valley Community Foundation
2017.6.6, New York Times*

3

인공지능 기술이 견인하는 4차 산업혁명

- 4차 산업혁명은 3차 산업혁명을 바탕으로 디지털, 바이오, 동계계를 융합하는 기술 혁명이다.
- 경제의 큰 가치를 만들어내는 주요 비즈니스 모델의 변화가 급격히 진행 중이다.

이미 우리가 누린 변화

- 모바일 인터넷, 웹툰, 유튜브, SNS, 빅데이터
- 컴퓨터와 빅데이터 활용의 고도화
- 물류수송산업, 공학계, P2P 플랫폼
- 신규시장에서의 중간중간 역할은 시대 환경에 따라 사라질 듯이
- 노동환경의 변화와 유연한 업무형태
- 기후변화, 자원부족과 그린경제로의 전환

2015~2017

- 새로운 에너지 공급과 기술
- 사물인터넷
- 고도화된 제조 및 3D 프린팅
- 코형사회
- 올리브 시정원에 대한 새로운 고도의 완성

2018~2020

- 고도화된 로봇과 자동화된 교통수단
- 인공지능을 활용한 산업
- 고도화된 바이오기술, 제조, 유전학 등

SOURCE: <http://www.brookings.edu/research/articles/2015/04/21-4th-industrial-revolution>
<http://www.frost.com/doc/2015/04/21-4th-industrial-revolution>
<http://www.pwc.com/au/en/issues-and-ideas/industry-4-0.html>
<http://www.scoop.intel.com/2015/04/21-4th-industrial-revolution/>

4

인공지능

인류가 만들어낸 500만권의 책 속에서 artificial intelligence 이라는 단어가 얼마나 나타나는지 연도별로 나타낸 그래프

SOURCE: Google Books Ngram Viewer. <https://books.google.com/ngrams>

5

인공지능은 생활속에 들어오고 있다.

- 5G가 우리의 질문에 반응하고, 일정을 정해 준다.
- 페이스북은 어떻게 알았는지 전전전 여자친구를 보여 준다.
- 컴퓨터가 주식을 거래한다. 초단타 매매에 0.001초 만에 주문을 넣고 낸다.
- 자동차를 평행주차 공간에 자동으로 주차한다.
- 하늘 위 교통정리는 이미 자동화 되어 있다.

사실상 모든 분야에서 인공지능의 고도화로부터 이익을 얻고 있음 (군인-제조, 의학 등)

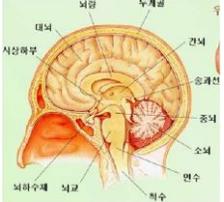
6

정보처리를 하는 사람의 뇌

- 인간의 뇌는 큰 노력을 들이지 않고 다음의 작업들을 함.
- 물체 인식, 언어 이해, 새로운 것 학습, 복잡한 작업 수행 등

복잡도 증가

- 대뇌피질-신피질
cortical cortex-neocortex 추상적 생각
- 대뇌 변연계
limbic system 행동, 감정
- 중뇌
cerebration 운동 신경, 식욕
- 뇌간
brain stem 심박수, 체온



SOURCE: Prateek Joshi(2017), Artificial Intelligence with Python

인공지능 시스템으로 할 수 있는 것들의 특징

- 인공지능을 연구하는 주요 목적은 세상의 많은 일을 자동화하는 것임

1. 엄청난 양의 데이터 인간은 방대한 데이터를 모두 처리할 수 없음
2. 여러 곳에서 발생하는 데이터
3. 데이터는 정리되지 않고 무질서한 형태로 존재
4. 이 데이터로부터 도출된 지식은 데이터 변화에 따라 계속 수정 보완해야 함
5. 데이터의 변화를 감지하고 적절한 행동을 취하는 과정은 신속 정확해야 함

↓ 인공지능

1. 클라우드 컴퓨팅의 등장으로 방대한 양 데이터 저장
2. 여러 곳에서 발생하는 데이터는 실시간으로 지인 없이 처리
3. 데이터에서 의미 있는 지식을 일괄 도출하기 위해 색인(index)을 만들어 체계적으로 정리
4. 적절한 학습 알고리즘을 이용해서 새로 들어온 데이터를 학습하고 파악한 사실을 지속적으로 개선
5. 상황에 따라 실시간으로 판단하고 대처

↑ 추론

지능

↑ 이해

지식

↑ 패턴 추출

인지

↑ 정보

경보

↑ 처리

데이터

SOURCE: Prateek Joshi(2017), Artificial Intelligence with Python

인공지능의 응용 분야: Computer vision

- 컴퓨터 비전 (computervision): 이미지나 비디오 등 시각적 데이터를 처리하는 시스템을 개발하고 연구하는 분야
- 특정한 활용 사례에서 문맥을 파악하고 의미 있는 사실을 도출함




SOURCE: https://azure.microsoft.com/ko-kr/services/cognitive-services/, https://images.google.com

인공지능의 응용 분야: 자연어 처리 (natural language processing)

- 텍스트를 이해하는 기술을 연구하는 분야. 이 기술을 통해 자연어 문장으로 기계와 대화 할 수 있음.
- 예: 시리, 팻봇 등



SOURCE: Microsoft Cognitive Services

인공지능의 응용 분야: 음성인식 (speech recognition)

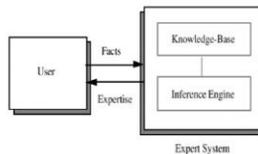
- 음성 언어를 듣고 이해하는 기술을 연구하는 분야
- 예: 아이폰의 Siri 같은 스마트폰용 개인비서시스템이 사용자의 말을 알아듣고 정보를 검색하거나 동작을 수행함




SOURCE: https://www.gizmodo.jp/

인공지능의 응용 분야: 전문가 시스템 (expert system)

- 조언을 하거나 의사결정을 하는 시스템에 관한 인공지능 기술 연구하는 분야
- AI의 역할은 시간내에 해결방안을 산출하는데 이상적인 해결방안을 도출하기 위한 알고리즘 제공
- knowledge base + inference engine으로 구성되어 있어 reasonable solution을 도출함
- 예: 금융, 의료, 마케팅 등 특수전문 분야의 지식이 축적된 DB를 활용해 중요한 사항에 대한 의사결정 지원





SOURCE: principles and programming (4e + e6)

인공지능의 응용 분야: 게임

- 인공지능이 광범위하게 활용되고 있음. 사람과 경쟁하는 지능형 에이전트를 설계할 때 많이 사용
- 예: 바둑프로그램 AlphaGo (neural network), Overwatch



13

인공지능의 응용 분야: 로봇틱스

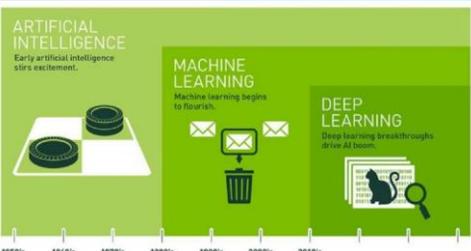
- 로봇시스템은 AI의 여러기술이 종합되어 사용되며, 로봇은 다양한 작업을 수행함. 작업의 성격과 환경에 적합한 센서와 액추에이터를 장착해 여러 일을 처리함. 가령 사물을 인식하고 주변의 온도나 열 움직임을 감지하며, 실시간으로 다양한 연산을 통해 실시간 처리함.



SOURCE: <https://www.tasteht.com/blog/google-deepmind-alpha-go-how-it-works/>

14

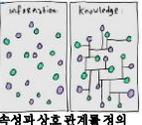
Artificial Intelligence, machine learning, deep learning



15

인공지능의 세부 분야

- Machine learning/pattern recognition:
 - 가장 인기 있는 분야로 데이터를 보고 학습할 수 있는 모델과 SW를 개발함.
 - 학습 모델을 이용하여 새로운 데이터에 대해 예측할 수 있음.
 - 일의 범위가 데이터에 제한됨. 데이터 집합이 작으면 학습모델의 능력이 떨어짐.
 - 새로운 데이터가 주어지면 기존에 파악한 패턴과 비교하는 방식으로 학습함.
 - 예: 얼굴 인식 시스템에 얼굴 이미지가 입력되었을 때 그 얼굴이 기존 사용자 DB에 있는지 확인하기 위해 눈, 코, 입술, 눈썹에 대한 패턴과 일치하는 이미지 여부를 검사함
- 탐사search:
 - 탐색 프로그램은 수많은 경우의 수를 검토한 후 최적의 경로를 선택함.
 - 체스, 내트워킹, 자원할당 등에 활용
- 지식 표현knowledge representation:
 - 주변 세상에 대한 사실은 시스템이 이해할 수 있는 형태로 표현되어야 함.
 - 이때 수리 논리 (mathematical logic) 언어를 주로 사용함.
 - 은플로저: 지식이나 사실을 효과적으로 표현하고 처리하는 분야로 기계의 속성과 상호 관계를 정의



SOURCE: <https://www.tasteht.com/blog/google-deepmind-alpha-go-how-it-works/>

16

Rule-based learning의 문제

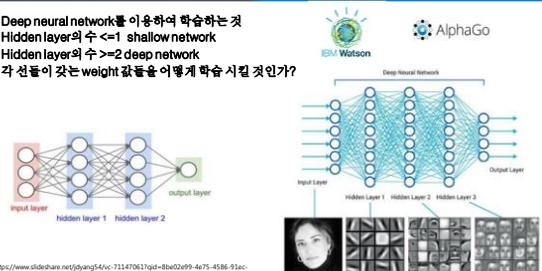


SOURCE: Prateek Joshi(2017), Artificial intelligence with python

17

Deep learning

- Deep neural network를 이용하여 학습하는 것
- Hidden layer의 수 <=1 shallow network
- Hidden layer의 수 >=2 deep network
- 각 선들이 갖는 weight 값들을 어떻게 학습시킬 것인가?



https://www.slideshare.net/jdyang54/vc-711470617q0-8b02a99-4a75-4586-91ac-714a4739501b-90-80-b01m_scar-5

18

Convolutional Neural network

- 이미지 인식에 널리 사용됨
- 일반적으로 convolution layer, pooling layer, fully-connected layer로 구성됨
- Parameter(weight) sharing
- Convolution과 pooling layer는 feature를 추출하고, fully-connected layer는 어떤 class에 속하는지 판단하는 역할을 수행

하위 layer에서는 선 곡선 색과 같은 feature들을 추출, 상위 layer로 갈수록 점점 추상화된 feature 생성

현재 유행중인 인공지능 방식의 문제

통계적 학습, Deep learning 등 현재 유행중인 인공지능 방식은

- 데이터가 많아야 하며, 적은 경우 활용 자체가 어려움 (예측, 추론이 제대로 되지 않음)
- 데이터가 많더라도 복잡한 문제를 다루는 데 한계

최근 다양한 새로운 방식들이 나타나고 있음

- Graph Neural networks, gated graph sequence neural network, interaction networks 등
- 최근에는 relational networks 방식의 등장으로 CNN(Convolutional Neural Network), LSTM, natural language 등을 동일한 공간 객체로 다루게 되고 이 요소들의 관계를 MLP 기만의 네트워크로 표현하여 학습할 수 있도록 관계를 추정함. 데이터 효율화 추구 복잡한 관계 파악이 인간보다 효율이 좋다는 것이 입증됨.

What size is the cylinder that is left of the brown metal thing that is left of the big sphere ?

그런데, 인공지능이 교육분야는?

- 최근 3년간 인공지능 키워드로 교육분야에서 발간된 연구물은 다음과 같음
 - 인공지능 시대의 가상현실과 교육 (2017, 정계원)
 - 인공지능 시대의 인간 지능과 학습 (2017, 최희욱)
 - 인공지능 시대, 전문가 시스템의 위기와 인문 소양 교육 (2016, 박승익)
 - 인공지능 시대의 예술과 예술교육의 미래 (2016, 안정민)
 - 청소년의 컴퓨터 오해수거 행동을 예측하기 위한 신경망 활용 (2013, 이재주)
 - 인공지능 (AI) 을 활용한 평생교육 e-learning 의 학습효과 비교 방안 연구 (2012, 조경진)
 - 전문가시스템을 활용한 가상현실 및 3차원 실감영상 기술 기반 차연제해 대비 학습콘텐츠 프로그램 개발 (2010)
- 교육분야에서 인공지능 연구와 활용은 뒤쳐져 있다. 왜 그런가?

인공지능 학습에 활용되다: Intelligent Tutoring System의 등장

- 1980년대 인공지능의 language processing, reasoning, planning, and cognitive modeling은 학습을 돕기 위해 활용되기 시작했다.
- ITS는
 - 문제해결하는 동안 학습자의 mental steps를 추적하여 학습하는 동안 오개념을 바로 잡아주고 이해정도를 측정
 - 학습자에게 timely guidance, 피드백, 설명을 제공하고
 - 생산적인(productive) 학습행동을 촉진하고(self-regulation, self-monitoring, and self-explanation)
 - 학습자에게 적절한 난이도의 학습활동과 콘텐츠를 처방한다 (Anderson, A. Jackson, 2000 ; Shute, 2008 ; Yip et al., 2006)
 - 1:1 튜터링의 장점을 모방하여 some of these systems outperform untrained tutors in specific topics and can approach the effectiveness of expert tutors (Woolhull, 2001)
- 예: Tabor , Carnegie Learning and Front Row.
- ITS의 효과: 다른 학습 방법에 비해 ITS의 효과는 메타분석에서 높은 성취값을 보임 (Hie et al., 2011)

Virtual Facilitators

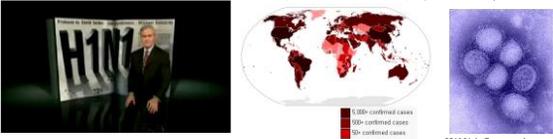
- 교육적 혹은 의학 환경에서 가상의 인간에 의한 안내를 하는 것은 발전 가능성 높은 분야임
- 생리, 행동 반응, 상호작용을 자연스럽게 함, 언어적 비언어적 커뮤니케이션을 사용함
- University of Southern California (USC) Institute for Creative Technologies는 실제 답 높은 가상 캐릭터나 실제 의사와의 상호작용을 위해 인공지능(자연어, 패턴인식 등), 3D gaming, 애니메이션을 적용함.
- SimCoach(2009)는 군인, 군인 가족을 위해서 심리적 건강정보(초기 치료나 지원방법 등)를 이용하게 함.

인공지능을 활용한 콘텐츠 전달방법

- 인공지능은 학습자에게 콘텐츠를 제공하기 위해 조직화하고 종합하는 것을 도울 수 있음
- 예: Dr. Scott R. Parfitt's Content Technologies, Inc. (CTI) : custom textbooks를 만들 수 있음.
 - Deep learning systems은 인간의 행동을 읽고, 쓰고 emulate할 수 있음
 - 교육자들이 수업 계획서를 올리면 CTI 엔진은 핵심 콘텐츠를 교과서를 만든다
- 이런 방식은 국내 이러닝 업체에서 시도되고 있다.

빅데이터 활용 사례

- 데이터가 어떻게 우리의 삶을 변화 시키는지 살펴볼. 2009년 H1N1 조류바이러스가 대유행을 함
WHO 에서 2009 년 H1N1 로 사망자 18,036 명 확인 (치사율 0.03%)



스페인독감 1918-1919 년 전세계적으로 대유행 독감
- 2500 만 -1 억까지 사망한 것으로 추정되고 있음 (총인구 16 억)
매년 계절독감으로 25 만 ~50 만이 사망하는 것으로 알려져 있음

Sources: 1) http://en.wikipedia.org/wiki/2009_H1N1_pandemic/H1N1_note-WHO_Influenza_173, 2) <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs211/en/>

빅데이터 활용 사례

- H1N1과 같은 독감의 대유행을 예측하기 위해 의사들을 통해 보고되는 정보보다 사용자들이 입력한 Google 키워드 검색 결과를 분석하면 감기 증세의 (특정지역별) 증가를 실시간으로 확인 가능



Google Flu Trends, since 2009
Centers for Disease Control and Prevention
Source: <http://www.cdc.gov/flu/weekly/>

빅데이터 활용 사례

- Google flu trends는 Nature지에 감기증세 관련 검색어 데이터를 분석하여 발표

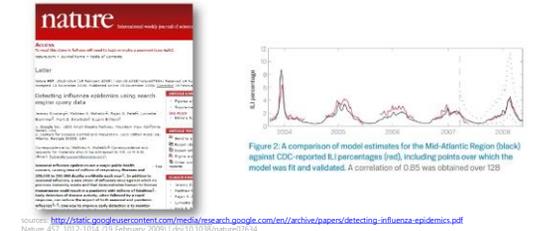


Figure 2: A comparison of model estimates for the Mid-Atlantic Region (black) against CDC-reported H1 percentages (red), including points over which the model was fit and validated. A correlation of 0.85 was obtained over 120.

Sources: <http://static.googleusercontent.com/media/nature.com/en/~/archive/papers/detecting-influenza-epidemics.pdf>
Nature 452, 452-454 (2010) | doi:10.1038/nature091634
<http://www.nature.com/nature/journal/v452/n7232/supplement/nature091634.html>

빅데이터 활용 사례

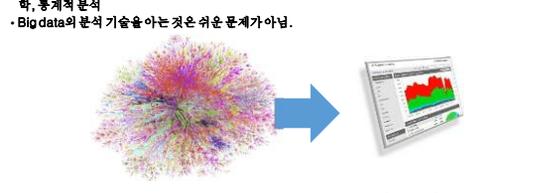
- 여러가지 이슈가 함께 제기되기도 했으나 Google flu trends는 빅데이터의 시대를 여는 신호탄으로 인식됨
- 기존의 독감감시도 매우 중요, 그런데 대부분의 보건 기구는 특정 국가나 지역을 중심으로 일주일에만 한 번 예상 수치 업데이트
- Google flu trends는 여러 국가에서의 데이터를 제공하며 매일 업데이트하므로 기존의 시스템을 보완
- 데이터를 공개하고 있음
- 공공보건 분야의 큰 변화를 당시 불러일으킴



Source: <http://www.google.com/flutrends/>

빅데이터 분석

- 실제 Big data 분석에 대해 아는 이는 극소수임
- Clustering, parameter estimation, neural networks, bayesian networks, genetic algorithms... 등 수학, 통계적 분석
- Big data의 분석 기술을 아는 것은 쉬운 문제가 아님.



Big data → Analytics

교육적 빅데이터 활용: Learning analytics

- 학습 애널리틱스
- 학생들이 만들어내는 다양한 데이터를 분석 및 해석하여 학습향상을 평가하고 미래의 학습수행을 예측하며, 이슈를 확인할 수 있는 분석도구를 의미함 Horizon 2012
- Analytics = 자료에 대한 체계적이며 진상적 분석 및 통계 Oxford dictionary



STUDENT RESULTS → STUDENT ANALYTICS → TEACHERS, DEPARTMENT, SCHOOL MANAGEMENT

교육적 빅데이터 활용: Learning analytics

- 학습 에널리틱스
- 학생들이 만들어내는 다양한 데이터를 분석 및 해석하여 학습향상을 평가하고 미래의 학습수행능을 예측하며, 이슈를 확인할 수 있는 분석도구들의 미합 Horizon 2012
- Analytics = 자료에 대한 체계적이며 진상적 분석 및 통계 Oxford dictionary

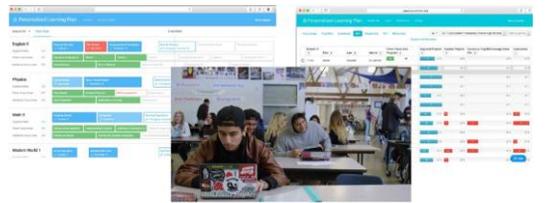


- 교사의 관리부담 경감
- 교사가 보다 교수학습에 집중하게 지원
- 학습자와 교사를 지원하기 위한 Siemens & Baker 2010
- 개별화 학습 과정 및 콘텐츠 지원
- 지속적으로 수집된 자료를 바탕으로 학생의 성취, 동기, 자신감 등을 증대시킴
- 교사의 시간과 노력을 보다 효과적으로 쓰게 지원
- 교공직의 학습 설계 및 교육과정 개발과정의 향상
- 학교 탈락비율을 낮출 수 있는 조기 위험군의 학생 정보 알림

https://www.dashboards.com/dashboard-examples/ Siemens & Baker (2012) Learning Analytics and Educational Data Mining: Towards Communication and Collaboration, Learning, Analytics, and Knowledge, 2012. 37

교육적 빅데이터 활용: Learning management system for personalized learning

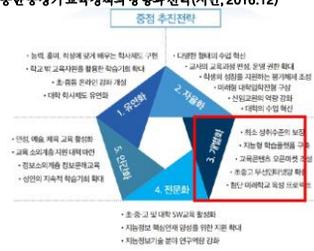
- 최근 미국에서는 personalized learning을 시행 확산하고 있으며, 이를 위해서는 고도화된 LMS가 필요함
- 개별 학생 및 전체 학생의 진도를 시각화, performance data 시각화. 이를 통해 학생들 개별 피드백 등을 제공



https://www.edinnovationlab.com/explore-submit/learning-at-summit/personalized-learning-time 38

교육부: 지능정보사회를 선도하는 창의융합 인재양성

- 지능정보사회에 대응한 중장기 교육정책의 방향과 전략(시안, 2016.12)



- 1. 질의 향상을 위한 교육 정책의 방향
 - 교육의 질을 높이기 위한 정책
 - 교육의 질을 높이기 위한 정책
 - 교육의 질을 높이기 위한 정책
- 2. 다양성 확보를 위한 교육 정책의 방향
 - 다양한 형태의 교육 혁신
 - 다양한 형태의 교육 혁신
 - 다양한 형태의 교육 혁신
- 3. 창의성 함양을 위한 교육 정책의 방향
 - 창의성 함양을 위한 교육 정책
 - 창의성 함양을 위한 교육 정책
 - 창의성 함양을 위한 교육 정책
- 4. 혁신성 강화를 위한 교육 정책의 방향
 - 혁신성 강화를 위한 교육 정책
 - 혁신성 강화를 위한 교육 정책
 - 혁신성 강화를 위한 교육 정책

39

교육부: 지능정보사회를 선도하는 창의융합 인재양성

- 지능정보사회에 대응한 중장기 교육정책의 방향과 전략(시안, 2016.12)

차별	개인의 학습능력을 고려한 맞춤형 교육
1. 개인 맞춤형 학습	• 학생의 학습능력을 고려한 맞춤형 교육
2. 개인 맞춤형 학습	• 학생의 학습능력을 고려한 맞춤형 교육
3. 개인 맞춤형 학습	• 학생의 학습능력을 고려한 맞춤형 교육
4. 개인 맞춤형 학습	• 학생의 학습능력을 고려한 맞춤형 교육

40

감사합니다

41

AI 등의 기술혁신과 일자리 변화

황규희 (한국직업능력개발원 선임연구위원, 기술정책박사)

0. 논의에 앞서

1. 개요

본 발표는 AI 등 급속한 기술변화가 일자리 변화를 초래하고 있다는 문제의식에서 출발하여, 이에 대한 대응방안을 논의하고자 한다. 먼저 그간의 일자리 변화논의를 우선적으로 검토한다. 이후, 저자의 근래 연구사항에 기반하여 AI 분야 기술변화와 이에 대한 대응방안을 논의한다. (분석사항은, 기술변화 관련 미국 특허분석, 숙련변화는 미국 직업정보 분석, 정책대응관련 하여서는 전문가 AHP 조사 등을 수행하였다.) 특히 인력양성 측면을 중심으로 기술변화 대응 생존능력 배양, 기술변화 대응 기술활용능력 배양, 고등교육: 전문인력 양성, 고급 과학기술인재양성, 평생교육 등의 사항을 논의한다.

2. 변화 흐름

미래 유망 기술 (맥킨지, 2013): 모바일 인터넷, 지식노동의 자동화, IoT, 클라우드, 로봇, 무인차, 차세대 유전체학, 에너지 저장, 3D, 첨담 재료, 석유가스 탐사, 신재생에너지

전문직의 미래: 법률가, 의사, 통번역

기업의 변화: 소수 관리자, 아웃소싱 확대 -> 1인 기업,
새로운 영역 -> 틈새시장의 확대

컴퓨터와 인간의 관계: 대체 vs. 보완

3. 도전적 미래

○ 노동의 미래에 대한 기대

- 과거의 기대: 하루 8시간 1주일 36시간 노동, 직장(공장) 내 위생 상태와 근무 보장 조건의 개선, 아동노동의 금지
- 현재의 기대: 시원한 바닷가에 편안히 앉아 노트북을 무릎에 놓고 일하는 창의적인 지식노동자, 혹은 컴퓨터 애플리케이션을 이용하여 다음 주 원하는 작업스케줄을 계획하는 생산직 노동자

cf. 깃 경제(Gig Economy: 산업현장에서 필요에 따라 사람을 구해 임시로 계약을 맺고 일을 맡기는 형태의 경제방식)와 과업중심의 고용 증가

○ 현실

- 기계에 의한 대체를 우려: 불안정, 불안
- 평생 구직, 기술 대응성 제고

○ 과제 : 미래는 주어지지 않는다, 기획 대응 창출

I. 일자리 변화 논의 검토

1. 루틴한 업무에서의 대체가능성

< 1> 직무의 네 범주와 전망

		루틴한 직무들	루틴하지 않은 직무들
analytic & interactive tasks (, 상호적 직무) → 본문 중 cognitive (인지적)로 표현됨	예시	기록 관리 계산 반복적 고객 서비스(은행 수납원)	가설의 수립과 검증 의학적 진단 법무 서류 작성 설득하기 직원 및 고객 관리
	전산화 영향	명백한 대체	강한 보완성
manual tasks (기능적 직무)	예시	선별과 정렬 반복적 조립 작업	경비 서비스 트럭 운전
	전산화 영향	명백한 대체	제한적으로 대체 혹은 보완

: Autor et al.(2003: 1,286).

2. 비반복적(non-routine) 업무에서의 대체 가능성

○ Frey and Osborne(2013)

- 비정형적(non-routine) 직업에서 전산화에 의한 대체 가능성
- 분석은 미국 O*NET의 702개 직업에 대해 전산화 확률을 부여하는 방법으로 이루어졌다. 702개의 직업을 ‘손재주’, ‘예술적인 능력’, ‘교섭력’, ‘설득력’ 등 9개의 성질로 나누고, 향후 10년 안에 사라질 것인지 아닌지를 예상하여 그 예상되는 확률의 순서대로 늘어놓음)

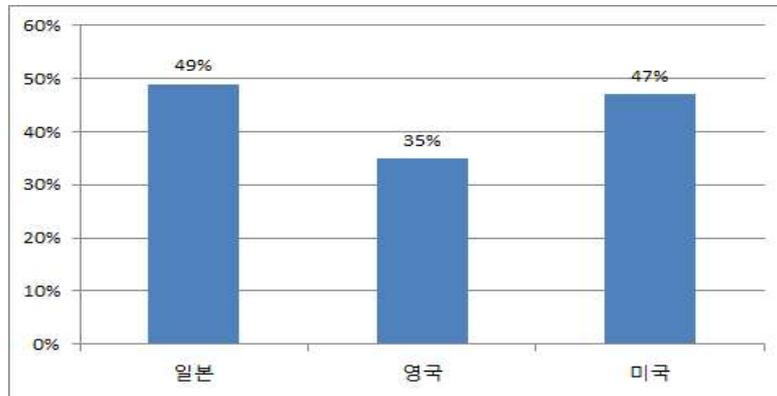
< 2> 10~20년 후 남는 직업과 사라지는 직업 톱 25

10~20 후까지 남는 직업 톱 25		10~20년 후에 사라지는 직업 톱 25
치료사	1	전화 판매원(텔레마케터)
정비·설치·수리 일선 감독자	2	부동산 등기의 심사·조사원
위기관리 책임자	3	손바느질의 재단사
정신 건강 약물 관련 사회 복지사	4	컴퓨터를 사용한 데이터의 수집·가공 분석자
청각 훈련사	5	보험업자
작업 치료사	6	시계 수리공
치과 교정사·의치 기공사	7	화물 취급인
의료 사회 복지사	8	세무 신고 대행자
구강외과 의사	9	필름 사진 현상 기술자
소방 방재의 제일선 감독자	10	은행 신규 계좌 개설 담당자
영양사	11	사서 보조원
숙박 시설의 지배인	12	데이터 입력 작업원
안무가	13	시계 조립·조정 공학자
영업 엔지니어	14	보험 청구 및 보험 계약 대행자
내과·외과 의사	15	증권 회사의 일반 사무원
교육 코디네이터	16	수주계 직원
심리학자	17	(주택·교육·자동차·대출 등) 대출 담당자
경찰 형사의 제일선 감독자	18	자동차 보험 감정인
치과 의사	19	스포츠의 심판
초등학교 교사(특수 교육 제외)	20	은행 창구계 직원
의학자(역학자 제외)	21	금속·목재·고무의 예칭 판화 업체 직원
초·중등학교의 교육 관리자	22	포장 기계, 기계 필링 운영자
다리(발) 관련 의사	23	구매 담당자(구매 도우미)
임상 심리사, 상담, 학교 카운슬러	24	화물 배송 수신계 직원
정신 건강 상담사	25	금속·플라스틱 가공용 밀링·플래너의 오퍼레이터

○ Frey and Osborne 분석 방식 적용

- 영국은 미국보다 자동화 가능성이 높은 부분의 비율이 다소 작은 가운데, 전반적으로 미국보다는 자동화가 지체될 것
- 일본 노동 인구의 약 49%가 종사하는 직업이 로봇이나 인공 지능으로 대체될 수 있다

< 1> 인공 지능과 로봇 등에 의해 대체 가능성이 높은 노동 인구 비율
(일본, 영국, 미국의 비교)



출처: http://www.zdnet.co.kr/news/news_view.asp?article_id=20151204075604(2016. 07. 28. 접속).

3. 세계경제 포럼 2016

- 부문별 100대 기업에 대해 주요국 50대 기업을 추가하여 총 2,450개 기업을 조사 대상으로 한 설문 조사¹⁾ 결과와 이에 기반을 둔 고용 전망. 설문 조사 결과를 각국별 통계(중국 제외)에 접목하여 전 지구적 총고용의 변화를 추정한 결과, 2015 ~ 2020년까지의 기간 동안 710만 개의 일자리가 소멸되고 200만 개의 신규 일자리가 생기는 것으로 나타나 510만 개의 순고용 감소가 예측되고 있음.²⁾ 여기에서 소멸되는 일자리의 2/3는 사무·행정 직업, 나머지는 제조·생산직으로 제시됨.

< 3> 2015 ~ 2020년 직업별 순 고용 증감 현황

(: 천 명)

고용 감소		순 고용 증가	
· 행정 (office and administrative)	-4,759	사업·채무(business and financial operations)	492
제조·생산 (manufacturing and production)	-1,609	경영(management)	416
건설·채굴 (construction and extraction)	-497	컴퓨터·수학(computer and mathematical)	405
예술·디자인·오락·스포츠·미디어(arts, design, entertainment, sports and media)	-151	건축·엔지니어링(architecture and engineering)	339
법률(legal)	-109	영업 관련 (sales and related)	303
시설·정비 (installation and maintenance)	-40	교육·훈련 (education and training)	66

자료: World Economic Forum(2016), p. 15.

- 대부분의 직업에서 복잡한 문제 해결 숙련이 핵심으로(36%) 요구되며, 사

1) 유효 응답은 371개 기업의 1,346개 조사지 회수에 근거한다. 주요 13개국(Australia, Brazil, China, France, Germany, India, Italy, Japan, Mexico, South Africa, Turkey, United Kingdom, United States)과 2개의 지역 그룹 ASEAN(Indonesia, Malaysia, Singapore, Thailand로 대표됨), GCC(Kuwait, Qatar, Saudi Arabia, United Arab Emirates로 대표됨)의 주요 부문(Financial Services & Investors; Information and Communication Technology; Energy; Basic and Infrastructure; Mobility; Consumer; Healthcare; Media, Entertainment and Information; and Professional Services)을 대상으로 하였다. 국가당 30개 미만의 조사가 이루어진 국가는 포함시키지 않았는데, 이에 해당된 나라가 Argentina, Colombia, Russian Federation, Republic of Korea, Egypt, Nigeria 등이다. 전체 조사는 공식 부문(formal economy)의 임금 근로자에 한정되었는데, 371개 조사 기업의 25%가 종업원 5만 명 이상, 40%는 종업원 5천 ~ 5만 명, 나머지 기업은 종업원 5백 ~ 5천 명으로, 대규모 회사란 특징을 가진다(World Economic Forum, 2016: 49-55).

2) 한편, 농업 부문과 개인 돌봄(care) 서비스 등은 저개발국 중심 및 관련 다국적 기업의 부재 등으로 조사 결과에서 나타나는 못하였으나, 인구 구성 변화와 같은 사회적 요인으로 인해 수요 증가가 기대된다.

회(social) 숙련(19%), 과정 숙련(18%), 인지 능력(15%) 등도 증가할 것으로 전망하고 있다.(World Economic Forum, 2016: 21-23)

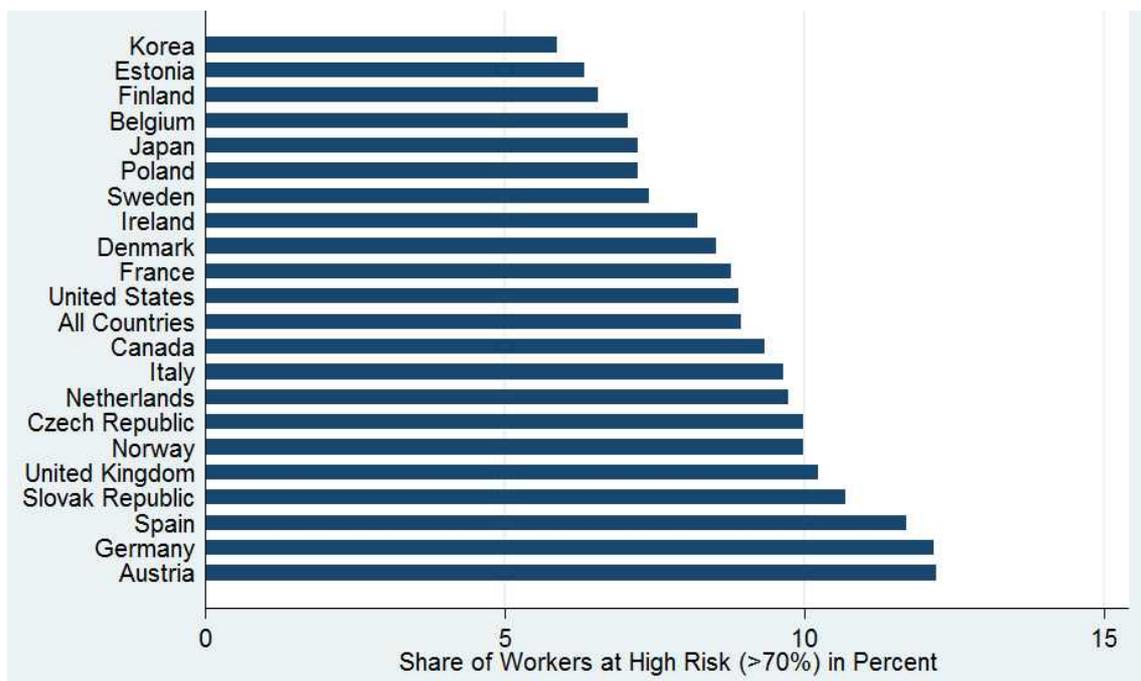
- 이러한 미래 숙련을 지속적으로 전망하는 것이 개인, 노동조합, 기업, 정부 모두에게 중요하다고 여긴다. 기업은 정부와 긴밀히 협력하여 미래 숙련, 고용에 대해 분명한 전망을 발전시켜야 하고, 정부는 교육 시스템을 재고해야 할 것을 권고하고 있다(World Economic Forum, 2016: 25-26).

- 앞으로 65%의 초등 아이들은 현재 존재하지 않는 직업에 종사할 것이나, 현재의 다수 학교 시스템은 이에 대응하지 못하며 20세기의 실행 관행을 교육시키고 있을 뿐이라고 여기고 있다. 또한 기업과 정부가 동시에 평생학습을 강화하고 기존의 노동력 전체에 대한 생애 동안의 재훈련을 보장할 것을 권고하고 있다(World Economic Forum, 2016: 32).

4. Arntz, Gregory, Zierahn (2016), OECD

- 컴퓨터에 의한 대체가 직업(occupation)이 아닌 직무(task) 단위에서 발생하므로 직무를 중심으로 기술 변화의 영향을 추정해야 한다고 봄
- OECD 21개 국가들을 대상으로 분석한 결과는 Frey and Osborne(2013) 연구와 달리 전체 평균으로 9%의 직업만이 자동화될 것으로 전망
- 특히, 자동화에 따라 대체될 가능성이 큰 인력 비율이 낮은 국가로 한국이 부각되는 가운데 직업 수준의 대체는 6%에 불과할 것으로 전망.
 - 타국 대비, 동일 학력수준에서 자동화 가능 직무 수가 적음
 - 고학력 직무 일수록 직무 자동화가 어려운데, 한국은 타국 대비 고학력

< 2> 자동화에 따라 대체될 가능성이 큰 인력 비율 전망



자료: Arntz, Gregory, Zierahn (2016), p16

5. 숙련변화

○ 미국의 O*NET 정보 활용

- 미국 직업사전의 온라인 정보인 O*NET(Occupational Information Network, <https://www.onetonline.org/>)은, 직업별 작업(task)을 성공적으로 수행하기 위한 근로자가 갖추어야 할 요건을 제공하고 있음.
- 분석하는 숙련지표는 복잡한 문제해결(Complex problem solving), 말하기(Speaking) 등과 같은 세부 35개 지표로 구성되어 있음. 세부 지표별로 각각 필요숙련 수준(7점 척도)과, 중요도(5점 척도)에 대한 정보가 제시되어 있는데, 점수가 높을수록 수준 및 중요도가 높음.
- O*NET의 상세정보들은 주기적인 업데이트를 통하여 노동시장의 변화를 반영하고 있는데, 이러한 성질을 이용하여 미국에서 뿐 만 아니라 각국의 인적자원 정책 및 노동시장 정책 연구에서 많이 활용
- ※ 한국에서도 한국직업사전 및 워크넷(<http://www.work.go.kr>)이 미국직업사전 및 O*NET과 유사한 정보임. 그러나, 분석에 필요한 상세사항 및 주기적 갱신사항의 한계로, 미국직업정보를 이용.

○ O*NET의 2002년과 2016년의 비교

- 2002년과 2016년에 공통적인 682개 직종에서 35개 숙련 지표의 중요도 비교
- 10여 년간 전반적인 숙련의 중요도 상승. 전체 평균이 2002년 2.32에서 2016년에는 2.59로.
- 2002년에 비해 2016년에 가장 중요도가 증가한 숙련은 설득하기(persuasion), 협상하기(negotiation), 사회적 인지(social perceptiveness), 인사 자원 관리(management of human resources) 등으로 협력과 상호 작용을 효과적으로 촉진하는 역량. 반면, 가장 중요도가 감소한 숙련은 장치 선택(equipment selection), 설치하기(installation), 작동과 조절하기(operation and control) 등으로 기계를 다루고 설치하며 조절하는 역량
- 인지숙련, 사회숙련, 기능숙련(육체적 숙련)의 세 가지 범주(Howell & Wolff, 1991)로 분류하면, 인지/사회숙련 증가, 기능숙련 감소

< 3> 2002년과 2016년 숙련 중요도(importance) 증감



자료: 황규희, 이상호, 장혜원 (2016), 지능정보기술 확산과 숙련수요의 변화, pp.65.

II. AI 분야 기술변화

1. 지능정보기술

지능정보기술에 대한 정의

- 지능정보기술은 인간의 고차원적 정보처리를 ICT를 통해 구현하는 기술로 인공지능으로 구현되는 “지능” 과 데이터·네트워크 기술(ICBM)에 기반한 “정보”가 결합된 형태로 정의 (출처: 관계부처 합동, 제4차 산업혁명에 대응한 지능정보사회 중장기 종합대책('16.12))

<ul style="list-style-type: none"> - 인공지능 기술 : 인간의 인지능력(언어·음성·시각·감성 등)과 학습, 추론 등 지능을 구현하는 기술로 인공지능 SW/HW, 기초기술(뇌과학·산업수학 등)을 포괄 <ul style="list-style-type: none"> · 현재는 특정 영역에서 인간의 인지능력 일부를 모사하는 약한 인공지능(Weak A.I.)을 의미하며 인간의 모든 지적 업무를 창조적으로 학습·수행하는 강한 인공지능(Strong A.I.)으로 발전 예상 - 데이터·네트워크 기술 : 인공지능기술의 빠른 성능 향상과 보급·확산을 위한 핵심 기반으로 데이터를 생성·수집·전달·저장·분석하는데 필수적인 ICT 기술 <ul style="list-style-type: none"> · 모든 사물에서 데이터가 끊임없이 생성되고 네트워크를 통해 실시간으로 전달(IoT, Mobile)되며 수집된 데이터를 효율적으로 저장하고 그 의미를 분석(Cloud, Big Data)

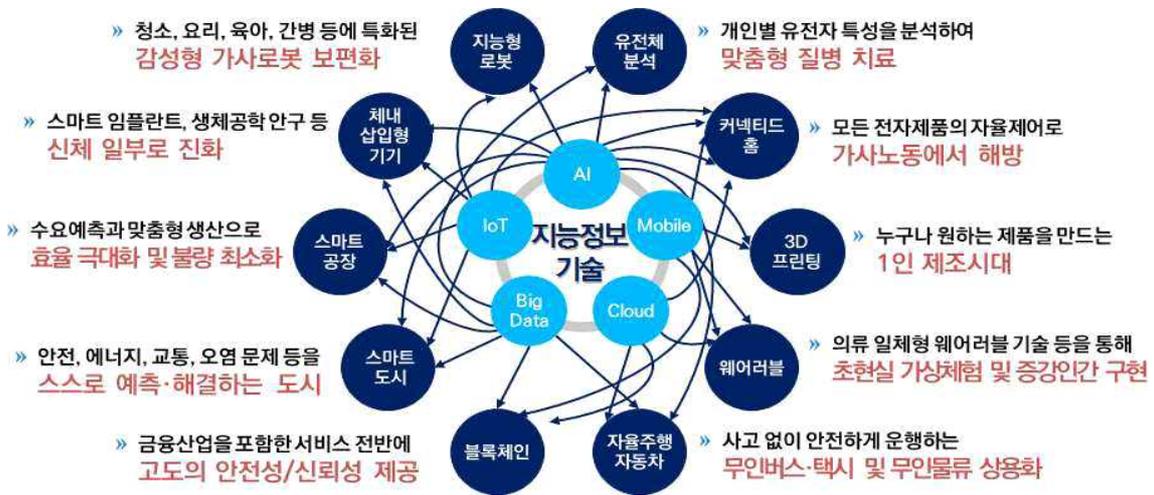
○ 지능정보기술 열풍

- 1940년대 후반과 1950년대 초반에 이르러서 인공적인 두뇌의 가능성이 논의되고, 1956년에 이르러서 인공지능이 학문 분야로 들어섰음.
- 이후 전문가 시스템, 신경망 이론, 지능형 에이전트 등의 발전을 거쳐, 근래 기계학습(machine learning), 인공신경회로망(artificial neural networks), 딥러닝(deep learning) 등을 거쳐 옴.
- 특히 2012년 이미지 식별에서 AI 기술의 획기적 발전을 가져온 딥러닝은, 최근 인터넷의 확산 및 센서기술의 발전 등으로 딥러닝에 필요한 학습데이터의 비약적 축적과 함께 AI 열풍을 가져옴.

지능정보기술의 확산

- 지능정보기술은 다양한 분야에 활용될 수 있는 범용기술 특성을 보유하여 사회 전반의 혁신을 유발하고, 광범위한 사회 경제적 파급력을 갖는 기술. 알고리즘의 변형과 확장, 그리고 다양한 유형의 데이터 학습(딥러닝 등)을 통해 적용분야가 지속적으로 확대될 뿐만 아니라 다양한 기술 및 산업과 융합하여 생산성과 효율성을 획기적으로 높이는 핵심(core) 역할을 할 것임

< 4> 지능정보기술과 타 산업기술의 융합 - 예시



출처 : 관계부처 합동(2016.12)

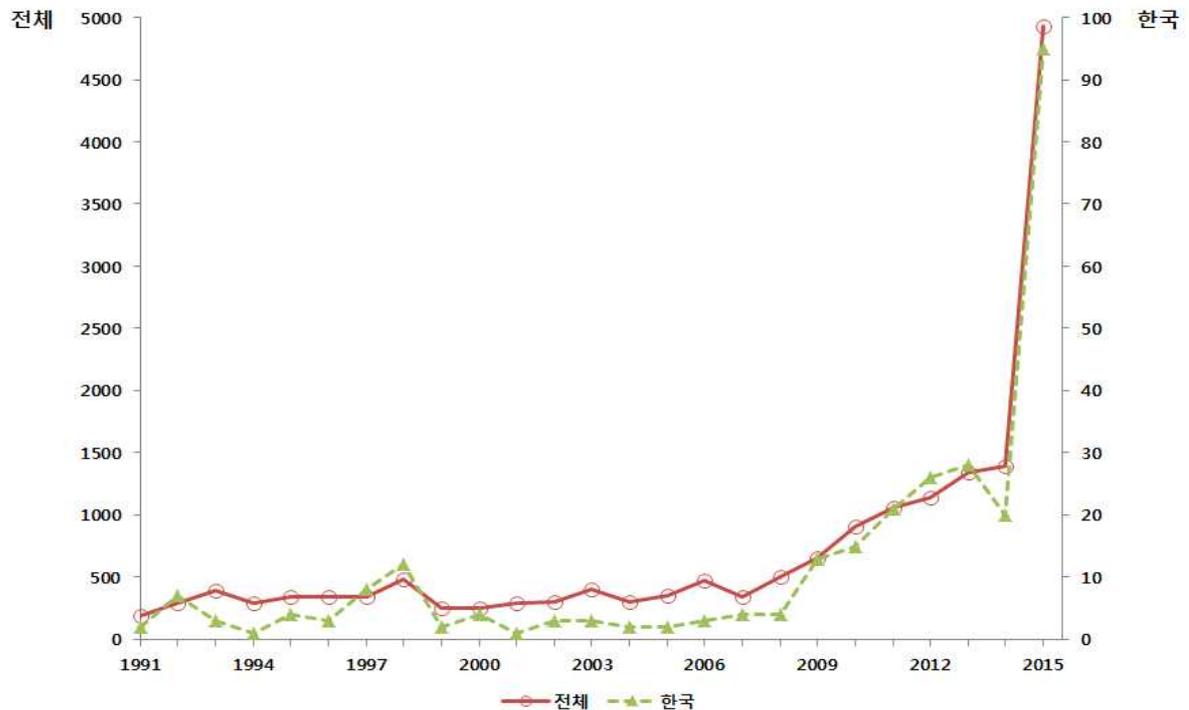
2. 미국 등록 AI 특허의 전반적 추이 vs. 한국 추이: 유사

- 2000 초반 정체 - 2000년대 후반 팽창 - 2010년대 중반 폭발적 팽창
 - 전체: 1991년 194건 → 2012년 1,139건 → 2015년 4,929건
 - 출원인 국적 중 한국이 포함되어 있는 특허는 전체 특허의 2% 수준, 1991년 2건 → 2012년 26건 → 2015년 95건

* 1990년대 중후반 인터넷의 폭발적인 보급과 방대한 양의 데이터가 축적되면서 데이터 분석이 발전

* 2012년 이미지 인식에 획기적인 진전을 보인 딥러닝기술이 기폭제

[5] 미국 특허청의 지능정보기술 관련 등록 특허 추이



자료: 미국 특허청 등록 특허(<http://www.uspto.gov>)에 2016.5.10. 접속)

황규희, 이상호, 장혜원 (2016), 지능정보기술 확산과 숙련수요의 변화, pp.28.

3. 한국의 강점과 약점: 현황

< 통신과 장치 관련 특허의 비중이 상대적으로 높고, 데이터 처리와 AI 응용 분야의 특허 비중은 낮음>

- 관련된 기술 중 전체 특허와 한국 특허 간 비중 차이가 큰 10개 기술을 추출해 보면, 세계와 한국 간의 지능정보기술 추이 및 활용처의 차이를 확인해 볼 수 있음.
- 전체 추이에 비하여 상대적으로 한국의 지능정보기술의 특허 비중이 높은 부문은 통신 부문이며, 연산 및 계측 장치, 정보 저장 장치와 같은 장치 분야도 상대적으로 특허 비중이 높은 편임.

< 4> 한국이 전체보다 비중이 더 큰 상위 10개 지능정보기술 관련 특허 부문

부문	전체		한국		차이(b-a)
	개수	비중(a)	특허 개수	비중(b)	
통신(Multiplex communications)	592개	0.88%	44개	3.81%	2.93%p
원격통신(Telecommunications)	468개	0.70%	38개	3.29%	2.59%p
디지털 통신(Pulse or digital communications)	254개	0.38%	27개	2.34%	1.96%p
전기통신(Communications: electrical)	680개	1.01%	30개	2.60%	1.59%p
컴퓨터: 연산처리 및 계산(Electrical computers: arithmetic processing and calculating)	646개	0.96%	26개	2.25%	1.29%p
전기: 배터리/축전기 충전/방전(Electricity: battery or capacitor charging or discharging)	32개	0.05%	10개	0.87%	0.82%p
전기: 동력 시스템(Electricity: motive power systems)	327개	0.49%	15개	1.30%	0.81%p
동적 자기 정보 저장/검색(Dynamic magnetic information storage or retrieval)	59개	0.09%	9개	0.78%	0.69%p
열 측정 및 검사(Thermal measuring and testing)	37개	0.06%	8개	0.69%	0.64%p
기록 전송 및 변환 간 상대 이동 기반 정보 저장 (Information storage based on relative movement between record carrier and transducer)	130개	0.19%	9개	0.78%	0.59%p

- 한국이 전체보다 비중이 더 낮은 특허 부문은 지능정보기술의 기본이 되는 데이터 처리 기술이며, 금융, 교육, 보안 등 응용 부문의 특허 또한 상대적으로 비중이 낮은 편임.

< 5> 한국이 전체보다 비중이 작은 상위 10개 지능정보기술 관련 특허 부문

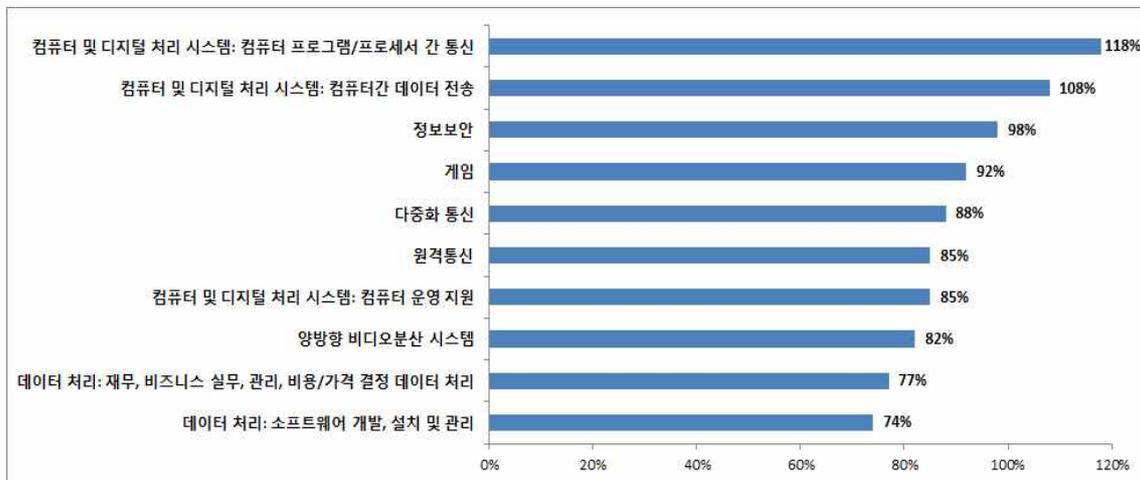
부문	전체		한국		차이(b-a)
	특허 개수	비중(a)	특허 개수	비중(b)	
처리: 인공지능(Data processing: artificial intelligence)	25,105	37.36%	394	34.11%	-3.24%p
데이터 처리: 문서 화상 처리, 운영자 인터페이스 처리 및 화면 보호기 표시 처리(Data processing: presentation processing of document, operator interface processing, and screen saver display processing)	2,165	3.22%	10	0.87%	-2.36%p
데이터 처리: 데이터베이스, 파일 관리/데이터 구조(Data processing: database and file management or data structures)	4,644	6.91%	53	4.59%	-2.32%p
컴퓨터 및 디지털 처리 시스템: 다중 데이터 전송(Electrical computers and digital processing systems: multicomputer data transferring)	2,354	3.50%	15	1.30%	-2.20%p
데이터 처리: 재무, 비즈니스 실무, 관리, 비용/가격 결정(Data processing: financial, business practice, management, or cost/price determination)	2,091	3.11%	23	1.99%	-1.12%p
에러 발견/수정(Error detection/correction and fault detection/recovery)	1,219	1.81%	9	0.78%	-1.04%p
데이터 처리: 측정, 시험, 평가(Data processing: measuring, calibrating, or testing)	2,386	3.55%	32	2.77%	-0.78%p
교육 및 시연(Education and demonstration)	693	1.03%	4	0.35%	-0.69%p
정보보안(Information security)	489	0.73%	2	0.17%	-0.56%p
이미지 분석(Image analysis)	1,990	2.96%	28	2.42%	-0.54%p

4. 한국의 강점과 약점: 추이

< 세계적으로 디지털 처리 시스템과 데이터 처리, AI 응용분야의 특허가 빠르게 증가하고 있으며, 한국은 통신과 데이터 처리, 배터리 분야의 특허 증가율이 높음>

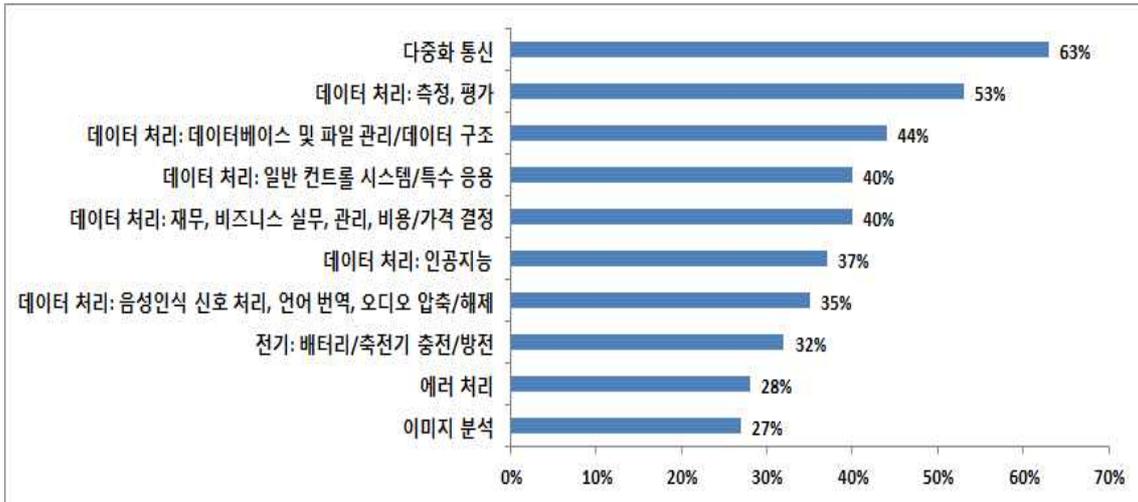
- 전 세계적으로, 1991 ~ 2015년까지 지능정보기술 관련 특허 증가율이 높은 기술 부문은 디지털 처리 시스템과 데이터 처리 부문에 집중되어 있음. 이 외에도 정보 보안, 게임과 금융, 소프트웨어 개발과 같은 지능정보기술 응용 부문의 특허 증가율 또한 높음

[6] 1991~2015년간 지능정보기술 관련 특허 증가율 상위 10개 부문의 연평균증가율: 전체



- 통신 부문의 증가율이 가장 높고, 데이터 처리 부문과 배터리 부문의 증가율도 높게 나타남.

[7] 1991~2015년간 지능정보기술 관련 특허 증가율 상위 10개 부문의 연평균증가율: 한국



5. 미국에서의 지능정보기술 연구 투자 현황

< 과학재단(NSF)에서 지능정보기술 응용 분야에 대규모로 투자하고 있음.>

- 과학재단(NSF)에서 투자하는 지능정보기술 관련 연구과제 중 투자 금액 상위 10대 과제를 살펴보면, 지능정보기술의 응용에 상당히 집중되어 있음.
- 교육학, 사회학, 병리학, 광학 등 지능정보기술을 응용하는 기술 분야에 대형 투자가 이루어지고 있어, 지능정보기술의 확산과 활용을 적극 추진하고 있는 것으로 판단됨.

< 7> NSF의 투자금액 상위 10개 지능정보기술 관련 과제

제목	연간 투자 금액
‘속 과학(Science-in-Society)’ 활동에서 일반 대중의 트랜스미디어 참여를 통한 신기술의 학습과 효능감 증대 (Increasing Learning and Efficacy about Emerging Technologies through Transmedia Engagement by the Public in Science-in-Society Activities)	\$1,800,204 (≒20.9억 원)
스마트폰을 통한 생태학적 실시간개입치료에 대한 이론과 모델 (Theory and Models for Smartphone Ecological Momentary Intervention)	\$1,231,070 (≒14.3억 원)
신경기술의 발전을 위한 국제 프로그램 (International Program for the Advancement of Neurotechnology(IPAN))	\$1,000,000 (≒11.6억 원)
개별 및 공유된 개념 형성과 관련 사회로의 동적 확산 연구에 대한 새로운 방법론 (New Methods for Investigating the Formation of Individual and Shared Concepts and Their Dynamic Dispersion Across Related Societies)	\$980,923 (≒11.4억 원)
피질 기능에 대한 회로 이론 (A circuit theory of cortical function)	\$970,091 (≒11.3억 원)
심층 뇌 영상을 위한 소형 2광자 현미경관찰법 Miniaturized Two-photon Microscopy for Deep Brain Imaging: An Integrated Circuit 전기습윤광학을 활용한 설계(Design Using Electrowetting Optics)	\$945,874 (≒11.0억 원)
인공 지능 캐릭터와 크라우드소싱을 활용한 사회적 감성 학습을 위한 가상 톨플레이팅 시뮬레이션(A virtual role-playing simulation for social emotional learning using artificially intelligent characters and crowdsourcing)	\$766,000 (≒8.9억 원)
산수에 대한 문제: 수리력, 학습, 그리고 학습에 대한 학습(A Question of Numbers: Numeracy, Learning, and Learning about Learning)	\$756,000 (≒8.8억 원)
시각장애인을 위한 보조 디지털 시력 장치(Assistive Digital Vision for the Blind)	\$730,331 (≒8.5억 원)
확률론 및 시간 전자건강기록 모델링을 활용한 지능형 임상 판정 지원(Intelligent Clinical Decision Support with Probabilistic and Temporal EHR Modeling)	\$686,441 (≒8.0억 원)

주: 원화 투자금액은 2016년 평균 환율(\$1=₩1,161.11)으로 계산

자료: Federal reporter (<http://federalreporter.nih.gov/FileDownload>, 2016.7.20. 접속);

황규희, 이상호, 장혜원 (2016), 『지능정보기술 확산과 숙련수요의 변화』, p28. 재가공

6. 시사점

- 추이에 비하여 한국의 지능정보기술 특히 비중이 상대적으로 높은 부문은 통신 부문 등 하드웨어 중심 분야이고, 지능정보기술 특히 비중이 상대적으로 낮은 부문은 데이터 처리와 함께 금융 부문 응용, 교육 부문 응용, 보안 등의 응용 기술 부문임.
 - 특히 미국 과학재단의 지능정보기술 관련 연구 투자는 지능정보 자체에 대한 기술뿐만 아니라 지능정보기술의 활용에 상당히 집중됨.

- 그러나 한국이 전 세계 지능정보기술의 팽창 추이와 비슷하게 움직인다는 것을 고려하면, 다소의 시차가 있을지라도 지능정보기술이 확산되고 있는 추이와 유사한 양상을 보일 것으로 예상됨.

- 따라서 데이터 처리와 함께 지능정보기술의 응용 및 활용 부문에 대한 기술 인력 양상을 강화할 필요가 있음.
 - 근래 한국이 의학 보건 분야에서 글로벌 강점을 가지고 있어 의학 보건 부문을 중심으로 지능정보기술의 우선적 확대가 전략적으로 모색될 수 있음.
 - 이를 위하여 의학 보건 전문인력양성 과정에서 지능정보기술 선도시범 활용 등이 제언됨.

III. AI 대응정책의 중요도와 시급도

□ 조사 및 분석 방법

- 38 전문가에 대하여 AHP(analytic hierarchy process)조사로 세부항목내 중요도 및 시급도 각각 상대 비교 (우선순위 부여)
- 조사항목 구성은, 그간의 숙련변화와 함께 정보기술확산에 대한 전문가 자문을 거쳐 ‘현시점에서 AI와 관련한 정책 및 제도개선’, ‘인공지능 확산에 대응한 인력정책’, ‘인공지능 확산에 대응한 직업교육 정책’ 에 대해 각각 가장 중요한 3개 세부항목을 구성하였음

< 8> 조사 항목 구성

a) AI와 관련한 정책 및 제도개선	a.1) 빅데이터 수집과 정보 보호 상충성 완화 a.2) 인공지능을 활용한 사업기회 발굴 촉진 a.3) 인공지능 개발 정부 R&D 투자 확대
b) 인공지능 확산에 대응한 인력정책	b.1) 핵심인재 양성을 위한 투자 확대 b.2) 중등교육에서 기초 프로그래밍 교육 강화 b.3) 교육훈련에서 인지숙련, 사회적 숙련 향상 촉진
c) 인공지능 확산에 대응한 직업교육 정책	c.1) AI 기반 창업활성화를 위한 창업교육 c.2) 저숙련 직종에서, 인지숙련, 사회적 숙련 강화 교육훈련 c.3) 재숙련화를 위한 현장중심 훈련

□ 조사 결과

- 중요도와 시급도 우선순위 비율이 유사
- AI와 관련하여 정부정책 및 제도개선 과제
 - ‘빅데이터 수집과 정보 보호 상충성 완화’가 가장 시급하고 중요한 것으로 나타나고 있음.
 - 이어서 ‘인공지능 개발 정부 R&D 투자 확대’가 ‘인공지능을 활용한 사업 기회 발굴 촉진’ 중요도 및 시급도가 다소 높게 나타남

< 9> AI와 관련한 정부정책 및 제도개선 과제

		우선순위 비율
시급도	a.1) 빅데이터 수집과 정보 보호 상충성 완화	0.364
	a.2) 인공지능을 활용한 사업기회 발굴 촉진	0.313
	a.3) 인공지능 개발 정부 R&D 투자 확대	0.323
	a.1) 빅데이터 수집과 정보 보호 상충성 완화	0.410
	a.2) 인공지능을 활용한 사업기회 발굴 촉진	0.224
	a.3) 인공지능 개발 정부 R&D 투자 확대	0.365

- 향후 5~10년 내 인공지능기술 발전/확산에 대한 인력정책의 상대적 중요도와 시급도
 - ‘핵심인재 양성을 위한 투자 확대’가 가장 중요하고 시급
 - ‘중등교육에서 기초 프로그래밍 교육 강화’와 ‘교육훈련에서 인지숙련, 사회적 숙련 향상 촉진’은 중요도는 비슷한 가운데, 시급성에서는 ‘중등교육에서 기초 프로그래밍 교육 강화’가 다소 높음

<표 10> 향후 5~10년 내 인공지능기술 발전/확산에 대한 인력정책

구분		우선순위 비율
중요도	b.1) 핵심인재 양성을 위한 투자 확대	0.505
	b.2) 중등교육에서 기초 프로그래밍 교육 강화	0.247
	b.3) 교육훈련에서 인지숙련, 사회적 숙련 향상 촉진	0.248
시급도	b.1) 핵심인재 양성을 위한 투자 확대	0.571
	b.2) 중등교육에서 기초 프로그래밍 교육 강화	0.223
	b.3) 교육훈련에서 인지숙련, 사회적 숙련 향상 촉진	0.206

- 5~10년 내 인공지능기술 발전/확산에 대한 교육훈련정책의 상대적 중요도와 시급도
 - ‘AI 기반 창업활성화를 위한 창업교육’과 ‘재숙련화를 위한 현장중심 훈련’이 모두 중요하고 시급한 가운데, ‘AI 기반 창업활성화를 위한 창업교육’의 중요성 및 시급성이 다소 높음
 - ‘저숙련 직종에서, 인지숙련, 사회적 숙련 강화 교육훈련’은 창업교육 및 재숙련화 보다 중요성 및 시급성이 다소 낮음

< 11> 향후 5~10년 내 인공지능기술 발전/확산에 대한 교육훈련정책

		우선순위 비율
	c.1) AI 기반 창업활성화를 위한 창업교육	0.372
	c.2) 저숙련 직종에서, 인지숙련, 사회적 숙련 강화 교육훈련	0.294
	c.3) 재숙련화를 위한 현장중심 훈련	0.334
시급도	c.1) AI 기반 창업활성화를 위한 창업교육	0.374
	c.2) 저숙련 직종에서, 인지숙련, 사회적 숙련 강화 교육훈련	0.269
	c.3) 재숙련화를 위한 현장중심 훈련	0.357

IV. AI 대응방안: 인력양성 측면을 중심으로

□ 기술변화 대응 생존능력 배양

- 지속적인 변화를 이해하고 활용하기 위한 정보 문해력(information literacy)
 - 지속적인 변화에 대응하기 위한 가장 기본적인 사항은, 정보 수집 및 분석을 위한 정보 문해력임
 - 초·중등 정규교육과정에서, 정보 수집 및 분석에 대한 교과과정을 개설하고 전담교사 배치
 - 인터넷 정보분석, 빅데이터 정보분석 뿐 만 아니라, 진로정보 분석 등도 포함됨

- 인공지능에 대해 인간이 우월할 수 있는 측면의 하나로서 공감능력
 - 인공지능에 의한 대체에서, 인간이 우월한 측면의 하나.
 - 기계와의 교감이 인간을 대체하는 것에 대해서는 아직은 부정적인 전망
 - 공감을 위한 요소 중 하나로 다양한 경험과 함께 다방면에 대한 기초지식의 축적이 필요. 초중등교육과정에서 인문학적 요소가 강화될 필요 있음

- 평생학습을 위한 자기학습능력 기술
 - 빠른 기술변화 속에, 기존 지식의 유효성 단축
 - 능력중심의 채용, 평가 등 확대추이에서 자기학습은 더욱 중요
 - 초중등교육과정에서 지식전달보다 더욱 중요한 사항은 학습하는 방법자체
 - 기능교육으로의 직업교육은 장기적으로 중등교육 이후 고등교육에서 본격적으로 수행하도록 하며, 후기 중등교육단계(고등학교)에서 기능교육으로의 직업교육은 점진적으로 기초 소양과정으로 통합

□ 기술변화 대응 기술활용능력 배양

- AI 등 급속한 기술변화는 지속적인 사업기회 제공. 이를 극대화하기 위한 창업교육확대도 필요
 - AI 시대는 소비자들의 취향에 맞는 서비스를 제공하기 위해서 다품종 소량 생산 체제가 활성화될 것으로 예상.

- 개인이 활용할 수 있는 지식과 기술이 개방되어 있고, 새로운 제품을 생산할 수 있는 기기(예: 3D 프린터)들이 다양하게 개발되어 있는 가운데, 개인취향에 맞는 다양한 서비스 제공이 가능한 1인 창업을 활성화할 수 있는 교육 프로그램 및 인프라 구축이 강화되어야 함
- 기존 전공에서 인공지능 전공을 결합하는 교육모형 개발이 도모될 필요가 있음

□ **고등교육: 전문인력 양성**

- 전문대과정은 산학협력에 의한 실무역량개발을 중심으로 하며, 일정기간(6개월~ 1년) 현장학습의 인턴과정을 포함하도록 함.
- 4년제 대학과정은, 융합트랙에 의한 실용과학기술 지향과 전공심화트랙에 의한 전문과학기술 지향으로 구성되도록 함.
 - 4년제 공과대학은, 전공과정(제1전공) 2년을 수료한 이후 복수전공에 의해 제2전공과정을 수행하거나(2개 공학 융합전공 트랙), 제1전공의 심화전공을 수행하도록 함(전공심화트랙).
 - 4년제 이과대학에서는, 전공과정(제1전공) 2년을 수료한 이후 유관 공과전공을 복수전공하거나(이학-공학 융합전공 트랙), 타 이학전공을 복수전공하거나(2개 이학 융합전공 트랙), 제1전공의 심화전공을 수행하도록 함(전공심화트랙).
 - 융합트랙에 의한 실용과학기술 지향에서, 이공계 제1전공 2년 수료이후 기술사업화 등의 기술경영을 제2전공으로 하는 기술사업화 융합트랙도 포함

(실용과학기술 지향)	이학전공(기초과정)	+	유관공학(산학협력과정)
	공학전공1(산학협력과정)	+	공학전공2(산학협력과정)
	공학전공(산학협력과정) 혹은 이학전공(기초과정)	+	기술경영(기술사업화 중심)
(전문과학기술 지향)	공학전공(산학협력과정)	+	동일 공학전공 심화과정
	이학전공(기초과정)	+	동일 이학전공 심화과정
	이학전공1(기초과정)	+	이학전공2(기초과정)

□ 고급 과학기술인재양성

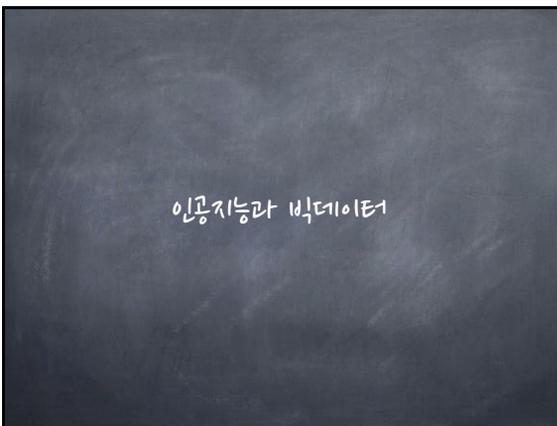
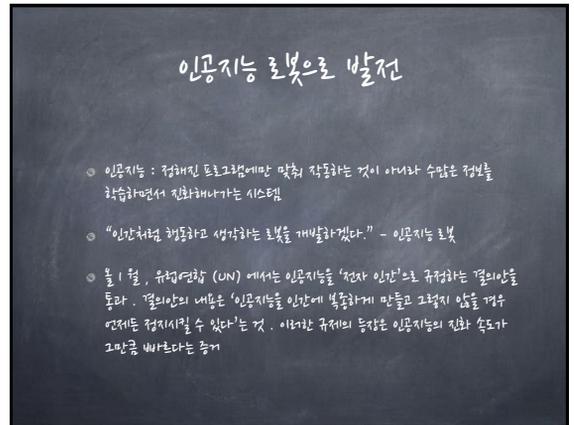
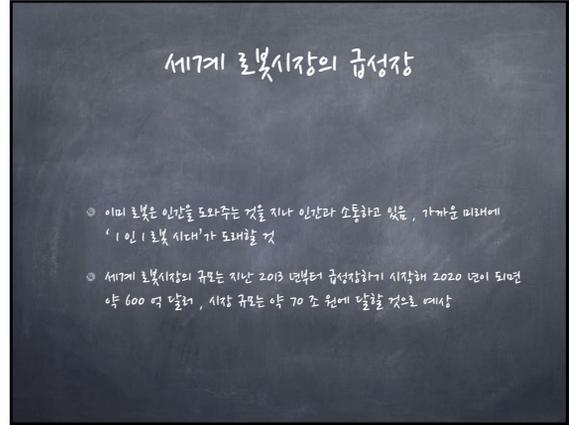
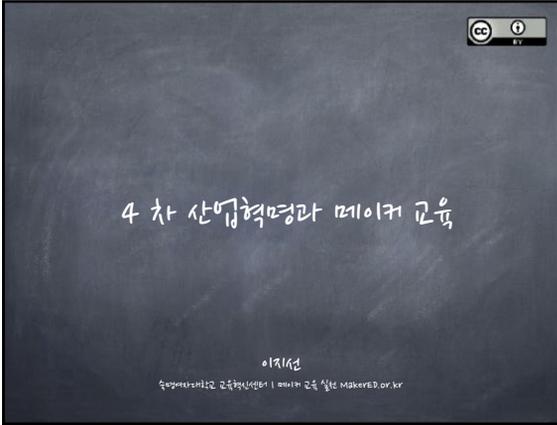
- 고급 과학기술인재양성을 위해, 양성정책 등의 직접적인 개입은 지양하고 여건 조성 등 간접적 개입으로 전환
 - 고급 과학기술인재의 핵심은 창의성임. 창의적 인재는 정책적으로 양성할 수 있는 것이 아님, 정책의지대로 양성할 수 있는 인재는 창의적 인재가 아님. 창의적 인재가 배출되고 유지 될 수 있는 여건 조성이 필요: 연구 자율성 등 제도, 문화적 요인이 관건
 - KAIST, GIST, DGIST, UNIST 등에 대하여 신기술 특성화 연구중심대학 원으로 발전하도록 유인. 이때, 지역특성 등을 고려하여 특성화 발전을 도모하며, 해당 분야 정부출연연구소와 연계하여 창의적 인재가 배출되고 유지될 수 있는 여건 조성. 석박사과정에서 연구소 프로젝트를 수행하며 자율적 연구수행능력을 배양하고 창의성을 배양하도록 환경 제공.

□ 평생교육: 공평(equity)과 포용(Inclusive)

- 노동시장 및 기업에서 능력중심 평가 체계의 확산
 - 데이터 및 정보 기반 평가를 위한 기술기반 확대 및 확산
 - 기존의, 불완전 정보아래 대안으로 과도히 의존하던 학벌/학력중심의 평가관행의 유효성이 약화
 - 지속적 자기학습, 현장학습의 중요성 강화
 - 노동시장 내 경쟁강화의 부정적 측면 강화를 보완하는 사회안전망 보강 필요: 평등(equality)가 아닌 공평(equity)을 지향하는 포용적(Inclusive) 교육훈련복지
- 신규기술수요에 대한 대응적시성을 높이기 위한 미니컬리지 확대
 - 학력경쟁이 아닌 수요중심의 새로운 교육훈련
 - 적합인력부족에 대한 적극적 대응
 - 신규기술수요 대응 적시성 개선
 - community college, 사내과정, 대학부설과정, MOOK 등 다양한 방식

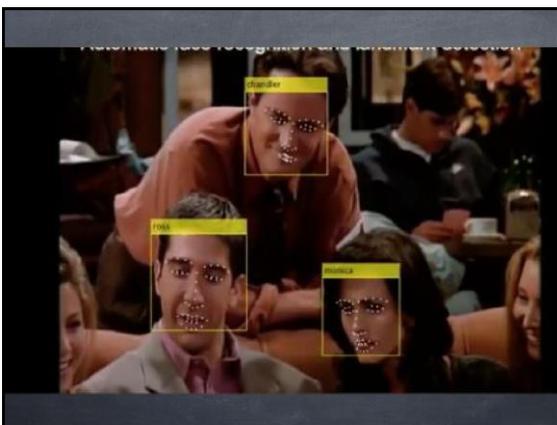
참고 자료

- 관계부처 합동 (2016), 제4차 산업혁명에 대응한 지능정보사회 중장기 종합대책
독일 연방 노동사회복지부 (2016), Weissbuch Arbeiten 4.0
<http://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen/a883-weissbuch.html> (2017.5.3), 최재정 역(2017), 노동 4.0 백서, 여시재
- 장혜원(2017). 미래의 노동과 교육. Unpublished paper.
- 황규희 · 장혜원 · 이상호 (2016). 「지능정보기술 확산과 숙련수요의 변화」, 한국직업능력개발원.
- Arntz, M., T. Gregory and U. Zierahn (2016), “The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis”, OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 189, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/5jlz9h56dvq7-en> (2016. 9. 15)
- Frey, Carl Benedikt and Michael A. Osborne (2013). “The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?”, Oxford Martin School.
- WEF(World Economic Forum)(2016). The Future of Jobs – Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution – . World Economic Forum



인공지능은 창작까지 가능 ?

- ④ 4 월 마이크로소프트와 네덜란드의 델프트공대, 렘브란트미술관은 인공지능 '넥스트 렘브란트'를 공동개발해, 생전의 렘브란트 화풍을 배웠을 회화를 완성
- ④ 음악 창작 분야에서는 소니의 '플로어싱', 미국 조지아 공대의 재즈 연주 로봇 사이언, 구글의 마젠타 프로젝트가 진행 중
- ④ 트리 분야에서 IBM 의 왓슨은 수천가지 트리의 조립법을 익히고 음악재료를 간의 어울림 정도와 사람들의 반응을 조향해 이제껏 세상에 없던 트리를 선보임
- ④ 1 월 엔더 허드는 인공지능을 통해 2004 년 종료된 인기 시트콤 < 트렌즈 > 시리즈의 새로운 에피소드를 만들어내는 데 성공

인공지능 로봇 도입으로 인한 일자리 변화

- ④ 일본 후쿠쿠 생명보험에서는 인공지능 도입 후 직원 34 명을 해고, 영국 최대 국영은행인 RBS 에서도 투자자들이 550 명을 해고, 우리나라 시티 은행은 전국 지점의 80% 를 폐쇄하게 됨
- ④ 세계 각국의 연구보고서는 로봇의 도입이 인간의 일자리를 적게는 20% 에서 많게는 50% 까지 대체할 것이라고 전망

인공지능 로봇의 고용 대처 방안

- 마이크로소프트 창업자인 빌게이츠 “로봇세를 도입해야한다”고 주장
- 100 세 시대. 고용을 통한 해결을 모색해야 한다. 정부와 기업이 합심해서 대책 마련해야 한다
- 일자리 잃은 노동자에게 경제적, 교육적인 지원 필요할 것이고 기업들은 무조건적으로 인력을 인공지능로봇으로 대체할 것이 아니라 자체적으로 인력을 활용할 수 있는 직무전환과 같은 제도 고려해야 한다

“인공지능 시대에는
블루 칼라도, 화이트 칼라도 아닌
'뉴 칼라 (New collar)'가
생길 것이다.”

끼리고 쏘리고 들끓다 by 클레이 셔키

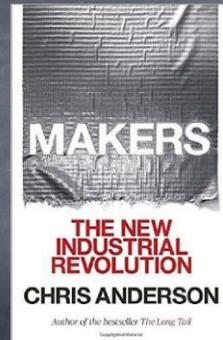
- 쿠텐베르크의 인쇄혁명 이래 미디어는 대자본이 필요한 영역이었고 소수의 전문자만 생산에 참여할 수 있는 구조, 그러다 보니 다수는 수동적인 소비자로 오랫동안 머물렀다
- 사람들은 원래 창조하고 공유하기를 좋아하는데, 이 낮은 동기와 저렴한 진입문턱이 맞은 소셜미디어라는 수단이 만나 새로운 기회를 만드는 것이다.

Figure 2-1: Three clusters, with all connections drawn. The small cluster has 5 members and 10 connections; the middle one has 10 members and 45 connections; and the large one has 15 and 105. A group's complexity grows faster than its size.

http://www.kl.com/works/clay_shirky_on_innovations_soviet_collaboration

메이커와 오픈소스 하드웨어

- 오픈소스 하드웨어 (Open Source Hardware) 는 누구든지 (로열티 없이) 제작, 수정, 배포하고 사복할 수 있도록 디자인이 공개되는 물리적 인공물을 지칭
- 오픈소스 하드웨어는 모든 지적 재산은 인류 공동의 자산이라는 오픈소스 소프트웨어와 같은 비영리 하드웨어 제작의 진정성을 갖추고 관련 지식과 기술을 공유함으로써 새로운 혁신을 실현을 목표로 한다.
- 하드웨어는 디자인 파일을 포함하는 문서와 함께 공개되어 있어야 하며, 이 디자인 파일의 수정 및 배포가 가능해야 한다.
- 오픈 소스 하드웨어 정의의 선명자는 오픈 소스 문이 정보 공유의 방법 중 하나에 불과하다고 인식한다. 이 정의에 해당되는지 여부에 관계없이 모든 형태의 공개와 협력을 격려하고 지원한다.



새로운 산업 혁명의 주역 - 메이커

메이커 프로세스

- 메이킹은 아이디어와 도구, 과정을 공유하는 형태로 D.I.Y.(Do-It-Yourself)의 정신을 바탕으로
- DIT(Do-It-Together) 또는 DIO(Do It with Others) 라고도 불릴 만큼 공유 커뮤니티와 공유경제를 기반으로 한 환경과 프로세스의 순환 고리로 구성
- 인터넷이 발달되면서 개인들이 거의 모든 정비를 스스로 습득하고 단단하고 공유하는 정신의 민주화가 이루어지듯, 공유정신을 기반으로 개인위주로 이루어지는 메이커들은 디지털환경과 결합된 제조업의 혁명을 이끌고 있는 것

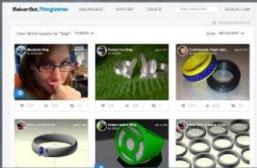
메이커 프로세스 1 단계

- 인스트럭터블스 (Instructables)
 - 사이트와 같은 수많은 사람들이 이미 공개해 놓은 만드는 방법이 상세히 소개된 D.I.Y. 커뮤니티의 콘텐츠를 통해 반지를 만드는데 필요한 정보와 영감을 받아 자신의 아이디어를 스케치한다.
- D.I.Y. 커뮤니티는 정보제공 뿐만 아니라 메이커들이 자신의 작업을 소개하고 자식을 알리는 곳이며, 서로간의 교류가 이루어지는 곳으로 커뮤니티 활동을 하면서 자신의 아이디어로 영감을 받게 된다.



메이커 프로세스 2 단계

- 반지 아이디어 맞는 퓌토틀라블
 - 제작하기 위하여 3D 프린터 캐드화일을 공유하는 씽기버스 (thingiverse.com) 나 쿠네의 메이커 N(makersn.com) 등에서 파일을 다운로드 받아 변경하여 디자인을 완성한다.
- 인터넷에 공개된 무수히 많은 오픈소스 프로젝트들은 만들어진 결과뿐만 아니라, 재료를 어디서 샀는지, 어떻게 만들었는지, 어떠한 실수의 과정이 있었는지, 만들면서 썼던 프로그래밍 코드와 디지털 파일은 무엇인지를 공유한다.



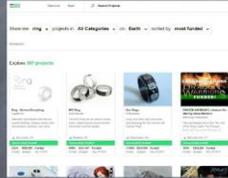
메이커 프로세스 3 단계

- 다른 메이커들을 만날 수 있는
 - 팹랩 (Fab Lab) 이나 메이커 스페이스 (Maker Space) 에서 3D 프린터, 레이저 커팅기, CNC 커핑기 등의 기기를 이용하여 아이디어를 실제로 만들어보고 테스트해보는 과정을 수행한다.
- 자체적인 커뮤니티에 의해서 만들어진 메이커 스페이스들은 약간의 재원비 들 받고 이용할 수 있는 테크숍 등의 유원화업체 서비스는 교구를 포함한 전문적 기술을 습득하고 경험하는 기회를 제공하기도 한다. 쿠네에서는 "유원화장실"이 전국에 광범위도로 만들어져 무료로 이용할 수 있는 곳이 많고, 약간의 사용료를 내고 몇몇 공간은 손쉽게 이용하는 것도 가능하다.



메이커 프로세스 4 단계

- 킥스타터 (KickStarter) 나 인디고고 (indiegogo) 같은 사이트에서 만들어진 반지의 퓌토틀라블을 공개하고 이를 야심차게 위한 소셜펀딩 과정을 통해 프로젝트의 마케팅과 동시에 선주문을 받는다.
- 크라우드펀딩 또는 소셜 펀딩 서비스에서는 아이디어가 좋고, 시장에서 성공가능성이 있다고 판단되면 많은 사람들이 소액으로 선주문을 하거나 지지 의사를 표명한다. 자신이 만들려 하는 반지의 퓌토틀라블을 공개하고 사람들에게 구체적인 설명과 내용을 평가 받을 수 있는 기회를 제공한다.



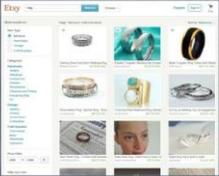
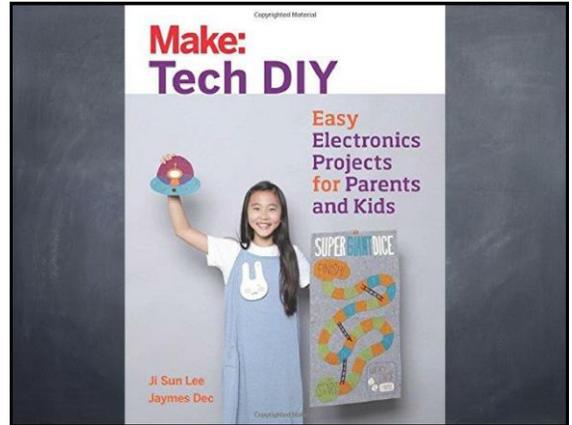
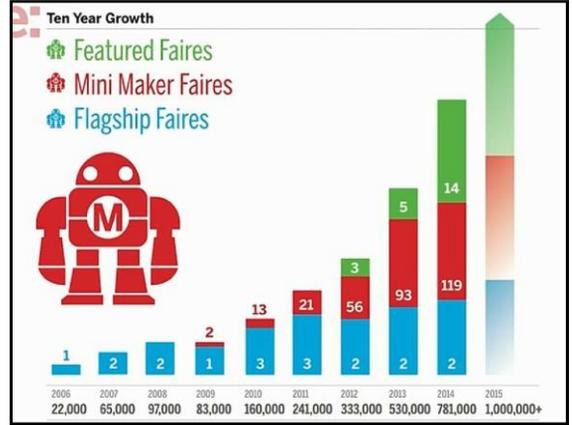
메이커 프로세스 5 단계

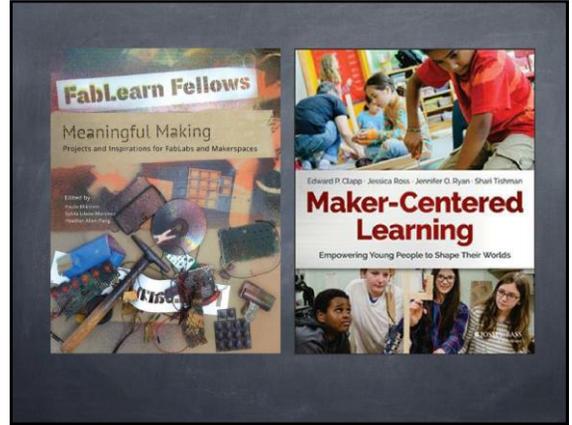
- 디지털 파일을 알려주거나
 - 물론엔, 중국 생산 등지에 있는 수 천 개의 기업 중 한 기업에서 그 파일을 이용하여 저렴하고 시장에서 팔리는 수천으로 생산해서 온라인으로 배송해준다.
- 인터넷 접속과 신용카드, 신용보증 없이 자신의 디자인한 디지털 파일을 적당한 업체를 찾아 온라인 주문 제작하여 야산한다. 이들은 커뮤니티에 기반한 제조업 모델을 바탕으로 하는데, 저렴하고 더 나은 품질로 시제품을 개발하기 위한 커뮤니티를 만들고 활용 하는 경향이 있다.



메이커 프로세스 6 단계

- 선주문 판매와 동시에 온라인에서 판매할 수 있는 옻시 (Etsy) 와 같은 오픈마켓에서 자신의 디자인이나 공예작품을 알리고 동시에 판매를 하는 Shop 들 운영한다.
- 새로운 마이크로 제조경제 (micro-manufacturing economy) 의 중심이 되는 가세공업을 위한 마켓을 이용하여 더 많은 소비자 와 사용자들에게 자신의 제품을 제공할 수 있다. 메이커들의 스스로 만들어서 물건을 파는 가세공업의 활성화는 소규모 기업들의 육성으로 이어지고 있다.



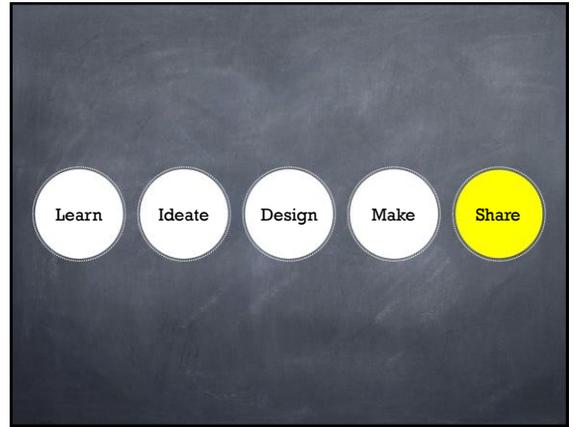
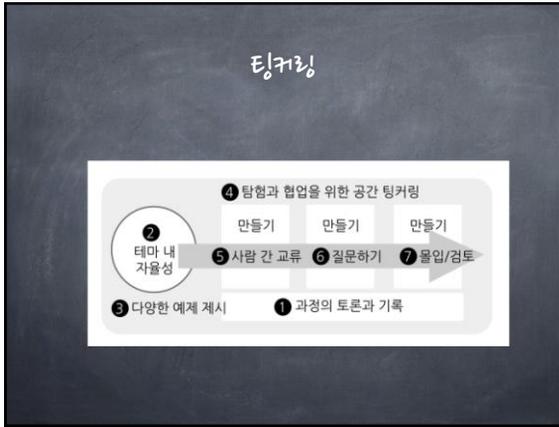
메이커 중심 학습의 이점

많은 사람들의 생각과는 반대로, 지식 및 스킬 습득은 부차적인 결과일 뿐입니다.

메이커 중심 학습의 1차적 혜택은 학생들이 행동을 통해 변화를 이룰 수 있는 사고방식을 습득하는 것이고, 인성이 발달된다는 점입니다.

팅커링 Tinkering!

단기간 내에 한번 해보는 것이 아닌 끊임 없이 시도하는 반복과정을 통해 전문적 지식 습득 및 체화



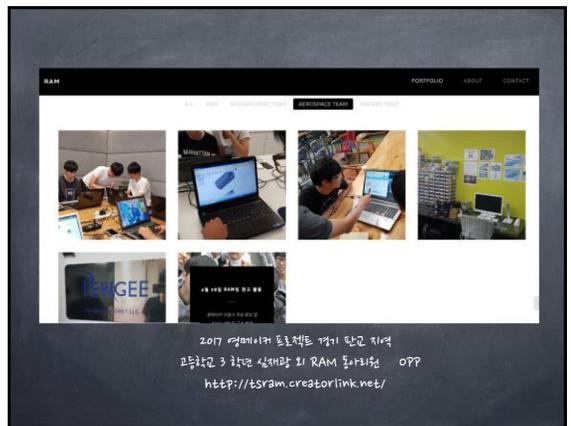
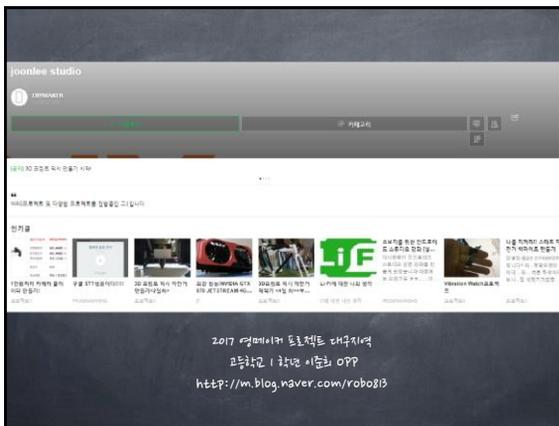
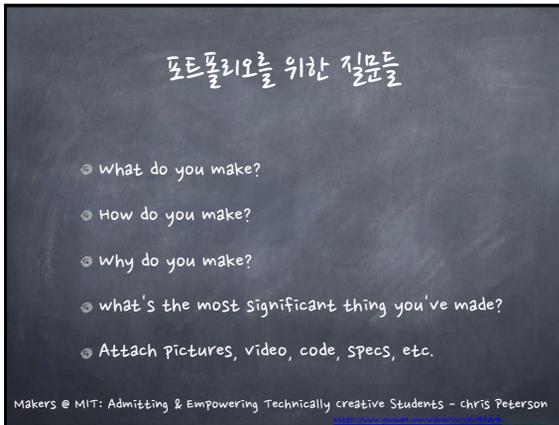
메이커 스페이스
(Maker Spaces)

- 사람들이 만들 것, 만들 수 있는 잠재성으로 구성된 가능성의 공간
- 만드는공간일 뿐 아니라 서로 연결하는 공간, 커뮤니티 공간, 추억의 공간
- 실제공간이든 가상 공간이든, 만드는 일이 일어나는 모든 공간

메이커 중심 학습의 환경적 특징
(Maker centered Learning)

- 개방된공간
- 접근가능한 공간
- 유연한공간
- 도구와재료가 넘쳐나는 공간





스스로 변화하며 아래에서 위로!
 상향형식 (Bottom-up)
 교육 혁신

"학생들이 우리 교실에 있는 것이 아니다. 우리가 그들의 교실에 있는 것이다. 따라서 교실은 우리가 그들을 가르치기 위해 있는 것이 아니라 학생들이 무언가를 배울때 우리가 조력자가 되기 위해 있는 것이다."
 - Raymond cirmo -

MAK-er KOREA

"메이커 교육 실천" 목표 및 계획

"메이커 교육 실천"
 우리나라에서 올바른 "메이커 교육"의 실행 및 확산을 목적으로 조직 되었으며 다음 활동을 실천합니다.

메이커 교육에 대한 올바른 이해 및 정립을 위한 스터디	아이들 스스로 메이커 교육을 실행 및 확산 할 수 있도록 지원	보다 많은 아이들이 메이커 교육에 자연스럽게 참여할 수 있도록 공유와 홍보
--------------------------------	------------------------------------	---

<p>메이커교육 스터디</p> <ul style="list-style-type: none"> 2015년 12월 15일 1회 스터디 (현재 약 20여명 참가자) 주요의 화제일 호프모임 메이커 교육의 과정과 방법을 이해하기 위한 국내/외 사례 및 사례 스터디 해리원서 2권 -Meaningful Making -Youth MakerSpace Playbook 국내/외에서 1권 메이커 학원, 교육을 통합하다 	<p>영메이커 프로젝트 & 미니메이커 페어</p> <table border="1"> <tr><td></td><td></td></tr> </table>																					<p>제1회 메이커 교육 코리아 포럼</p> <ul style="list-style-type: none"> 1회, 메이커 교육의 현황, 정책, 교육의 역할, 메이커 교육의 미래 2회, 메이커 교육의 실행 (총 10여명 발표) <ul style="list-style-type: none"> 메이커 교육실천, 그 시작과 여정 포럼책 발간 Youth MakerSpace Playbook 번역본 발간 메이커 교육 실천 선언문 공표

다같이 만들자!

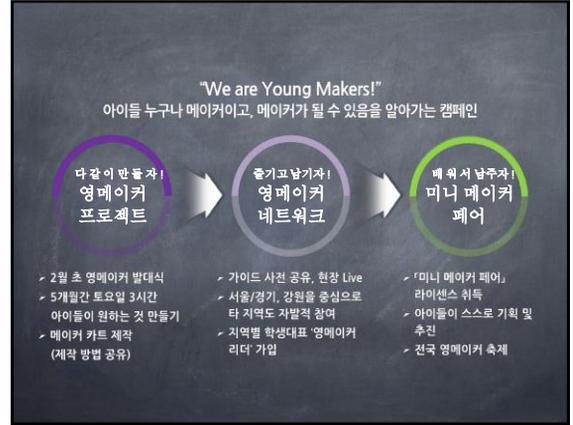
'메이킹'은 우리가 필요한 것을 스스로 만드는 것입니다. 주제, 재료, 라정을 모두 메이커 스스로 결정하고, 적극적으로 참여 및 협업합니다.

즐기고 남기자!

'메이킹'은 경쟁이 아닙니다. 더 나은 무언가를 만들어내는 과정 자체를 즐기고, 나 혹은 또 다른 이가 발전시켜 나갈 수 있도록 기록합니다.

배워서 남주자!

'메이킹'을 통해 삶을 살아가는 방법을 배웁니다. 실패를 두려워하지 않고, 더 나은 것으로 발전시켜 가는 과정을 통해 배우고, 나눕니다.



메이커 정신!
우리가 변화 시킬 수 있다고 믿는 것!

이지선
숙명여자대학교 시각영상디자인학과
jisunlee@sookmyung.ac.kr
facebook: jisunlee.net
homepage: jisunlee.net

테크 디아이와이 바나빌리온
http://TechDIY.org
메이커 교육 실천
http://MakerEd.or.kr

Learning Analytics in Science Education

Korea National University of Education
 Chemistry Education
 Suna Ryu

Overview

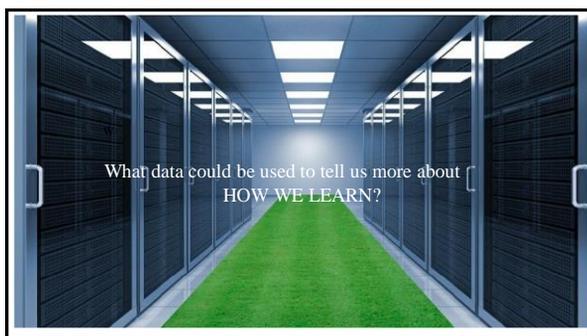
1. Why Learning Analytics (LA)?
2. What is LA?
3. What is going on LA in Universities and K-12 Schools ?
4. What is going on LA in Science Education now, and in the near future?
5. A framework of LA

Mastering Big Data will..

- create jobs and new markets
- better health-care
- lower energy consumption
- ...

... and change education?

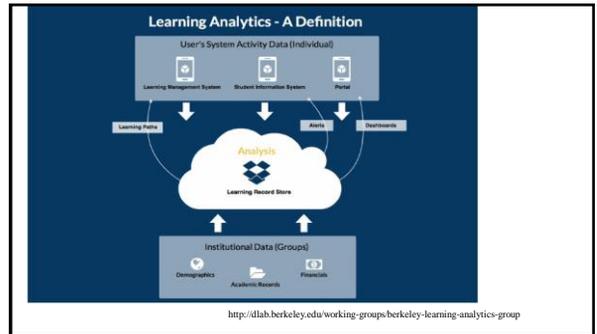
THE DAWN OF BIG DATA



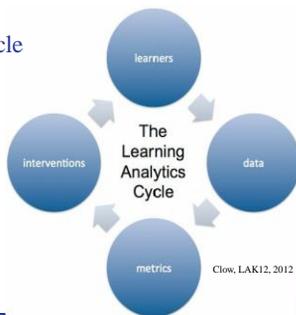
What is Learning Analytics?

The measurement, collection, analysis and reporting of data about learners and their contexts, for **purposes of understanding and optimizing learning and the environments in which it occurs**

- Society for Learning Analytics Research (SoLAR)



The LA Cycle



Levels of Learning Analytics



LA in Universities



- Predictive modeling
 - Data mining of Learning Management System (e.g. Blackboard)
- Place students in (potentially) one of three risk groups
 - Traffic light/signal/robot
- Trigger for intervention emails
- Dramatic retention improvements
- Consistent grade performance improvement



Learning Analytics in Science Education

How can we make use of real-time data to provide teachers and students, with insights that guide their instruction and learning?

- Understand how teachers might use real-time data to guide their teaching
- Explore possible display designs that would support teachers' decisions
- Inform the continued design on a suite of teacher tools in order to understand the impacts of their design on teachers' practices and on students' learning

LA in the web-based inquiry science environment
(wic.berkeley.edu)



Existing Tools and Practices for Guiding, Monitoring, Grading

- Existing tools display student responses for teachers to send grades and guidance, and offer simple ways to track progress.
- "I grade each night, and use primarily held misconceptions and confusions to make openers for the next day. For misconceptions and confusions held only by a few groups, I go and work with those groups individually. I also give unimplemented guidance at work around and read what they are typing during class." (Grade 7 teacher)
- "I know which topics need more discussion when I grade their work at night, and sometimes by the questions they ask during class." (Grade 6 teacher)
- "I mostly use the project monitor to identify how students are responding to one particular question. If I see lots of students having the same non-normative idea I would design an opener." (Grade 7 teacher)
- "I like to keep the class mostly aligned in terms of where they are in the project, so I use the grading tools, project view, to see when most students in a class have completed whatever step I want to discuss. I look at grading tool, students have, to see what percent of the project each team has completed, and use that to help me see which groups need assistance to catch up. I always make a supplementary assignment for those pairs." (Grade 7 teacher)



Identify problem areas in the unit	Times per on step
	Number of teacher comments
	Distinguish step on which students struggle from steps
Manage students' progress	Decide how to allocate time
	Reorganize/rearrange the modules' order
Identify students in need	Times per on step
	Average visits per step
	Average score on step
Promote student motivation and reflection	Average project score
	Average visits per step
Draw on colleagues as teaching resources	Learn from one another's information and reflections

From:
DONOTREPLY@mail.example.com
You are in trouble. The computer predictive model gives you a 87.4322% chance of failing this course. You must see a tutor immediately.

Hi Alex, Are you OK? I noticed you haven't logged on this week, and I know you struggled with the last assessment. We can work through this together - let's have a chat as soon as possible. Pat.

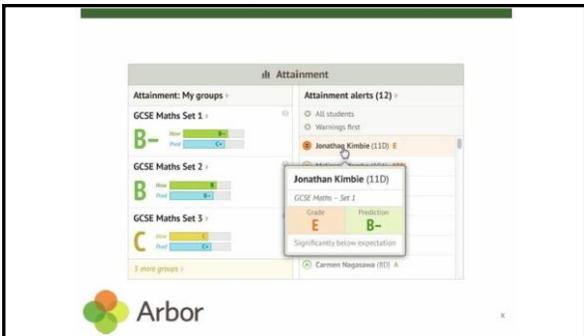
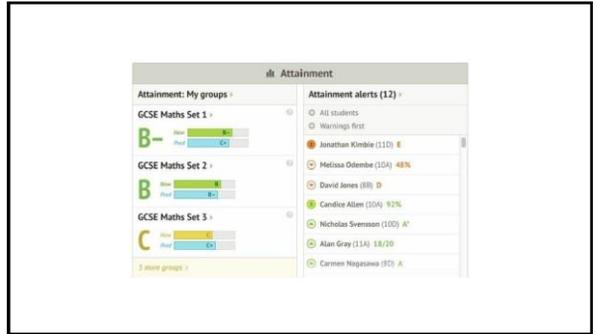
LA in k-12 schools



National Curriculum
National Testing
Analytics for tracking, sorting and monitoring

Example of School Dashboards





Dispositions analytics

- Learning dispositions
 - Resilience
- 7 dimensions of 'Learning power'
 - Resilience
 - Critical Curiosity
 - Strategic Awareness
 - Creativity
 - Meaning Making
 - Learning Relationships
 - Changing and learning

The Learning Warehouse ELLI Profile <learner identifier>

Changing and learning: Very much - like me

Learning relationships: Quite like me

Strategic Awareness: A little like me

Resilience: Like me

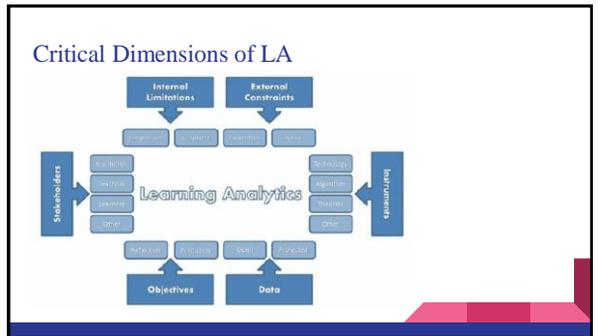
Creativity: A little like me

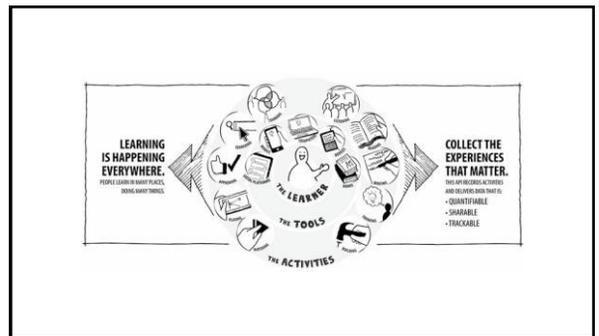
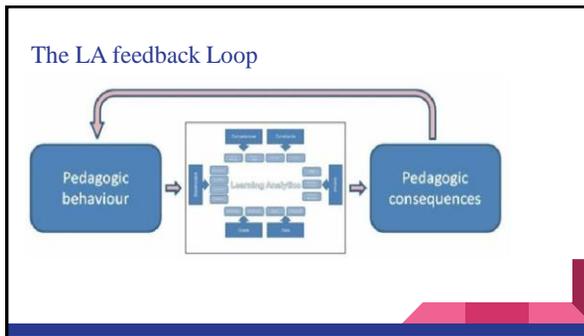
Meaning Making: A little like me

Critical Curiosity: Quite like me

From Data to Insights

DATA	ANALYTICS	INSIGHT
WHAT	HOW	WHO
Platform	Socialnetwork	Institution
Service	Discourse	Tutor
Availability	Content	Self
Access	Context	Educational/ Commercial





4차 산업혁명과 과학교육

* 필요 역량과 교수학습 *

장혜원
 RESEARCH PROFESSOR, KNUE
 RESEARCH ASSOCIATE, HARVARD

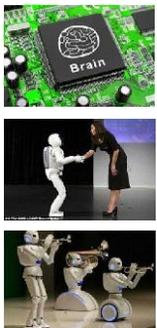
HWJANG@SEAS.HARVARD.EDU
HWJANG@KNUE.AC.KR

2017.08.19

목차

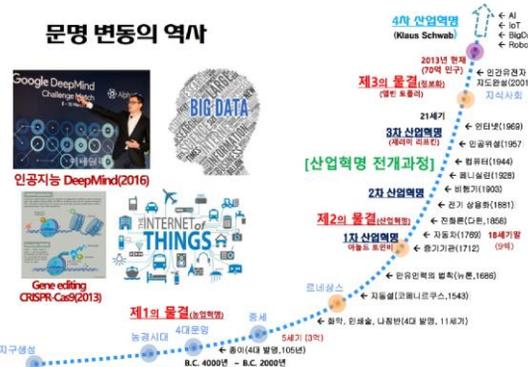
- 4차 산업혁명: 유망기술과 다가올 사회
- STEM 직종 필요 역량과 과학교육
- Q & A

ARTIFICIAL INTELLIGENCE



- [STANFORD AUTONOMOUS HELICOPTER](#)
- [GOOGLE DEEPMIND: LEARNING HOW TO WALK BY ITSELF](#)
- [REAL-TIME EVENT DETECTION](#)
- [INSTANT LEARNING AND DETECTING](#)
- [BRAIN MODEM](#)

문명 변동의 역사



4차 산업혁명 (Klaus Schwab)
 2013년 현재 (70억 인구) ← AI, BigData, Robotics
 제3의 물결 (성보철) (앨런 토퍼러)
 21세기 ← 인공지능, 지도항해(2001), 지식사회
 3차 산업혁명 (제러미 리프킨)
 ← 인터넷(1969), 컴퓨터(1944), 인공지능(1928), 비행기(1903)
 2차 산업혁명
 ← 전기, 상용차(1881), 전화기(1796), 18세기말 석유를 포함한 에너지
 1차 산업혁명
 ← 증기기관(1712), 기계, 인류공학의 법칙(뉴턴, 1686)
 르네상스
 ← 자동차(카를리르누스, 1543), 철학, 인쇄술, 나폴레옹(4대 발명, 11세기)
 중세
 ← 종이(43 발명, 105년)
 4대 문명
 ← 농경시대
 제1의 물결 (노벨트릭) (종세)
 ← 지구생성
 46,000년 전
 B.C. 8000년
 B.C. 4000년
 - B.C. 2000년

자료: 박성현(2016) 참고 자료 작성

문명 변동의 해석¹

- **산업혁명: Arnold J. Toynbee(1884)**
 -Lectures on the Industrial Revolution of the Eighteenth Century in England
- **제3의 물결: Alvin Toffler(1980)**
 -The Third Wave(영국서적, 1980)
 제1물결: 농업혁명/ 제2물결: 산업혁명/ 제3물결: 정보화
- **3차 산업혁명: Jeremy Rifkin(2011)**
 -The Third Industrial Revolution(영국서적, 2011)
 제1차 (미국 전산망, 석탄, 증기기관)
 제2차 (미국 전화망, 석유/전기, 독일 내연기관)
 제3차 (인터넷/사물인터넷, 신재생에너지, 무인자동차/드론 등)
- **제4차 산업혁명: Klaus Schwab(2016)**
 -The Fourth Industrial Revolution

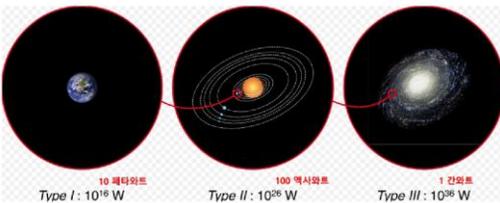


문명 변동의 해석²

카르다셰프 분류(Nikolai Kardashev, 라)



- 에너지 소비량에 따른 3단계 구분
- 외계 라디오파 신호 분석을 통해 제안
- 고유안 형태의 복사에너지 방출



10 페타와트 100 엑사와트 1 간헐트

Type I : 10¹⁶ W Type II : 10²⁶ W Type III : 10³⁶ W

문명 변동의 해석

세이건 분류(Carl Sagan, 미)
 - 정보처리 양에 따른 분류 A-Z
 - A 단계: 100만개 정보 처리 문명, 언어만 있고, 문자없는 문명
 - 1973년: 0.7 H, 2010년: 0.7 L(약 23에 비트)
 - 하나의 언어를 완전히 지배하는 문명: IIIQ 단계
 - 수천 개의 언어를 모두 지배하는 문명: IIIZ 단계

커즈와일 분류(Raymond Kurzweil, 미)
 - 인공지능과 정보 처리 능력 기준 1기-5기
 - 1기: 원자구조/ 2기: DNA/ 3기: 신경패턴(뇌)/ 4기: SW/HW/ 5기: 인간에게 경제 상실(정보스케)



제4차 산업혁명이란?

"물리적(physical), 디지털(digital), 그리고 바이오(bio) 기술이 보다 세롭고 다양한 방식으로 융합된 훨씬 복잡한 영역을 지향하는 전환" Klaus Schwab(2016)



물리학 기술

- 무인운송수단
- 3D 프린팅
- 로봇공학
- 신소재

디지털 기술

- 사물인터넷(IoT)
- 빅데이터
- 인공지능

생물학 기술

- 합성생물학 등 유전공학
- 스마트 의료

융·복합

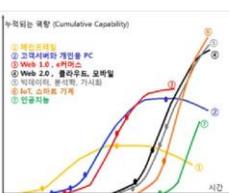
생체조직프린팅

사이버물리시스템

자료: World Economic Forum, 현대경제연구원

속성

속도(Velocity): 기술 진보는 인류가 전혀 경험하지 못한 속도로 빠르게 진화
범위(Scope): 전산업 분야에서 파괴적 기술(Disruptive Technology)에 의해 대대적 재편
시스템 영향(System Impact): 생산, 고용, 관리, 지배구조 등 전체 시스템의 큰 변화 예상

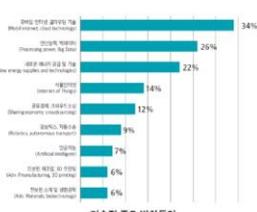


제품	가격 변화
드론	2007: \$100,000 2015: \$500
3D 프린팅 비용	2007: \$40,000 2014: \$100
산업 로봇	2007: \$550,000 2014: \$20,000
DNA 염기 서열 분석	2000: \$ 2.7 bn 2007: \$ 10 mn 2014: \$ 1,000
센서 (3D Lidar)	2009: \$ 30,000 2014: \$ 80

자료: World Economic Forum, Digital Transformation of Industries, Jan. 2016.

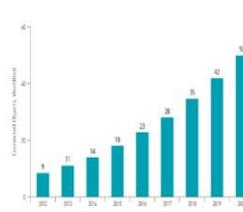
주요 변화동인

기술적: 모바일 인터넷, 클라우드 기술, 빅데이터, 사물인터넷(IoT), 인공지능(A.I.) 등
사회경제적: 업무환경 및 방식의 변화, 신용시장에서의 중산층 등장, 기후변화 등



기술적 주요 변화동인

자료: The Future of Jobs(WEF, 2016) 연구진



인터넷과 연결된 사물(Connected objects)의 수 증가

자료: The Internet of Everything in Motion(Cisco 2013)

주요 변화동인: 기술

Industry 4.0



제4차 산업혁명의 실제

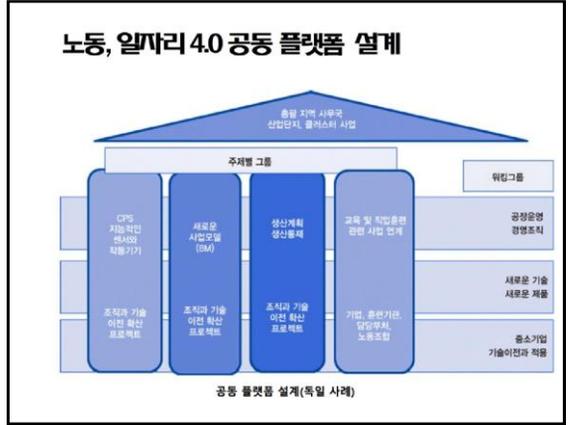
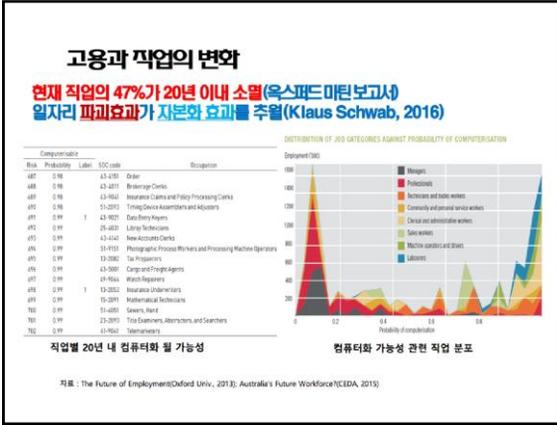
빅데이터를 장착한 인공지능에 의해 사이버 세계와 물리적 세계가 연결되어 작동하는 **기능성 생산양식**을 가리킴

사물인터넷, 클라우드 컴퓨팅의 발전과 확산으로 인간과 사물 간 연결성이 기하급수적으로 확대되는 **초연결성**을 가지고 인공지능과 빅데이터의 연계 및 융합으로 기술 및 산업구조가 **조기능위**를 전망

최근에는 노동, 교육, 지배구조(governance), 일자리 4.0 등 **시민문화역량**으로 확대

출연 연상

인공지능과 빅데이터 시대: 인간의 지능을 대체하는 시스템 작업판도 변화, 경제형식 변화
시스템 혁신, 모바일화, 융이한 접근성: 모바일을 통한 언제 어디서나 정보 접근성으로 인한 생산, 관리, 경제시스템의 근본적 변화
직업, 교육 등에서 획기적 변화: 신 전문직업, 휴먼클라우드 등 고용형식, 직업교육의 근본적 변화 등 근초와 교육형식에서 새로운 패러다임 출현
새로운 시민참여사회: 개방, 투명, 공유 가치 지향, 직접 참여, 새로운 지배구조 사회 전개

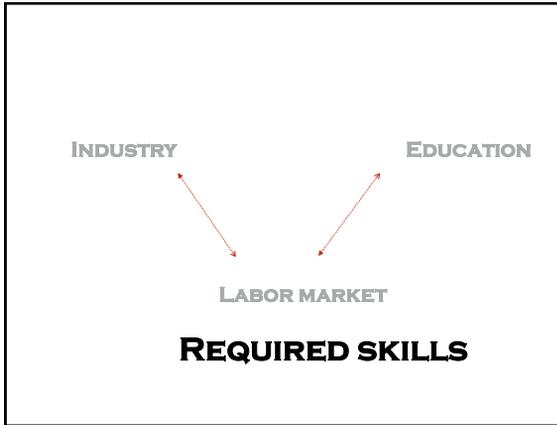


- ### 제4차 산업혁명의 영향: 조직적 변화
- 거시적(macro): 성장패턴, 노동시장, 직업의 미래 등
 - 미시적(micro): 기업 운영, 조직 형태, 채용 조달 등
 - cf. S&P 500 지수 편입기업 평균 수명: 60년 -> 18년
 - 연수임 10억 달러 기록 연수: 페이스북 6년, 구글 5년
 - 디지털 기회의 통 안 비즈니스 모델의 변화
 - *고객중심 기업사례: 네스프레스(Nespresso)
 - *견소안 비즈모델 기업 사례: 미셸린(Michelin)
 - *가치사슬 해체 기업사례: 아마존(Amazon)
 - *파괴적 혁신: 상품과 서비스 융합
 - Down 진약론 압박
 - *Always in Beta(끈임없이 진전하라)
 - *기업가정신(entrepreneurship) 중요
 - Intrapreneur(진취적 사내벤처)/entrepreneur(모험적 기업가)

- ### 제4차 산업혁명의 영향: 조직적 변화
- 플랫폼의 중요성 강조
 - *2013년 시가총액 상위 30대 브랜드 중 14개 브랜드: 플랫폼 중심기업 (MIT Sloan School of Management)
 - *P2P 플랫폼, 로보 어드바이저(robot-advisory), 블록체인(blockchain) 기술
 - *거래비용 0.5% 수준 투자자문과 포트폴리오 서비스 제공: BlackRock(5.1조 달러)
 - 기업리더와 정책결정자 대응 방식
 - *지속적 학습, 적응력 제고, 독자적 모델 구축 역량, 객관적 평가 시각 등
 - *파괴적 혁신의 영향에 대한 이해 필요
 - 인재주의(talentism) 중요
 - *기업 적합 인재 영입, 창의력·혁신 추구
 - *유연한 계층문화, 새로운 성과측정·보상 방식 등 조직문화 개편

- ### 제4차 산업혁명의 영향: 사회적 변화
- 정보 민주화와 투명성 제고
 - *자신의 디지털화와 국민에게 권력 부여
 - 권력의 이동: 국가 -> 비국가 세력, 거점간 기관 -> 느슨한 네트워크
 - *정보의 흐름, 투명성으로 인한 시민행동 양식 변화
 - *시민사회 힘 확대(micro-power)
 - 가치 창출과 공유 가능성 제고
 - *사물인터넷과 스마트 자산: 자원과 에너지 흐름 추적 가능
 - cf. 10년간(13~22) IoT로 실현될 경제수익: 14조 4,000억 달러(Cisco)
 - *한계비용 제로 사회, 공유경제(Jeremy Rifkin)
 - 새로운 권력 패러다임의 비대칭성 가능성
 - *신뢰 약화 문제 노장: 위키리스크 사태(Julian Assange)
 - *정부는 감시를 늘리는 쪽으로 기울(Edward Snowden 폭로)

- ### 목 차
- 4차 산업혁명: 유망기술과 다가올 사회
 - STEM 직종 필요 역량과 과학교육
 - Q & A



FUTURE

"Machines are increasingly able to do cognitive tasks, opening up a much broader set of things that only humans were previously able to do, and differentiated between automating tasks"







- TECHNOLOGY HAVE CHANGED REQUIRED SKILLS
- MORE IMPORTANCE: LINKAGE BETWEEN EDUCATION AND REQUIRED SKILLS

NOW

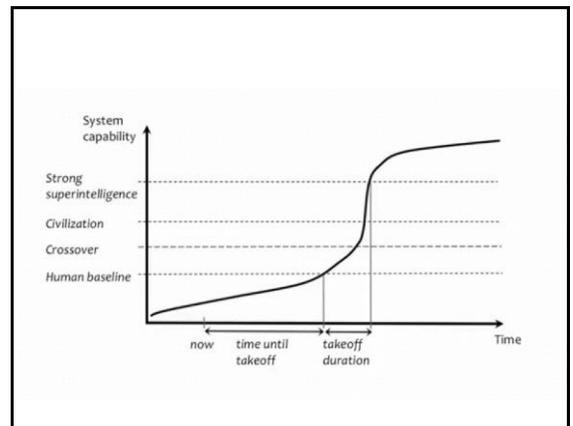
Computational Pathology: High Dimensional Fused-Informatics

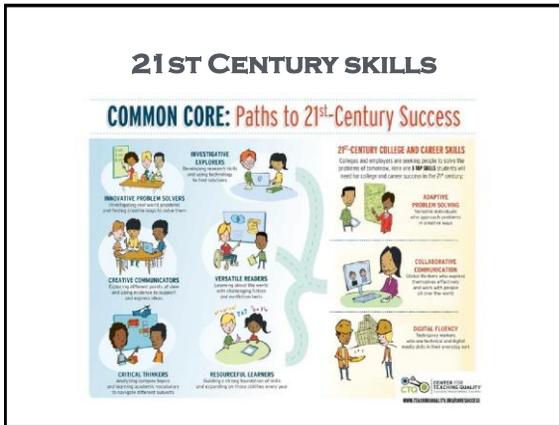
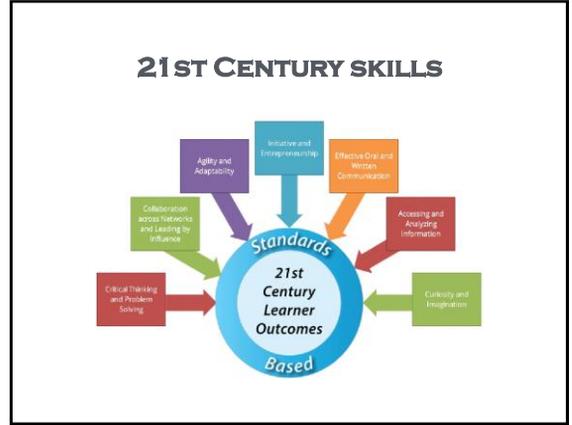
- Anatomic/functional characterization at fine and gross level
- Integrate of anatomic/functional characterization, multiple types of "omic" information, outcome
- Predict treatment outcome, select, monitor treatments
- High throughput tissue classification
- Computer assisted exploration of new classification schemes
- Integrated analysis and presentation of observations, features analytical results – human and machine generated





A screenshot of the Future of Humanity Institute website. The header includes the logo and navigation links: Home, About, Research, Publications, Press, Jobs, Contact. A featured article titled 'New paper: Exploration potential' is highlighted. Below are sections for 'About Us', 'Research', and 'Superintelligence' with corresponding images and text.



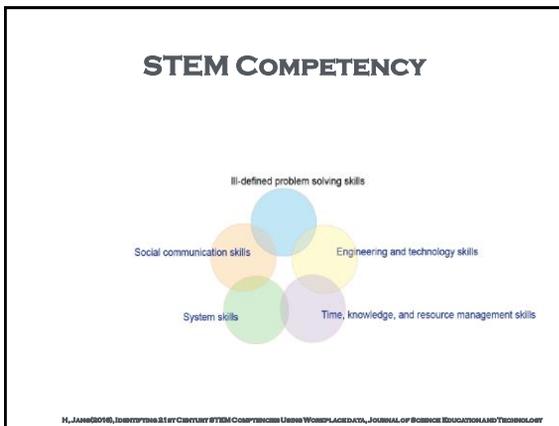


2002 년과 2016 년의 물리학자의 숙련 순위 및 중요도

Skills	Ranking		Importance	
	2002	2016	2002	2016
Science	11	9	4.5	4.5
Active Learning	2	8	4.0	3.75
Mathematics	5	7	4.0	4.36
Critical Thinking	4	3	4.06	4.28
Reading Comprehension	5	5	4.06	4.12
Writing	6	11	4.06	3.62
Complex Problem Solving	7	4	4.14	4.12
Adjustment and Decision Making	8	6	4	3.75
Equipment Selection	9	31	3.85	2.88
Learning Strategies	10	19	3.85	3.62
Speaking	11	6	3.85	4.12
Operational Analysis	12	24	3.66	2.88
Technical Design	13	22	3.66	3
Active Learning	14	7	3.5	4
Management	15	14	3.5	3.25
Quality Control/Analysis	16	25	3.49	2.75
Coordination	17	17	3.33	3.12
Systems Analysis	18	15	3.27	3.25
Intercultural	19	12	3.18	3.5
Time Management	20	16	3.16	3.25
Management of Personal Resources	21	23	3	2.88
Operation Monitoring	22	27	2.89	2.5
Systems Analysis	23	20	2.76	3.12
Operation and Control	24	32	2.5	1.5
Management of Material Resources	25	28	2.39	2.88
Programming	26	13	2.33	3.17
Tool/Technology	27	30	2.29	2.12
Social Interactions	28	19	2	3.12
Equipment Maintenance	29	33	1.83	1.12
Management of Financial Resources	30	29	1.83	2.12
Repairing	31	35	1.66	1
Initiation	32	34	1.5	1.12
Persuasion	33	15	1.5	3.12
Negotiation	34	26	1.33	2.12
Service Orientation	35	31	1.33	1

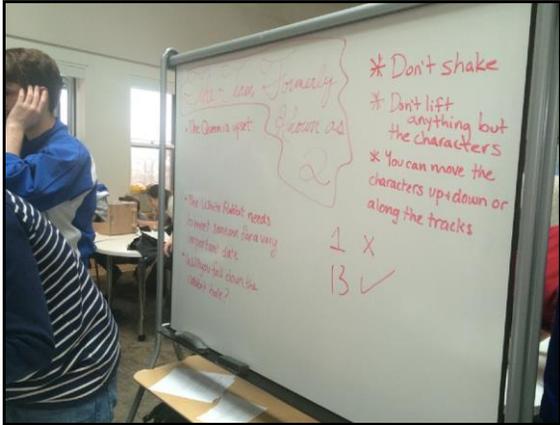
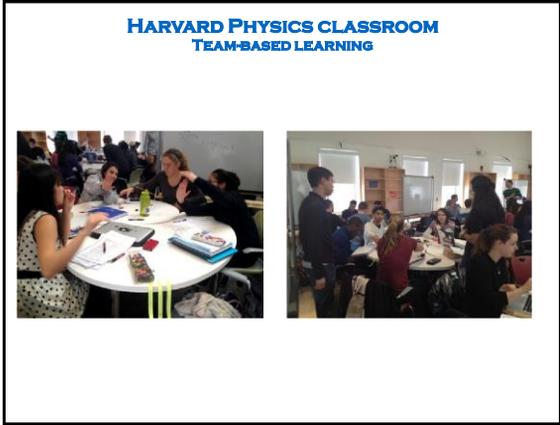
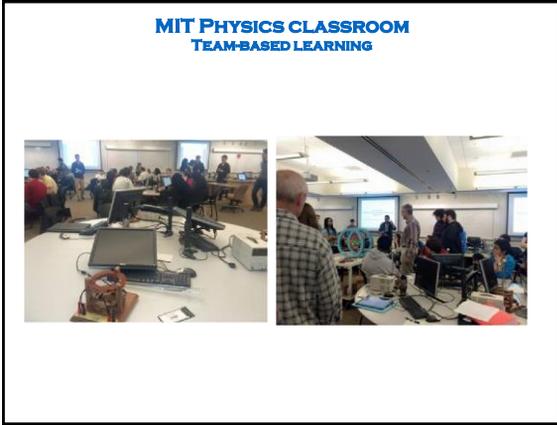
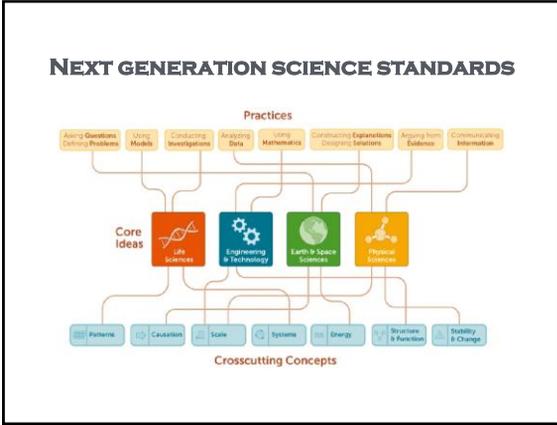
물리학자에게 필요한 35개의 숙련 지표를 2002년과 2016년을 비교한 결과, 협력을 기반으로 한 역량의 중요도가 급격히 상승하였다. 예를 들어, 서비스 오리엔테이션 (Service Orientation), 설득하기 (Persuasion), 협상하기 (Negotiation), 프로그래밍 (Programming), 사회 지각력 (Social perceptiveness) 등의 숙련이 2002년에 비해 2016년에 중요도가 상승하였다. 반면에, 중요도가 감소한 숙련은 기계를 조작하고 유지하는 설비 유지 (Equipment Maintenance), 작동 분석 (Operation analysis), 수리 (Repairing) 등이다.

황규희, 강해원, 이상호 (2016)



DOMAIN	SOLVING PROBLEMS	WORKING WITH PEOPLE	WORKING WITH TECHNOLOGY	WORKING WITH SYSTEM	WORKING WITH RESOURCES
18 SKILLS	<ul style="list-style-type: none"> •Critical Thinking •Complex/Problem Solving •Reading Comprehension •Mathematics 	<ul style="list-style-type: none"> •Active Learning •Writing •Coordination •Collaboration •Communication 		<ul style="list-style-type: none"> •Modeling •Systems Analysis •System/Process •Adjustment/Decision Making 	<ul style="list-style-type: none"> •Team Management •Team Changes •Risk Management
7 KNOWLEDGE	<ul style="list-style-type: none"> •Mathematics •English Language 	<ul style="list-style-type: none"> •Communication/Process/Service •Business/Finance 	<ul style="list-style-type: none"> •Computer/Software •Equipment •Technology 	<ul style="list-style-type: none"> •Administration/Management 	
27 ACTIVITIES	<ul style="list-style-type: none"> •Creating/Innovation •Modeling/Process •Problem Solving •Information •Thinking/Design/Action •Communication •Teamwork/Coordination •Decision/Complexity •Teamwork/Coordination •Teamwork/Coordination 	<ul style="list-style-type: none"> •Communication/Process/Service •Business/Finance 	<ul style="list-style-type: none"> •Computer/Software •Equipment •Technology 	<ul style="list-style-type: none"> •Administration/Management •Modeling/Process/Service •Information •System/Process •Adjustment/Decision Making 	<ul style="list-style-type: none"> •Team Management •Team Changes •Risk Management •Teamwork/Coordination •Teamwork/Coordination •Teamwork/Coordination •Teamwork/Coordination •Teamwork/Coordination •Teamwork/Coordination •Teamwork/Coordination •Teamwork/Coordination
STEM COMPETENCIES	(11-DEFINED) PROBLEM-SOLVING SKILLS	SOCIAL/COMMUNICATION SKILLS	TECHNOLOGY/INFORMATION SKILLS	SYSTEMS SKILLS	TEAM/RESOURCE/KNOWLEDGE/MANAGEMENT SKILLS

H. JANG (2016), IDENTIFYING 21ST CENTURY STEM COMPETENCIES USING WORKPLACE DATA, JOURNAL OF SCIENCE EDUCATION AND TECHNOLOGY







**STEAM교육은 4차 산업혁명기의
교육혁명을 어떻게 선도할 것인가?**

유미현 교수
(아주대학교 교육대학원 영재교육 전공 및
융합인재교육 전공)

Dynamic Tomorrow 

STEAM 교육의 등장 배경



STEAM 탄생의 배경

- STEM 교육으로의 개혁(미국의 예)
 - 2003년 PISA(OECD 학업성취도 평가) - 낮은 성적
 - 국가과학위원회-24명의 전문가로 TF 구성
 - 2006년 1월-조지 부시, ACI(the American Competitiveness Initiative(미국경쟁력강화계획) 발표-R & D, Education 투자 계획(59억 \$, 향후 10년간 500억\$); the ACI hopes to promote new levels of educational achievement and economic productivity.

3

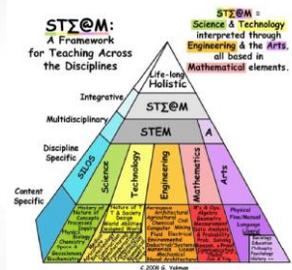
미국에서 STEM 교육이 시작된 배경

- 미국에서 국가 경쟁력 하락의 원인을 교육에서 찾으면서, 학생의 흥미와 성취도를 떨어뜨리는 과학, 수학, 기술 교과에 대한 인식 부족과 잘못된 이해, 공학 진학을 저조와 공학 프로그램 참여가 저조한 교육을 하고 있다는 등의 문제 제기
- 문제점들을 해결하기 위해 기술교과 교육자들을 중심으로 과학, 기술, 공학, 수학을 통합적으로 교육하는 방식이 시도됨

STEM Education의 정의

“통합 STEM 교육은 STEM 교과 중 두 가지 이상의 교과 사이의 내용과 과정을 통합하는 교육 접근 방식으로 적어도 기술 또는 공학의 한 학문 영역을 포함하여야 한다, 또한 통합 STEM 교육은 다른 학교 과목과의 연결을 통해서 실천될 수 있다.” (Sanders, 2011)

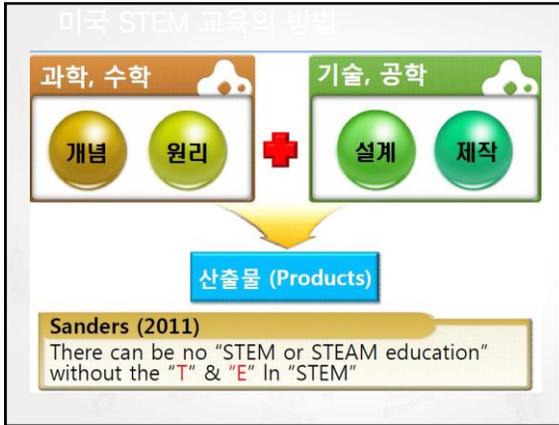
Yakman의 STEAM 모형



The diagram is a pyramid with five levels. From top to bottom:

- Level 1 (Top):** STEAM@M: Science & Technology interpreted through Engineering & the Arts. All based in Mathematical elements.
- Level 2:** Life-long Holistic STEAM
- Level 3:** Integrative STEAM
- Level 4:** Multidisciplinary STEAM
- Level 5 (Bottom):** Discipline Specific STEAM

 The pyramid is divided into four vertical sections: Science, Technology, Engineering, and Mathematics. The bottom section is further divided into Arts. The diagram is credited to © 2008 by Yakman.



우리나라 과학기술 교육의 문제점

- 2011년 한국 어린이 청소년 행복지수 국제 비교 결과에 의하면 우리나라 어린이와 청소년의 주관적 행복지수는 OECD 국가 중 최하위로 조사됨
- 국제학업성취도 PISA, TIMSS 조사 결과에 따르면 우리나라 학생들의 수학과 과학 성취도는 전반적으로 높지만 문제해결 능력과 창의력 분야에서는 전반적으로 뒤짐. 과학 수학 교과에 대한 흥미, 자신감은 최하위
- 수학과과학에 대한 초중고생의 흥미 저조, 과학기술 분야 진로 기피 → 국가과학기술경쟁력 저하 예상
- 사회 및 시대변화에 따른 주입식 교육방법의 한계에 도달

PISA 2000		PISA 2003		PISA 2006		PISA 2009		
순위	국가명	평균점수	순위	국가명	평균점수	순위	국가명	평균점수
1	한국	552	1	핀란드	548	1	핀란드	554
2	일본	550	2	일본	548	2	홍콩-중국	542
3	핀란드	538	3	홍콩-중국	539	3-6	캐나다	534
4	영국	532	4	한국	538	3-8	대만	532
5	캐나다	529	5	리히텐슈타인	525	3-9	일본	531
6	뉴질랜드	528	6	호주	525	3-9	뉴질랜드	530
7	호주	528	8	네덜란드	524	5-10	호주	527
8	오스트리아	519	10	뉴질랜드	521	6-11	네덜란드	525
10	스웨덴	512	11	캐나다	519	6-14	리히텐슈타인	522
12	프랑스	500	13	프랑스	511	7-13	한국	522
13	노르웨이	500	14	벨기에	509	10-19	독일	516
14	미국	499	17	헝가리	503	12-18	영국	515
15	헝가리	496	18	독일	502	14-20	벨기에	510
17	벨기에	496	22	미국	491	22-29	프랑스	495
20	독일	487	24	러시아	489	24-35	미국	489
	평균		평균		487	평균		488
						평균		496

●미국의 STEM/STEAM 교육의 목표

- 학생들의 수학, 과학 교과에 대한 국제 학업성취도 향상
- 과학교사의 전문성 개발
- 여학생과 소수민족의 이공계 진출 장려 (Sanders et al., 2006).

●우리나라의 STEAM 교육의 주된 목표 : 학생들이 과학기술에 대한 융합 개념을 형성하는 것도 중요하지만, 학생들의 과학에 대한 낮은 효능감이나 자신감, 흥미 등을 향상시켜 과학학습에 대한 동기 유발을 목적으로 설정(백운수, 2011).

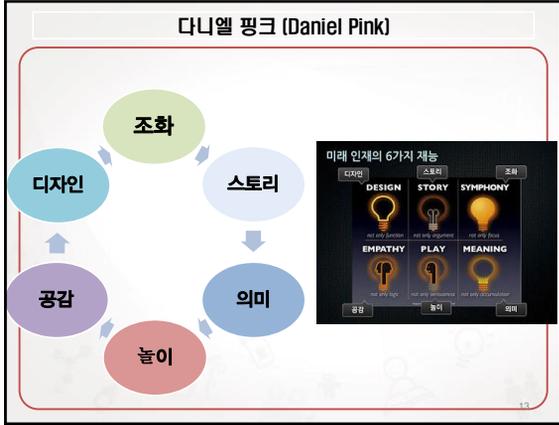
요구되는 미래 인재상의 변화

앨빈토폴러(Alvin Toffler):
 • 미래사회: 탈 대량화, 다양화, 지식 기반 생산과 변화의 가속화
 • 인재상
 - 창조적 인재
 - 전문가의 장벽, 기존 사고의 틀을 깨고 넘나드는 인재
 - 더 열려있고 더 신속적인 인재
 - 관료주의나 기존 시스템에서 벗어나 정치·경제·사회를 두루 조망할 줄 아는 인재

어제, 오늘 그리고 내일

어제와 오늘을 배우고 익혀, 우리는 미래를 준비할 수 있다. 그러나 미래를 준비하는 것은 새로운 아이디어, 방법, 도구, 기술이 필요하다. - 앨빈 토폴러

하워드 가드너(Howard Gardner)
 • 미래사회: 다양한 학문의 결합/ 기술의 수렴
 • 요구 역량
 - Disciplined Mind(전문분야 도전)
 - Synthesizing Mind(조합/종합)
 - Creating Mind(창의)
 - Respectful Mind(존중)
 - Ethical Mind(윤리적)



융합인재교육(STEAM) 등장 배경

- 미래의 과학기술분야 인재에게 필요한 능력 : 과학적 지식을 바탕으로 기술과 공학적인 요소를 다룰 수 있고, 예술적 감성까지 포용, 일상의 문제를 수학적 기법을 사용하여 해결할 수 있는 능력

창의적 과학기술인재대국을 위한
제2차 과학기술인재 육성·지원 기본계획(11~15)

1차 기본계획(06~10) : 영재교육과 대학 이상의 교육이 주요대상
2차 기본계획(11~15) : 전체 초·중등 대상으로 대폭 확대

융합형 인재(호모 컨버전스)

도요타의 T형 인재
→ 최근 π형 인재

A 형 인재

한 분야에 대한 깊이있는 지식 다른 분야에 대한 상식과 포용력

A

커뮤니케이션 능력

우리나라 융합인재교육(STEAM) 정의(1)

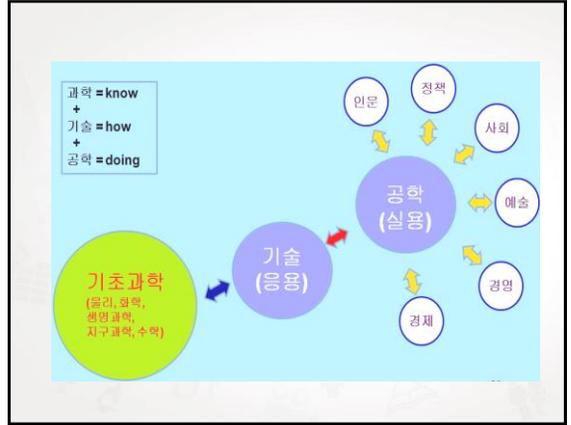
• 과학기술에 대한 학생들의 흥미와 이해를 높이고 과학기술 기반의 융합적 사고(STEAM Literacy)와 문제해결력을 배양하는 교육(한국과학창의재단, 2012)

• 창의적 설계(Creative Design)와 감성적 체험(Emotional Touch)를 통해 과학기술과 관련된 다양한 분야의 융합적 지식, 과정, 본성에 대한 흥미와 이해를 높여 창의적이고 종합적으로 문제를 해결할 수 있는 융합적 인재를 양성하는 교육(백운수 외, 2011)

우리나라 융합인재교육(STEAM) 정의(2)

• STEAM교육이란 과학, 기술, 공학, 예술, 수학의 과목 또는 내용을 통합하여 가르침으로써, 과학기술에 대한 학생들의 흥미와 이해력을 높이고 창의적 문제해결력을 기를 수 있는 융합교육(김진수, 2012)

우리나라 융합인재교육(STEAM) 정의(3)
- 창의적 융합인재 양성을 위한 STEAM 수업 모델(최정훈, 2011)
S(과학 기본 원리 및 개념)을 토대로, 관련 T(기술)을 응용하여, 실용성에 기반한 창의적 E(공학) 디자인을 하도록 한다.
이 과정에서 A(예술, 감성)과 A(인문 및 사회적 가치)를 더하고 이 모든 과정을 M(수학)적 도구를 통해 체계적으로 창의적이고 융합적인 산출물을 창출할 수 있는 안목과 능력을 가진 인재를 육성하는 교육이다.



융합인재교육의 4대 핵심 역량(4C-STEAM)
 - 백운수 외(2011)

- 소통(communication)
- 지식 및 개념의 융합(convergence)
- 창의성(creativity)
- 배려(caring)

4C	핵심 역량	관련 역량 요소
배려 (Caring)	배려와 존중을 실천하는 인재	-자기애 -자신감 -자아존중감 -자아표현력 -타인을 위한 배려 -타인 존중 -다문화 이해 -갈등해결
창의 (Creativity)	창조와 혁신을 추구하는 인재	-창의력 -문제해결력 -문제확인능력 -창의수렴능력 -창의분석능력 -의사결정능력 -평가능력
소통 (Communication)	소통 능력을 갖춘 인재	-언어적 소통 -시각적 소통 -확신적 능력 -글로벌 소통 능력 -소통하는 태도 -협력하는 태도
융합 (Convergence)	융합 지식의 이해와 활용하는 인재	-STEAM 융합 지식 이해 -STEAM 융합 지식 연계 능력 -STEAM 융합 지식 활용 및 응용 능력 -STEAM 의 학적 지식(언어, 사회, 문화, 윤리, 경제 등) 이해와 연계



- STEAM 교육의 성과**
1. STEAM 교육의 빠른 정착 - 한국형 STEAM 교육 → STEAM 프로그램 학습준거틀 개발
 2. STEAM 리더 스쿨, 교사연구회, STEAM 프로그램 개발 연구, 아우터치 등 다양하게 적용 가능한 STEAM 프로그램 개발
 3. <http://steam.kofac.re.kr> STEAM 사이트 운영
 4. STEAM 프로그램 개발 적용 연구 활발
 5. 진로교육, 자유학기제 연계 STEAM 교육 활성화
 6. 창의융합형 인재 양성을 위한 교육 방안으로 채택

STEAM 교육의 시행착오

1. 융합에 대한 혼란
예) S, T, E, A, M이 모두 포함되어 있어야 STEAM으로 생각
A(Arts)는 음악, 미술 등의 fine arts로 한정시켜 생각
교과의 융합 자체가 STEAM 교육의 목표가 됨
STEAM 교육 = 융합교육
한 교사가 가르쳐야만 함
2. 모든 교사에게 확산되기 보다는 일부 교사, 특히 열정적으로 활동하는 과학교사 중심으로 확산
3. 학습준거들에 대한 오해
예) 상황제시, 창의적 설계, 감성적 체험이 단계처럼 인식, 한 수업 시간 내에 이 모든 것이 포함되어야 하는 것으로 생각.
창의적 설계는 디자인하는 것으로 한정하여 인식
4. 개념 학습, 탐구 수업의 약화

STEAM 교육의 새로운 기회

1. 4차 산업혁명에 대한 관심이 고조됨으로 인해
SW교육, MAKER교육의 중요성이 강조되고 있음
→ SW-STEAM, MAKER + STEAM으로의 변화
2. 자유학기제, 자유학년제 확대로 10차시 이상의 장기적 STEAM 프로그램, 미래직업과 연계된 STEAM 프로그램의 활용 기회가 많아짐
3. 내년부터 적용되는 2015개정 교육과정의 인재상이 창의융합형 인재이며, 역량 중심 교육과정이 STEAM교육이 추구하는 방향과 일치됨

THE STEAM REVOLUTION

For over 250 years, steam did almost everything: pumped water, drove factories, powered ships across oceans and ploughs through fields. Steam turbines still provide 90% of our electricity. The power of the steam engine changed the lives of millions of people around the world. Find out how. Explore *The steam revolution*.

결론

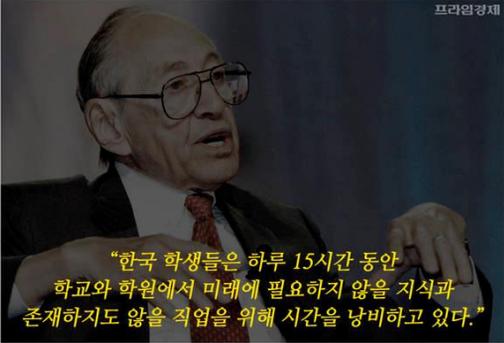
- 4차 산업혁명은 STEAM교육이 미래지향적으로 나아갈 수 있는 기회이며, 4차 산업혁명기의 교육혁명을 선도할 수 있을 것임
- 2011년부터 이루어진 STEAM교육의 성과를 종합할 필요가 있음. 특히 수학, 과학에 대한 흥미를 비롯한 정의적 특성, 그리고 이공계 진로 유도에 대한 효과성 분석이 필요함
- 미래지향적 창의융합형 인재 양성이라는 목표 달성에 기여할 수 있는 교수-학습 모델이며, 현장교육에 정착되도록 프로그램을 개발 및 적용, 확산시킬 필요가 있음



..... **4차 산업혁명 시대, 미래 사회에서**
필요한 역량을 키우는 융합인재교육

보문고등학교 이현종

어떤 교육이 필요한가?

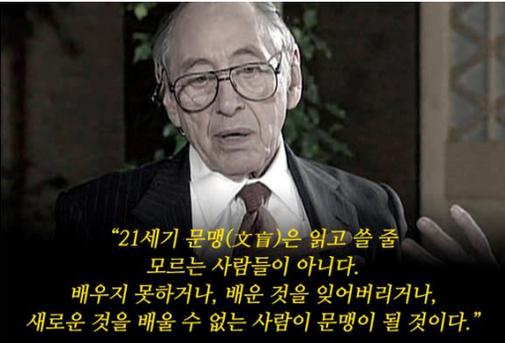


프라임경제

“한국 학생들은 하루 15시간 동안 학교와 학원에서 미래에 필요하지 않을 지식과 존재하지도 않을 직업을 위해 시간을 낭비하고 있다.”

자료출처: <http://www.newsprime.co.kr/news/article.html?no=341728>

어떤 교육이 필요한가?



“21세기 문맹(文盲)은 읽고 쓸 줄 모르는 사람들이 아니다. 배우지 못하거나, 배운 것을 잊어버리거나, 새로운 것을 배울 수 없는 사람이 문맹이 될 것이다.”

자료출처: <http://www.newsprime.co.kr/news/article.html?no=341728>

어떤 교육이 필요한가?



프라임경제

“변화는 삶에 절실히 필요할 뿐 아니라 삶 자체다.”

자료출처: <http://www.newsprime.co.kr/news/article.html?no=341728>

‘더’ 하지 말고 ‘다르게’ 하자



자료출처: <http://abouta.tistory.com/2>

인간에게 필요한 3대 미래 역량



자료출처: 미래 일자리 길을 찾아(이승규 연구위원, KISTEP)

창의교육에 대한 고민

창의를 만드는 네 가지 비법

새롭지 않은 새로움에게 새로움의 길을 묻다

다음 도형이 사각형이 아닌 이유를 써 보시오.
 (원래는 사각형인데 겹쳐져서)

옆의 문장에서 빠진 말을 찾아 쓰세요.
 가위를
 거울을
 사슴이 마 젖 나 뵈니다.



창의를 만드는 재료

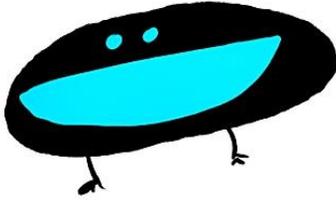
10년의 법칙, 전문성!

K × I = O

KNOWLEDGE IMAGINATION ORIGINALITY



생물의 다양성..



자료출처 : <http://blog.naver.com/sabins1112/221012359336>

생물의 다양성..



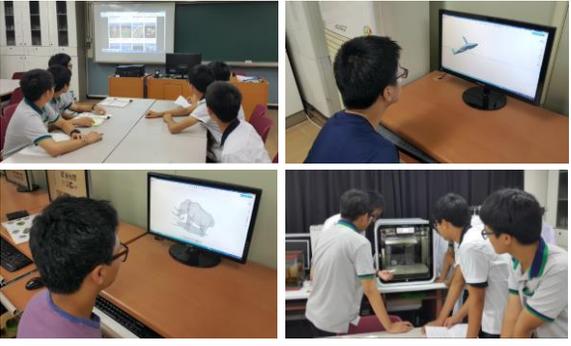
자료출처 : <http://blog.naver.com/sabins1112/221012359336>

생물의 다양성..



자료출처 : <http://melo.com/56>

3D 프린터 사용 교육



STEAM 교육 적용 사례



게코 도마뱀을 본따 만든 부착형 스탠드

자료출처 : <http://hnews.seoul.co.kr/news/newsView.php?id=2014060901011>

STEAM 교육 적용 사례



VELOZ 디자인에 스피드를 더하다

problem
고속주행시 무릎 구조를 강화하고
일부 부품은 무게를 줄여 공기 저항을
줄여주는 차량을 개발한다.

SOLUTION
1. 고속주행시 무릎 구조를 강화하고
일부 부품은 무게를 줄여 공기 저항을
줄여주는 차량을 개발한다.
2. 고속주행시 무릎 구조를 강화하고
일부 부품은 무게를 줄여 공기 저항을
줄여주는 차량을 개발한다.

STRONG POINT

엔지니어링 디자인을 이용한 VELOZ의 차체는 공기역학적으로 설계되었다.
고속주행시 동사의 무릎을 이용한 로딩도, 범퍼가 공기 저항을 사용하여
항상적이고 높은 공기 저항을 줄여준다. 또한, 그 강도를 사용하여
안전하게 견딜 수 있고 새의 날개를 흉형한 디테일에서 공기를 내보내 유체의
흐름을 늦추는 역할을 한다.

정밀 의학(Precision Medicine)



앤젤리나 졸리가 겪은 유전성 유방암

졸리의 어머니는 10여 년간 난소암 투병 끝에 56세에 생을 마감했고, 졸리는 어머니에게서 BRCA1을 물려받았다. BRCA1을 보유한 앤젤리나 졸리는 유전자 검사를 통해 유방암에 걸릴 확률이 87%로 나왔다. 유방절제 수술을 받은 지금은 확률이 5%로 떨어졌다고 밝혔다. 그녀는 <뉴욕타임스>를 통해 "유방암 걸릴 위험을 줄이고자 유방절제 수술을 결정했다"고 말했다.

BRCA는 유방 종양을 억제하는 유전자인데, 결여된 유방암(Breast Cancer)의 앞 글자를 따서 만든 이름이다. 이 유전자가 변이되면 돌연변이 세포를 막지 못해 유방암 위험이 커진다. 유전자 변이에 의한 유전성 유방암은 모든 유방암 중 5~10%를 차지하며, BRCA1과 BRCA2 유전자 돌연변이가 주된 원인이다. 부모나 형제가 유전자 돌연변이를 보유하고 있으면, 다른 형제나 자녀에게 돌연변이가 전달될 확률은 상염색체 우연하게 50%에 달한다.

정밀 의학(Precision Medicine)

2003년, 13년간 27억 달러가 소요된 인간 유전체 사업(Human Genome Project) 한 남자의 DNA 염기 서열이 모두 밝혀졌다.

이제는 1000달러로 일주일이면 한 사람의 게놈을 분석하는 시대



정밀 의학(Precision Medicine)

ICT-빅데이터와 결합된 정밀의학 개념도

현재

개인 DATA

- 환자 유전체 정보
- 병력 기록력
- 생활습관-환경
- 질병 증상 등

동일 질병의 환자들에게 동일한 약을 처방한 후 효과가 없으면 약을 바꿈

의사

AI 빅데이터

과학 바이오

미래

환자를 카테고리별로 분류해 맞춤형과 치료를 처방함. 부작용 최소화, 의료비 절감

정밀 의학(Precision Medicine)



애플의 HealthKit

병원, Nike(운동 데이터 수집) 사용자 등과 연계, 개인건강기록 기반의 개인 맞춤형 웰스케어 서비스

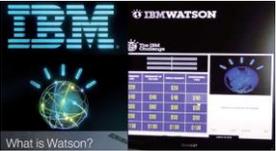
개인 스스로 자신의 건강 정보를 소유하고 관리함으로써 기존의 질병 발생 후 치료의 개념에서 자기주도적인 예방과 관리의 차원으로 개념 전환

정밀 의학(Precision Medicine)

구글의 혈당 측정용 렌즈



인공지능, IBM 왓슨



STEAM 교육 적용 사례

주제 및 제작 의도

유전체 분석과 빅데이터를 활용한 정밀 의료를 살펴보고, 유전자 검사 결과를 활용하여 평소 개인 STEAM을 적용하는 방안을 생각해본다.

01 유전체와 빅데이터가 만나면?

STEAM 교육 요소

- 유전체와 유전체 개념 이해
- 유전자 분석 기술 이해
- 유전자 분석을 활용한 평소 개인 기술 구성
- 평소 개인 자기 디자인
- 데이터 분석 및 빅데이터 개념 이해

학습 목표

- 유전체와 빅데이터의 개념과 활용 방안을 설명할 수 있다.
- 데이터 마이닝의 개념과 활용 사례를 설명할 수 있다.

관련 교과

- 고등학교 과학 1
- 과학 1 (생명과학, 수리, 기초과학)

내용

- 유전체와 빅데이터의 개념과 활용 방안을 설명할 수 있다.
- 데이터 마이닝의 개념과 활용 사례를 설명할 수 있다.

과제 목표

- 변화하는 사회에 적합한 의료, 건강 서비스에 대해 알아보고, 미래 직업에 대한 자신의 생각을 표현할 수 있다.
- 데이터를 분석하는 방법을 알아보고 빅데이터 전문가 직업에 대해 설명할 수 있다.
- 유전체 분석 기술을 활용한 평소 개인 서비스 아이디어를 제시할 수 있다.

STEAM 교육 적용 사례

The image shows two book covers. The left one is red and white, titled '교육용 데이터 이용자 안내서' (Educational Data User Guide) by KAGES. The right one is white with green accents, titled '코호트연구 우수성과 50년' (Cohort Study Excellence 50 Years) by the Korean Cohort Study Group.

STEAM 교육 적용 사례

The slide displays a '용인저 감사 보고서 - A. 위험도순' (Yonginjeong Thank Report - A. Risk Level) table and a '서비스 상세결과 - 주의' (Service Detailed Results - Caution) section. The table lists various items and their risk levels. The service results section includes a bar chart showing a value of 41.50 and a note about service quality.

순번	내용	위험도	비고
1	인사	100	
2	인사	100	
3	인사	100	
4	인사	100	
5	인사	100	
6	인사	100	
7	인사	100	
8	인사	100	
9	인사	100	
10	인사	100	
11	인사	100	
12	인사	100	
13	인사	100	
14	인사	100	
15	인사	100	
16	인사	100	
17	인사	100	
18	인사	100	
19	인사	100	
20	인사	100	
21	인사	100	
22	인사	100	
23	인사	100	
24	인사	100	
25	인사	100	
26	인사	100	
27	인사	100	
28	인사	100	
29	인사	100	
30	인사	100	
31	인사	100	
32	인사	100	
33	인사	100	
34	인사	100	
35	인사	100	
36	인사	100	
37	인사	100	
38	인사	100	
39	인사	100	
40	인사	100	
41	인사	100	
42	인사	100	
43	인사	100	
44	인사	100	
45	인사	100	
46	인사	100	
47	인사	100	
48	인사	100	
49	인사	100	
50	인사	100	

STEAM 교육 적용 사례

The diagram illustrates a process flow: a microchip (a) is used in a dental application (b), which is connected to a circuit board (c), and finally to a network of nodes (d). Below the diagram are images of a urinal, a kidney, and a neural network, suggesting applications in healthcare and biology.

The collage features a magnifying glass over a document, a clock face, and a glowing lightbulb, symbolizing research, time, and ideas.

감사합니다



내가 바로 발명왕

작사,작곡 : 손영학

A: 더하고 빼는 것도 발명 거꾸로 생각해도 발명
모양과 재료 바뀌도 발명 불편한 점 없애도 발명
조금만 더 관심 보이면 주위에 발명 아이디어 반짝

다른 시선으로 바라보면 내가 바로 발명왕
재활용 다시 사용해 발명 남의 아이디어도 발명
조금 작게 만들어서 발명 기록하는 습관도 발명

B: 조금만 더 관심 보이면 주위에 발명 아이디어 반짝
다른 시선으로 바라보면 내가 바로 발명왕(—반복)
내가 바로 우리의 발명왕





무한상상실이란?

설치장소

학교, 과학관, 도서관 등

목적

창의성 · 상상력 · 아이디어를 발굴하여
실험 · 제작 · UCC제작 · 스토리창작 등

무한상상실

* 국민의 아이디어력을 신장시키는 물리적 공간(Idea Creator & Incubator)

- ① 계기 자극
- ② 생각 상상
- ③ 구현 실천

➔



결국 STEAM?!

- 발명
- 학생과학동아리
- 창의력대회(DI, OM, 창의력챔피언대회)
- 선진형수학교실
- 교사수학동아리
- 학교내 무한상상실
- STEAM 교사연구회
- 수학나눔학교, SW교육선도학교
- 학생수학동아리

» 창의융합형 인재 양성에 대한 국가·사회적 요구

미래 사회에 대한 전망

- 정보통신기술 및 융합과학기술의 고도화
- 저출산 고령화, 다문화 가정 증가
- 경제·정치적 세계화, 직업의 다양화, 노동시장의 구조 변화
- 기후변화, 환경 오염, 에너지 고갈 등

창의융합형 인재 양성에 대한
국가·사회적 요구 확산

» 창의융합형 인재 양성에 대한 국가·사회적 요구



인문학적 상상력,

과학기술 창조력 을 갖추고

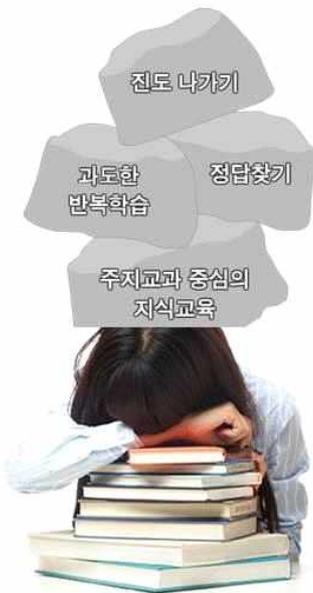
바른 인성 을 겸비하여

새로운 지식을 창조하고

다양한 지식을 융합하여

새로운 가치를 창출할 수 있는 사람

» 배움을 즐기는 행복교육에 대한 요구



성취도는 **최상위**

흥미도는 **최하위**

	초등학교 4학년		중학교 2학년	
	성취도	흥미도	성취도	흥미도
수학	2위	50위	1위	41위
과학	1위	48위	3위	26위

* TIMSS(수학,과학 학업성취도 국제비교평가)2011:초등학교 50개국, 중학교 42개국

- » 인문·사회·과학기술에 관한 기초 소양 함양을 위한 교육과정
- » 학생의 꿈과 끼를 키우는 교육과정
- » 미래 사회가 요구하는 역량 함양이 가능한 교육과정

» 인문·사회·과학기술에 관한 기초 소양 함양을 위한 교육과정

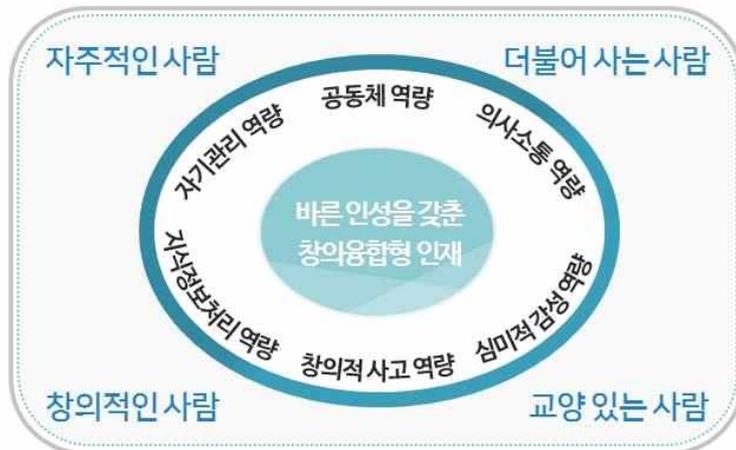


» 학생의 꿈과 끼를 키우는 교육과정



» 창의융합형 인재, 추구하는 인간상, 핵심역량의 관계

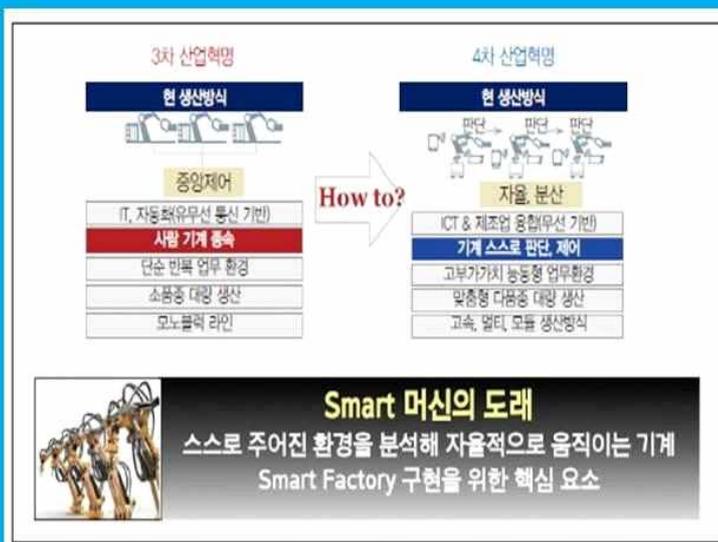
추구하는 인간상을 바탕으로
미래 사회가 요구하는 핵심역량을 함양하여
바른 인성을 갖춘 **창의융합형 인재** 양성



1차, 2차, 3차 vs 4차 산업혁명 (revolution of WHAT) vs (revolution of HOW)

			
제 1차 산업혁명	제 2차 산업혁명	제 3차 산업혁명	제 4차 산업혁명
18세기	19세기~20세기 초	20세기 후반	2015년~
증기기관 기반의 기계화 혁명	전기에너지 기반의 대량생산 혁명	컴퓨터와 인터넷 기반의 지식정보 혁명	IOT/CPS/인공지능 기반의 만물 초지능 혁명
증기기관을 활용하여 영국의 섬유공업이 거대산업화	공장에 전력이 보급되어 벨트 컨베이어를 사용한 대량 생산보급	인터넷과 스마트 혁명으로 미국주도의 글로벌 IT기업 부상	사람, 사물, 공간을 초연결, 초지능화하여 산업구조 사회 시스템 혁신

4차산업혁명 특징 (제조업) (ICT 응용 기술과 결합한 스마트머신 도래와 생산방식의 변화)



국가	정책
 독일	세계 제조업의 주도권 유지 고령화·고임금 지원 수입의 경제 구조에 대응 기존 기계장비를 초연결 네트워크로 연결하여 최적화된 제조 생산 체계를 구축
 유럽연합	독일의 인더스트리 4.0에 기반한 미래형 제조 기술 개발 Factories of Future 프로젝트
 미국	제조업 발전 국가 협의체 AMP (Advanced Manufacturing Partnership) 발족 첨단 제조업 강화전략 30 프런티어 첨단 제조업 추진을 위한 국가전략계획 수립
 일본	제조업 중심의 산업 경쟁력 재강화 산업재용물류 과소투자·과잉규제·과잉경쟁 타파를 위한 산업경쟁력강화법 제정
 중국	인더넷과 제조업의 융합을 통한 중국 10대 산업 업그레이드 계획 중국제조 2025 제1단계: 제조강국 건설 (2015~2025년) 제2단계: 세계 제조강국 중추수준 확립 (~2035년) 제3단계: 세계 제조업 선도국가 (~2045년)
 한국	융합형 신제조업 창출, 제조혁신기반 고도화 제조업 혁신 3.0 2020년까지 중소기업 민간계 스마트 공장 시스템 보급

http://www.hellot.net/new_hellot/magazine/magazine_read.html?code=201&sub=001&idx=25738

ICT 기술과 산업의 결합

- **금융:** 인터넷뱅킹, 보험, 주식거래 -> FinTech, 수수료절감, 보안이 중요(페인블록, 비트코인 등)
- **유통:** 온라인마켓으로 생산자와 소비자의 직접, 유통마진 최소, 시간 및 지역 경계 초월
- **교육:** 온라인강의 (OCW), Certificate Course vs Degree Course, Micro College
[<http://www.davincicoders.com/faq/>]
- **의료, 헬스케어:** 원격진료, 로봇수술, AI 기반 진료, IoT 기반 헬스케어+Big Data 로 사전진단, 의료비용절감, 의료서비스 품질제고, 외래환자>입원환자
- **운송:** 드론, 무인트럭, 3D 프린터 원격생산 및 운송
- **인공지능:** Machine Learning, Machine Teaching, 인간두뇌 이해 10%미만, 기계의 인간이해, 윤리, 도덕, 법률 영역 문제

STEAM교육의 학문 영역별 관련 학문(Yakman, 2010)

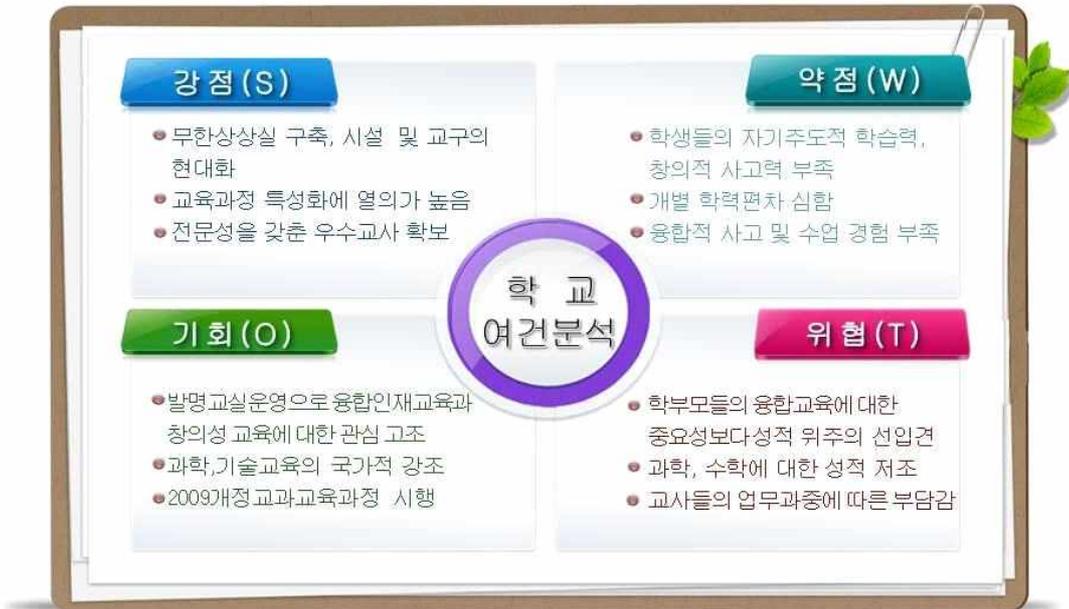
영역	의미	하위영역	
과학(Science)	실세계에 존재하는 것과 그것이 어떻게 영향을 받고 있는 지를 탐구하는 것	생물학, 생화학, 화학, 지구과학, 물리학 및 우주과학, 생명공학, 생체의학등	
기술(Technology)	인간이 필요하다고 느낀 것을 충족시키기 위해 자연 환경을 변용한다든가 기술을 혁신하는 것 또는 인간이 만든 것	농업, 건축, 통신(수단), 정보, 제조업, 의학, 힘&에너지, 생산과 수송 등	
공학(Engineering)	연구, 발전, 디자인, 발명 또는 일정 제한 하에 이루어지는 디자인	항공우주공학, 농업, 건축공학, 화학공학, 토목공학, 컴퓨터 공학, 전자공학, 환경공학, 유체공학등	
예술 (Art)	언어예술 (Language Arts)	모든 종류의 의사소통이 사용되고 해석되는 방식에 관한 것	교육, 역사, 철학, 정치학, 심리학, 사회학, 신학 등을 포함하는 미술, 언어예술과 교양, 체육
	체육(Physical)	인체공학적인 움직임을 포함한 규범 및 행위예술	
	교양과 사회과목 (Liberal and Social)	교육, 역사, 철학, 정치학, 심리학, 사회학, 기술헌, 과학, 기술, 사회 등을 포함한 것	
	미술(Fine Arts)	미술, 그리고 문명 초기 기록의 가르침에서 유래하는 가장 오래되고 지속가능한 문화적인 표현	
수학(Mathematics)	수, 상징적 관계, 정형화된 양식, 모양, 불확실한 것과 추론에 관한 연구	대수, 해석학, 자료 분석과 확률, 기하학, 수와 연산, 문제해결, 추론과 증명 등	

Why STEAM?

- 1 • 흥미 유발에 미흡한 **과학교육**
- 2 • 과학 탐구능력, 논리적 사고력 함양을 위한 **탐구활동 기회 부족**
- 3 • 과학기술의 비약적 발전에 따른 학교 **교육의 근본적 변화 필요**
- 4 • 교사들의 최첨단 과학기술 및 공학지식 **체험, 연수 기회 부족**



SWOT 학교여건 분석 및 전략



프로젝트 학습의 전개

시기	1차(2011~2012)	2차(2013~2014)	3차(2015)
운영내용	<ul style="list-style-type: none"> · 창의성 기법을 활용한 교실 수업 모델 개발 적용(2011) · 주제 통합 수업 모델 개발 적용(2012) · 고학년 중심의 수업 모델 개발 및 운영 	<ul style="list-style-type: none"> · 프로젝트 재구성 방법 및 절차의 학년별 다양화 · 저학년 통합교과 중심, 고학년 사회과 과학과 중심 재구성 · 프로젝트 블럭타임제 운영 방법 적용 	<ul style="list-style-type: none"> · 프로젝트 운영 중심교과의 다양화 · 무한상상실 활용 프로젝트 수업 모델 구안 및 적용 · 프로젝트 학습 연계 창의력 스트레칭 교재 개발

시기	4차(2016)	5차(2017)
	운영내용	<ul style="list-style-type: none"> ·프로젝트프로그램수정·보완 ·학교내 무한상상실 기자재 활용 중심 STEAM 프로젝트 구안 및 적용 ·프로젝트학습 보급

무한상상 프로젝트 학습 교과연계 방안

가. 학년 교육과정 편성운영 재구성(6학년 예시)

학년	교과	시수재구성	집중프로그램	증감형태
5	과학	+5	과학발명 중심 프로젝트 학습 문화예술 중점 교육 및 감성적 체험 강화	순증
	창의적체험활동	+6		순증

나. 창의적체험활동 편제 재구성

구분	학	학	자율활동					총	봉사활동			진로활동			계		
			자치	작업	창의적	특색	프로젝트		환경	이웃	계	자기	진로	진로		계	
학	년	기	활동	활동	활동	활동	활동	활동	활동	활동	활동	활동	활동	활동	활동	활동	
1	1	85	2	1	9	6	15	118	4	2	0	2	5	0	0	5	129
	2	25	5	1	8	6	15	60	4	4	0	4	5	0	0	5	73
	계	110	7	2	17	12	30	178	8	6	0	6	10	0	0	10	202
2	1	16	4	1	9	12	17	59	4	2	0	2	3	2	0	5	70
	2	12	3	1	8	12	17	53	4	4	0	4	3	2	0	5	66
	계	28	7	2	17	24	34	112	8	6	0	6	6	4	0	10	136
3	1	14	4	1	9	12	0	40	4	3	0	3	2	2	1	5	52
	2	13	3	1	8	12	0	37	4	4	0	4	2	2	1	5	50
	계	27	7	2	17	24	0	77	8	7	0	7	4	4	2	10	102
4	1	10	4	1	9	12	0	36	7	2	2	4	1	1	3	5	52
	2	9	3	1	8	12	0	33	8	2	2	4	1	1	3	5	50
	계	19	7	2	17	24	0	69	15	4	4	8	2	2	6	10	102
5	1	10	4	0	9	15	0	38	7	3	0	3	1	1	3	5	53
	2	11	3	10	2	6	0	32	8	4	2	6	1	1	3	5	51
	계	21	7	10	11	21	0	70	15	7	2	9	2	2	6	10	104
6	1	13	4	0	9	15	0	41	7	3	0	3	1	1	3	5	56
	2	10	3	10	2	6	0	31	8	4	2	6	1	1	3	5	50
	계	23	7	10	11	21	0	72	15	7	2	9	2	2	6	10	106

다. 프로젝트학습의 날 운영

월	주	일	월	화	수	목	금	토	공휴일 휴업일	수업 일수	학년 수업사수						공휴일 및 학교 행사 내용
											(23)	(23)	(26)	(26)	(29)	(29)	
5	12	14	15	16	17	18	19	20		5	23	24	26	26	29	29	16-18 수학여행(6학년) 18발명의 날 행사
	13	21	22	23	24	25	26	27		5	23	23	26	26	29	29	
6	14	28	29	30	31	1	2	3		5	23	23	26	26	29	29	11상대 체험활동(3학년)
	15	4	5	6	7	8	9	10	1	4	18	18	21	21	23	23	11현충일 10-4-1 봉사활동(이레마을) 10-4-2 봉사활동(이레마을)
	16	11	12	13	14	15	16	17		5	23	23	26	26	29	29	10-4-3 봉사활동(이레마을) 10교내 영어말하기 대회
	17	18	19	20	21	22	23	24		5	23	23	26	26	29	29	
	18	25	26	27	28	29	30	1		5	23	23	26	26	29	29	
	19	2	3	4	5	6	7	8		5	23	23	26	26	29	29	
7	20	9	10	11	12	13	14	15		5	23	23	26	26	29	29	
	21	16	17	18	19	20	21	22		5	21	21	22	22	24	24	10창의체험의 날
	22	23	24	25						2	7	7	7	7	7	7	10여름방학식(3교시)

주 제	생활과 발명	월/주	5월1주
소주제	편리한 발명		~ 7월1주
교과 및 단원	과학 : 3. 계절의 변화(1-9/9) 순증- 발명품 아이디어 제작활동(+) 국어 : 2. 정보와 이해(2-3/6) 5. 사실과 관점(2-3/6) 6. 타당한 근거(4/6) 수학 : 7. 비례식(2, 4/8) 음악 : 1. 나가자, 달리자(6/6) 사회 : 1. 우리국토의 모습과 생활(1, 5/8) 체육 : 4. 표현활동(10-11/15) 미술 : 6. 영상미술(1-8/8) 실과 : 1. 인터넷과 정보(6-7/10) 3. 일과진로(5/8) 창체(프로젝트학습) 발명의 이해, 발명품 제작, 홍보 계획(총 7차시)	차시	40
실행의 개요	- 발명의 이해 : 발명의 이해와 검색, 아이디어 내기 - 활동의 전개 : 계절의 변화와 태양의 남중 고도 학습 - 발명 작품 제작 : 발명 작품 계획과 정보 수집 및 분석, 작품 제작 - 홍보 : 홍보 진단 및 동영상 제작 - 평가활동 및 환류 : 프로젝트관련 서술형 문항 적용		

12 심포지움 III - 3

차시	중심 내용	주요 학습 내용 및 활동	관련 교과	관련 단원	창의·인성요소 및 창의성 기법	STEAM 요소
1-4	발명 이해 하기	▶ 발명을 이해하고 발명품 검색하기 - 발명의 이해 - 발명품 검색하기 - 발명 아이디어 내기	창체 실과	발명프로젝트(1-2) 1. 인터넷과 정보(6-7/10)	(유창성) 다양한 발명 아이디어 내기 (정직) 정직하게 검색하기 브레인스토밍, 갤러리	T
5-8	태양의 고도와 계절	▶ 계절에 따른 태양의 고도 - 계절에 따라 달라지는 것 탐구하기 - 태양의 고도와 그림자 길이, 기온 - 계절에 따라 달라지는 남중 고도	과학	3. 계절의 변화(1-4/9)	(개방성) 탐구결과와 애매모함에 대한 참 을성 (책임) 탐구를 위해 개별 역할 수행 시네막스	S,M
9-12	계절 변화의 원인	▶ 계절에 따라 달라지는 것들 - 계절과 기온 관계 알아보기 - 해 뜨고 지는 시각과 기온 관계 - 자전축의 기울기에 따른 남중 고도	과학	3. 계절의 변화(5-8/9)	(수렴적 사고) 계절과 기온, 해 뜨고 지는 시각과의 관계 정리 (행동실천력) 주어진 자료를 분석해서 정 리하려는 자세 브레인라이딩	S,M
13-16	발명 작품 구상	▶ 남중 고도와 관련한 발명품 구상 - 아이디어 발표와 평가 - 발명 스토리 구성하기 - 발명품 제작 계획 구성하기	국어 체육 과학	6. 타당한 근거(4/6) 4. 표현활동 (10-11/15) 3. 계절의 변화(9/9)	(상상력, 독창성) 발명 아이디어에 대한 독 창성과 문제해결에 대한 상상력 (배려) 팀별로 서로를 배려하며 계획 구성 갤러리	E
17-20	작품제 작성 수집 분석	▶ 발명품 제작에 필요한 정보 찾기 - 우리나라의 위치 정보 알아보기 - 위도와 태양의 남중 고도 관계 - 우리나라의 계절/월별 남중 고도	사회	1. 우리나라의 모습과 생활 (1, 5/17)	(수렴적 사고) 정보의 분석과 해석 (책임) 개별 역할분담 해결하기 마인드맵	M

차시	중심 내용	주요 학습 내용 및 활동	관련 교과	관련 단원	창의·인성요소 및 창의성 기법	STEAM 요소					
21-24	발명품 제작	▶ 발명품 제작하기 - 발명관련 직업 알아보기 - 스마트폰 활용하기 - 재료를 활용한 발명품 제작	실과 창체	3. 일과 진로 (5/8) 발명프로젝트(3-5)	(문제해결력) 생활 속 불편함을 발명 작품 제작으로 해결 (행동실천력) 계획한 발명 작품 제작 실천 PMI	T,E					
25~28	홍보영	▶ 발명품 홍보 영상 제작 - 작품 사진 찍기	미술	6. 영상미술 심화1(1-2/2) 심화2(1-6/6)	(의사결정능력, 책임) 다양한 아이디어를 민 주적인 절차에 따라 의사를 결정하고 책임 있게 행동 마인드맵, 갤러리	T,A					
29~32	상제작	- 촬영장면 동영상 촬영하기 - 동영상 편집하기									
33~36	홍보 전단지 제작	▶ 발명품 홍보 전단지 제작 - 발명품의 장점만 분류하기 - 소비자 입장에서 전단지 문구 작성 - 필요한 사진 계획 세우기	국어 국어	2. 정보와 이해(2-3/6) 5. 사실과 관점(2-3/6)	(확산적 사고) 다양한 아이디어 제시 (소유) 자신에게 맞는 역할 찾기 갤러리	A					
37~40	홍보영상 계획	▶ 발명품 홍보 영상 제작 계획 - 배경 음악 고르기 - 촬영 장면 스케치하기 - 작품 디스플레이	음악 창체 과학	1. 나가자 달리자(6/6) 발명프로젝트(6-7) 발명품제작(1/1)	(감수성) 감성적이 예술 작업 갤러리	T,A					
시수		과학	국어	수학	음악	사회	체육	미술	실과	창체	계
		10	5	2	1	2	2	8	3	7	40

프로젝트 학습 교재 제작



2013 : 달팽이 프로젝트를 통해 만나는 STEAM 세상

**2014 : 장수풍뎅이와 첨단과학기술(3D프린터)을
융합한 STEAM 프로그램 개발**

**2015 : 디자인학습과 첨단과학기술(3D프린터)을
융합한 STEAM 프로그램 개발**

**2016 : 아두이노와 공작기계를 활용한 ‘꼬마메이커
(Maker) 프로젝트’ STEAM 프로그램 개발**

**2017 : 무한상상실 연계 STEAM 프로그램
'무한상상 꼬마 로봇과학자 프로젝트' 개발**

STEAM 교사동아리 자료 개발

주제 : 장수풍뎅이와 첨단기자재(3D 프린터)를 융합한 STEAM프로그램 개발

장수풍뎅이와 기술 공학			
과목	창체, 실과, 과학	수업차시	2/4
단원	스텝 학습		
교육과정	창의적체험활동-자율활동		
학습목표	장수풍뎅이 로봇을 3D 프린터를 이용하여 제작해보자!		
학습과정	교수·학습 활동		준비물
도입 (5분)	<p>S</p> <p>Co. 동기유발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 로봇과 관련된 영상을 보여주면서 학생들의 로봇 정의를 발표하면서 학생들간에 의견이 공유될 수 있도록 한다. • 공무할 문제 파악하기 <p>장수풍뎅이 로봇을 3D 프린터를 이용하여 제작하여 봅시다.</p>		• 동영상 자료
	<p>STEAM</p> <p>Co. 3D 프린터 개념, 특징, 작동원리, 기능과 종류 알아보기</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2D 프린터는 앞뒤(x축)와 좌우(y축)으로만 운동하지만, 3D 프린터는 여기에 상하(z축) 운동을 더하여 입체한 3D 도면을 바탕으로 입체 물품을 만들어낸다 Ex. 3D 프린터와 2D 프린터 차이점 찾아보기 - 3D 도면은 3D CAD(computer aided design)나 3D 모델링 프로그램 또는 3D 스캐너 등을 이용하여 제작한다. <p>S Co. 3D 프린터 장단점과 쓰임새 알아보기</p>		• 3D 프린터 ppt와 동영상

3D 프린터를 활용한 STEAM교육자료 개발





2017한국현장과학교육학회
학술대회
신진연구자발표

생명의 연속성의 통합적 이해를 위한 형식교육과 비형식교육의 연계방안 제안

중동고등학교
안주현

생명의 연속성은 지구의 역사 속에서 최초의 생명이 탄생한 이래로 수많은 세대를 거쳐 유전 정보를 전달하고, 환경과 상호작용하여 현재에 이르기까지의 연속적인 과정을 담고 있는 생물의 핵심적인 특성이다. 고등학교 생명과학 교과에서 생명의 연속성은 세포와 세포분열, 생식과 발생, 유전, 유전자와 형질발현, 진화에 이르기까지 여러 단원들을 교과 내에서 통합적으로 연계할 수 있는 주제이며 등장하는 개념의 수와 수준이 다양하므로 통합학습이 필요하다. 이에 본 연구는 생명의 연속성의 통합적 이해를 높이기 위해 형식교육과 연계하여 이용할 수 있는 고등학교 수준의 과학관 전시 콘텐츠를 개발하는 것을 목적으로 하였다. 우선 제1차~2015 개정 교육과정 시기 별로 생명의 연속성의 통합성이 어떻게 나타나는지를 분석하였으며, 교육과정에 등장하는 생명의 연속성 관련 내용요소들을 분석하여 범주화하였다. 전문자료에서 각 범주 간 연계를 강화할 수 있는 요소들을 추출하여 기존 내용요소를 보완하였으며, 이를 토대로 과학 전시를 위한 전시 기획 프로세스에 따라 전시 주제 선정, 전시 콘텐츠 기획, 전시 콘텐츠 평가의 세 단계를 거쳐 전시 콘텐츠를 개발하였다. 모든 자료는 세 종류 이상의 출처에서 확인 후 추가하였으며, 개발한 콘텐츠는 전문가의 검토 및 평가를 거쳤다. 연구 결과 고등학교 교육과정에서 생명의 연속성은 1차 교육과정부터 2015 개정 교육과정까지 지속적으로 다루어져 왔으나 교육과정 시기에 따라 분절된 형태로 운영되어 수평적 연계성이 부족하였다. 주요 내용요소들은 세포분열, 생식과 발생, 유전, 형질발현, 진화로 범주화할 수 있었으며, 생물학적 근거를 통해 다섯 범주 간 연계성을 확보할 수 있었다. 전시 콘텐츠의 주제는 생명의 연속성으로 하였으며, 생명의 진화가 생명의 연속성 내용요소 간 논리적 상호관련성을 제공해주는 틀의 역할을 한다는 점에 기초하여 생명의 진화를 중심으로 생명의 연속성을 이루는 내용요소들을 교육과정과 연계하여 스토리텔링 하였다. 개발한 전시 콘텐츠의 메인 테마는 「Live Evolution Center: on-air(라이브진화센터)」로 선정하였으며, 전체 전

시 내용을 ‘우리의 공통점’, ‘생명의 기원’, ‘진화의 핵심사건’, ‘유전자와 변이’, ‘성과 유전적 조합’, ‘환경과 자연선택’, ‘Open Lab’의 7개의 중주제로 구성하여 관람자들이 26개의 세부 소주제 전시물을 통해 ‘생명은 어떻게 다양하게 이어져 올 수 있었을까?’라는 핵심 질문을 탐구하는 형식으로 구성하였다. 전시의 주요 소재들은 교육과정과 직접적으로 연계하기 쉬운 것을 선정하여 관람자와의 친밀함을 유도하였으며, 체험형 전시물의 비중을 높이고, 전시와 관람자의 활발한 상호 소통을 유도하는 Open Lab을 배치하여 기존 전시들과의 차별성을 확보하였다. 개발한 콘텐츠의 평가 결과 생명의 연속성 내용요소 반영정도, 교과내용 연계 가능성, 학습자의 통합적 이해를 돕는 측면, 과학에 대한 흥미 고취 측면에서 모두 높은 평가를 받았다. 본 연구는 생명의 연속성의 통합적 이해를 높이기 위한 방안으로 진화를 중심으로 한 내용적 통합과 형식교육과 비형식교육을 연계하는 형식적 통합을 제안하였으며, 전시 기획의 모든 단계를 과학교육적 관점에서 진행하여 향후 새로운 과학전시 콘텐츠의 개발과 통합과학교육 방법의 모색에 대한 시사점을 제공하였다는 점에서 의의가 있다.

실행연구와 교실수업 개선¹⁾

최현숙, 김종복
(진선여자고등학교, 한국교원대학교)

실행연구(action research)는 행위의 주체인 교사가 연구자로서 자신의 행위를 스스로 돌아보며 탐구하는 연구 방식(강지영과 소경희, 2011)으로 학교와 학교 밖 세계 간의 간극을 메울 수 있는 수단(Phillips & Carr, 2006/2010)이 될 수 있는 실천적인 연구이다. 국내에서도 1998년부터 '열린교육 실행연구'가 발간되어 현장교사에 의한 실행연구 논문들이 활발히 소개되기 시작했으며 최근에는 학위논문과 학술지를 통해서도 관련 연구들이 많이 발표되고 있다.

I. 실행연구 소개

1. 실행연구의 개념과 특징

교육적 상황에서 실행연구에 대한 학자들의 개념 정의는 다음과 같다.

실행연구란 교실 혹은 학교에서 일어나고 있는 것에 대해서 생각하여 체계적으로 사정하고, 상황 또는 행위를 개선하고 변화시키는 활동을 수행하며, 지속적인 개선을 기대하면서 행동의 결과를 점검하고 평가하는 한 방식이다(Thomson, 1988, Marsh, 1997에서 재인용).

실행연구는 이론보다는 실천을 통한 현장 개선에 관심을 가지는 연구이며, 반성적인 실천을 포함한 자기순환 과정을 강조하는 연구이기에 교사와 같이 실천분야에 종사하는 사람들에게 적합한 방식이다(이용숙 등, 2005).

실행연구는 주어진 교육적 상황에 대한 깊은 이해를 낳기 위해 교사에 의해 수행된 체계적이고 의도적인 탐구이다(이명숙, 2001).

교수·학습 상황에서 교사연구자, 교장, 장학사, 그 외 교수학습 환경과 관련된 사람들이 특정 학교의 운영 방법과 교수 방법, 그리고 학생들의 학습 정도에 대해 알기 위해 행하는 체계적인 탐구를 모두 지칭한다(Mills, 2003/2005).

실행연구는 하나의 교수형태이다. 즉, 교수 행위를 향상시키고 교육적 가치관을 실현하겠다는 윤리적인 믿음을 기반으로 한 반성적 실천과 전문적 학습의 한 형태이다. 실행연구는 개인과 집단이 개선해야 할 부분을 밝히고, 아이디어를 생성해 내며, 이러한 아이디어를 실제 교실에서 시험해 보는 것이다(Arhar, Holly, & Kasten, 2001, Phillips & Carr, 2006/2010 에서 재인용).

1) 이 원고는 제1저자 최현숙의 박사학위논문을 수정하여 작성한 것임.

14 신진연구자 - 2

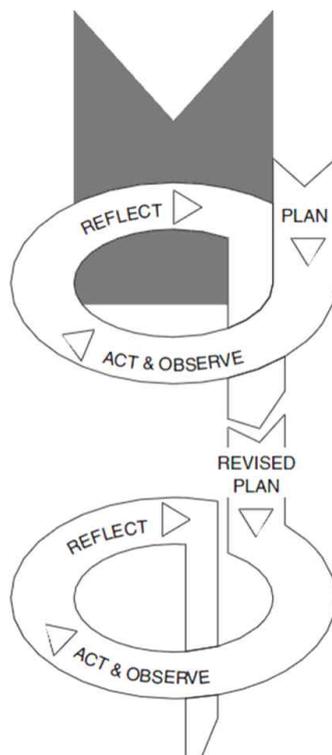
이상에서 살펴본바와 같이 실행연구에서는 행위자인 교사가 자신이 속해있는 교육적 상황에서 인식한 문제점을 스스로 찾고 이를 개선하기 위한 체계적인 탐구를 실천하는 연구자로서의 교사역할을 강조하고 있다.

한편, Kemmis(1980)의 이론과 실천의 관계에 따른 교육 연구 분류내용(그림 1-1)에서 실행 연구는 교육연구의 목적이 이론과 실천의 변증법적 발달임을 강조한 비판적 관점에서 해당된다(강지영, 소경희, 2011).



(그림 1-1)교육 연구에서 이론과 실천의 관계를 보는 관점(Kemmiss, 1980, 강지영과 소경희, 2011에서 재인용)

Kemmis와 McTaggart이 제안한 실행연구의 나선형 구조(그림 1-2)를 살펴보면 실행연구는 어떠한 결론을 맺는 것에서 끝나는 게 아니라 계획, 실행 & 관찰, 반성, 반성으로 부터의 계획으로 이어지는 지속적이고 순환적인 비판적 탐구라는 것을 강조하고 있음을 알 수 있다.



(그림 1-2)Kemmis and McTaggart's (2000) Action Research Spiral

종합해보면 실행연구는 교사가 행위자인 동시에 연구자로서 이론을 실천하며 자신의 행위 속에 나타난 둘 사이의 간극에 대해 끊임없는 탐구와 성찰을 통해 둘 사이의 분리가 아닌 진정한 통합을 위한 이론과 실천의 변증법적 발달을 이룰 수 있는 연구라 볼 수 있다.

2. 학교 현장에 대한 전통적인 연구와 실행연구의 차이

Mills(2003/2005)는 교사에 의한 실행연구와 교사의 행위를 관찰하는 제 3자에 의한 전통적 연구를 구별하고 실행연구의 목적은 연구 대상인 특정한 학교 환경에서 실행을 통해 의미 있는 교육적 변화를 가져오는 것이어야 한다고 주장하였다. Phillips와 Carr(2006/2010)의 'Becoming a Teacher through Action Research: Process, Context, and Self-Study' 과 Clandinin(2006/2012)의 'Handbook of Narrative Inquiry: Mapping a Methodology'에서는 실행연구의 시작은 자기 자신과 자신이 처한 환경에 대한 깊은 이해를 바탕으로 형성되기 때문에 행위 당사자인 교사에 의한 실행연구에서는 자기 연구가 자연스레 수반되어 전다는 점을 들어 기존 학교 현장에 대한 전통적인 연구와의 차이점을 강조하였다. 이러한 차이점은 'Handbook of Narrative Inquiry: Mapping a Methodology'에서 소개한 교사들의 학위논문에서 볼 수 있는데 이들 연구 내용은 주로 교사 자신이 처한 특수 상황에 대한 것이며 논문 제목에 '나'가 사용된다. 교육분야에서는 실행연구라는 용어와 더불어 현장연구라는 용어도 많이 사용하는 편이며 실행연구와 그 맥락을 같은 현장연구의 특징을 기존 학교 현장에 대한 전통적인 연구와의 차이점을 들어 다음과 같이 강조하였다. 김종서(1993)는 교사에 의해 수행되는 현장 연구의 특징을 다음과 같이 서술하였다.

- 연구의 주제를 교육 현장에서 찾는다. · 교육실천의 개선을 주요 목적으로 한다.
- 현장 교사가 수행한다. · 조건을 거의 통제하지 않는다.
- 주어진 사태에 기초를 두며, 비슷한 사태와 조건하에서만 그 결과를 일반화 할 수 있다.
- 연구를 추진하는 과정에서 연구계획을 일부 수정할 수 있다.
- 교사들에게 교육적 가치를 제공한다.

과학교육 분야에서는 조희형(2011)이 제시한 현장 연구와 학문적 연구와의 차이점은 <표 I-1>과 같다.

<표 I-1> 현장 연구와 학문적 연구와의 차이점(조희형, 2011)

	현장 연구	학문적 연구
연구의 목적	교육현장 개선, 문제에 관한 의사결정	지식의 형성과 검증, 결론도출
연구 초점	실천	이론의 구성과 검증
평가 기준	유용성	진리
신뢰도와 타당도	연구자인 교사에 의존	도구에 의존
설계	적응적·임시적	과학적·합목적적
참여자	교사, 장학사	학자, 과학자, 대학원생

14 신진연구자 - 2

이를 종합해보면 실행연구는 개인의 특수적인 상황에서 연구결과가 도출되고 이 결과를 통해 실천가능성이 있는 문제해결 방안을 찾는데 초점을 둔다는 점에서 연구결과를 일반화하고 이론적 근거를 바탕으로 그 결과를 해석하는데 중점을 두는 전통적인 연구와 큰 차이점을 보인다.

3. 실행연구 유형과 교사의 역할

실행연구의 유형

<표 I -2>는 Brown 대학에서 발간한 실행연구에 대한 지침서(Ferrance, 2000)에서 제시한 실행연구의 4가지 유형이다.

<표 I -2> 실행연구의 네 가지 유형(Ferrance, 2000)

	개인별 교사 연구	협력적 실행연구	학교 전체의 실행연구	지역 전체의 실행연구
연구 초점	<ul style="list-style-type: none"> • 단일학급의 문제 	<ul style="list-style-type: none"> • 단일 학급 또는 공동된 문제를 가진 여러 학급들 	<ul style="list-style-type: none"> • 학교 문제 또는 집단관심의 영역 	<ul style="list-style-type: none"> • 지역 문제 • 조직 구조
가능한 지원	<ul style="list-style-type: none"> • 코치/멘토 • 기술에 대한 접근 • 데이터 구성 및 분석에 대한 지원 	<ul style="list-style-type: none"> • 대체 교사 • 자유로운 시간 배정 • 관리자와의 긴밀한 유대 	<ul style="list-style-type: none"> • 학교의 양허 • 리더십 • 구성원들과의 의사소통을 위한 통신 • 외부 파트너 	<ul style="list-style-type: none"> • 지역의 양허 • 조력자 • 기록담당자 • 구성원들과의 의사소통을 위한 통신 • 외부 파트너
잠재적 영향미치는 범위	<ul style="list-style-type: none"> • 교육과정 • 교수법 • 평가 	<ul style="list-style-type: none"> • 교육과정 • 교수법 • 평가 • 정책 	<ul style="list-style-type: none"> • 학교 재구조와 변화에 잠재적인 영향 • 정책 • 학부모 참여 • 프로그램에 대한 사정 	<ul style="list-style-type: none"> • 자원 배분 • 전문성 개발 활동 • 조직 구조 • 정책
단점	<ul style="list-style-type: none"> • 교실 상황에서 수집한 자료 기반의 교실활동 실제 • 타인과의 정보 공유가 항상 일어나지 않음. 	<ul style="list-style-type: none"> • 개선되어진 협조 • 파트너십의 성 	<ul style="list-style-type: none"> • 개선되어진 협조와 협력 그리고 의사소통 • 팀 빌딩 • 연구 진행과정에서 의견 충돌 	<ul style="list-style-type: none"> • 개선되어진 협조와 협력 그리고 의사소통 • 팀 빌딩 • 연구 진행과정에서 의견 충돌 • 공유되어진 비전

<표 I -2>에서 같이 실행연구의 유형은 개인별 교사 연구, 대학 연구자 및 동료교사와의 협력적 연구, 학교 전체 및 지역 교육청 연구 등 연구의 범위가 넓고 다양한 방식으로 이루어질 수 있다. 개인별 교사 연구(individual teacher research)는 교사 개인이 자신의 학급에 대한 이해를 바탕으로 그 속에서 문제점을 해결해가는 교사 주도 연구의 유형으로 교실상황에서 단일

문제에 초점이 맞추어진다. 교사들은 교실 운영, 교수 전략, 특정 활동에 필요한 자료, 학생들의 학습 문제에 대한 해결책을 찾을 수도 있다. 이 때 교사들은 그들의 지도 교수님이나 교장선생님, 그들이 다니는 대학원이나 워크숍의 강의를 또는 학부모의 지원을 받을 수 있다. 실행연구의 연구 문제는 교사가 거의 학급에서 찾을 수 있는 것이다. 연구 내용으로 교사들이 수집한 자료(data)와 학생참여자를 관찰한 기록들을 포함 할 수 있다. <표 I -2>에서는 개인별 교사 연구의 단점 두 가지를 제시하였는데 하나는 교사가 수집한 자료 기반의 실천이라는 점이다. 하지만 앞서 서술한 바와 같이 실행연구는 교육현장에서의 실천을 통한 개선과 현장 문제에 관한 의사 결정을 위한 정보로 즉각적으로 활용되어야 한다(조희형, 2011). 이러한 점을 고려해 볼 때, 개인별 교사 연구에서 교사가 수집한 자료 기반의 실체는 실행연구에서는 단점이 아니라 오히려 교사의 교실상황에 대한 깊은 이해를 연구의 시작으로 보며 그 결과를 일반화하지 않는 것을 실행연구의 특징으로 볼 수 있다.

두 번째 개인별 교사 연구의 단점으로 타인과 연구결과를 공유하지 않는다는 점이다. 한편, ‘산업, 정부, 고등교육에서의 실행연구’를 위한 제1회 국제심포지엄에서 합의한 실행연구의 핵심 요건은 다음과 같다(성열관, 2006). 첫째, 행위당사자가 자신을 둘러싼 상황을 개선하거나 성찰할 것. 둘째, 성찰과 실행의 활동을 밀접하게 연계하여 반복할 것. 셋째, 연구 결과를 관심 있는 사람들과 공유할 것이다. 실행연구는 연구의 속성을 가졌기에 학회에서의 발표와 학술지 게재는 매우 중요한 문제로 본다(강지영과 소경희, 2011).

따라서 개인별 교사의 연구결과가 진정한 실행연구로 거듭나가기 위해서는 교사가 자신의 결과를 교사 공동체나 학회나 모임에서 발표하는 적극적인 자세가 필요하다.

실행연구에서 교사의 역할

실행연구는 교육자, 즉 행위 당사자이자 연구자들에게 다음의 것들을 요구한다.(Calhoun, 2002, p. 18)

- 그들의 실제와 그것에 관한 내용을 연구하기
- 아이디어를 위한 연구 기반을 탐색하기
- 그들이 찾은 것을 최근 그들의 교육활동과 비교하기
- 그들에게 요구되어지는 변화를 지원하는 연수에 참가하기
- 그들 자신과 그들의 학생 그리고 동료들에게 영향을 주는 연구하기

최의창(1998)은 교육현장의 개선은 오직 교사의 자발적인 교육활동에 대한 체계적 반성과 탐구만으로 이루어지며 그 해결책을 자신이 몸담고 있는 교육현장에서 찾아야함을 강조하였다. 이에 수업에 대한 연구를 지속적으로 하는 교사연구자 역할의 필요성을 제기하며 교사의 수업개선을 위한 연구능력 또한 교사가 갖추어야할 자격 조건이라 주장하였다.

노진아와 서경혜(2009)의 ‘교사연구자들의 연구 경험에 대한 내러티브 탐구’에서 ‘교사연구자(teacher as researcher)’들은 교사 연구를 교사가 자신의 현장 경험을 통해 발견한 문제를 주도적으로 탐구해 나가면서 문제를 실질적으로 개선해 나가는 과정으로 보고 학문적 연구와의 차이를 인식하였다. 하지만 그들은 학문적 연구 형식에 비추어 자신의 연구를 정당화하려는

고정관념을 버리지 못하는 모순점을 보이기도 했다. 이에 노진아와 서경혜(2009)는 ‘교사연구자’들의 연구가 교사 자신에게 가장 필요하고 중요한 전문성을 개발한다는 점에서 의의를 지니며 교사 연구에 대한 실제적인 이해를 위해서는 전통적인 학문적 연구관점을 극복하려는 태도가 요구된다고 제안하였다.

즉, 교사는 교육현장에 대한 이해를 외부에 바라고 거기에 맞추기보다는 자신이 몸담고 있는 현장 상황을 있는 그대로 인식하고 그 속에서 자신의 교수행위 실체가 어떠한지를 비판적으로 탐구하려는 자세가 필요하다. 이와 더불어 자신이 몸담고 있는 교실현장이라는 특수 상황에서 요구되는 체계적으로 연구 수행능력에 대한 전문성을 갖추기 위해 노력해야한다. 이와 더불어 교사 개인의 연구 결과물이 실행연구로 거듭나기 위해서는 연구물을 적극적으로 타인과 공유하며 지속적으로 자신의 행위를 성찰할 수 있어야한다.

4. 실행연구에서 좋은 연구 문제와 중요 문제 다듬기

Phillips와 Carr(2006/2010)는 좋은 실행연구 문제의 특성을 다음과 같이 정리하였다.

- 여러분에게 중요하다.
- 여러분의 영향권 안에 있다.
- 좋은 아이디어를 가지고 있다.
- 실제적이다.
- 산만하지 않고 집중적이다.
- 매우 흥미롭다.
- 교사로서의 바람직한 역할을 지지한다.
- 학생들에게 이익을 준다.
- 여러분의 활동에 정보를 제공한다.
- 여러분의 일이다.(추가로 하는 일이 아니다.)
- 여러분에게 즐거움과 만족을 가져다준다.

또한 Phillips와 Carr(2006/2010)는 연구 문제를 구체화시키는 작업을 ‘중요 문제(critical questions) 다듬기’라고 하였는데 ‘중요 문제 다듬기’는 연구자의 관심 주제에서 비롯된 문제 해결을 위한 실천 과제로 볼 수 있다. 다음 장에 소개할 연구자의 실행연구에서는 ‘중요 문제’를 연구자의 교실상황에서 교실평가 개선의 해결책을 찾기 위한 필수적인 탐구과제로 보았다. 이러한 관점에서 연구 문제와 혼동되지 않도록 하기 위해 중요 문제를 ‘중요 실천 과제’로 명명하여 연구자의 기존 교실수업의 문제점으로부터 ‘중요 실천 과제’를 다듬어 나갔다. 이 과정은 II 장에서 소개하도록 하겠다.

II. 연구자가 수행한 실행연구 소개²⁾

나는 '한 물리교사의 교실평가개선을 위한 실행연구'라는 제목으로 실행연구를 통해 나의 물리수업에서 교실평가 개선 방안을 탐색하였다. 본 연구는 실행연구의 일환으로 시행되는 개인별 교사 연구(individual teacher research)이다. 따라서 본 연구에서는 학생설문을 통한 교실상황에 대한 정보를 바탕으로 교실평가 계획을 수립하고 이를 수행하였다. 수행하는 과정에서 연구설계와 결과물에 대한 검토와 자문은 대학원 지도 교수님과 교육 전문가 그리고 대학원에 수강 중인 교사들에게 받았으며 이 외에 다양한 교실평가 경험이 풍부한 오랜 경력의 멘토 교사에게 연구자가 제작한 학생평가도구에 대한 검토와 자문을 받았다. 또한 연구 과정에서 산출된 결과물들을 타학교 교사들과 공유하며 의견을 주고 받았다. 이 장에서는 나의 연구내용의 일부인 서답형 문항 채점 결과에 대한 학생과 연구자의 불일치한 의견에 대한 결과물을 서술하였다.

1. 연구문제 및 중요 실천 과제의 선정

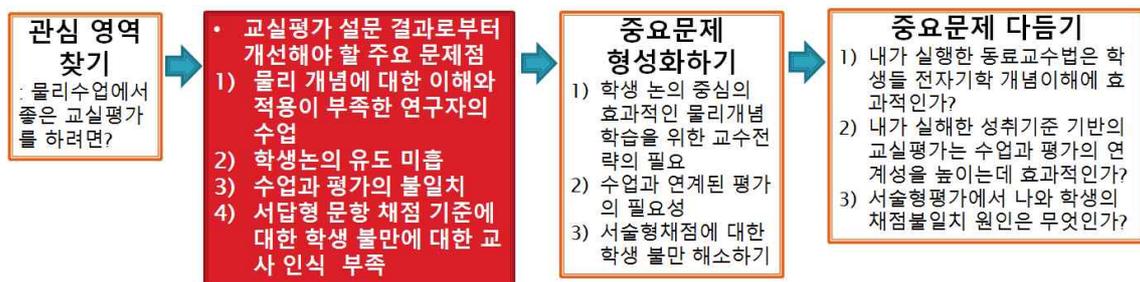
연구문제

본 연구의 목적은 현장 물리수업에 효과적인 교수-학습 자료나 평가 도구의 개발과 그 효과성을 검증하기보다는 나의 물리수업에서 이루어지는 교실평가의 개선 방안을 탐색하는 것이다. 구체적인 연구문제는 다음과 같다.

- 첫째, 나의 기존 교실평가의 문제점에서 탐색한 교실평가 개선 방향은 무엇인가?
- 둘째, 나의 교실평가 개선 방안에 따른 2학기 교실평가 계획과 중요 실천 과제들은 무엇이며 중요 실천 과제들의 시행 결과들은 어떠한가?
- 셋째, 나의 2학기 교실평가에 대한 반성 내용은 무엇인가?

교실평가 계획에 기반한 실행연구를 위한 중요 실천 과제의 형성

중요 실천 과제는 연구자의 교실평가 개선 방안 탐색을 위해 수행해야 할 구체적인 과제이다. 이 장에서 수립한 교실평가 계획이 연계된 중요 실천 과제 형성 과정은 (그림 II-1)과 같다.



(그림 II-1)중요 실천 과제의 형성 과정

2) 실행연구가 실제 연구자의 물리수업 상황에서 이루어진 것을 강조하기 위해 '연구자'를 '나'로 표현함.

중요 실천 과제는 처음 연구자의 물리수업에서 좋은 교실평가가 무엇일까? 라는 고민이 반성으로 이어져 구체적인 계획 수립 과정을 거쳐 형성되었다. 중요 실천 과제와 관련된 교실평가의 연계 내용은 다음과 같다.

첫째, 내가 실시한 동료교수법은 학생들의 전자기학 개념 이해에 효과적인가? 이 문제는 학습자의 성취목표 도달을 위한 학습증거 수집과 동료학습자의 역할이 잘 이루어졌는지를 확인하기 위함이다. 둘째, 내가 실시한 성취기준 기반의 교실평가는 수업과 평가의 일치성을 높이는데 효과적인가? 이는 형성평가와 총괄평가의 연계성을 확인하기 위함이다. 셋째, 서답형 평가에서 나와 학생의 채점 불일치 원인 무엇인가? 이는 채점 기준에 대한 연구자와 학습자 사이의 불일치의 원인을 찾기 위함이다. 이 중 세 번째 중요 실천 과제에 대한 연구 내용은 다음과 같다.

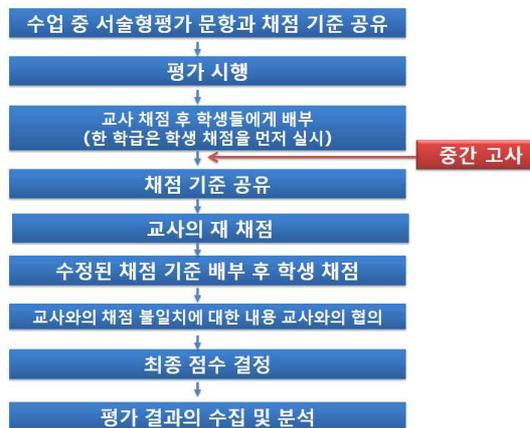
2. 서답형 평가에서 학생과 나의 채점 불일치 원인은 무엇인가?

과제의 목적

기존 수업에 대한 학생 설문 조사에서 나와 학생들 사이에 채점 기준에 대해 의견 차이가 있음을 알 수 있었다. 나는 교실평가 개선을 위해 이러한 의견 차이를 해소해야 할 필요가 있기에 학생들과 논술식 수행평가 문항에 대한 채점 기준을 공유하는 과정을 통해 학생들과 연구자의 채점 기준에 대한 불일치의 원인에 대해 탐구하였다.

과제 탐구 방법

학교현장에서 교사는 내신고사를 치른 후 그 결과를 그 다음날까지 신속히 처리하여 성적처리계에 인계하여야 한다. 그리고 며칠 뒤 정해진 성적 확인 기간 동안에만 답안지를 열람할 수 있다. 따라서 연구자가 채점 기준에 대해 학생들과 공유할 시간이 충분하지 않아 상대적으로 시간 활용이 용이한 수행평가의 서답형 문항 1개를 193명의 연구 참여자들과 함께 채점 기준을 공유하며 그 결과를 분석하였다. 수행평가는 중간고사 한 달 전에 시행되었으며 수행평가의 채점 결과는 2주 후 중간고사 전에 1차적으로 학생들에게 통지되어 답안의 오개념을 확인하게 하였다. 진행 순서는(그림 II-2)와 같다.

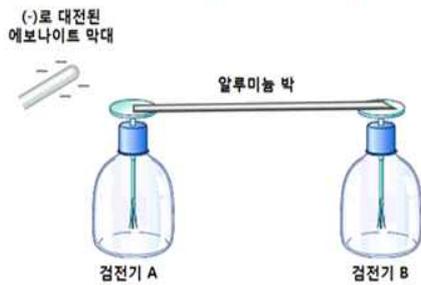


(그림 II-2)채점 기준 공유를 위한 수행 절차

학생들과 나의 채점 기준에 대한 인식 차이를 알아보기 위해 내가 처음 채점한 결과와 학생들과 의견을 공유 후 내가 재 채점한 결과를 학생들에게 매 번 돌려주어 확인하게 하였다. 이를 확인 한 학생들 중 나와 의견이 일치하지 않은 경우 그 원인을 분석하였다.

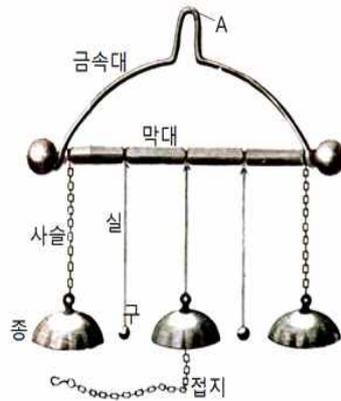
[그림 II-3]은 성취기준 물1212의 정전기 유도 현상을 다루어 보는 수행평가 서답형 2, 3번 문항이다. 이 문항은 서답형 문항으로 정전기 유도 현상을 실험과 생활과 관련된 소재에 적용하는 것을 목표로 한다. 멘토 교사 A로부터 서답형 2, 3번 문항 모두 학생들의 개념 적용력을 평가하기에 적절하다는 평가를 받았다. 2번 문항은 이정숙(2010)의 연구에서 사용한 개념 검사지 내용의 일부를, 3번 문항은 내가 개발한 문항으로 ‘프랭클린 벨’의 작동원리를 과학적 개념을 적용하여 설명하는 문항이다. ‘프랭클린 벨’은 피뢰침에 연결된 종으로 주위에 전기가 모여 있음을 알려주는 용도로 사용된다. 채점 기준의 공유는 3번 문항에 대해서만 했다.

2. 그림과 같이 전기적으로 중성인 검전기 A, B 위에 알루미늄 박을 놓아 A, B에 접촉시킨 후, 음(-)으로 대전된 에보나이트 막대를 A에 가까이 가져갔다. 물음에 답하시오(총 3점).



음(-)으로 대전된 에보나이트 막대를 가까이 가져갔을 때 검전기 A, B의 변화를 순서대로 적고, 이를 전하의 이동과 연관지어 구체적으로 설명하시오.(아래 제시된 중성일 때 검전기의 전하분포를 참고하여 검전기의 금속판, 금속박의 전하분포를 각 단계별로 구체적으로 표시할 것)(3점).

3. 프랭클린 종의 작동 원리를 과학적 개념을 적용해 구체적으로 설명하시오(막대가 도체 또는 부도체(절연체)인지를 적고 그 이유를 반드시 기재할 것. 아래 그림을 이용해서 설명할 것)(4점).



[그림 II-3]서답형 2, 3번 문항

나는 시험을 치르기 전 학생들과 3번 문항의 공유를 위해 학생들과 함께 수업 중 문항에 대한 제시문과 논제를 같이 읽으며 문항을 이해하는 시간과 프랭클린 벨의 작동원리에 대한 영상을 보여주었다. 그 후, 논의 시간을 각 반 별로 1시간 씩 부여하였다. 논의 도중 학생들의 질문에는 정확한 답을 알려주지 않고 전하의 이동 과정을 다시 확인해보라는 피드백을 제공하였다. 그리고 이 문항이 수행평가에 출제된다는 언급은 전혀 하지 않았는데 그 이유는 학생들이 성적이 우수한 학생의 생각을 그대로 베껴 답안을 작성하는 것을 막기 위해서이다.

과제 탐구 결과

· 채점 기준과 결과의 변화

처음 내가 만든 채점 기준은 2007 개정 교육과정의 성취기준을 고려하여 작성하였다. 하지만

학생들은 처음 내가 만든 채점 기준을 보고 자신이 부여받은 점수를 이해하는데 어려움이 있었다. 내가 첫 번째로 작성한 채점 기준을 제시한 뒤 일주일에 걸쳐 5개 학급의 채점 기준 이의 신청에 대한 의견을 종합하고 그 결과를 채점 기준에 반영하여 채점 기준(그림 II-4)와 같이 수정하였다.

학생들에게 처음 제시된 채점기준

문항의 채점 기준		채점 기준
하	막대가 무엇인지 설명이 제대로 되어 있지 않고 종과 구 사이 작동원리를 전하의 이동과 관련없이 정전기 유도나 전기력에 의한 종과 구의 전하상태만 설명한 경우	1점
중	막대가 무엇인지 설명이 제대로 되어 있지 않고 종과 구 사이 작동원리를 전하의 이동과 정전기 유도(또는 전기력)과 관련지어 설명한 경우	2점
	막대가 무엇인지 설명이 제대로 되어 있고 종과 구 사이 작동원리를 전하의 이동과 정전기 유도(또는 전기력)과 관련지어 설명한 경우	3점
상	막대가 무엇인지 설명이 제대로 되어 있고 종과 구 사이 작동원리를 전하의 이동과 정전기 유도(또는 전기력)과 관련지어 설명하고 세 종의 전하상태가 분명히 기술된 경우	4점

학생 의견

첫째, 학생들은 채점 기준이 모호하고 구체적이지 않아 채점에 어려움이 있음을 호소
 → **구체적인 항목을 개조식으로 수정 변경**
 둘째, 가운데 접지된 종의 전기적 상태가 중성인 경우도 정답으로 인정해달라는 이의 제기
 → **논의 과정에 대한 평가와 작동 원리의 기본 상황 위주로 채점 기준을 변경**
 셋째, 감점 기준에 대한 명확한 지침을 제시해달라는 것
 → **다수 학생들의 오개념 항목을 구체적으로 개조식으로 제시**



수행평가 3번 채점 기준 공동작업 후
채점 기준

- ① 실이 절연체이므로 전자의 이동이 없어 막대는 도체든 부도체든 관계 없음이라 쓴 경우 1점
- ② 구름의 (-)전하에 의해 금속대를 따라 전자가 아래로 이동해 A에 (+)가 유도 되고 첫번째, 세번째 종이 모두 (-)으로 대전되었다고 기술한 경우 1점
- ③ 두번째 종이 접지에 의해 (+)로 대전되었다는 내용이 있으면 0.5점 부여
- ④ 두번째 종에서 접지된 사슬을 통해 구의 전자가 땅으로 이동하여 계속 양전하(또는 중성)을 유지한다고 기술한 경우 0.5점(변경)
- ⑤ 구가 종에 접촉하는 과정에 정전기 유도나 전기력에 의한 것이라는 내용이 있으면 0.5점 부여

수행평가 3번 채점 기준 공동작업 후
- 감점, 가산 점수

- ⑥ ③에 추가하여 접촉하는 과정에서 구의 대전상태를 종과 구 사이의 전자의 이동으로 구체적으로 설명한 경우 1점 부여(첫번째나 세번째 종에 대한 설명과 두번째 종에 대한 설명 각각 0.5점 부여)
- ⑦ 아무런 내용없이 '정전기유도에 의해'라고만 쓴 경우 오답처리
- ⑧ (+)전하 이동을 서술한 경우 0.5점 감점
- ⑨ 비과학적 내용 0.5점 감점
- ⑩ ⑤에서 종과 구사이의 전자의 이동에 대한 내용이 미흡한 경우 0.5점 감점
- ⑪ 두번째 종의 전하의 종류가 무엇인지 제시되지 않은 경우 0.5점 감점

(그림 II-4)수행평가 3번 문항의 채점 기준 변경 과정

학생들의 채점 기준에 대한 의견 사항은 세 가지로 다음과 같았다. 첫째, 학생들은 채점 기준이 모호하고 구체적이지 않아 채점에 어려움이 있음을 호소하였다. 둘째, 가운데 접지된 종의 전기적 상태가 중성인 경우도 정답으로 인정해달라는 이의 제기가 있었다. 셋째, 감점 기준에 대한 명확한 지침 제시에 대한 요구가 있었다. 이 중 둘째는 연구자의 수업 방식과 평가 방식이 일치하지 않아 제기된 문제이다. 수업에서 학생 논의를 통해 이 문항의 답을 도출하라는 연구자의 안내로 학생들 중 몇 명은 며칠간의 논의 끝에 가운데 종의 전기적 상태가 중성이라는 답을 도출해냈다. 하지만 정확한 답은 정전기 유도 현상에 의해 가운데 종의 전기적 상태는 양성이 되어야 한다. 중성이라고 쓴 학생들은 논의를 통해 얻은 답으로도 종이 작동하니 정답을 인정해달라고 요구하였다. 그리고 논의를 열심히 한 자신들이 오히려 불이익을 받았다고 생각하였다. 하지만 구체적인 답안을 적어달라는 의견은 반영하지 않았다. 그 이유는 채점 기준의 공유를 통해 자신의 답을 스스로 채점하는 자기평가를 위한 작업이므로 다른 사람의 완성된 답안을 공유하는 것은 되도록 지양하였다.

(그림 II-4)에서와 같이 채점 기준을 각 항목별로 순서대로 제시하였고 감점과 가산점의 기준을 명시하였다. 문항에서 묻는 내용이 종의 작동 원리를 서술하라는 것이므로 핵심 원리는 가운데 종의 전기적 상태가 접지에 의해서 같은 상태를 계속 유지하는 것, 양끝 종과 같은 상태의 (-)전하가 되면 안 되는 것이 중요하다 판단하여 감점은 하지 않았다(④). 대신 정전기 유도 현상에 의해 (+)전하로 대전된다고 구체적으로 명시한 경우에는 0.5점의 가산점(⑥)을 부여하였다. 이러한 과정을 대학원 세미나에 발표하였고 지도교수님께 가운데 종의 전하를 중성을 답으로 해도 프랭클린 벨의 작동 원리에는 큰 문제가 되지 않음을 확인받았다.

· 채점 결과의 불일치 유형

학생의견을 수합하여 수정한 채점 기준으로 서답형 2번 문항에 대한 학생들의 답을 다시 재채점하여 학생들에게 나누어주었다. 학생들의 의견이 반영된 최종 채점 기준과 재채점 결과를 각 학급에 제시하였을 때 채점 결과에 대한 이의를 제기한 학생들의 수는 각 반별로 10~15명이었다. 하지만 첫 번째 채점에서 교사의 채점 결과를 표시하지 않고 시험지를 나누어 준 후 스스로 채점하게 한 D 학급에서는 단 3명의 학생만이 이의를 제기하였다. D 학급 이미 첫 번째 채점 기준을 이해하는데 어려움을 겪어 학생들의 자기평가 당시 연구자에게 많은 질문을 해 채점 기준과 결과에 대한 의문을 일부 해소한 상태였다.

내가 맨 처음 채점한 결과가 바뀐 경우는 교사의 재채점에서 44건과 재채점 결과에 대해 학생들과의 의견 조율에서 7건 총 51건이다. 51건의 불일치 유형은 <표 II-1>과 같다. <표 II-1>에서의 불일치 유형은 내가 1, 2차 채점에서 점수가 변동된 51건의 사례를 조사하여 이를 바탕으로 김형준과 유준희(2012)의 연구에서 선행 연구를 고찰한 분류틀과 연구에 참여한 교사와의 협의 후 제작된 분류틀, 두 개를 참고하여 제작하였다.

채점 기준 변경으로 점수가 바뀐 20건을 제외하면, ‘엄격함과 관대함’에 따라 생긴 불일치와 ‘한 채점자의 실수에 의한 불일치’ 둘 모두 각각 13건으로 가장 많았다. 나는 학생들의 답안에서 좀 더 엄격함을 요구하는 반면 학생들은 관대하였다. ‘채점자의 실수’로 인한 경우, 학생들은 자신의 답안에서 감점 요인에 대한 채점을 고려하지 않은 경우가 총 10건으로 20%를 차지

14 신진연구자 - 2

하였다. ‘채점자 간 중요하게 생각하는 부분의 차이로 인해 생긴 불일치’는 총 3건이었다. 3건에 해당하는 학생들은 관련 개념에 해당하는 단어만 기재한 것으로도 자신의 답이 정답으로 충분하다고 생각하였다. 이러한 사례들은 채점 기준에 대해 학생들이 어떻게 인식하는지를 보여주는 것으로 학생들은 채점 기준에 기술된 과정보다는 핵심 단어에 치중하는 것을 알 수 있다. 그 밖에 학생답안을 해석하는데 어려움으로 인한 불일치 사례가 2건이었다.

<표 II-1> 채점 결과가 바뀐 51건의 불일치 유형(김형준과 유준희(2012)에 제시된 분류를 이용)

불일치 유형	연구자	학급의 학생	횟수
1. 채점자 간 중요하게 생각하는 부분의 차이 때문에 발생하는 불일치		과정이나 근거를 무시한 채 핵심 단어만 고려	3
	개념 적용 과정이 상세할 것을 요구		6
2. 엄격함과 관대함에 대한 기준 차에 의해 발생하는 불일치		기대심리를 낮춤(D반)	2
		이유만 쓰면 된다고 생각	3
		구체적인 조건 없이 근거를 서술함	2
		2중 채점(글과 그림)	1
3. 한 채점자의 실수에 의한 불일치		감점 항목 확인하지 않음	10
		틀린 내용을 맞게 채점함	1
	변경된 채점 기준 적용하지 않음		20
	그림으로 제시된 답안을 확인하지 못함		1
4. 읽기 어려운 학생의 글씨체에 의해 발생하는 불일치	해당 부분을 찾지 못함		1
5. 학생의 불성실한 응답에 의해 발생하는 불일치			0
6. 학생들의 모호한 서술에 의해 발생하는 불일치	앞뒤상황의 파악에 어려움을 겪음		1
합 계			51

과제 탐구 결과 요약 및 논의

과제 탐구 결과에 대한 요약과 논의는 다음과 같다.

첫째, 학생들의 채점 기준에 대한 이해 수준은 낮은 편으로 학생 수준에서 구체적인 채점 기준이 제시되지 않았을 때 연구자와 학생들의 채점 결과에 대한 의견이 불일치했다. 특히, 감점이나 가산점에 대한 지침이 구체적으로 명시되지 않은 경우 학생들은 이를 고려하여 채점하지 않았으며 기본 개념을 단어 형식으로 적어도 답이 된다고 생각하였다.

둘째, 내가 수업에서 제시한 답의 도출 방식과 연구자의 평가결과의 해석이 불일치 한 경우 학생들의 이의가 제기되었다. 나는 수업에서 논의의 중요성을 강조하기 위해 학생들에게 제시한 문항의 답을 논의를 통해 알아내도록 하였지만 이를 평가 요소로 포함하지 않고 학생이 작성한 답안의 학문적 엄밀성만을 채점 기준으로 정했다. 연구자의 이러한 불일치한 행위에 대해 학생들은 이의를 제기하였다.

셋째, 내가 학생들의 서술 방식에 대한 이해가 부족할 때 불일치가 발생하였다. 재채점 결과에서 변경된 결과들 중 학생 서술을 제대로 이해하지 못해 채점오류가 발생한 경우가 있었다.

이러한 결과를 종합해볼 때, 학생 눈높이에 맞는 채점기준 제시를 위한 노력이 필요하고 평가 요소를 미리확인하여 수업에서 구체적으로 제시하고 강조해야 나와 학생들 사이의 서답형 채점 결과에 대한 불일치를 줄일 수 있을 것이다.

3. 연구자의 교실평가 질 점검 및 반성

연구자의 교실평가에 대한 질 점검은 McMillan(2013/2015)이 제시한 질 높은 교실평가를 위한 고려해야할 아래와 같은 8가지 요소에 비추어 살펴보았다.

- 학습 목표 설정(Clear and Appropriate Learning Targets)
- 평가방법 선정(Select Appropriate Methods)
- 성취기준과의 연계(Alignment)
- 신뢰도(Reliability)
- 타당도(Validity)
- 공정성(Fairness)
- 긍정적 결과(Positive Consequences)
- 실용도와 효율성(Practicality and Efficiency)

McMillan은 특히 교실평가에서 신뢰도는 학생의 학습에 대한 교사의 의사결정의 신뢰성을 고려해야함을 강조하였다. 또한, 교실평가에서 신뢰로운 의사결정을 위해 가장 중요한 것은 채점을 위한 지침과 학생이 문항에 응답하는 방법에 대한 명확하고 구체적인 지침의 필요성을 강조하였다.

수행평가 서답형 문항 내용에 대한 외부 검토 의견

McMillan(2013/2015)이 제시한 질 높은 교실편가를 위해 고려해야 할 8가지 요소 중 학습 목표설정, 평가방법선정, 성취기준과의 연계, 타당도, 신뢰도는 전문가의 검토가 우선 시 되어야 한다. 본 연구를 진행하는 동안 이 4가지에 대한 검토를 과학교육전문가 A, 교사연구자 A, 멘토 교사 A에게서 받았다. 수행평가는 학습목표설정, 성취기준과의 연계, 내용 타당도 면에서 적절하다는 평가를 받았다. 신뢰로운 채점을 위해 교사가 자신이 결정한 채점 기준과 결과에 대해 다른 교사와의 협력을 권유하고 있지만(McMillan, 2013/2015) 아쉽게도 나는 학교의 혼자뿐인 물리교사로 채점을 다른 교사와 진행할 수 없었다. 대신 멘토 교사 A에게 내가 설계한 수행평가 채점 기준에 대한 검토를 부탁했다. 멘토 교사 A의 의견은 채점 기준이 무난하다는 의견을 주었다.

수행평가 서답형 3번의 채점 기준 변경 사례와 수행평가의 신뢰도

(그림 II-5)는 수행평가 채점 기준에 대한 학생 이의신청 일화와 관련된 연구일지 내용이다. V장의 세 번째 중요 실천 과제를 수행할 때 발생한 사건으로 그 내용은 다음과 같다.

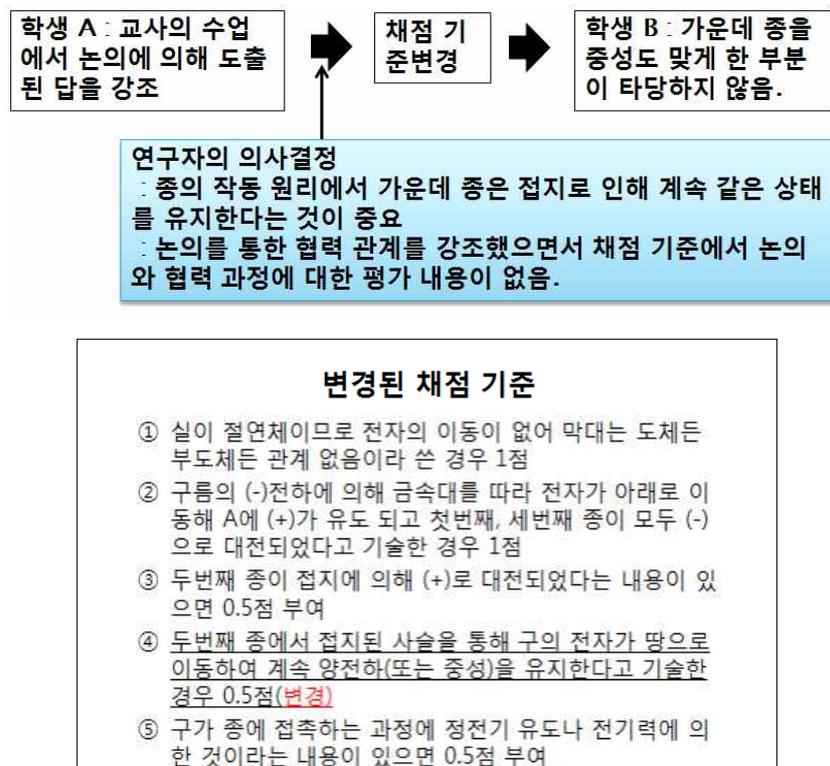
오늘은 수행평가 채점 결과를 학생들에게 나누어 주었다. 채점 결과에 대한 질문 있으면 해 보라고 했다. 한 학생이 얼굴이 손을 들었다. 학생에게 이야기해 보라하니 "선생님 왜 가운데 종을 중성이라고 쓰면 틀리나요?" 가운데 종은 접지되어 있어 음으로 대전된 구름에 이해 (+)로 대전된다고 설명하며 논의 시간에 관련 영상을 보여주었다고 답변했다. 그랬더니 갑자기 화가 난 투로 "선생님이 논의를 해보라고 해서 수업시간에 정말 열심히 했고 수업이 끝난 며칠 동안 다른 반 아이들하고도 논의해서 내린 결론인데 정확한 답도 가르쳐주시지도 않고 이렇게 채점하시는 건 좀 아닌 것 같아요" 라고 하며 억울해했다. 많이 당황했다. 그 반 학생들에게 물어보니 대부분 논의를 통해 중성이라고 적었다고 했다. 일단 고려해보겠다고 하고 수업을 진행하였다. 수업이 끝난 후 교무실에 앉아 가만히 생각해 보니 질문을 한 학생은 논의 시간에 정말 열심히 참여하고 때 시간마다 나를 찾아와 질문하는 모범생이었다. 아무래도 나의 평가 활동과 채점 기준이 일치하지 않았던 것 같다. 학생에게 미안한 마음이 많이 든다.

(2015. 9. 14. 연구일지)

(그림 II-5)수행평가 채점 기준에 대한 학생 이의신청 일화와 관련된 연구일지 내용

나는 논의식 수업이 평가로 이어질 순 없을까? 라는 고민 끝에 수행평가 3번 문항을 제작하였다. 그리고 3차시로 진행되는 정전기 유도와 관련된 ConcepTest 풀이와 생활 소재에 개념을 적용해보는 수업 후, 서답형 수행평가 3번의 문항에 대한 논의 수업을 준비하였다. 3번 문항과 채점 기준을 미리 학생들과 수업 시간에 공유하고 각 반별로 논의 시간을 40분씩 부여했다. 논의를 돕기 위해 앞 시간에 학습한 ConcepTest 문항 중 수행평가 3번 문항과 관련된 것들을 연관지어주고 '프랭클린 벨'의 작동원리에 관한 동영상을 보여주었다. 학생들의 논의에서 나는 최대한 경청하는 자세로 임했으며 답을 요구하는 학생들에게 논의를 통해 답을

찾아내라고 지도하였다. 그리고 질문과 관련된 부분을 프린트에서 찾아 안내만 해주었다. 나는 내심 이 계기로 학생들이 논의의 중요성이 깨닫기를 기대했다. 수행평가가 끝나고 2주 후, 학생들에게 채점 기준과 결과를 제시하였는데 학생 한 명이 채점 기준에 대한 이의를 제기하였다. 논의 과정으로 답을 찾아내라는 교사의 지도와 달리 논의를 통해 나온 답을 오답으로 처리하는 것은 공정하지 못하다는 것이었다. 이러한 의견에 며칠을 심사숙고해서 내린 연구자의 의사결정 내용은 다음과 같다. 가운데 종이 (-)전하가 아닌 중성이나 (+)상태를 계속 유지한다면 ‘프랭클린 벨’이 작동하는데 큰 문제가 없을 것으로 판단하여 (그림 II-6)의 ④항목과 같이 중성 상태도 정답으로 인정해 주었다.



(그림 II-6)수행평가 채점 기준 변경과 관련된 일화와 변경된 채점 기준

이러한 연구자의 의사결정으로 나는 답안지 60개의 채점 결과를 정정하였다(60개의 답안이 수정되었지만 다른 항목에 의한 점수 반영으로 교사 재채점에 의한 점수 변동 건수는 관련 문제의 점수 수정은 44건임). 학생들은 그 결과에 만족해했고 연구자 역시 평가에서 간과한 부분을 고려해 의사결정을 한 부분이 만족스러웠다. 그렇지만 2주 뒤 실시 된 수행평가에 대한 학생설문 조사에서 이러한 채점 기준 변경이 서운하다는 의견이 1건 있었다. 이는 평가에 대한 신뢰도를 높이고자 한 교사의 행위가 일부 학생들에게는 오히려 부정적으로 작용한 사례로 볼 수 있으며 나는 교실상황에서 교실평가의 신뢰도를 높이기 위해서는 평가 전 신중한 평가 계획이 필요함을 알 수 있었다.

채점 기준 공유로 인한 긍정적 결과에 대한 연구자의 해석

세 번째 중요 실천 과제 수행에서 연구자와 학생들의 채점 기준 공유는 교실평가의 형성적 기능과 총괄적 기능 모두를 긍정적으로 작용할 수 있게 해주었다. 학습적인 면에서 개념 적용에서 나타난 학생들의 오개념이 개선되었고, 내신평가에 반영되는 수행평가 문항의 변별력이 더 높아졌다.

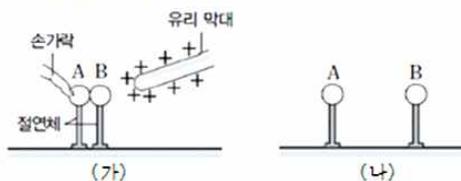
첫 번째로 형성적 기능의 관점에서 긍정적인 작용은 다음과 같다. 2 수행평가에 사용된 문항은 도체, 부도체에서 정전기 유도 현상과 접지에 대한 개념을 충분히 숙지하여야지만 풀 수 있는 문항이다. 나는 이 문항들의 해결에 있어 전하의 이동 과정을 구체적으로 명시할 것을 학생들에게 요구하였다. 두 문항의 답안에 나타난 학생들의 주요 오개념은 <표 II-2>와 같다. 수행평가에서 오개념을 보인 학생은 '(+) 전하가 이동' 23명, '두 물체 사이의 접촉 없이 전자 이동' 5명, '도체에 유전 분극 현상을 적용' 1명, 총 29명이었다.

<표 II-2> 수행평가 2, 3번 학생 답안과 중간고사 서술형 2번에 나타난 주요 오개념과 인원 수 비교

주요 오개념	수행평가 2, 3번의 중간고사 서술형 2번	
	인원 수(명)	인원 수(명)
(+) 전하 이동	23	1
두 물체 사이의 접촉 없이 전자 이동	5	2
도체에 유전 분극을 적용	1	2
합 계	29	5

서술형 2 다음은 정전기 유도에 관한 실험들이다. 물음에 답하시오. [총 5점]

1) 그림 (가)는 절연체 위에 있는 대전되지 않은 동일한 도체 구 A, B를 접촉시킨 상태에서 양(+)전하로 대전된 유리 막대 B에 가까이 한 뒤 손가락을 A에 접촉시킨 것을 나타낸 것이다. 그림 (나)는 (가)상태에서 손가락을 A에서 떼어 후, 유리 막대를 멀리한 다음 A를 B에서 떼어 가까운 곳에 둔 것을 나타낸 것이다.



□ (나)에서 A와 B의 표면전하를 비교하고 그 이유를 (가)에서 일어난 물리 현상과 연관지어 설명하시오.(A, B의 위치는 고정되어 있고 크기는 무시한다.)[3점. 답 1점, 풀이 2점]

(그림 II-7)2학기 중간고사 서술형 2번의 1)번 문항

두 번째로 총괄적 기능의 관점에서 긍정적인 작용은 다음과 같다. 내가 학생들과 채점 기준을 공유하면서 가장 염려되었던 것이 수행평가 점수가 내신에 반영된다는 점이었다. 총괄평가에서는 문항이 학생들의 능력을 제대로 변별하는 능력, 즉 문항변별도(item discrimination)가 매우 중요하다(황정규, 1998). 이와 관련하여 나는 학생들과의 채점 기준 공유로 채점 결과가 크게 바뀌어 문항변별도가 떨어지지 않을까하는 고민을 하였다. 하지만 채점 결과는 크

게 바뀌지 않았고 채점 기준을 공유한 수행평가 서답형 3번 문항의 변별도는 더 향상되었다. <표 II-3> 에서 볼 수 있듯이 공유 전과 공유 후 최종 점수는 $t = -1.062$, 유의 수준 0.289로 두 점수 간에 통계적으로 유의미한 차이가 없었다.

<표 II-3> 채점 기준 공유 전, 후 수행평가 서답형 3번 문항의 점수 비교 분석을 위한 t 검증

구분	인원 수	평균	편차	자유도	t
채점 기준 공유 전 교사 부여 점수	193	2.06	1.29	192	-1.062
채점 기준 공유 후 학생 의견 반영 점수	193	2.14	1.30		

<표 II-4>에서는 Z 값을 이용하여 채점 기준 공유 전후 수행평가 3번 문항의 변별도를 비교한 것이다. 그 결과 채점 기준 공유 후에 오히려 변별도 값이 더 상승하였다.

<표 II-4> 수행평가 3번 문항의 채점 기준 공유 전, 후의 변별도 비교

	채점 기준 공유 전 결과		채점 기준 공유 후 최종 결과	
	인원	정답자	인원	정답자
상위권(27%)	52	33	52	42
중위권(46%)	89	27	89	29
하위권(27%)	52	0	52	1
총인원	193	60	193	72
Z	9.50		13.62	

일반적으로 문항변별도를 구할 때 상위권과 하위권의 비율은 각각 27%로 정한다(황정규, 1998). 변별지수를 표준 점수 개념으로 변형한 Z값(황정규, 1998)도 분석하였는데 Z값이 2.58 이상이면 0.01 수준에서 통계적으로 문항의 변별도가 유의미하다는 것을 알 수 있다. 채점 전에 비해 채점 후 Z 값이 높아졌으며 각각 13.62로 변별력이 높고 0.01 수준에서 통계적으로 유의미함을 알 수 있었다.

학생과의 서답형 평가 공유 작업에 대한 교실평가의 실용도와 효율성

교사는 “해당 평가를 통해서 얻어진 정보가 이를 위해 사용된 자원이나 시간과 비교해 볼 때, 충분한 가치가 있는가?”와 같은 질문을 스스로에게 해보며 실용성과 효율성을 높여 질 높은 교실평가를 노력해야한다. 실용도와 효율성과 관련된 요소에는 1) 평가방법에 대한 교사의 친숙성, 2) 소요 시간, 3) 시행의 복잡성, 4) 채점의 용이성, 5) 해석의 용이성이 있다(McMillian, 2013/2015). 수행평가 3번 문항에 대한 본 연구 결과를 1) 평가방법에 대한 교사의 친숙성과 2) 시행의 복잡성, 4) 채점의 용이성의 관점에서 논의하였다.

첫째, 평가방법에 대한 교사의 친숙성과 관련된 내용은 다음과 같다. 연구자의 교실평가에서 개선이 가장 미흡했던 점은 수업 중 학생 논의 유도과 이러한 논의를 평가와 연계하는 것이었

다. 이는 새로운 수업과 평가 방식이 나에게 아직까지 익숙하지 않았기 때문이라 할 수 있다.

둘째, 시행의 복잡성과 관련된 내용은 다음과 같다. 평소 과학 글쓰기 연습이 되지 않은 학생들에게 수행평가 서답형 3번 문항은 그 시행 지침이 복잡할 뿐 아니라 채점 기준에서도 혼란을 초래해 일부 학생에게 수행평가의 채점 기준에 대한 신뢰도에 부정적인 인식을 심어주었다.

셋째, 소요 시간, 시행의 복잡성, 채점의 용이성과 관련된 내용은 다음과 같다. 연구자와 참여자인 193명의 학생들은 수행평가 후 수행평가 3번에 대한 채점 기준을 공유하고 이를 확인하여 최종 평가 결과가 완성되기까지 한 달이라는 시간이 소요되었다. 학사 일정으로 인해 연기된 1주를 제외하면 거의 3주이다. 서답형 문항 채점, 그리고 재채점, 학생들과의 의견 조율에 상당히 많은 시간이 소요되었다. 이렇게 긴 과정을 거친 평가결과는 2학기 내신 성적 100점 만점 중 4점에 해당한다. 결과적으로 수행평가 서답형 3번 문항은 교실평가의 실용도와 효율도적인 측면에서 상당히 경제적이지 못했다고 할 수 있다.

4. 연구 내용의 공유

실행연구에서 있어서 공유는 필수적인 과정이다. 나는 수업에 적용한 동료교수법이론의 분석 결과물을 ‘한국현장과학교육학회’에 발표하고 이를 논문으로 게재하였다. 연구 주제는 ‘동료교수법에서 탐색한 물리수업에서의 형성평가 실천 방안’이다. 또한, 내가 개발한 평가 문항과 학생설문 조사지를 협력 교사 및 멘토 교사와 공유하였다.

‘한국현장과학교육학회’에서는 초등학교 수업에 동료교수법을 적용하려 계획 중인 교사와 연구 내용을 같이 나누었다. 그 교사는 거꾸로 수업을 적용하여 할 예정이라고 하였으며 사전 연습을 위한 학생 활동을 어떤 형식으로 할 것인지와 계획한 내용의 현장 적용성에 대해 고민하였다.

연구에서 개발한 선다형 문항은 협력 교사 A와 공유하였다. 협력 교사 A는 경기도에 근무하는 남자 인문계고등학교 교사로 다년간 대학 입시지도를 해왔다. 공유한 내용은 2학기 교실평가 문항에 대한 학생 응답분포를 사용하여 개발한 선다형 문항과 그 문항의 선택지에 따른 학생 사고 분석 내용이다. 협력 교사 A와는 이 문항들과 내가 분석한 학생 사고 분석 내용이 학생의 개념 이해 수준을 파악하데 도움이 되는지에 대해 의견을 나누었다. 협력 교사 A는 총 61명의 고 2 자연반 학생들에게 내가 제작한 7개의 선다형 문항을 나누어 주어 풀게 한 후 그 결과를 학생 사고 분석 내용과 비교하였다. 협력교사는 나의 분석 자료에 대해 대체적으로 도움이 되는 것 같다는 의견을 주었다. 또한, 협력 교사 A는 내가 개발한 전자기 유도 개념을 적용하는 3번 문항이 학생들의 주된 오개념을 잘 파악할 수 있는 문항인 것 같으며 자신의 학교시험에 사용해보겠다고 하였다.

연구에서 개발한 내신 지필평가에 대한 설문지는 협력 교사 B와 공유하였다. B는 연구자와 같은 학교에 근무하는 2년차 생물 담당교사로 평소 연구자와 학교 내신 평가 결과에 대해 고민을 나누었다. 협력 교사 B는 한 학급에 투입한 설문 결과를 확인하였는데 학생들이 지필 시험지의 오타에 굉장히 민감하게 반응한다는 사실에 놀랐다. 그 외의 결과에 대해서도 자신의 생각과 많이 달랐다는 반응을 보였다.

연구에서 개발한 수업에 대한 설문지는 멘토 교사 B와 공유하였다. 멘토 교사 B는 설문지의 각 항목들이 수업을 평가하는데 완결성을 지니나 협력적 수업의 특징이 두드러지는 자신의 수업에 대한 설문지로는 적당하지 않다고 하였다. 그리고 설문지가 논의식 수업을 위한 건지 일반 수업을 위한 건지가 분명하지 않다고 하였다.

5. 한 물리교사의 교실평가개선을 위한 실행연구의 결론

내가 수행한 연구의 결과에서 얻은 나의 교실평가 개선 방안은 다음과 같다.

첫째, 연구자는 자신의 교실평가에 대한 명확한 이해를 가지고 수업과 평가의 일치성을 높여야 한다. 둘째, 구성주의적 관점에서 연구자는 실생활에 대한 학생들의 물리개념 적용력을 높여줄 수 있는 교실평가 계획을 세워야 한다. 셋째, 학생들의 자기평가 과정에 대한 이해를 바탕으로 한 채점 기준을 제시하여야 한다.

비록 이번 연구에서는 연구자의 물리수업에서 교실평가 개선이 충분하진 않았지만, 실행연구는 연구자에게 교실평가 개선을 위한 실제적인 정보를, 학생에게는 평가의 주체로써 수업에 참여할 기회를 주었다. 이러한 실행연구는 교실평가에서 학생과 교사가 함께 성장할 수 있는 토대를 마련해 줄 수 있을 것이다.

Ⅲ. 과학교육에서 실행연구의 필요성과 제언

1. 과학교육에서 실행연구의 필요성

국내의 과학교육분야에서 수행된 실행연구들(임혜준, 2015; 장효순, 2014; Oh, 2003)이 있지만, 개인별 교사 연구이기보다는 대학 연구자들과의 협력 연구로 아직까지 과학교사 개인이 수행한 개인별 교사 연구(individual teacher research)는 부족한 편이다. 기존의 연구들은 대학 연구자들이 다른 교사의 행위를 관찰하거나(임혜준, 2015; Oh, 2003) 대학에서 예비교사의 전문성 발달을 위한 프로그램 개발을 위해 대학 연구자들에 의해 수행되어졌다(장효순, 2014). Oh(2003)의 연구는 구성주의적 관점의 학습 환경 구성을 위한 과학교사와 교육전문가들의 협력 연구로 연구 참여자인 교사와 학생들의 교실평가 활동 내용이 상세히 묘사되어 있다. 하지만 대학의 협력 연구진과 사전 워크숍을 통한 개입으로 수행된 협력적 실행연구로 실제 현장 문제에 대해 교사가 어떻게 의사결정을 내렸는지에 대한 교사 관점의 논의가 제한적일 수 있다.

과학교육에서 실행연구와 교실수업 개선 사례

Havard 대학의 물리교수인 Mazur의 동료교수법(1997)은 직접적으로 실행연구의 결과물이라 명명되진 않았지만 행위당사자가 수행한 물리수업에서 교실평가에 대한 실행연구로 볼 수 있다.

동료교수법은 물리개념 학습 증진을 위해 1991년에 Harvard 대학의 Eric Mazur 교수가 개발한 교수법이다(Miller et al., 2014). Mazur가 동료교수법을 개발한 일화(1997)는 ‘전문적 반성(Professional Reflection)’으로 볼 수 있으며(최현숙과 김중복, 2015) 일화의 내용은 다음과 같다. Mazur가 어려운 계산 문제도 능숙하게 푸는 자신의 학생들이 무거운 트럭과 가벼운 트럭의 충돌에서 작용·반작용의 법칙을 제대로 적용하지 못하는 상황에 충격을 받아 자신의 물리수업을 개선하기 위해 적극적으로 노력한 결과로 만들어진 교수법이 동료교수법이다. ‘결정적 사건(critical incident)’이 반성(reflection)의 중추적인 역할을 해 교사의 교수행위의 변화를 이끈 사례(한혜진 등 2009)와 유사하다.

Mazur 와 그의 동료들은 물리개념의 이해와 적용이라는 뚜렷한 목적을 가지고 동료교수법을 지속적으로 수행하며 그 결과에 대한 분석 내용을 물리개념 학습에 효과적인 기법을 개발하는데 이용하여 동료교수법에서의 기법들을 더욱더 정교하게 다듬어갔다(Crouch et al., 2007). 이러한 관점에서 볼 때, 동료교수법은 교수자의 실천에서 얻은 전문적 지식을 교육학적 이론으로 구축해나간 형성평가 실천 사례로 볼 수 있다(최현숙과 김중복, 2015). 또한 그들은 이러한 연구 결과물들을 연구 논문이나 책자 발간을 통해 공유하였다. 대표적인 결과물인 ‘Peer Instruction A User’s Manual’ 은 동료교수법의 구체적인 적용 방법과 사례를 엮은 책으로 2006년 미국 Interactive Teaching 분야 최고 공헌상을 수상하였으며 전 세계적으로 물리를 가르치는 교사와 교수들에게 읽혀지고 있다(이지원과 김중복, 2014). 이뿐만 아니라 online community(<https://www.peerinstruction.net>)와 2012년 북경에서 개최한 Conference(First International Asia-Pacific Conference on Peer Instruction; COPI)를 통해 세계 각국의 물리 교수자들과 동료교수법 시행에 대한 결과물을 공유하였다. 이러한 과정은 Tang(2010)이 탐색한 ‘학습을 위한 평가’에 대한 교사의 전문 지식 구축 과정 중 하나인 ‘반성(reflection)’, ‘의식적인 숙고(conscious deliberation)’, 그리고 ‘실천적 지식의 이론화(theorizing practical knowledge)’에 해당한다. 즉, Mazur의 동료교수법에 관한 결과물은 연구자의 수업에 대한 개선 의지로 시작된 형성평가가 적용된 물리수업에 대한 모범적인 실행연구 사례로 볼 수 있다.

한국현장과학교육학회와 실행연구

앞서 언급한 바와 같이, 개인별 교사 연구의 경우 교사가 자신의 결과를 학회나 모임에서 발표하지 않으면 다른 사람들과 공유되지 않을 수 있다는 것이다. 이를 해결하기 위해서는 교사 개개인의 노력과 공유 문화 형성이 장려되어야 할 것이다. 국내에서는 ‘신나는 과학을 만드는 사람들’, ‘인천 과학 사랑 교사 모임’, ‘참과학 교사 모임’ 등 같은 과학교사 중심의 교사모임이 꾸준히 이루어져왔으며 창의적인 과학실험과 교육 자료들을 공유하는 장을 만들어 왔다. 국내 학회로는 2007년 처음 열린 ‘한국현장과학교육학회’를 들 수 있는데 지금까지도 과학교사들과 교육전문가들이 함께 어우러져 학교 현장에 유익한 과학 실험 및 연구 결과물을 함께 나누는 문화를 형성해 오고 있다. 또한, ‘한국현장과학교육학회’에서 발간하는 학회지인 ‘현장과학교육’에는 이론적 배경에 근거한 연구와 더불어 현장 교사의 실질적인 고민에서 시작된 연구 내용 등 현장 교사의 실천적 지식이 실린 현장 연구물들이 포함되어 있다. 비록 학문적

연구에 비해 연구체계가 미흡하지만 교사 개인의 전문성 신장과 주변 교사에게 도움을 줄 수 있는 현장 적용성이 높은 결과물이다. 이러한 실천의 결과물이 교육 분야 이론에 대한 실천 전략으로 가치를 가지기 위해서는 교사의 실천 결과물에 대한 교수행위의 실제 전반까지도 다른 동료교사 및 교육전문가들과 공유하여야 한다. 따라서 교사들은 자신들의 연구결과물들이 어떤 연유에서 산출되었는지에 대한 정보를 교사모임이나 관련 학회를 통해 적극적으로 공유할 수 있도록 노력해야한다.

그 동안 국내 과학교육분야에서는 과학교사의 전문적 지식에 대한 고찰(이선경 등, 2009)과 생애사적 이해를 바탕으로 과학교사의 전문성 발달 과정을 살펴본 연구들(유은정 등, 2010; 한혜진 등, 2009)을 통해 과학교사의 교수행위 실제 속에서 전문성이 발현되어야함을 강조해왔다. 또한, 교육개혁과 새로운 교육과정을 받아들임에 있어 교사는 단순한 추종자가 아니라 이를 주도적으로 개발하고 운영할 수 있는 전문성을 가지고 이론과 실천을 연계할 수 있는 반성적 실천가로서의 역할 수행을 강조하고 있다(곽영순, 2012; 곽영순 등, 2014).

따라서 교육 개혁에 따른 교실수업 개선 실천을 위해서는 교사의 자발적인 자기 개선에 관한 실질적인 사례를 담은 개인별 교사 연구(individual teacher research) 유형의 실행연구가 우선적으로 진행되어야 한다. 이러한 실행연구들은 현장 교실수업의 실제에 관한 이해를 도와 성공적인 교육개혁 실천과 교사 전문성 발달의 밑거름이 될 수 있다.

2. 제언

마지막으로 연구자의 연구 경험을 바탕으로 현장 교사들의 실행연구가 과학수업 개선에 적극적으로 반영되기 위한 방안에 대한 제언을 현장 교사들에게 필요한 지원을 중심으로 하고자 한다.

첫째, 외부와의 협력의 기회를 통해 자신의 교실평가 행위를 분석적으로 반성할 기회가 주어져야한다. 본 연구에서 볼 수 있듯이 연구자는 대학의 과학교육전문가, 교사연구자, 멘토 교사와 연구 내용 공유를 통해 교실평가 반성을 좀 더 분석적으로 할 수 있었다. 가장 큰 도움이 되었던 부분은 연구자의 수업과 평가에 사용된 문항들과 학생설문 조사지에 대한 검토였다. 이러한 검토로 연구자는 ConcepTest와 지필평가 문항에서의 문제점을 알 수 있었고 수업과 평가에 관한 학생설문 내용을 나의 교실상황에 맞게 수정해나갈 수 있었다. 특히 보완된 학생설문지는 연구자에게 1학기 설문으로 확인할 수 없었던 학생들의 선호 학습 방법 및 수업 만족 정도와 수업 및 평가 개선에 관한 많은 정보를 주어 나의 교실평가 반성에 큰 도움을 주었다. 멘토 교사 및 협력교사와 공유하는 과정 역시도 연구자 자신의 교실평가를 돌아보는 계기가 되었다. 멘토 교사 B는 나의 수업 설문지에 대해 많은 물음과 조언을 해주었다. 이 과정에서 연구자는 자신의 교실평가의 취지에 대해 다시 한 번 생각해볼 수 있었다.

둘째, 현장 교사들이 누구나 쉽게 참여하고 자신의 실행연구를 발표할 수 있는 모임이나 학회가 마련되어야한다. 연구자는 실행연구를 통해 현장에서의 문제 해결을 위한 실질적인 정보를 얻는 소중한 경험을 할 수 있었다. 연구자는 학회에 참여하여 다른 사람과 연구 결과물들에 대한 의견을 나눌 수 있는 기회를 통해 평소 알고 있던 이론적 지식을 실천에 옮길 수 있었으며 현장에서 수집한 정보를 어떻게 해석하는가에 대한 이론적 지식을 습득하여 수업에 대한 전문성을 신장시킬 수 있는 방안을 구체적으로 찾아낼 수 있었다. 하지만 아직 많은 교사

들에게 학회는 낯선 곳이며 학회에서의 발표되는 교사의 연구물은 주로 대학원에 수강하는 교사들의 형식을 갖춘 연구물들이다. 많은 현장 교사들의 학회 참여 유도를 위해서는 교사들의 발표가 형식에 구애받지 않고 자유로운 형태로 이루어질 수 있도록 해야 한다. 이를 위해 교사들의 실행연구 결과물을 학회에서 요구하는 학문적 엄격성으로 판단하기보다 현장에서 얻은 정보 기반의 연구 결과물의 차별성을 허용해줄 수 있도록 해야 할 것이다.

앞으로 현장 교사들의 주도적인 실행연구가 현장의 교육활동 개선에 많이 활용되길 바란다.

IV. 참고문헌

- 곽영순(2012). 학습자의 핵심역량 제고를 위한 과학 교사교육 개선 방안. 한국지구과학회지, 33(2), 162-169.
- 곽영순, 손정우, 김미영, 구자옥(2014). 핵심역량과 융합교육에 초점을 둔 과학과 교육과정 개선방향 연구. 한국과학교육학회지, 34(3), 321-330.
- 강성우, 부경순, 심영택 역(2005). 교사를 위한 실행연구. 서울: 우리교육
- [원전: Mills, G. E. (2003). Action research: A guide for the teacher researcher. (2nd ed.). Upper Saddle River, NJ: Merrill Prentice Hall.]
- 강지영, 소경희(2011). 국내 교육관련 실행연구 (action research) 동향 분석. 아시아교육연구, 12(3), 197-224.
- 강현석, 소경희, 박민정, 박세원, 박창언, 염지숙, 이근호, 장사형, 조덕주 역(2012). 내러티브 탐구를 위한 연구방법론. 서울: 교육과학사.
- [원전: Clandinin, D. J. (2006). Handbook of narrative inquiry: Mapping a methodology. Thousand Oaks, CA: Sage.]
- 김형준, 유준희(2012). 중학생 과학탐구활동 수행평가 시 총체적 채점에서 나타나는 채점자간 불일치 유형 분석. 한국과학교육학회, 32(1), 160-181.
- 노진아, 서경혜(2009). 교사연구자들의 연구 경험에 대한 내러티브 탐구. 교과교육학연구, 13(4), 669-695.
- 성열관(2006). 교육과정 실행연구의 성장과 주요 특징에 대한 이론적 고찰. 교육과정연구, 24(2), 87-109.
- 손원숙, 박정, 강성우, 박찬호, 김경희 역(2015). 교실평가의 원리와 실제 : 기준참조수업과의 연계. 서울: 교육과학사.
- [원전: McMillan, J. H. (2013). Classroom assessment: Principles and practice for effective standards-based instruction (6th ed.). Boston: Pearson.]
- 유은정, 이선경, 최종림, 김찬종(2010). 과학 교사의 실천적 지식 탐색: 생애사적 이해를 바탕으로. 한국과학교육학회, 30(8), 971-987.
- 이선경, 오피석, 김혜리, 이경호, 김찬종, 김희백(2009). 과학 교사의 교수내용지식과 실천적 지식에 관한 연구 관점 고찰. 한국교원교육연구, 26(1), 27-57.

14 신진연구자 - 2

- 이명숙(2001) 실행연구를 통한 교육실제의 개선. 대구교육대학교 초등교육 연구논총 17(2), 381-408.
- 이용숙, 김영천, 이혁규, 김영미, 조덕주, 조재식(2005). 실행연구방법. 서울: 학지사.
- 이정숙(2010). 전하 이동을 강조한 튜토리얼을 통한 초등교사의 전기 개념 변화. 한국교원대학교 박사학위 논문.
- 이지원, 김중복(2014). 효과적인 일반물리 교수법 -PI과 튜토리얼을 중심으로-. 새물리, 64(2), 111-116.
- 임혜준(2015). 협력적 실행연구를 통한 과학교사의 교수실행 변화과정에 관한 사례 연구. 서울대학교 석사학위 논문.
- 장효순(2014). 예비과학교사의 수업 전문성 신장을 위한 교육실습과 연계된 대학 강좌 개발에 관한 실행연구. 한국교원대학교 박사학위 논문.
- 조희형(2011). 과학교육 연구방법. 서울: 교육과학사.
- 최의창(1998). 학교교육의 개선, 교사연구자 그리고 현장개선연구. 교육과정연구, 16(2), 373-399.
- 최현숙, 김중복(2015). 물리수업에서 효과적인 형성평가 실천을 위한 방안 탐색 - 동료교수법을 중심으로. 현장과학교육, 9(3), 141-153.
- 한혜진, 이선경, 김찬종, 이경호, 김희백, 오필석, 맹승호(2009). 생애사적 접근을 통한 과학교사의 교수실행 변화과정에 관한 사례연구. 한국과학교육학회지, 29(1), 22-42.
- 황미향, 조현희, 김유정, 김진호, 박세원, 이종목, 최석민 역(2010). 교사를 위한 실행연구-과정과 맥락, 그리고 자기연구. 서울: 교육과학사.
- [원전: Phillips, D. K., & Carr, K. (2006). Becoming a teacher through action research: Process, context, and self-study. New York: Routledge.]
- 황정규(1998). 학교학습과 교육평가. 서울: 교육과학사.
- Arhar, J., Holly, M., & Kasten, W. (2001). Action research for teachers: Traveling the yellow brick road. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, Inc.
- Calhoun, E. F.(2002). Action research for school improvement. Redesigning Professional Development, 59(6), 18-24.
- Crouch, C. H., Watkins, J., Fagen, A. P., & Mazur, E. (2007). Peer instruction: Engaging students one-on-one, all at once. Research-Based Reform of University Physics, 1(1), 40-95.
- Ferrance, E. (2000). Action research. LAB, Northeast and Island Regional Education Laboratory at Brown University.
- Kemmis, S.(1980). Action research in retrospect and prospect. The Annual Meeting of the Australian Association for Research in Education, Sydney, November 6-9.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (2005). Communicative action and the public sphere. Denzin, NK & Lincoln, YS (red.), The Sage Handbook of Qualitative Research, 3, 559-603.

- Marsh, C. J. (1997). Perspectives: Key Concepts for Understanding Curriculum (Vol. 1). London: Falmer.
- Oh, P. S. (2003). Changes in science classrooms resulting from collaborative Action Research initiatives. doctoral dissertation, University of Iowa, Iowa city, IA.
- Mazur, E. (1997). Peer Instruction: A User's Manual. Series in Educational Innovation, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Tang, S. (2010). Teachers' professional knowledge construction in assessment for learning. Teachers and Teaching: Theory and Practice, 16(6), 665-678.

「2017 현장과학교육학회 발표」

**초등 과학 실험 수업에서 관찰되는
의도하지 않은 학습의 유형과 발생 조건**

Students' unintended learning in primary school practical
science lessons : How it occurs and what is learned

박지선
서울대학교

1

CH 1. Introduction
전형적인 학교 학습의 이미지



교사는 가르치고, 학생들은 교사가 가르치는 것(만)을 배운다?

2

CH 1. Introduction
학교 학습 다시 들여다 보기



학생이 교사가 가르치는 것만 학습하는 것은 아님
그러나, 과학교육 연구에서 큰 관심을 받지 못함

3

CH 1. Introduction
“의도한” 학습과 “의도하지 않은” 학습

교사가 가르친 것을 학습하였다.

교사가 가르친 것을 학습하지 못하였다.

의도한 학습
(교수학습 목표)

교사가 가르치지 않은 것을 학습하였다.

의도하지 않은 학습

4

CH 1. Introduction
연구의 개요

[Research 1] Multiple learning path
의도하지 않은 학습의 종류: 어떤 종류의 의도하지 않은 학습이 발생하였는가?

- 의도하지 않은 학습의 결과로 학생들이 학습한 지식의 종류에는 어떤 것들이 있는가?
- 의도하지 않은 학습에는 어떤 추론 과정이 수반되었는가?

↓

[Research 2] Unintended but meaningful
의도하지 않은 학습의 특징: 어떠한 배경에서 의도하지 않은 학습이 발생하였는가?

- 의도하지 않은 학습의 발생 특징은 무엇인가?
- 의도하지 않은 학습은 다른 학생들과 공유되는가?
- 풀라니의 지적열정 관점에서 볼 때, 의도하지 않은 학습의 교육적 함의는 무엇인가?

5

CH 3. Design and method of the study
연구참여자 및 자료 수집

- 서울 및 경기 지역 초등학교 5학년, 6학년 과학실험 수업 관찰
- 5명의 교사가 참여 (담임교사 2명, 과학전담교사 3명)
- 총 22개의 과학 실험 수업 관찰

교사*	학년	학급수	관찰 수업수	수업 관찰 단위
Mr. Sun	5학년	1	3	3단원 식물의 구조와 기능
Mr. Lay		1	4	2단원 전기 회로
Mrs. Yuna	6학년	2	4	2단원 전기 회로
Mrs. Rose		1	3	2단원 산과 염기
Mr. June		2	8	5단원 자기장

* 교사의 이름은 가명임

6

CH 3. Design and method of the study

자료 수집 및 가공 과정

7

CH 3. Design and method of the study

자료 분석

- 의도하지 않은 학습 추출
- 의도하지 않은 학습에 수반된 추론과 지식의 종류 코딩
- 의도하지 않은 학습으로 이끈 경험 코딩

8

CH 3. Design and method of the study

자료 분석

- 의도하지 않은 학습 에피소드 추출
- 의도하지 않은 학습에 수반된 추론과 지식의 종류 코딩
- 의도하지 않은 학습으로 이끈

[Part of the transcription of Mr. Lay's lesson on July 3, 2014]

S1: Press the battery. It doesn't work.
S1: Is this because wire is bent?
[S1 changed the direction of the battery.]
S2: The direction of battery was different.
S1: It was not [lit up] because the direction [of the battery] was opposite.
S3: These two [batteries] should have been put in the same direction but this [battery] was opposite to this [battery].

Unintended learning	Students learned that light bulb is not lit up when two batteries were placed in opposite directions.
Type of knowledge	Factual knowledge
Type of reasoning	Phenomenon-based reasoning

9

CH 3. Design and method of the study

자료 분석

- 의도하지 않은 학습 에피소드 추출
- 의도하지 않은 학습에 수반된 추론과 지식의 종류 코딩
- 의도하지 않은 학습으로 이끈 경험 코딩

Raw data from transcription	In vivo code	Common theme	Occurrence context
[The part of transcription of Mr. Lay's lesson on July 3, 2014]			
S1: Press the battery. <u>It doesn't work.</u>	'It doesn't work'	Practical work went wrong	Solving a problem when practical work did not go well
S1: <u>Is this because</u> wire is bent? [S1 changed the direction of the battery.]	'Is this because'		
S2: The direction of battery was different. S1: It was not [lit up] because the direction [of the battery] was opposite. S3: <u>These two [batteries] should have been</u> put in the same direction but this [battery] was opposite to this [battery].	'It worked just before'. But it does not work now.'		
[The part of transcription of Mr. Lay's lesson on July 3, 2014]			
T: <u>[Light goes off and on.</u>			
S1: [H] goes out! Ooops. S3: <u>It worked just before.</u>			
S2: Oh, it worked. T: Press this. S1: <u>It works when</u> we press this. S1: Try this. S2: It works.			

10

Research questions

- 1) What kinds of unintended learning occur in primary school practical science lessons?
- 2) How does unintended learning occur in primary school practical science lesson?

Table of contents

- Chapter 1. Introduction
- Chapter 2. Theoretical framework and literature review
- Chapter 3. Design and method of the study
- Chapter 4. Multiple learning paths: The types of knowledge associated with unintended learning**
- Chapter 5. Unintended but meaningful: Features associated with unintended learning from Polanyi's perspective
- Chapter 6. Conclusions and implication

11

CH 4. Multiple learning paths

의도하지 않은 학습의 종류

- 현상기반 추론을 수반한 사실적 지식
- 관계기반 추론과 모델기반 추론을 수반한 개념적 지식
- 명시적 절차적 지식과 암묵적 절차적 지식

12

CH 4. Multiple learning paths

현상기반 추론을 수반한 사실적 지식

대부분의 의도하지 않은 학습이 현상기반 추론을 수반한 사실적 지식에 머무름 (79개 중 50개)

<불 켜진 전구가 따뜻하다고 하며 귀에 넣어보는 학생>

의도한 학습 목표:

- 전구의 병렬연결이 직렬연결보다 더 밝다.
- 전구의 직렬연결에서 전구 한 개를 꺼내면 전기 회로의 불은 모두 꺼진다.

의도하지 않은 학습:

- 전구에 불이 켜지면 따뜻해진다.



13

CH 4. Multiple learning paths

현상기반 추론을 수반한 사실적 지식

중·고등학교에서 학습할 내용과 연관 있는 내용을 학습하기도 함

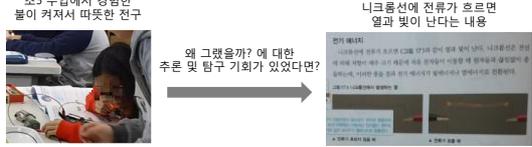
중·고등학교에서 학습할 내용과 연관 있는 내용을 의도치 않게 경험하고 학습함 그러나, '왜?'에 대한 추론 및 탐구 기회 부재

초5 수업에서 경험한 불이 켜져서 따뜻한 전구

중2교과서의 니크롬선에 전류가 흐르면 열과 빛이 난다는 내용

왜 그랬을까? 에 대한 추론 및 탐구 기회가 있었다면?

연구자: 나 갑자기 궁금하게 또 생겼어. 아까 따뜻하다고 했잖아. 따뜻할 때 이게 왜 따뜻하지 궁금하지 않았어?
학 생: 아뇨. 궁금하지는 않았어요.



14

CH 4. Multiple learning paths

현상기반 추론을 수반한 사실적 지식

중·고등학교에서 학습할 내용과 연관 있는 내용을 학습하기도 함

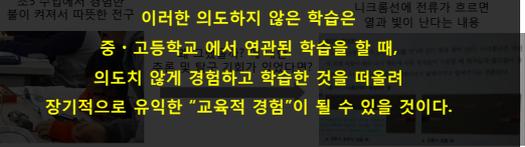
중·고등학교에서 학습할 내용과 연관 있는 내용을 의도치 않게 경험하고 학습함 그러나, '왜?'에 대한 추론 및 탐구 기회 부재

초5 수업에서 경험한 불이 켜져서 따뜻한 전구

중2교과서의 니크롬선에 전류가 흐르면 열과 빛이 난다는 내용

이러한 의도하지 않은 학습은 중·고등학교에서 연관된 학습을 할 때, 의도치 않게 경험하고 학습한 것을 떠올려 장기적으로 유익한 "교육적 경험"이 될 수 있을 것이다.

연구자: 나 갑자기 궁금하게 또 생겼어. 아까 따뜻하다고 했잖아. 따뜻할 때 이게 왜 따뜻하지 궁금하지 않았어?
학 생: 아뇨. 궁금하지는 않았어요.



15

CH 4. Multiple learning paths

관계기반 추론을 수반한 개념적 지식

처음에는 사실적 지식을 학습하였으나 교사와의 대화를 통해 개념적 지식으로 발전시킴

<수산화나트륨을 떨어뜨렸을 때, 시험관의 윗부분만 색깔이 변함>

의도한 학습 목표:

- 염산에 수산화나트륨을 섞으면 산성이 약해진다.
- 염산과 페놀프탈레인 섞인 용액에 수산화나트륨을 떨어뜨리면 어느 순간 색이 변하게 되며, 이는 산성이 약해진 것이다.

의도하지 않은 학습:

- 시험관의 윗부분에만 색깔 변화가 있었던 것은 제대로 잘 섞지 않았기 때문이다.



16

CH 4. Multiple learning paths

모델기반 추론을 수반한 개념적 지식

모든 내 토의를 통해 개념적 지식을 학습하게 됨

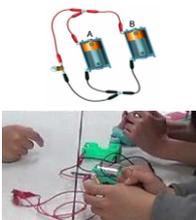
<병렬 연결된 전지 중 하나를 제거하였을 때, 전구의 밝기가 어두워졌다가 전구가 꺼짐>

의도한 학습 목표:

- 병렬 연결된 두 개의 전지 중 한 개를 제거하여도 전구의 밝기는 변하지 않는다.

의도하지 않은 학습:

- 병렬 연결된 두 개의 전지 중 한 개의 전지를 제거하였을 때, 전구의 밝기가 어두워졌다가 꺼졌는데, 그 이유는 나머지 하나의 전지가 거의 다 닳았기 때문이다.



17

CH 4. Multiple learning paths

관계 및 모델 기반 추론을 수반한 개념적 지식

의도하지 않은 학습 중 개념적 지식이 차지하는 비율이 적음 (79개 중 14개) 그 이유 중 하나는 문화적 규범 때문

수업과 관계 없는 것을 하거나 질문하는 것이 부적절하다고 여겨지는 문화적 규범

연구자: 혹시 왜 그렇게 했는지, 왜 가운데에 했는지 그게 궁금해서.
인 우: 흠.. 그냥 끝에 말고 가운데에다 하면 될까 그냥 궁금해서...
연구자: 그렇게 궁금한 것들이 생기면 선생님한테는 별로 물어보지 않는 편이야?
인 우: 네.
연구자: 왜?
인 우: 그냥 해보는 게 더 나을거 같아서...
연구자: 그렇게 했을 때 왜 그렇게 되는지 궁금하지는 않아?
인 우: 궁금하기도 해요.
[중략]
연구자: 선생님한테는 안 물어봐?
인 우: 수업시간이니까...
연구자: 수업시간에는 물어보면 안 되는 거 같아?
인 우: 수업하고는 관련 없는 내용이니깐...



18

CH 4. Multiple learning paths

관계 및 모델 기반 추론을 수반한 개념적 지식

의도하지 않은 학습 중 개념적 지식이 차지하는 비율이 적음
그 이유 중 하나는 문화적 규범 때문

이 연구는 관찰된 대부분의 의도하지 않은 학습이 사실적 지식이라는 점을 문제시하고 부정적으로 바라보는 것은 아니다.

Researcher: When you have something that you wonder, don't just wonder what you wonder, work it up but this in the middle and not the end.

다만 현상기반 추론에서 더 나아가 관계기반 또는 모델기반 추론을 통해 개념적 지식을 학습할 수 있는 기회가 있을 수 있으며, 이 때 교사의 역할이 중요하다는 측면을 지적하고자 하였다.

Researcher: Why don't you ask teacher during the lesson?
Eru: Because it is lesson time.
Researcher: During lesson time, do you think you are not allowed to ask a question?
Eru: Because this is just something that is irrelevant to the lesson.

CH 4. Multiple learning paths

절차적 지식

명시적 절차적 지식과 암묵적 절차적 지식이 관찰됨

<현미경의 재물대를 움직여서 초점을 맞추는 것을 배움>

의도한 학습 목표:

- 서로 다른 모양의 임팩이 있다.
- 앞 뒷면에 기공이 있다. (프레파라트 만들고 현미경으로 관찰)



의도하지 않은 학습:

- 현미경의 재물대를 움직여서 초점을 맞춘다.

CH 4. Multiple learning paths

절차적 지식

명시적 절차적 지식과 **암묵적** 절차적 지식이 관찰됨

<잎의 표피를 잘 벗겨내지 못하여 프레파라트를 만드는 데 어려움을 겪음>

의도한 학습 목표:

- 서로 다른 모양의 임팩이 있다.
- 앞 뒷면에 기공이 있다. (프레파라트 만들고 현미경으로 관찰)



의도하지 않은 학습:

- 프레파라트를 만들기 위해 잎의 표피를 어떻게 하면 잘 벗길 수 있는지 느낌을 학습

CH 4. Multiple learning paths

절차적 지식

명시적 절차적 지식과 **암묵적** 절차적 지식이 관찰됨

Tacit dimension of knowledge by Polanyi (1958)

KNOWLEDGE AS ICEBERG

EXPLICIT (EACH HEART)
can only be acquired in practice
TACIT (EACH NOW)
LIVED IN PEOPLE'S AND THEIR PRACTICES



CH 4. Multiple learning paths

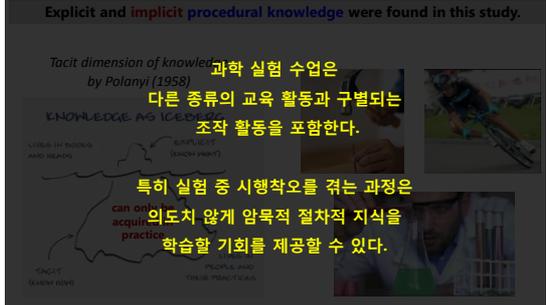
절차적 지식

Explicit and implicit procedural knowledge were found in this study.

Tacit dimension of knowledge by Polanyi (1958)

과학 실험 수업은 다른 종류의 교육 활동과 구별되는 조작 활동을 포함한다.

특히 실험 중 시행착오를 겪는 과정은 의도치 않게 암묵적 절차적 지식을 학습할 기회를 제공할 수 있다.



Research questions

- 1) What kinds of unintended learning occur in primary school practical science lessons?
- 2) **How does unintended learning occur in primary school practical science lesson?**

Table of contents

- Chapter 1. Introduction
- Chapter 2. Theoretical framework and literature review
- Chapter 3. Design and method of the study
- Chapter 4. Multiple learning paths: The types of knowledge associated with unintended learning
- Chapter 5. Unintended but meaningful: Features associated with unintended learning from Polanyi's perspective**
- Chapter 6. Conclusions and implication

CH 5. Unintended but meaningful

의도하지 않은 학습의 발생 배경 특징

- > 학생의 흥미로부터 시작
- > 학생의 흥미의 유지
- > 학생의 기존 지식과 연결

25

CH 5. Unintended but meaningful

의도하지 않은 학습의 발생 배경 특징

대부분의 의도하지 않은 학습은 **학생의 흥미와 호기심에서 시작됨**

조룩색으로 변했어!



✓ 모든 학생들이 알코올이 초록색으로 변한 현상에 관심을 가진 것은 아님 (5모듬 중 3모듬만 색깔 변화에 관심을 가짐)

장원 ... (잘 안들림)를 뺐긴거 같아. 염록. 뭐였더라.
민정 염록소
장원 염록수... 소인자. 그거 그거 다 빠진거 같아.

26

CH 5. Unintended but meaningful

의도하지 않은 학습의 발생 배경 특징

학생의 흥미가 유지되어야 의도하지 않은 학습이 일어나게 됨

의도하지 않은 학습:

- 전지끼우개의 A부분도 전기가 통하게 한다.



시간 부족!

의도하지 않은 학습의 기회가 사라지는 듯 하였으나...

시간을 더 줌!

의도하지 않은 학습이 발생함

27

CH 5. Unintended but meaningful

의도하지 않은 학습의 발생 배경 특징

학생의 기존 지식과 연결할 수 있었을 때 의도하지 않은 학습이 일어남

의도하지 않은 학습:

- 전구의 구멍 때문에 필라멘트가 산화되어 끊어졌다.

이거 왜 안되지?

장우: (전구를 유심히 보며) 선생님, 전구 이게 전공이 여야 되지 않아요?
교사: (전구를 뺀 소켓에 새 전구를 연결하며) 응
장우: (교사에게 전구를 보여주며) 근데 여기 구멍이 돌려 있어요.
교사: (고개를 숙혀 전구를 보며) 아당?
장우: (교사에게 전구를 보여주며) 전공이 안돼서 그런 거 같아요. 구멍이 틀렸어요.
교사: (무심하게) 아 괜찮아요.
장우: 전구에 이상이 있었어요. 역시, 아. 전구에 구멍이 돌려 있어서 전공이 안 됐구면, 필라멘트에 공기가 닿았구만. 전구에 우리 속을 진공으로 해왔는데 그거 구멍이 나가지고 안됐던 거

28

CH 5. Unintended but meaningful

의도하지 않은 학습의 공유

대부분의 의도하지 않은 학습은 **개인의 학습 또는 모듬의 학습으로 머뭇**

개인의 학습에 머뭇 (공유되지 않음)

모듬의 학습에 머뭇 (부분적 공유)



29

CH 5. Unintended but meaningful

의도하지 않은 학습의 공유

대부분의 의도하지 않은 학습은 **개인의 학습 또는 모듬의 학습으로 머뭇**

그러나, Mrs. Rose의 수업에서 의도하지 않은 학습이 **전체 학습으로 공유**되는 사례를 관찰할 수 있었음

모듬에서의 의도하지 않은 학습

전체 학습으로 공유

‘교사에 의하여’



30

CH 5. Unintended but meaningful

의도하지 않은 학습의 공유

대부분의 의도하지 않은 학습은 **개인의 학습 또는 모둠의 학습**으로 머뭇



의도하지 않은 학습: "우리 세정제가 약산성이다"



전체 학생을 대상으로 교사가 설명:
"자동차용 유리 세정제는 자 유리가 손상되지 않도록 약산성이거나 중성이다"
"가정용 유리 세정제는 염기성이다"



의도하지 않은 학습:
"자동차용 유리 세정제는 약산성 또는 중성이다."
"가정용 유리 세정제는 염기성이다."

31

CH 5. Unintended but meaningful

Polanyi의 지적 열정의 관점에서 해석

In science (Polanyi, 1958)	In education
지적 열정 Intellectual passion	발견적 열정 Heuristic passion
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 학생의 호기심과 흥미
	설득적 열정 Persuasive passion
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 교사의 가르치고자 하는 열정 ▪ 배운 것을 공유하고 싶어하는 학생의 열정

32

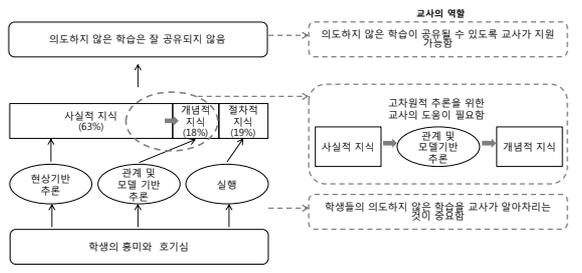
CH 5. Unintended but meaningful

Polanyi의 지적 열정의 관점에서 해석

의도한 학습	의도하지 않은 학습
교사의 설득적 열정 → 교사의 학습 목표	학생의 설득적 열정 (중중 제한됨) → 전체 학습과 의도하지 않은 학습을 공유함
학생의 발견적 열정 (교사에 의한) → 학생들의 흥미를 이끌고자 하는 교사의 노력	교사가 의도하지 않은 것을 학생이 자발적으로 학습함
교사가 의도한 것을 학생이 학습	학생의 발견적 열정 → 학생의 흥미와 호기심

CH 6. Conclusions and implications

Conclusions



의도하지 않은 학습은 잘 공유되지 않음 → 의도하지 않은 학습이 공유될 수 있도록 교사가 지원 가능함 (교사의 역할)

사실적 지식 (63%) → 개념적 지식 (18%) → 절차적 지식 (19%)

현상기반 추론 → 관계 및 모델 기반 추론 → 실행

학생의 흥미와 호기심

고차원적 추론을 위한 교사의 도움이 필요함 (사실적 지식 → 관계 및 모델 기반 추론 → 개념적 지식)

학생들의 의도하지 않은 학습을 교사가 알아차리는 것이 중요함

34




Thank you

Jisun Park (js0829@snu.ac.kr)

35

생물실험교육 동아리 활동과 예비교사교육에의 활용

2017.08.19.
심현표

연구의 필요성

- 교원양성과정에서 예비교사들의 교사전문성 신장을 위하여 유의미한 맥락에서의 실천과 이론적 관점에서의 반성이 지속적으로 강조되고 있음 (Davis, 2006; Ball et al., 2009; 김민성, 2012)
- 교사교육에서 공동체적 접근은 '협력적 실천', '공동 반성', '실천 지식의 공유'가 가능하다는 점에서 효과적으로 활용될 수 있음 (Wenger, 1998; Roth & Tobin, 2001; Sim, 2006)
- 예비교사 공동체는 장기간 동안 교육에 대한 관심을 지속적으로 논의하고, 공유할 수 있다는 점에서 활용 가능성이 높음 (Wenger, 1998)
- 교육활동을 수행하는 예비교사 공동체를 발굴하고, 이를 교원양성과정에 적절히 활용하기 위한 방법에 대한 연구가 필요함

2

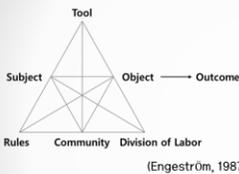
생물 예비교사 실험교육 동아리 사례

- 사범대학교 생물교육과 예비교사 실험교육 동아리 (2005~)
- 주요 활동 : 1년 단위의 실험교실의 운영
- 실험 실습 중심의 수업, 코칭 (대표교사, 실험교사)
- 실험 수업의 준비, 실행, 평가를 수행
- 대화적 실행 연구 관점에서 접근 (Maurer & Githens, 2010) (2011~2016)



문화역사활동이론의 관점에서 예비교사 공동체 분석

이론적 배경 문화역사활동이론(CHAT)



도구	질문 / 제시
활동	어떤 활동을 진행하고 있는가?
목적	이 활동의 목적은 무엇인가?
주체	누가 이 활동에 주도적으로 관여하고 있는가?
도구	주체들은 어떤 수단을 가지고 이 활동을 수행하는가?
규칙	이 활동 수행을 관장하는 문화적 규범, 규칙은 무엇인가?
공동체	공동체는 어떻게 구성되어있는가?
분업	이 활동의 역할 분담은 어떻게 조직되는가?
결과물	이 활동의 결과물은 무엇인가?

(Mwanza & Engeström, 2003)

- 인간의 실행을 맥락 속에서 이해하기 위한 분석틀
- 활동체계(Activity System)를 구성하는 요소와 요소간의 상호작용을 분석
- 사회문화적 요소들간의 갈등과 모순의 극복을 위한 변화가능성을 내포

반성적 실천과 공동 반성

- **반성적 실천 (Reflective practice)**
: 경험을 통한 학습의 과정에서 반성의 역할이 핵심적 (Loughran, 2002)
- **반성적 사고에 대한 선행 연구**
: 반성적 사고의 개념과 유형을 정의, 교사교육 프로그램의 개발, 반성적 사고 수준의 변화 관찰 (Hutton & Smith, 1995; Lee, 2005; Schvin, 1987; van Manen, 1977; Zeichner & Liston, 1987)
- **공동체의 반성, 공동 반성(co-reflection)**
: 협력적이고 비판적인 사고과정으로 둘 이상의 개인이 인지적, 정서적 상호작용을 통하여 그들의 경험을 공유함으로써 새로운 지식을 학습하는 것 (Boud et al., 1998; Yukawa, 2006)

연구문제

- 3년간의 동아리 활동 속에서,
- 1) 공동 반성 활동은 어떻게 이루어지고 변화하는가?
 - 2) 공동 반성의 양상은 어떠한가?

연구결과 3년간의 '공동체 반성'의 활동 체계 변화

2011
subject : most PSTs, some PSTs
object : Improve teaching
rules : Post-Class Discussion (PCD), Pre-service Teacher (PST), Researchers (RE)

2012
tool : PCD + Introducing Reflection subjects in framework (Shim et al., 2013)
subject : Preparing Group, Reflection, talking by turns, In-service Teacher
rules : PSTs: reflection, REs: encouraging, moderator

2013
tool : PCD + Post-it Discussion
subject : PSTs: reflection, moderator, REs: encouraging
division of labor

- 수업 후 평가회의 정착
- 반성 촉진 도구의 도입
- 평가회 운영 주체의 변화

공동체 반성의 양상 분석

(Lane et al., 2014)

반성의 폭(Breadth of reflection)	반성의 깊이(Depth of reflection)
<ul style="list-style-type: none"> • 교사가 관심을 가지는 주제의 범위 • 개인에서부터 학생, 그리고 사회 문화적 영역으로 확장 	<ul style="list-style-type: none"> • 반성적 사고의 과정에 초점 • 현상의 관찰과 기술 → 추론, 분석 → 일반화의 과정으로 발달
관련 핵심 연구 van Manen (1977)	Schön (1987)
본 연구와의 관련성 반성 주제의 다양성	반성의 실재성

- 3년간의 반성적 논의 녹음/전사
- 논의 단위 구분
- 개인 발화에 대하여 분석틀을 토대로 코딩 (shim et al., 2013)
- 코딩 결과를 양적 수치화 / 질적 분석

연구결과 예비교사 공동체의 반성적 논의 양상 변화

반성 주제의 다양성

반성의 실재성

Integration of pre-service teaching results in co-reflection

- 반성 촉진 도구의 도입
- 연구진의 촉진 질문
- 예비교사들의 참여 확대

- 반성적 논의에 등장하는 주제가 다양해짐
- 다양한 범주의 요소에 대해서 논의
- 수업의 준비-수행-결과에 명확히 연계
- 현상 설명 중심에서 문제인식과 개선에 대한 논의 비율 증가
- 토론을 통한 개선은 부족

연구결과 공동체 반성에서 나타난 한계점

- 지속적으로 등장하는 주제가 존재하며, 비슷한 패턴으로 논의됨
- 구체적인 논의로의 전개가 이루어지지 못함
- 탐구적 & 성공적 실험 수업 운영과 관련된 주제

사례) 수업 시간의 권리 - 탐구적 수업과 시간의 통제 사이의 딜레마
 학생들의 참여 유도 - 구체적이지 못한 해결 방안
 수업 참고서를 구체적으로 기술 - 특정 문제 해결 방식에 지닌 편중

'예비교사 공동체'이기 때문에 나타나는 한계

- 구성원들간의 비판적 관점에서의 토론이 어려움
- 수업 준비와 실행에 대한 책임의 분산

제언 새로운 활동체계의 제안

- 예비교사들의 수업을 보는 시야를 넓힐 수 있는 새로운 도구의 도입
- 공동체의 확장 (현직 교사의 투입)
- 상호작용을 활성화 시킬 수 있는 논의 규정 제정, 역할 분담의 변화

실험교육 동아리 활동에의 참여와 실천적 지식 형성

실험교육 동아리 활동에의 참여와 실천적 지식 형성

이론적 배경 실행공동체

- 학습의 사회이론에서는 학습을 참여와 객체화를 통한 의미의 협상 과정으로 이해함 (Lave & Wenger, 1991; Wenger, 1998)
- '의미'는 우리가 살아나 세계를 경험하는 데 사용하는 능력
- 합법적 주변 참여 (Lave & Wenger, 1991; Wenger, 1998)
 - 공동체의 구성원들은 합법적 주변 참여를 통하여 공동체의 실행을 이해하고 내면화 하면서 **주변 참여(peripheral participation)에서 전임 참여(full participation)로 발달**해 간다.

14

실험교육 동아리에서의 전임 참여

범주	실행공동체 (Wenger, 1998)	실험교육 동아리
호혜적 관여	다른 구성원들과의 관계를 유지하고, 이를 바탕으로 각자의 공동체 구성원으로서의 정체성을 형성해나갈 수 있는 능력	협력적 실행 속에서 자신의 역할을 인식하고 이를 수행할 수 있는 능력
공동의 업무	실행공동체의 일을 이해하고 추진해 나갈 수 있는 능력	동아리에서 공동의 업무를 이해하고 주도적으로 참여할 수 있는 능력
공유된 자산	공유된 자산을 활용하고 이를 바탕으로 해당 실행을 새롭게 발전시켜 나갈 수 있는 능력	공유된 자산을 활용하여 해당 실행을 발전시키고, 동아리에서 활용할 수 있는 새로운 실행을 생산할 수 있는 능력

15

연구방법

- 질적 사례연구
- 연구참여자
 - 실험교육 동아리에 소속되어 있는 예비교사들(2011년~2015년)
 - 주요 연구 참여자 선정(활동시간, 참여도, 관찰결과 등을 고려 10명)
- 자료 수집
 - 공통자료: 참여관찰 수업 녹화 자료, 수업 후 반성 자료, 커뮤니티 자료 등
 - 개인자료: 동아리 경험에 대한 글쓰기, 심층면담, 추가 질문지 등
- 자료 분석
 - 문장 혹은 문단을 주제별로 구분
 - 주제별 범주 구성

면담자료	
범주	코드
동아리 참여	가임동기, 참여목적
학년별 역할변화	신입부원, 2학년, 3학년
동아리 실행 별 학습	실험교사, 실험 준비교, 평가회, 교사, 교사 평가단, 수업 실행
예비교사로서 학습	예비교사로서 학습
좋은 수업	좋은 수업, 실험수업
수업 개발	내 수업, 개발과정, 개발과정
동아리 체계	실험분류, 홀모델, 제한된, 동아리 정체성
학교현장/교육실습	교육실습 수업, 동아리 경험, 진로

16

실험교육 동아리 구성원들의 참여 발달

역할	주변적 참여 양상	전임 참여 양상
실험 수업 준비	<ul style="list-style-type: none"> • 관찰자의 역할 • 수동적 태도 • 실험 내용 숙지에 초점 	<ul style="list-style-type: none"> • 수업 개선 • 새로운 수업의 개발 • 동아리의 공유된 관점(e.g. 탐구적 수업 진행 등의 진수)
대표 교사 (교수자)	<ul style="list-style-type: none"> • 대표교사의 역할을 맡지 않음 	<ul style="list-style-type: none"> • 수업 구성에 적극적 참여 • 수업에 필요한 자료 개발 및 제작 • 역할 모델로 기능
실험 교사 (조별 실험지도)	<ul style="list-style-type: none"> • 관찰자 역할 • 안내된 역할만 수행 • 실험 결과를 중시 	<ul style="list-style-type: none"> • 학생들과의 능숙한 상호작용 • 학생들의 능동적 참여를 이끌고, 사고를 확장시킬 수 있는 질문의 활용 • 실험의 결과보다는 사고, 과정을 중시 • 수업내용과 관련된 풍부한 지식의 소유
평가회 참여	<ul style="list-style-type: none"> • 소극적 참여 • 수업 내용에 대한 논의보다는 참여 소감을 말하는 정도 	<ul style="list-style-type: none"> • 논의 과정에 주체적으로 참여 • 공유되어 있는 관점을 토대로 논의에 참여하거나, 새로운 관점을 제시 • 구체적인 개선안의 제시를 통한 동아리 실행 변화를 촉진

참여 발달 과정에서 공동체의 역할

- **협력적 실행**
 - 실험 준비조
 - 코리칭 방식의 활용
- **구체적인 역할의 부여, 참여의 촉진**
 - 수업 안내서('멘토의 역할')
 - 대표교사의 기회 제공(단계적 기회의 제공)
 - 평가회 참여를 촉진하는 다양한 규칙
- **반성과 피드백의 기회**
 - 예비실험 도입
 - 수업 평가회
- **다양한 자료**
 - 인터넷 커뮤니티에 축적되어 있는 다양한 수업 자료, 평가회 논의 자료

'아, 나도 내년에 새로운 신입생들에게 그런걸 잘 가르쳐줘야겠다.'라는 생각을 많이 했고, 올해도 그렇게 많이 하려고 노력을 했어요.

1학년 때 평가회 시간에는 침묵하고 있는 여러 학생을 때문에 한 명씩 들어가면서 느낀 점을 말해보는 시간을 갖기도 했다.

평가회 때 선배들의 비판적 사고, 나도 언젠가 저런 얘기를 할 수 있겠지, 그러면 기대했던 것 같아요. 나도 저런 생각을 하게 될 수 있을 것 같고...

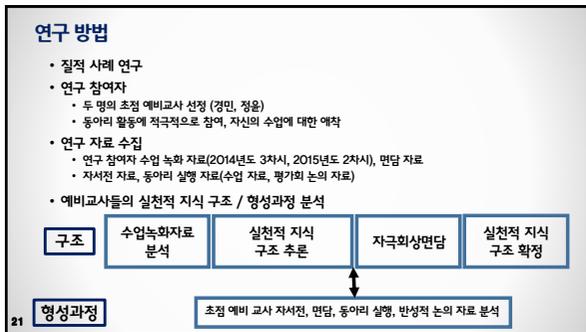
실험교육 동아리 활동에의 참여와 실천적 지식 형성

이론적 배경 실천적 지식

실천적 지식

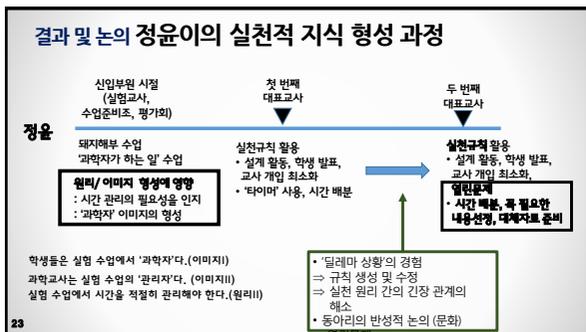
- 교사의 교수 실천을 향상시키고, 실천의 방향을 결정하는 데 활용하는 복잡하고 실천적인 이해 체계 (Eibaz, 1981)
- 교사의 신념, 삶의 가치가 반영되어있고, 암묵적이고 통합적인 속성을 지님 (Clandinin, 1985; van Driel, et al., 2001)
- 실천적 지식의 구조 : 실천적 지식이 직접 외부로 표현되는 언어와 교수 행위로 나타나는 것을 의미 (Eibaz, 1981)

구조	정의
규칙	자신의 교수 실행 중 자주 맞닥뜨리는 상황에서 자신이 해야 할 일이나 대처 방식을 간결하고 명확하게 표현한 것: 구체적인 교수 실행 방법
원리	규칙보다 좀 더 포괄적인 것으로 자신의 기존 경험에 대한 깊은 고민과 반성을 통해서 형성
이미지	교수 실행의 방향성을 직관적으로 안내하는 가장 포괄적인 지술 자신의 교수 실행을 일종의 메타포를 활용하여 나타내는 것들 의미 교사의 감정, 가치, 요구, 신념이 융합



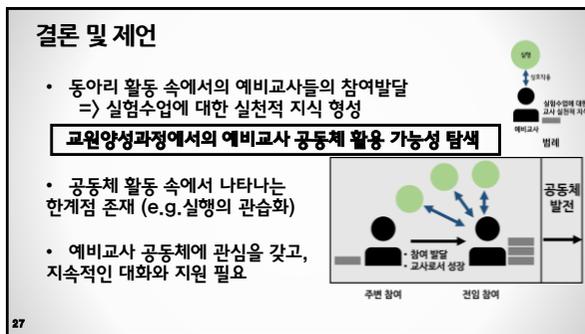
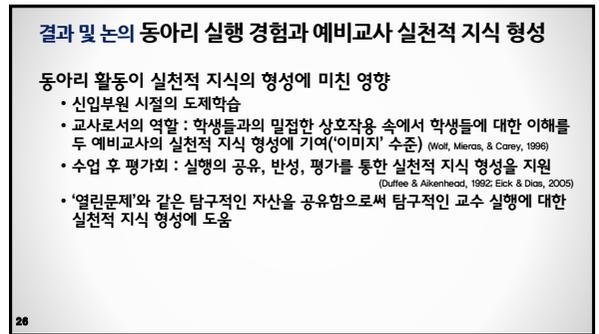
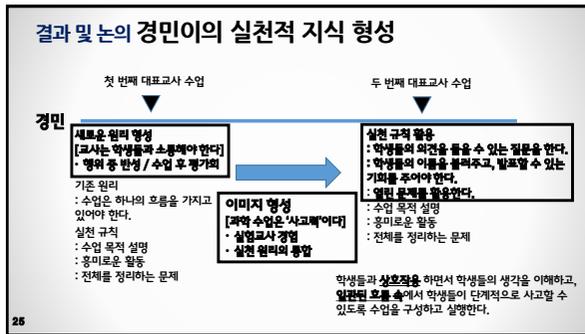
결과 및 논의 정윤이의 실험 수업에 대한 실천적 지식의 구조

이미지	학생들은 실험 수업에서 '과학자'다. (I) 과학교사는 실험 수업의 '관리자'다. (II)
원리 (I)	• 학생들에게 실험 활동에 능동적으로 참여할 수 있는 기회를 제공해야 한다. • 학생들이 스스로 사고할 수 있도록 해야 한다.
원리 (II)	• 실험 수업에서 시간을 적절히 관리해야 한다.
규칙 (I)	• 실험 설계 활동을 활용한다. • 학생들이 활동 결과를 발표하게 한다. • 학생들이 사고하는 순간에 교사는 개입하지 않는다. • 정답이 정해져 있지 않은 '열린 문제'를 제시한다.
규칙 (II)	• 타이머 프로그램 등의 장치를 활용하거나 남은 시간을 공지한다. • 활동시간을 미리 배분한다. • 학생들에게 꼭 전달하고 싶은 내용을 선정한다. • 시간이 부족할 때는 미리 결과를 준비하거나 사진으로 대체한다.



결과 및 논의 경민이의 실험 수업에 대한 실천적 지식의 구조

이미지	과학 수업은 '사고력'이다.
원리 (I)	• 교사는 학생들과 소통해야 한다.
원리 (II)	• 수업은 하나의 흐름을 가지고 있어야 한다.
규칙 (I)	• 학생들의 의견을 들을 수 있는 질문을 한다. • 학생들의 이름을 불러주고, 발표할 수 있는 기회를 준다.
규칙 (II)	• 도입에서 수업의 목적을 설명해 준다. • 학생들의 관심을 끌 수 있는 소재, 활동을 활용한다. • 수업을 전체를 정리할 수 있는 문제를 제시한다. • 정답이 정해져 있지 않은 '열린 문제'를 제시한다



감사합니다



발표순서

1. 드론, 화성까지?
2. 드론, 4차 산업혁명 시대?
3. 대세의 드론
4. 드론의 활용
5. 드론, 도전적인 과제는?
6. 드론의 운용

1. 드론, 화성까지?

1. 드론, 화성까지?

1. 드론, 화성까지?

1. Atmospheric Density (낮은 공기 밀도)
2. Low System Mass (가벼운 시스템)
3. Autonomous Flight (자율 비행)
4. Repeated Takeoff/Landing (반복된 이착륙)
5. Survive Mars Environment (가다로운 화성의 환경)

1. 드론, 화성까지?

1. 그럴만한 가치가 있느냐
2. 인간의 화성여행에 관한 정확한 정보가 있느냐
3. 안전보장, 좁은 공간에서 긴 시간 생활의 문제점, 심리적 문제점
4. 우주선이 인간의 뇌에 미치는 영향 (기억력 저하, 우울증, 불안감, 결정 장애)
5. 개발자금 등 안전 외의 문제들

<http://www.sciencetimes.co.kr/news/%EC%98%A4%EB%B0%94%EB%A7%B8-%ED%99%94%EC%84%B1%ED%98%90%EC%B2%AC-%EA%B3%84%ED%9A%AD-%EB%A3%B8%EC%A0%9C%EB%A4%94-%EC%97%B6%EB%82%98>

1. 드론, 화성까지 ?



행성(화성) 탐사, 왜 (하는 걸까)?

1. 화성탐사 우주인 후보자 자격 (2015년 12월 14일부터 2개월간 접수)
 - * 공학, 생물학, 물리학, 수학 등 이공계 학사학위 (대학졸업)
 - * 관련 분야 최소 3년 경력
 - * 또는 제트 비행기 조종사 최소 1,000시간 비행경력
 - * 장기간 우주비행을 견딜 체력검정 통과
 - * 미국 시민
- 연봉: 최저 65,000 달러, 최고 15만 8천달러

http://biz.khan.co.kr/khan_art_view.html?artid=201511051602291&code=920100

6

2. 드론, 4차 산업혁명 시대 ?



7

2. 드론, 4차 산업혁명 시대 ?



8

2. 드론, 4차 산업혁명 시대 ?



자율비행 드론 vs. 자율주행 자동차

1. 무인비행 (주행)
2. 센서융합
3. 항법 <= (빅데이터, 인공지능)
4. 판단 및 결정
5. 교통관리시스템 (ATM vs. UTM)

9

2. 드론, 4차 산업혁명 시대 ?



트랜센던스 (Transcendence, 2013년)



주인공 윌 박사의 뇌파를 측정해서 슈퍼컴퓨터에 업로드

10

2. 드론, 4차 산업혁명 시대 ?



Mind Uploading 기술



11

2. 드론, 4 차 산업혁명 시대 ?

인공지능(Artificial Intelligence: AI)

1. 마인드 업로딩(Mind Uploading) 방식

원	나비	고양이	비행기
Mic			
EEG			

12

2. 드론, 4 차 산업혁명 시대 ?

3. 심층신경회로망(Depth Neural Network)의 입력, 출력값으로 학습

뇌 구조를 모방한 심층신경회로망

데이터를 이용하여 시냅스의 연결 강도를 계속해서 업데이트함

13

2. 드론, 4 차 산업혁명 시대 ?

영화 속의 인공지능(Artificial Intelligence: AI)

스타워즈 R2D2	2001 스페이스오디세이 HAL 9000	인터스텔라 TARS	전격Z 작전 K.I.T.T.

14

2. 드론, 4 차 산업혁명 시대 ?

인공지능의 역사

- > 트랜지스터(Transistor)의 발명 (1954년)
 - 컴퓨터 기술의 혁명
- > 1968년 “2001 스페이스 오디세이”
 - 30년 후면 인간 수준의 사고가 가능한 기계가 대중화될 것

※ 계산능력은 뛰어나지만 인식능력은 인간에 미치지 못함

15

2. 드론, 4 차 산업혁명 시대 ?

인공지능의 현재

IBM Deep Blue	IBM Watson	Google AlphaGo

※사람보다 뛰어난 성능을 거뒀지만, 스스로 배울 수 있는 기능 없음

16

2. 드론, 4 차 산업혁명 시대 ?

인공지능의 현재

번호판 인식기

음성음악 검색

17

2. 드론, 4 차 산업혁명 시대 ?

자연지능 vs. 인공지능

고양이
개
인공지능

이 동물은 무엇일까요?
데이터가 부족해서 판단할 수 없습니다.

18

2. 드론, 4 차 산업혁명 시대 ?

딥러닝(Deep Learning, 심층학습)

고양이일 확률이 90%입니다!
인공지능

스스로 데이터로부터 학습

19

2. 드론, 4 차 산업혁명 시대 ?

자연지능 vs. 인공지능

자연지능

- 다른 사람들의 대화 속 맥락으로부터 추론
- 책에 등장하는 고양이 생김새에 대한 묘사로부터 짐작

20

2. 드론, 4 차 산업혁명 시대 ?

초고성능 슈퍼컴퓨터

IBM Deepblue (1997)
무게 - 1.4톤

Intel 셀러론 프로세서(2007)
무게 - 100g 미만

21

2. 드론, 4 차 산업혁명 시대 ?

뇌를 닮은 컴퓨터

멤리스터 (Memristor: memory + resistor): 상태의 저장이 가능한 소자
→ CPU 코어들을 멤리스터를 이용해서 연결

22

3. 대세의 드론

레오나르도 다빈치의 드론 개념 설계

23

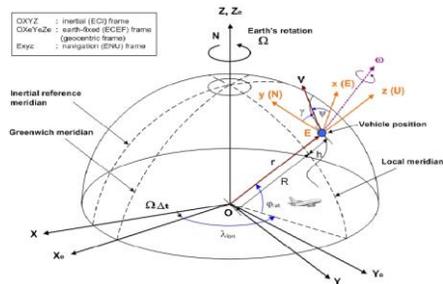
3. 대세의 드론



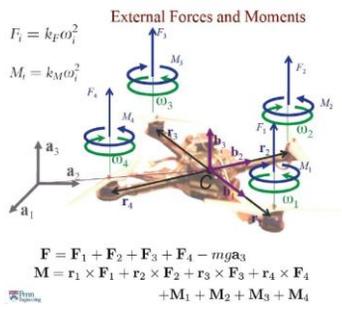
=>

새로운 학문
드론 저널리즘

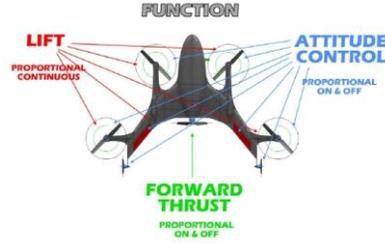
3. 대세의 드론



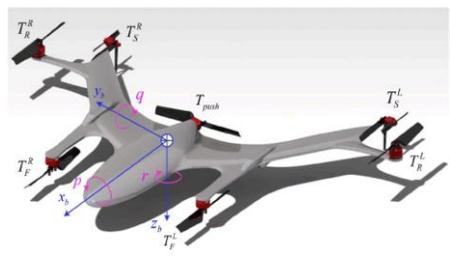
3. 대세의 드론



3. 대세의 드론



3. 대세의 드론



4. 드론의 활용



4. 드론의 활용

KARI

30

4. 드론의 활용

KARI

The Picobug: a Mesoscale Robot that can Run, Fly, and Grasp

Yash Mulgaonkar Luis Guerrero-Bonilla Anurag Makineni Vijay Kumar
 Brandon Araki Daniela Rus
 Je-sung Koh Daniel M. Atkes Robert J. Wood
 Michael J. Tolley







For more details, see:
 Y. Mulgaonkar, B. Araki, J.-S. Koh, L. Guerrero-Bonilla, D. Atkes, A. Makineni, M. Tolley, D. Rus, R. Wood and V. Kumar, "The flying monkey: a mesoscale robot that can run, fly, and grasp," In Proc. of the IEEE Intl. Conf. on Robot. and Autom., Stockholm, Sweden, May 2016.

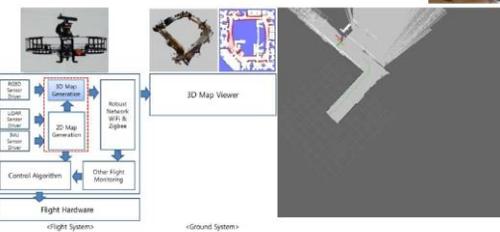
31

4. 드론의 활용

KARI

1) 실내 3 차원 지도 생성 기술

• GPS 불용환경 (터널, 동굴 등 실내 공간 혹은 미지의 행성 탐사)에서 3차원 지도를 생성하며 상대 위치를 파악하는 기술 개발



<Flight Systems> <Ground Systems>

4. 드론의 활용

KARI

2) (영상기반) 물체 인식 및 추적 기술



4. 드론의 활용

KARI

3) 군집 비행 기술

군집 비행을 위한 필요 요소 기술

- 다수의 비행체와 끊임 없는 데이터 송수신을 위한 강력한 **통신 기술**
- **기체 제어 및 충돌회피 기술**
- 비행체 위치를 측정할 수 있는 **정밀 위치 인식 기술**



4. 드론의 활용

KARI

4) Motion Capture 기반 실내 위치 인식 시스템



4. 드론의 활용



36

4. 드론의 활용

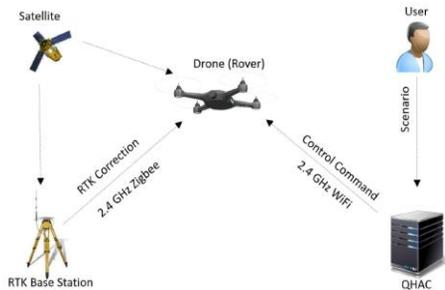


37

4. 드론의 활용



5) RTK-GPS 기반 위치 인식 시스템



40

4. 드론의 활용



5) 실외 군집 비행 (RTK-GPS 기반)



4. 드론의 활용



5) 실외 군집 비행 (RTK-GPS 기반)

Outdoor Swarming Flight



40

5. 드론, 도전적인 과제는 ?



악천후에서도 운용 가능한 고성능 멀티콥터/프로펠러 복합형 드론 및 비행조종 컴퓨터 개발

5. 드론, 도전적인 과제는 ?

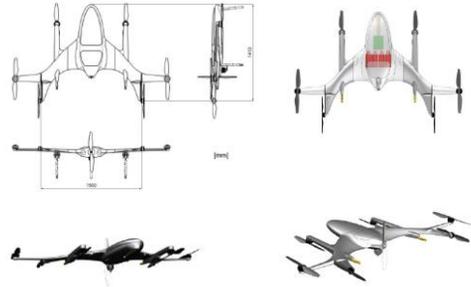
1) 복합형 드론 채택 이유 및 장점

- 이유: 멀티콥터 (드론) 의 한계극복
 - 1) 배터리 운용 시간
 - 2) 임무 변경
 - 장점:
 - 1) 단순한 시스템
 - 2) 고속 장거리 비행
 - 3) (수직이착륙 및 수평 비행이 가능한) 하이브리드 추진 시스템
- ※ 드론 활용의 한계 극복을 위해 필수

42

5. 드론, 도전적인 과제는 ?

2) 복합형 드론 형상



43

5. 드론, 도전적인 과제는 ?

3) 제 1 세대 복합형 드론 개발



제 1 세대 복합형 드론 ()

44

5. 드론, 도전적인 과제는 ?

4) 제 1 세대 복합형 드론 개발



45

5. 드론, 도전적인 과제는 ?

5) 복합형 드론 세대별 비교



제 1 세대 복합형 드론 (과거)

제 2 세대 복합형 드론 (현재)

46

5. 드론, 도전적인 과제는 ?

6) 제 2 세대 복합형 드론 - 축소형 비행



47

5. 드론, 도전적인 과제는 ?

7) 복합형 드론_ 활용

48

5. 드론, 도전적인 과제는 ?

7) 복합형 드론_ 활용

49

6. 드론의 운용

1) Mission Planner - 오픈 소스

50

6. 드론의 운용

1) Mission Planner - 오픈 소스

Mission Planner 를 통해 할 수 있는 일

- 이동체를 조종할 수 있는 자동조종장치에 대한 소프트웨어 (Firmware) 를 업로드 할 수 있다.
- 최적의 성능을 내기 위한 비행체의 세팅, 구성, 튜닝 등을 할 수 있다.
- 구글 맵 등에서 단순한 포인트 & 클릭으로 자동 비행 루트를 계획 수립, 저장 및 임무 업로드 가능
- 완전한 HILS UAV 시뮬레이터를 위한 PC 비행 시뮬레이터와 인터페이스를 할 수 있음
- 적절한 텔레메트리 하드웨어를 가지고
 - 비행중 온보드 비행체의 상태를 점검할 수 있음
 - 비행중 온보드 자동비행 로그에 포함된 많은 정보를 기록할 수 있음
 - 텔레메트리 로그를 보고 분석할 수 있음
 - 일인칭 시점으로 비행체를 조종할 수 있음

51

6. 드론의 운용

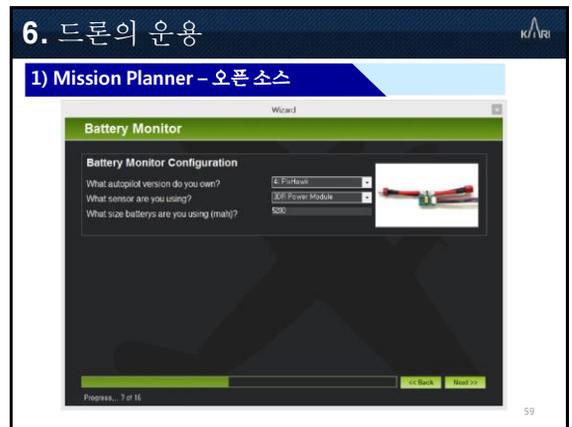
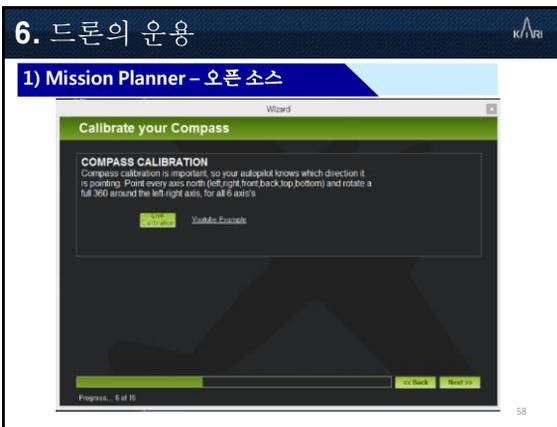
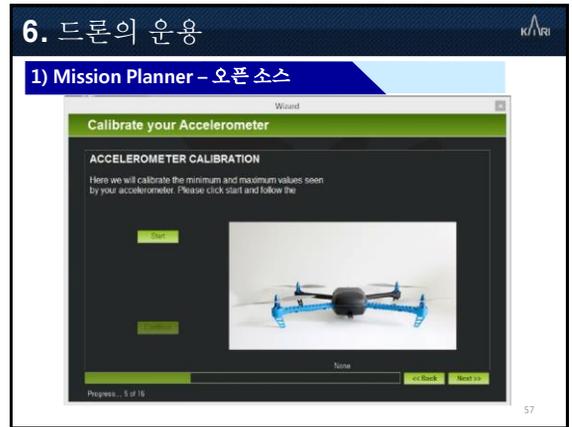
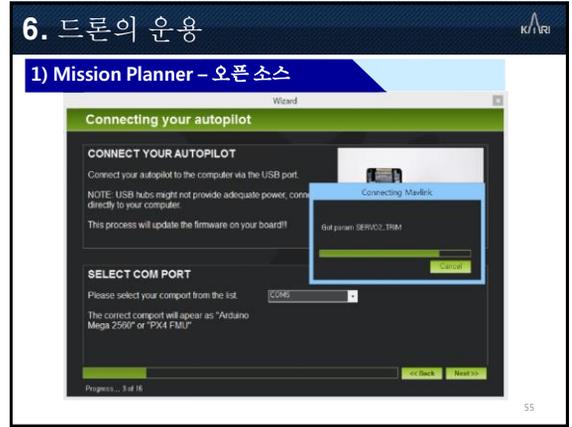
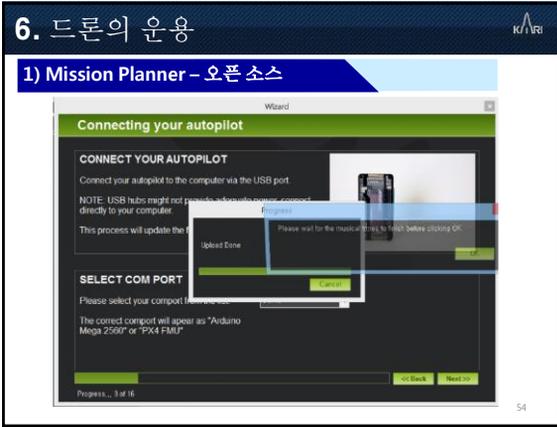
1) Mission Planner - 오픈 소스

52

6. 드론의 운용

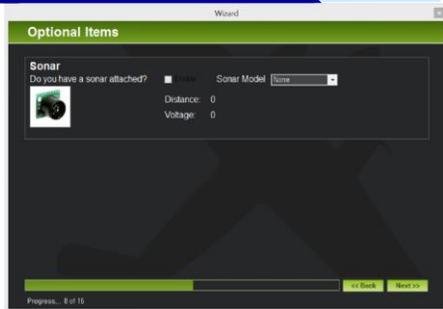
1) Mission Planner - 오픈 소스

53



6. 드론의 운용

1) Mission Planner - 오픈 소스



60

6. 드론의 운용

1) Mission Planner - 오픈 소스



61

6. 드론의 운용

1) Mission Planner - 오픈 소스



62

6. 드론의 운용

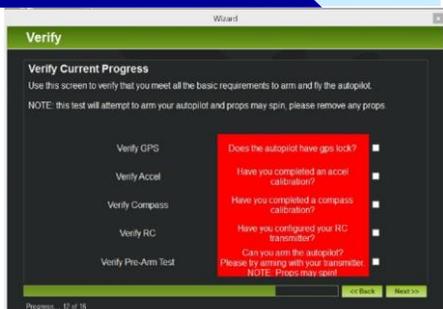
1) Mission Planner - 오픈 소스



63

6. 드론의 운용

1) Mission Planner - 오픈 소스



64

6. 드론의 운용

1) Mission Planner - 오픈 소스



65

6. 드론의 운용

1) Mission Planner - 오픈 소스



66

6. 드론의 운용

1) Mission Planner - 오픈 소스



67

6. 드론의 운용

2) QGroundControl - 오픈 소스



68

6. 드론의 운용

2) QGroundControl - 오픈 소스



69

6. 드론의 운용

2) QGroundControl - 오픈 소스



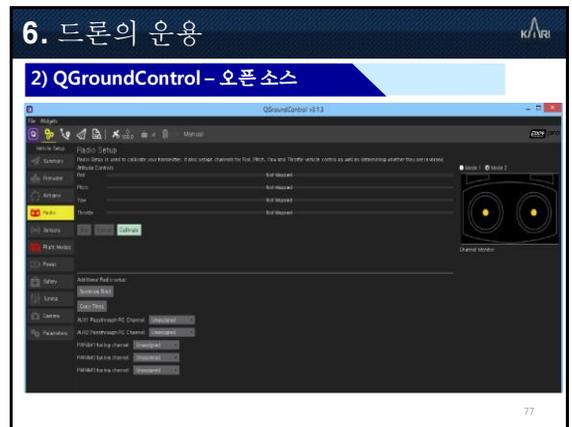
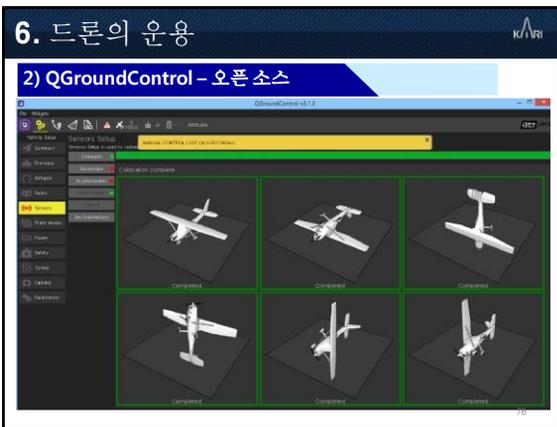
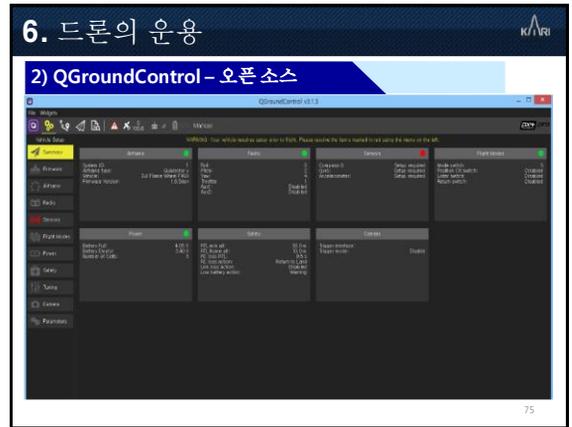
70

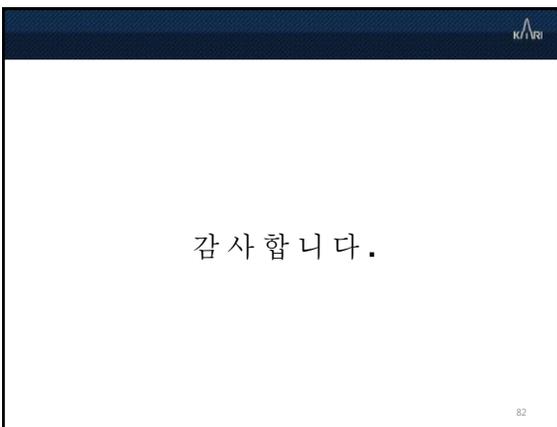
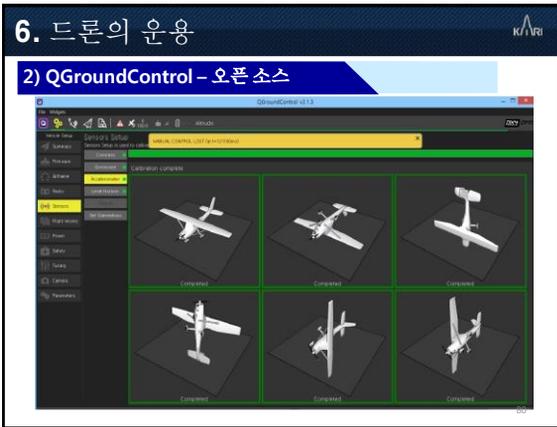
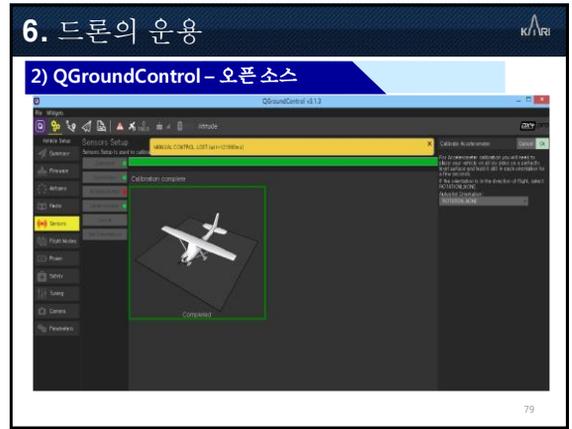
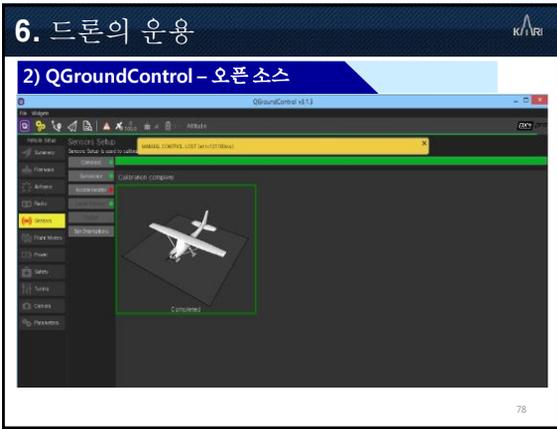
6. 드론의 운용

2) QGroundControl - 오픈 소스



71







발표순서

1. 드론, 화성까지?
2. 드론, 4차 산업혁명 시대?
3. 대세의 드론
4. 드론의 활용
5. 드론, 도전적인 과제는?
6. 드론의 운용

1. 드론, 화성까지?

1. 드론, 화성까지?

1. 드론, 화성까지?

1. Atmospheric Density (낮은 공기 밀도)
2. Low System Mass (가벼운 시스템)
3. Autonomous Flight (자율 비행)
4. Repeated Takeoff/Landing (반복된 이착륙)
5. Survive Mars Environment (가다로운 화성의 환경)

1. 드론, 화성까지?

1. 그럴만한 가치가 있느냐
2. 인간의 화성여행에 관한 정확한 정보가 있느냐
3. 안전보장, 좁은 공간에서 긴 시간 생활의 문제점, 심리적 문제점
4. 우주선이 인간의 뇌에 미치는 영향 (기억력 저하, 우울증, 불안감, 결정 장애)
5. 개발자금 등 안전 외의 문제들

<http://www.sciencetimes.co.kr/news/%EC%98%A4%EB%B0%94%EB%A7%B8-%ED%99%94%EC%84%B1%ED%98%90%EC%B2%AC-%EA%B3%84%ED%9A%AD-%EB%A3%B8%EC%A0%9C%EB%A4%94-%EC%97%B6%EB%82%98>

1. 드론, 화성까지 ?



행성(화성) 탐사, 왜 (하는 걸까)?

1. 화성탐사 우주인 후보자 자격 (2015년 12월 14일부터 2개월간 접수)
 - * 공학, 생물학, 물리학, 수학 등 이공계 학사학위 (대학졸업)
 - * 관련 분야 최소 3년 경력
 - * 또는 제트 비행기 조종사 최소 1,000시간 비행경력
 - * 장기간 우주비행을 견딜 체력검정 통과
 - * 미국 시민
- 연봉: 최저 65,000 달러, 최고 15만 8천달러

http://biz.khan.co.kr/khan_art_view.html?artid=201511051602291&code=920100

6

2. 드론, 4차 산업혁명 시대 ?



7

2. 드론, 4차 산업혁명 시대 ?



8

2. 드론, 4차 산업혁명 시대 ?



자율비행 드론 vs. 자율주행 자동차

1. 무인비행 (주행)
2. 센서융합
3. 항법 <= (빅데이터, 인공지능)
4. 판단 및 결정
5. 교통관리시스템 (ATM vs. UTM)

9

2. 드론, 4차 산업혁명 시대 ?



트랜센던스 (Transcendence, 2013년)



주인공 윌 박사의 뇌파를 측정해서 슈퍼컴퓨터에 업로드

10

2. 드론, 4차 산업혁명 시대 ?



Mind Uploading 기술



11

2. 드론, 4 차 산업혁명 시대 ?

인공지능(Artificial Intelligence: AI)

1. 마인드 업로딩(Mind Uploading) 방식

원	나비	고양이	비행기
Mic			
EEG			

12

2. 드론, 4 차 산업혁명 시대 ?

3. 심층신경회로망(Depth Neural Network)의 입력, 출력값으로 학습

뇌 구조를 모방한 심층신경회로망

데이터를 이용하여 시냅스의 연결 강도를 계속해서 업데이트함

13

2. 드론, 4 차 산업혁명 시대 ?

영화 속의 인공지능(Artificial Intelligence: AI)

스타워즈 R2D2	2001 스페이스 오디세이 HAL 9000	인터스텔라 TARS	전격Z 작전 K.I.T.T.

14

2. 드론, 4 차 산업혁명 시대 ?

인공지능의 역사

- > 트랜지스터(Transistor)의 발명 (1954년)
 - 컴퓨터 기술의 혁명
- > 1968년 “2001 스페이스 오디세이”
 - 30년 후면 인간 수준의 사고가 가능한 기계가 대중화될 것

※ 계산능력은 뛰어나지만 인식능력은 인간에 미치지 못함

15

2. 드론, 4 차 산업혁명 시대 ?

인공지능의 현재

IBM Deep Blue	IBM Watson	Google AlphaGo

※사람보다 뛰어난 성능을 거뒀지만, 스스로 배울 수 있는 기능 없음

16

2. 드론, 4 차 산업혁명 시대 ?

인공지능의 현재

번호판 인식기

음성음악 검색

17

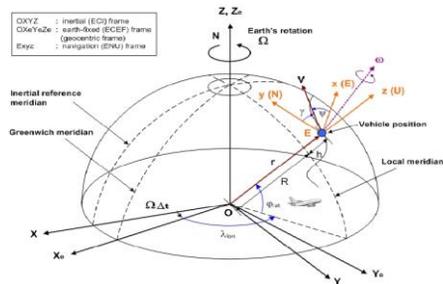
3. 대세의 드론



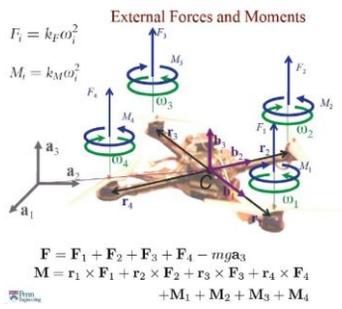
=>

새로운 학문
드론 저널리즘

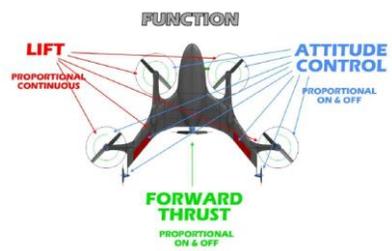
3. 대세의 드론



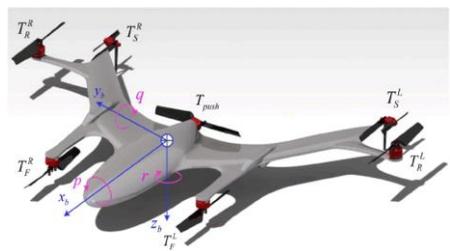
3. 대세의 드론



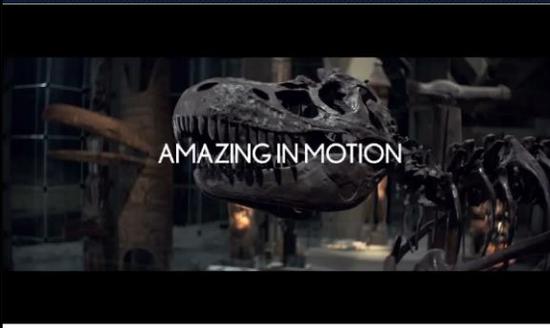
3. 대세의 드론



3. 대세의 드론



4. 드론의 활용



4. 드론의 활용

KARI

30

4. 드론의 활용

KARI

The Picobug: a Mesoscale Robot that can Run, Fly, and Grasp

Yash Mulgaonkar Luis Guerrero-Bonilla Anurag Makineni Vijay Kumar
 Brandon Araki Daniela Rus
 Je-sung Koh Daniel M. Atkes Robert J. Wood
 Michael J. Tolley







For more details, see:
 Y. Mulgaonkar, B. Araki, J.-S. Koh, L. Guerrero-Bonilla, D. Atkes, A. Makineni, M. Tolley, D. Rus, R. Wood and V. Kumar, "The flying monkey: a mesoscale robot that can run, fly, and grasp," In Proc. of the IEEE Intl. Conf. on Robot. and Autom., Stockholm, Sweden, May 2016.

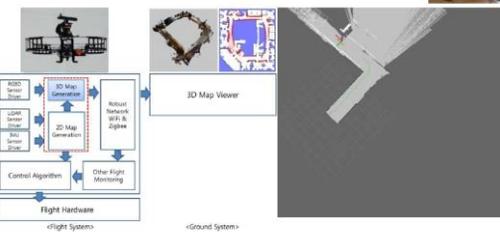
31

4. 드론의 활용

KARI

1) 실내 3차원 지도 생성 기술

• GPS 불용환경 (터널, 동굴 등 실내 공간 혹은 미지의 행성 탐사)에서 3차원 지도를 생성하며 상대 위치를 파악하는 기술 개발



<Flight Systems> <Ground Systems>

4. 드론의 활용

KARI

2) (영상기반) 물체 인식 및 추적 기술



4. 드론의 활용

KARI

3) 군집 비행 기술

군집 비행을 위한 필요 요소 기술

- 다수의 비행체와 끊임 없는 데이터 송수신을 위한 강력한 **통신 기술**
- **기체 제어 및 충돌회피 기술**
- 비행체 위치를 측정할 수 있는 **정밀 위치 인식 기술**



4. 드론의 활용

KARI

4) Motion Capture 기반 실내 위치 인식 시스템



4. 드론의 활용



36

4. 드론의 활용

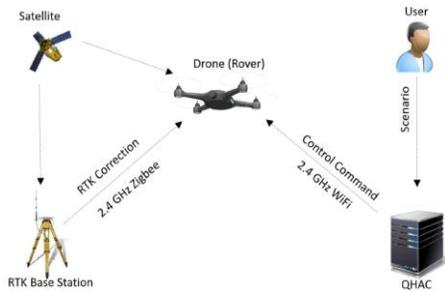


37

4. 드론의 활용



5) RTK-GPS 기반 위치 인식 시스템



4. 드론의 활용



5) 실외 군집 비행 (RTK-GPS 기반)



4. 드론의 활용



5) 실외 군집 비행 (RTK-GPS 기반)

Outdoor Swarming Flight



40

5. 드론, 도전적인 과제는 ?



악천후에서도 운용 가능한 고성능 멀티콥터/프로펠러 복합형 드론 및 비행조종 컴퓨터 개발

5. 드론, 도전적인 과제는 ?

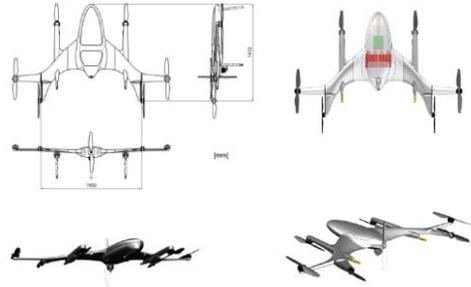
1) 복합형 드론 채택 이유 및 장점

- 이유: 멀티콥터 (드론) 의 한계극복
 - 1) 배터리 운용 시간
 - 2) 임무 변경
 - 장점:
 - 1) 단순한 시스템
 - 2) 고속 장거리 비행
 - 3) (수직이착륙 및 수평 비행이 가능한) 하이브리드 추진 시스템
- ※ 드론 활용의 한계 극복을 위해 필수

42

5. 드론, 도전적인 과제는 ?

2) 복합형 드론 형상



43

5. 드론, 도전적인 과제는 ?

3) 제 1 세대 복합형 드론 개발

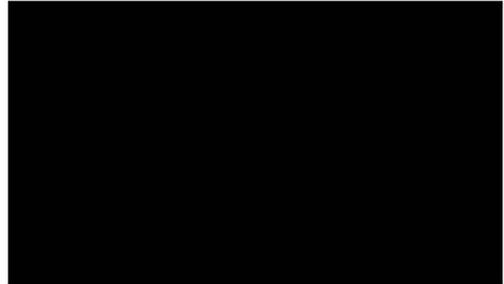


제 1 세대 복합형 드론 ()

44

5. 드론, 도전적인 과제는 ?

4) 제 1 세대 복합형 드론 개발



45

5. 드론, 도전적인 과제는 ?

5) 복합형 드론 세대별 비교



제 1 세대 복합형 드론 (과거)

제 2 세대 복합형 드론 (현재)

46

5. 드론, 도전적인 과제는 ?

6) 제 2 세대 복합형 드론 _ 축소형 비행



47

5. 드론, 도전적인 과제는 ?

7) 복합형 드론_ 활용

48

5. 드론, 도전적인 과제는 ?

7) 복합형 드론_ 활용

49

6. 드론의 운용

1) 레이싱 드론

방송 "하늘의F1"...시속 180km '드론' 경주

6. 드론의 운용

1) 레이싱 드론

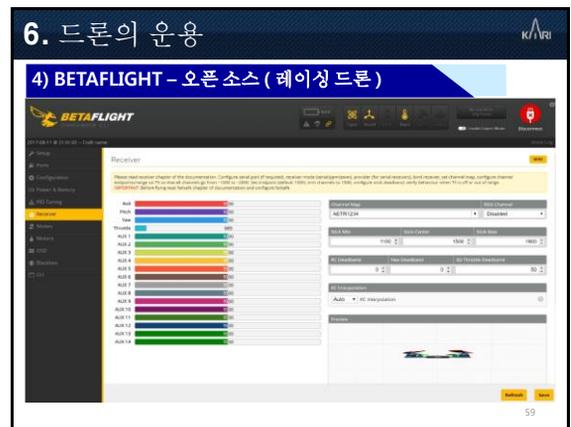
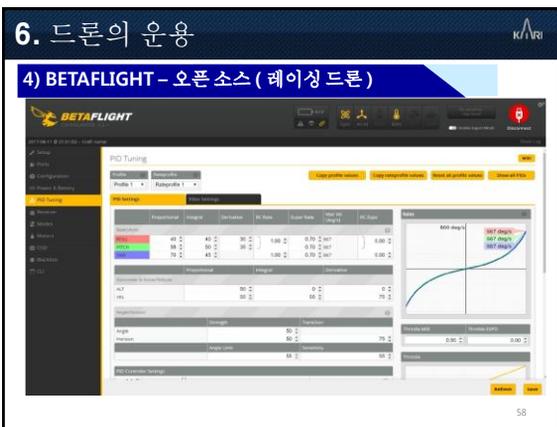
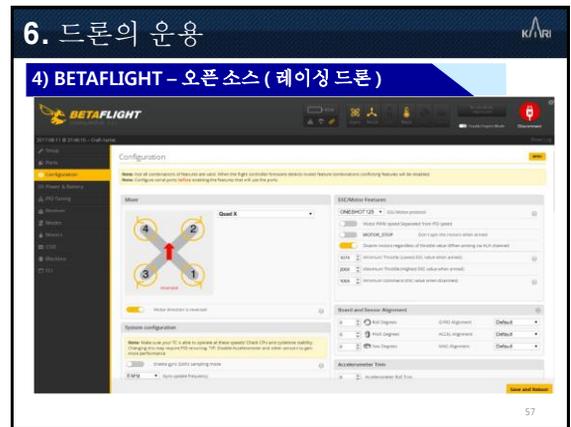
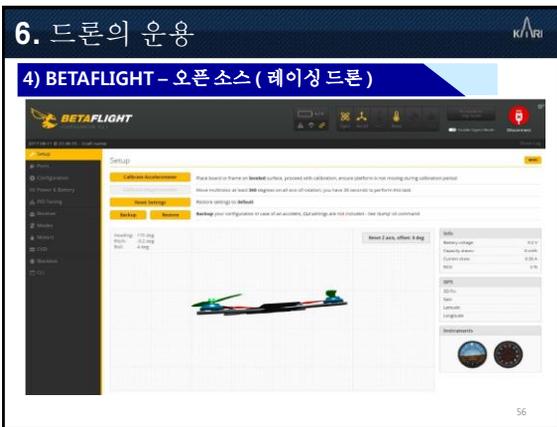
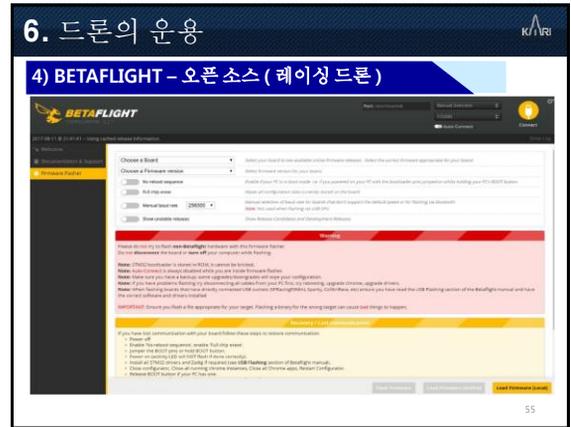
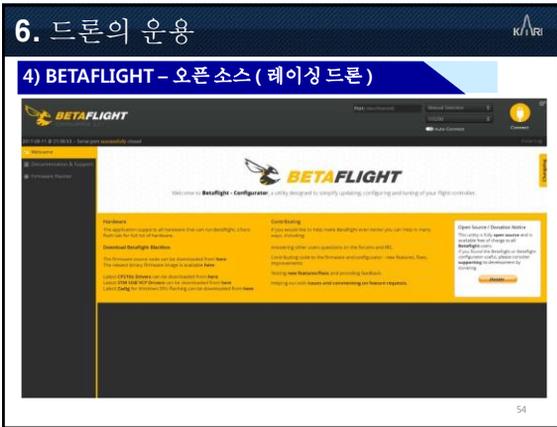
MCK
02:14 3S12.1U

6. 드론의 운용

2) CLEANFLIGHT - 오픈 소스 (레이싱 드론)

6. 드론의 운용

3) RACEFLIGHT - 오픈 소스 (레이싱 드론)



6. 드론의 운용

4) BETAFLIGHT - 오픈 소스 (레이싱 드론)

60

6. 드론의 운용

5) BLheli - 오픈 소스 (변속기)

61

6. 드론의 운용

5) BLheli - 오픈 소스 (변속기)

62

6. 드론의 운용

5) BLheli - 오픈 소스 (변속기)

63

6. 드론의 운용



감사합니다.

65

분석을 통한 과학발명 프로그램 재구성

경기도과학교육원

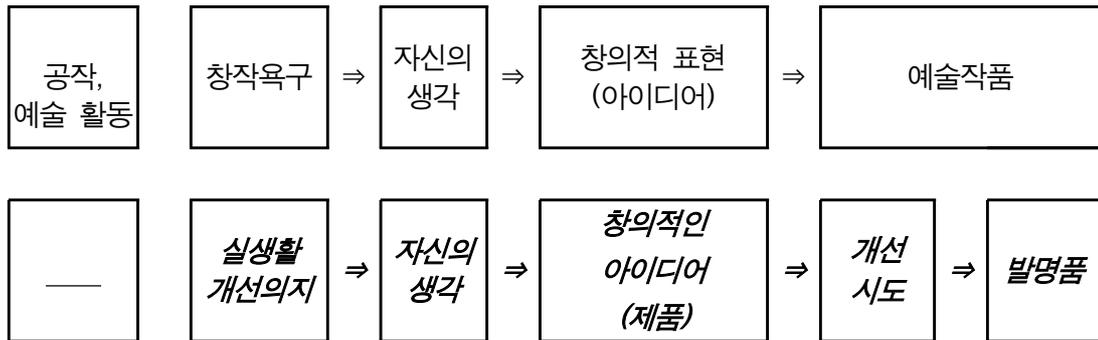
I. 방향

1. 본질과 과학의 역할

발명은 실생활에 필요한 무언가를 개선하고 새롭게 창조해내는 일이다. 그렇다면 발명교육은 무엇인가?

발명교육은 현실적인 학문이다. 미술이나 공작 등의 예술 활동은 창의적인 표현을 위한 아이디어 구상이 주로 되고, 발명 활동은 창의적인 내용을 목적으로 아이디어를 구상한다. 다시 말해 예술 활동은 창작욕구를 바탕으로 자신의 생각을 가지고, 다양한 아이디어로 창의적인 표현을 하며 작품을 만들어 내는 반면, 발명은 실생활에서 느낀 문제점을 바탕으로 실생활을 개선하기 위한 의지를 가지고 자신의 생각을 다양한 방법으로 아이디어로 만들어 낸 후, 발명품을 구상하게 된다.

이때 발명과정에서는 여러 번의 개선시도가 이루어진다. 예술은 작품에 따라 수정 없는 즉시성이 인정되는 반면에 발명은 끊임없는 도전과 실패를 통한 수정이 요구된다.



〈그림 1-1〉 예술 활동과 발명의 비교

발명교육은 이러한 발명에 대한 인식을 바탕으로, 실생활을 개선하려는 의지를 가지고 다양한 방법으로 창의적인 아이디어를 내고 아이디어를 구체화할 수 있도록 지도하는 것이 목적이 되어야 한다.

발명교육에서는 단순히 발명품을 똑딱 만들어내는 것이 아니라, 과학적 지식을 기반으로 실생활의 무언가를 개선하려는 노력이 구체화되어야 한다. 자신의 생각이나 아이디어를 창의적으로 표현하여 작품을 만들어내는 미술의 개념이 아니라 생활 모습이나 실생활에 활용되

무언가를 ‘개선’ 하려는 목적성을 지니고 자신의 생각이나 아이디어를 전개하는 발명의 개념에서 접근해야 한다.

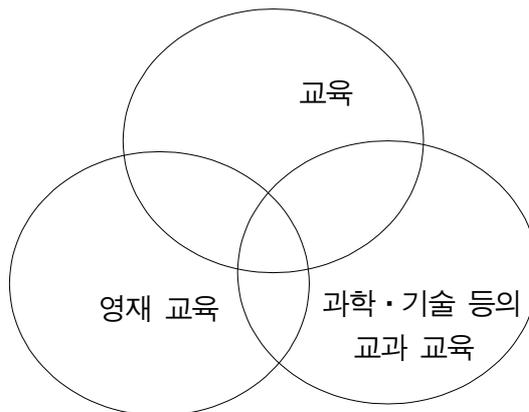
이때 자신의 생각이나 아이디어는 현실에 실제 구현 가능하도록 과학적 지식이나 이론이 기반 되어야 한다. 내 아이디어의 과학적인 원리는 무엇이고, 이 지식이나 원리가 어떻게 적용되어 현실을 개선하는 가에 대한 명확한 인식이 필요하다.

만약 단순하게 기발한 생각을 보기 좋게 꾸며 모형을 만드는 기능에만 집중한다면 발명의 본질 또는 발명교육의 목적과 거리가 멀어질 수밖에 없다. 자신의 기발한 생각을 아이디어로 어떻게 바꾸는지, 그것이 어떤 결과물로 이어져야 하는지 고민하고, 다양한 시도의 가치에 대한 재인식이 필요하다.

2. 문제해결력을 키우기 위한 발명교육

이러한 관점에서 발명은 창의적 문제해결력을 키우는 좋은 수업도구가 될 수 있다. 기발한 생각을 창의적인 아이디어로 구상하고 창의적인 문제해결 방안을 찾기 위해서 과학 원리를 탐색하는 것은 다양한 문제해결과정에 필요한 과정이다.

이때 발명 과정 자체에서 얻어지는 창의성을 바탕으로 한 창의성 교육과 끊임없는 개선시도에서 얻어지는 과제집착력의 영재 교육 그리고 과학·기술 등의 교과 교육 측면에서의 가치도 중요하다.

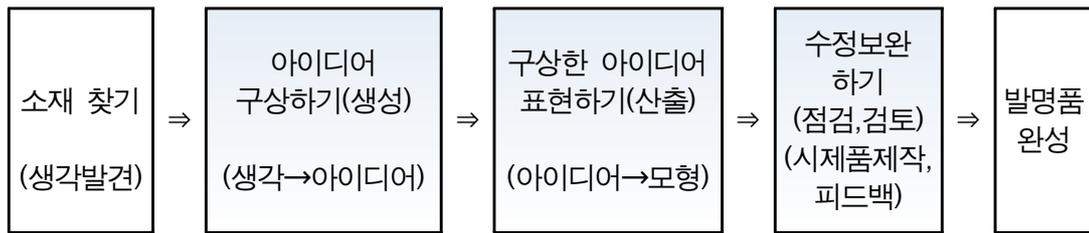


<그림 1-2> 창의성교육, 영재교육, 교과교육이 반영된 발명교육

- A. 창의성 함양을 위한 발명교육
- B. 영재성 함양을 위한 발명교육
- C. 과학, 기술 등의 교과 교육으로서의 발명교육

학생의 기발한 생각을 창의적인 아이디어로 구상하고 새로운 문제해결 방안을 찾기 위해서 발명을 활용할 수 있으며, 발명품 제작과정에서의 다양한 시도와 보완 검토가 과제집착력 등의 영재성을 키워줄 수 있는 좋은 방안이 될 것이다. 또한 과학·기술 등의 교과 내용

가르치기 위한 목적으로서의 발명활동도 의미가 있다.



<그림 1-3> 창의적 문제해결력 배양을 위한 발명품 제작과정

예를 들어 위의 발명품 제작과정에서 학생의 영재성이 발휘될 수 있는 단계는 언제인가? 모든 단계에서 학생의 영재성이 발휘된다.

영재교육은 학생의 활동과정에서 깊은 사고, 탐구력, 실패와 성공 등의 과제집착력 등이 요구된다. 이는 발명의 아이디어 구상-산출, 시제품 제작 및 끊임없는 수정 보완과정에 요구되는 내용과 비슷하다.

발명교육은 학생의 발명 과정에서 깊은 사고와 탐구를 바탕으로 끊임없는 시도와 노력을 하도록 유도해야 한다.

발명 과정의 목적을 확인하고, 문제를 분석한 뒤, 끊임없는 시도를 바탕으로 결과를 내고, 이러한 결과를 분석하며, 과학적인 의사소통을 통해 자신의 생각을 타인에게 전달할 수 있어야 한다.

3. 발명교수학습법

이렇게 영재성을 키우고, 창의성을 기르며 발명의 목적을 달성할 수 있는 발명교수방법은 다양하다.

앞의 발명 과정의 목적 확인, 문제 분석, 끊임없는 시도, 결과 분석, 의사표현 등을 위해 다양한 아이디어 산출, 표현, 평가 기법, 지속적인 발명 탐구가 필요하다.

마인드맵, SCAMPER, TRIZ 등을 통해 아이디어를 산출, 표현하고, PMI등의 평가기법 등을 활용하여 아이디어를 구체화하며, 자기주도적인 발명탐구를 위한 발명일기 등으로 지속적인 발명탐구와 수정보완을 가능하는 다양한 발명교수방법을 고민할 수 있다.

II. 기반 발명교육프로그램의 의미

1. 발명의 관계

지식이나 이론이 기반이 된 창의적인 아이디어는 어떻게 형성되는가?

과학교과 기반 발명교육과정은 과학에 대한 이해를 돕고 발명의 본질에 다가갈 수 있는 교육방법이다. 과학은 자연을 관찰하여 현상과 원리를 이해하는 행위이며, 발명은 과학적 원리를 바탕으로 자연 또는 비자연의 것을 찾아내서 생활 속의 문제를 해결하기 위한 무언가를 생산해내는 행위이다. 결국 과학은 발명을 실현하고 구현하기 위해서 가장 바탕이 되는 학문이며, 과학교과는 발명의 이론적 근거나 발명품의 분석을 위한 중요한 수단이 된다. 과학교과 기반 발명교육과정은 과학교과의 내용을 바탕으로 발명교육을 접목하는 특징을 보인다. 발명교육을 위해 과학을 이용하는 것이 아니라, 창의적 문제해결력과 과학적 사고력, 과학적 의사소통을 키워야 하는 과학교과의 중요한 목표들을 달성하기 위한 상호 보완적인 역할을 하고 있음을 알아야 한다.

2. 과학교과 기반 발명교육과정 개발 시의 유의사항

과학교과 기반 발명교육과정 개발 시의 유의사항은 다음과 같다.

A. 이해하고 있는가?

발명에 대한 이해와 발명교육의 목표를 인지하는 것이 중요하다.

(1) 발명에 대한 이해

(가) 발명은 과학적 원리를 기반으로 하여 실생활에 필요한 물건을 만들어 내거나 방법을 개선하는 것이다.

(나) 꼭 발명품을 만들어 내지 않아도 다양한 사고기법을 통해 아이디어를 창출해내는 것도 발명이다.

(2) 과학과 발명의 차이

(가) 과학은 원리를 이해하기 위해 다양한 방법의 실험과 활동을 진행한다.

(나) 발명은 과학적 원리를 바탕으로 실생활 문제해결을 목적으로 둔다.

(다) 과학에서의 실생활 문제해결은 원리를 이해하고, 과학적 사고를 함양하기 위한 도구이다.

B. 과학 활동으로만 그치는 것이 아닌가?

과학 활동을 넘어서 발명을 경험하고 체험할 수 있어야 한다.

(1) 과학교과에서 다루어지는 융합인재교육(STEAM교육)과의 차이

(가) STEAM교육에서는 과학 외의 다양한 학문을 활용가능하다.

(나) STEAM교육과 같은 소재라도 다양한 발명기법, 아이디어 산출기법 등을 활용하여 보다 실용적이고 직접적인 산출을 통한 발명학습이 필요하다.

(2) 과학실험과 발명활동의 차이

(가) 과학실험은 과학 원리를 확인하고 증명하기 것이고, 발명활동은 기지의 과학적 사실을 바탕으로 새로운 것을 창출하거나 개선방법을 고민하는 실용적인 활동이다.

(나) 과학교과를 기반한 내용에 발명요소가 드러나지 않는다면 확장된 과학수업에 불과하다.

(다) 마찬가지로 발명품의 공작에만 집중한다면 과학이 배제된 발명수업일 뿐만 아니라, 공작 등의 미술수업에 불과하다.

III. 기반의 발명교육 프로그램 개발

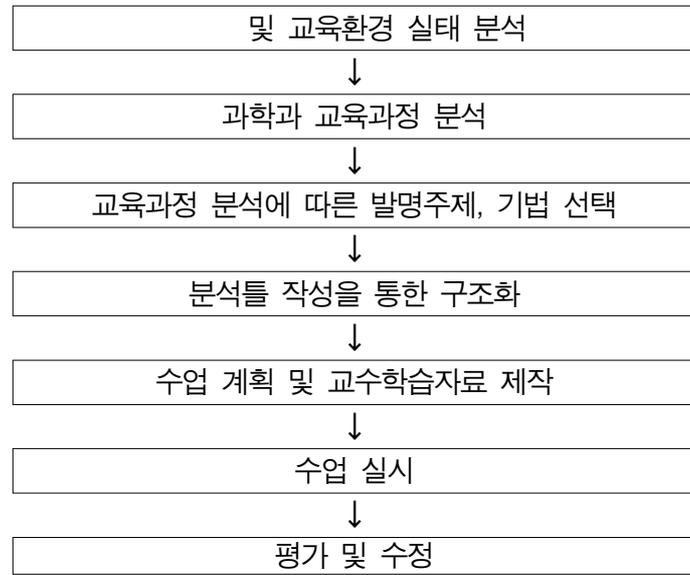
1. 기반 발명교육 프로그램 개발 절차

이러한 과학교과 기반의 발명교육 프로그램을 개발하기 위한 절차는 다음과 같다.

먼저 학생 및 교육환경 실태에 대한 분석을 실시한다.

학생의 수준과 관심에 대한 분석을 토대로 학생이 흥미를 가지고 참여할 수 있는 주제를 선정할 수 있다. 또한 교육환경을 분석하여 해당 학교 현장에 적합한 프로그램을 개발하도록 한다. 다음으로 과학과 교육과정을 분석한다. 과학과 교육과정을 분석하여 발명 프로그램에 적합한 성취기준을 확인하되, 기개발된 교과용 도서의 단원목차나 수업목표를 활용할 수 있다. 교육과정을 분석한 후 적합한 발명주제나 기법을 선택하게 되는데, 적용하려는 발명주제나 기법을 우선 선정 후 해당 주제에 적합한 성취기준을 찾을 수도 있다.

이후 분석틀 작성을 통해 개발하고자 하는 발명교육 프로그램을 구조화한다. 이때 과학교과의 학습요소를 꼭 학습하고, 그를 바탕으로 발명활동을 실시할 수 있도록 구성하여야 한다. 다음은 상세한 수업 계획과 교수 학습 자료를 제작한다. 수업 실시 후 평가 및 수정 등의 환류 작업도 프로그램 개선을 위해 꼭 필요한 과정이다.



<그림 III-1> 교과 기반의 발명교육 프로그램 개발 절차

2. 기반 발명교육 프로그램 개발 활동

따라 과학교과 기반 발명교육 프로그램을 개발할 때의 분임 활동 예시이다.

A. 과학과 교육과정 분석하기

본인의 담당학년과 연간 수업계획, 자신의 특기적성을 고려하여 개발하고자 하는 성취기준을 선정한다.

(1) 학생 또는 학교 실태 분석하기

학생이나 학교 등의 교육환경을 조사하여 실태 분석하기

(2) 과학과 교육과정 분석하기

교육과정, 교과서 등을 참고하여 발명프로그램에 적합한 내용 찾기

(가) 교육과정과 연계된 발명요소 분석하기

교육과정 또는 교과서와 연계된 발명요소를 분석하여 학습 계획과 담당 학년에 적합한 내용을 선정하여 발명프로그램에 어떻게 반영할 것인지 고민한다.

(나) 발명주제나 기법 선택하기

해당 교육과정에 적합한 발명주제나 발명기법을 선택한다. 주제나 기법을 우선 선정 후 해당 주제에 적합한 성취기준을 찾을 수도 있다.

tip

- 교육환경에 적합한 수업내용을 고민해보도록 안내한다.
- 전차시를 과학교과와 연계한 발명프로그램으로 진행하는 것이 아니므로 적합한 내용으로만 구성한다.

(2) 확인 후 분석표 작성하기

발명교육과정 분석표에 넣어 작성하기

(가) 교육과정 내용과 학습요소 작성하기

교육과정 내용과 학습요소를 작성하여 발명주제를 정한다.

(나) 프로그램 구조화하기

과학교과 내용을 기초로 학습내용을 심화할 수 있는 발명컨텐츠를 제작한다.

(다) 발명교육 내용표준과 발명기법 검토하기

활동에 제시한 내용이 발명의 어떤 내용과 합일하는지 검토하고, 적용하는 발명기법이 맞게 활용되었나 검토한다.

<표 III-1> 과학교과기반 발명교육과정 분석표

교육과정 내용 (대단원)	학습요소 (소단원)	발명의 주제	III. 무엇을 배우나요 (학습주제 안내)	IV. 스스로 익혀요 (과학교과 내용)	V. 할 수 있어요 (발명 컨텐츠)	VI. 생각해 보아요 (심화활동)	발명교육 내용표준	주요 발명기법

수행 tip

- 발명프로그램 분석이 과학교과기반 발명프로그램을 작성하는 데 중요한 역할을 안내한다.
- 교육과정의 학습요소를 제시하거나 교과서의 단원명을 제시할 수 있다.

B. 후 수업 적용방안 도출하기

내용을 바탕으로 과학교과기반 발명프로그램을 수업에 적용할 수 있는 방안을 도출한다.

1. 분석표를 보고 수업 적용 계획하기

(1) 분석표에 기재된 발명프로그램을 선택하여 수업 적용 계획하기

분석표에 기재된 발명프로그램 중 일부를 선택하여 수업 적용 계획 세우기

(가) 분석표 중 발명프로그램 선택하기

분석표의 다양한 내용 중, 학습 계획과 담당 학년에 적합한 내용을 선정하여 현장적용수업계획을 세운다.

(나) 선택한 발명프로그램 재구성하기

선택한 발명프로그램은 학교현장에 바로 투입할 수 있도록 준비물, 시수, 수업순서 등을 변경한다.

C. 분임별 활동을 통해 과학교과기반 발명프로그램 구성하기

각자 작성한 내용을 바탕으로 분임별로 대표 발명프로그램을 구성한다.

(: 작성한 분석표, 이젤패드, 매직 등/ 분임별 활동 공간 필요)

1. 분임별로 과학교과기반 발명프로그램 적용 방안 나누기

(1) 교과를 재구성하여 개발한 발명프로그램 나누기

개별로 작성한 재구성하거나 개발한 발명프로그램을 분임원들에게 설명하기

(2) 발표한 프로그램에 대한 의견나누기

2. 분임별로 대표 과학교과기반 발명프로그램을 선정하여 발표자료 만들기

(1) 분임별 대표 과학교과기반 발명프로그램을 선정하기

(2) 이젤패드에 분임발표 양식으로 발표자료 만들기

tip

- 분임의 활동 결과를 참고하여 자신의 수업 적용 방안을 보완한다.
- 아이디어나 수업방식은 참고하되 그대로 따라하는 것은 지양한다.

E. 과학교과 기반 발명프로그램 평가
 발명프로그램을 평가한다.

<표 III-3> 과학교과기반 발명교육과정 평가 항목 예시

평가 항목 예시	성취수준			
	상	중	하	
과학교과기반 발명프로그램 계획 작성	- 과학과 성취기준을 충분히 반영하였는가?			
	- 발명요소나 기법을 활용하여 발명교육의 특징이 드러나는가?			
	- 실제 학급에 적합한 내용으로 계획하였는가?			
	- 적절한 수업일정으로 계획하였는가?			
	- 학생들이 수업을 통해서 발명에 흥미를 느끼고 능력을 향상시킬 수 있는 내용으로 계획되었는가?			

과학발명프로그램 적용 사례

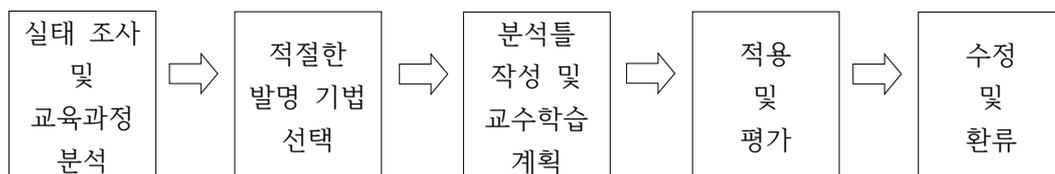
김미모아(호평초등학교)

I. 서론

1. 과학발명프로그램의 필요성

- 미래 사회에 필요한 인재 양성을 위한 교육
창의적으로 가치를 창출하는 창의융합형 인재 양성을 위해 과학적 소양을 함양하고 이를 바탕으로 창의적인 아이디어를 낼 수 있는 역량을 과학교육과 발명교육을 통해 기대할 수 있다.
- 배움중심수업의 원동력
학생이 수업의 주체가 되는 배움중심수업이 이루어지기 위해서는 학생들이 수업에 몰입할 수 있는 학습 동기가 필요하다. 배움을 시작하고 몰입할 수 있는 원동력은 삶과 삶이 일치하는 소재와 수업 방법에서 나온다. 과학의 시작인 자연과 발명의 시작인 실생활은 곧 학생들의 삶이기 때문에 배움중심수업을 위한 접근으로 바람직하다.
- 과학교육과 발명교육의 어울림
2015 개정 교육과정에서 제시하고 있는 과학과 목표 중 ‘일상생활의 문제를 과학적으로 탐구하는 능력’, ‘과학과 기술 및 사회의 상호 관계’, ‘과학의 유용성’ 등은 발명교육의 목표와 일치한다는 점에서 매우 자연스러운 융합이 가능하다.
- 발명교육의 한계 극복
현장에서의 발명교육은 대부분 발명품을 제작하여 대회에 참가하거나 발명센터에서의 특화된 교육으로 이루어지고 있다. 실제로 많은 학생들이 발명은 에디슨과 같이 대단한 사람들만 하는 것이라는 생각을 가지고 있지만 사실은 실생활 문제 해결과 개선을 위한 작은 아이디어도 발명이라는 점에서 실제적 지식과 활용능력을 키울 수 있는 발명교육이 보편화될 필요가 있다.

2. 과학발명프로그램 적용 방법



II. 과학발명프로그램 적용 사례¹⁾

<사례 1 - 단일차시 재구성: 수업 내용 재구성>

실태 분석에 따른 시사점을 반영하여 다음과 같이 프로그램 적용 방향을 설정하였다.

- 첫째 초등학교 과학 교육과정 내용 속에 포함되어 있는 발명적 요소를 보다 선명하게 부각하여 과학교과의 목표와 발명교육의 목표가 함께 달성될 수 있도록 한다.
- 둘째 발명교육에 대한 경험이 전혀 없는 학생들에게 발명이 무엇인지 발명에 대한 기초 개념 안내 및 이해를 돕는다.
- 셋째 도구를 이용해 만드는 것이 발명이라는 좁은 개념의 발명에서 벗어나 과학 수업 중 조작활동 없이도 발명의 다양한 영역을 체험해보도록 한다.



정규과학교과 연계 발명교육 프로그램으로
발명의 기초 및 다양한 영역 경험하기

영역	발명교육 내용표준	과학 단원	발명 주제	주요 발명기법
D.2. 문제 발견	D.2.1. 문제와 관찰	II. 생물과 환경 4. 생태계 내에서 생물은 서로 어떤 관련이 있을까요?	▶ 공생 관계가 무엇인지 알고, 더하기 기법으로 발명하기	1 더해 보자
D.3. 문제 해결	D.3.3. 발명 문제 해결	II. 생물과 환경 7. 우리 생활은 생태계에 어떤 영향을 줄까요?	▶ 생태계 보전을 위한 업사이클링 제품 만들기	28 폐품을 이용해 보자
D.4. 발명 실제	D.1.2. 발명의 역사 D.4.1. 발명과 생활	III. 렌즈의 이용 7. 우리생활에서 렌즈를 이용한 기구를 찾아볼까요?	▶ 렌즈의 역사 알아보기 ▶ 렌즈의 발명으로 인한 미래 생활 모습 만화로 그려보기	24 과학적 원리를 이용해 보자
D.5. 발명과 지식재산	D.5.1. 지식재산	IV. 여러 가지 기체 4. 기체에 압력을 가하면 기체의 부피는 어떻게 될 까요?	▶ 기체의 압력과 관련된 지식 재산권 탐색해 보기 ▶ 손잡이 달린 컵라면의 거절 이유 생각해보기	15 남의 아이디어를 빌려 보자 (찾아보자)

1) -경기도과학교육원 주관 2017 과학교과 연계 발명교육 프로그램 적용 직무연수 결과물

19 워크숍 II - 2

1. 공생관계가 무엇인지 알고 더하기 기법으로 발명하기

도입	I.무엇을 배우나요?	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 배움전략 1 - 수업시작 주의집중 ◦ 전시학습과 본시학습 연결 ◦ 지수의 동물원 관찰 이야기를 듣고 배움 문제 발견하기 ◦ 과학책에 나의 핵심 배움 단어 표시하기 (먹이사슬, 먹이그물, 생태피라미드, 생태계평형, 더하기 기법 등) ◦ 활동 순서 안내하기
	동기유발 학습주제안내	
전개	II.스스로 익혀요	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 배움전략 2 - 그림으로 먹이사슬과 먹이그물 표현하기 ◦ 배움전략 3 - 생태 피라미드 그려보고 생태계 평형 정리하기
	과학교과요소	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 배움전략 4 - 생물들의 다양한 관계 알아보기
	III.할 수 있어요	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 배움전략 5 - 더하기 기법 알아보기 - 주변에서 더하기 기법으로 만들어진 제품 찾아보기 ◦ 배움전략 6 - 더하기 기법으로 발명하기 - 1단계 : 주변에 보이는 여러 가지 물건 쓰기(10개 이상) - 2단계 : 더하기 기법 적용하여 새로운 물건 만드는 아이디어 내기 - 3단계 : 3가지 아이디어 중 경쟁력 있는 아이디어 최종 선택하기 - 4단계 : 최종 아이디어를 간단히 그려 설명하기
	발명요소	
정리	IV.생각해 보아요	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 배움전략 7 - 상호 평가 및 자기 반성하기 - 친구가 만든 발명품의 우수한 점 과 개선할 점을 찾아보기 - 상호평가 결과를 바탕으로 내가 만든 제품 개선하기 - 체크리스트에 자기 평가 및 반성하기
	배움 정리하기	

2. 생태계 보전을 위한 업사이클링 제품 만들기

도입	I.무엇을 배우나요?	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 배움전략 1 - 수업시작 주의집중 ◦ 일회용기 사용 경험 나누기 후 본시학습 연결 ◦ 지수의 일회용 도시락 이야기를 듣고 배움 문제 발견하기 ◦ 과학책에 나의 핵심 배움 단어 표시하기 (환경오염, 생태계파괴, 자원재활용, 업사이클링 등) ◦ 활동 순서 안내하기
	동기유발 학습주제안내	
전개	II.스스로 익혀요	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 배움전략 2 - 환경오염의 원인과 결과 알아보기 - 생태계 보전을 위해 생활 속에서 할 수 있는 일 써보기 - '커피찌꺼기의 재탄생' 기사를 읽고 느낀 점 써보기
	과학교과요소	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 배움전략 3 - 아이디어 구상하기 : 폐품의 새로운 활용법 찾기 - 재활용과 업사이클링 알아보기 - 업사이클링 제품의 생산과정 알아보기 : KTV업사이클링 보물섬 - 캘리그래피가 장구와 만난다면? (http://tv.naver.com/v/1720356) - 폐품을 다른 용도로 사용할 수 있는 활용법 찾기
	III.할 수 있어요	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 배움전략 4 - 업사이클링 제품 제작 계획 세우기 - 업사이클링 제품 제작 계획 세우기
	발명요소	
정리	IV.생각해 보아요	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 배움전략 7 - 상호 평가 및 자기 반성하기 - 친구가 만든 발명품의 우수한 점 과 개선할 점을 찾아보기 - 상호평가 결과를 바탕으로 내가 만든 제품 개선하기 - 체크리스트에 자기 평가 및 반성하기
	배움 정리하기	

19 워크숍 II - 2

3. 렌즈의 발명으로 인한 미래 생활 모습 만화로 그려보기

도입	I.무엇을 배우나요?	<ul style="list-style-type: none"> 배움전략 1 - 수업시작 주의집중 전시학습(렌즈를 이용하여 할 수 있는 것 알아보기)과 본시학습 연결 주원이의 렌즈의 역사에 대한 이야기를 듣고 배움 문제 발견하기 과학책에 나의 핵심 배움 단어 표시하기 (렌즈의 역사, 렌즈의 활용, VR, 발명만화 등) 활동 순서 안내하기
	동기유발 학습주제안내	
전개	II.스스로 익히요	<ul style="list-style-type: none"> 배움전략 2 - 우리 생활 속에서 사용되는 렌즈에 대해 알아보을까요? - 교재에 제시된 렌즈가 사용되는 곳 관찰하기 - 렌즈가 사용된 경우를 사물, 용도, 렌즈의 종류에 따라 정리하기 - 제시된 사물 외 생활속에서 사용되는 렌즈에 대해 이야기하기 배움전략 3 - VR 기기의 원리에 대해 알아보을까요? - 매직아이나 VR 체험 경험 적은 후 함께 공유하기 - '에베레스트 등반 체험! EVEREST VR' 영상을 보며 간접 체험하기 (http://tv.naver.com/v/1467916)
	과학교과요소	
	III.할 수 있어요	<ul style="list-style-type: none"> 배움전략 4 - 렌즈 발명에 따른 미래 모습을 만화로 그려봅시다. - 렌즈와 관련된 미래의 발명품 상상하기 적어보기 - 혹은 (렌즈가 아니더라도) 현재에 있지만 개선되어 좋아질 것으로 예상되는 물품 적어보기 - 적은 발명품으로 달라질 미래 생활 적어보기 - 발명품 이름을 짓고 간단한 스토리(개요) 짜기 - 발명품으로 인해 달라질 미래의 생활 모습 만화로 그리기
	발명요소	
정리	IV.생각해 보아요	<ul style="list-style-type: none"> 배움전략 5 - 상호 평가 및 자기 반성하기 - 친구가 그린 발명만화의 우수한 점 과 개선할 점을 찾아보기 - 상호평가 결과를 바탕으로 내가 그린 만화나 발명품 수정하기 - 우수 발명 만화 선정하기
	배움 정리하기	

4. 기체의 압력과 관련된 지식 재산권 탐색해보기

도입	I.무엇을 배우나요?	<ul style="list-style-type: none"> 배움전략 1 - 수업시작 주의집중 전시학습과 본시학습 연결 세라의 이야기 및 피구공을 직접 만져보며 배움 문제 발견하기 과학책에 나의 핵심 배움 단어 표시하기 (압력, 부피, 지식재산권, KIPRIS 등) 활동 순서 안내하기
	동기유발 학습주제안내	
전개	II.스스로 익히요	<ul style="list-style-type: none"> 배움전략 5 - 기체에 압력을 가하면 기체의 부피는 어떻게 될까요? - 주사기에 공기와 물을 넣고 피스톤을 눌렀을 때 변화 비교 관찰 - 주사기에 공기와 물을 넣고 피스톤을 눌렀을 때 결과 정리하기 - 주사기 안에서의 변화를 교실에서 직접 몸으로 경험하기
	과학교과요소	
	III.할 수 있어요	<ul style="list-style-type: none"> 배움전략 5 - 기체의 압력과 관련된 지식재산권을 탐색해봅시다. - 지식 재산권의 개념에 대해 알아보기 - 예시 : 지팡이 아이스크림 vs 폴라포 사례 알아보기 - 지식 재산권의 검색방법 알아보기(http://www.kipris.or.kr) 배움전략 6 - 에어로켓과 관련된 지식 재산권 검색하기
	발명요소	- 에어로켓과 관련된 지식재산권을 검색을 통해 조사한 후 정리
정리	IV.생각해 보아요	<ul style="list-style-type: none"> 배움전략 7 - 손잡이 달린 컵라면의 '거절' 이유 공유하기 - '거절'이란 심사과정에서 특허요건(신규성, 비자명성)을 만족하지 못한 경우 심사 통과가 거절되는 것 - 손잡이 달린 컵라면의 '거절' 이유 각자 작성해보기 - 특허권 거절의 이유 공유하며 의견 모으기
	배움 정리하기	

<사례 2 - 단일차시 재구성: 과학더하기 재구성>

단원	1. 온도와 열
성취기준	() - 주위에서 온도가 변하는 물체를 관찰하여 열이 이동하는 예를 들 수 있다. (발명) - 발명 문제 해결 과정에서 확산적 사고 기법을 이해하고 활용한다. (발명) - 생활 속 발명품의 세계를 탐색하고, 생활용품의 발명을 구상할 수 있다.
학습주제	열의 이동을 느껴라! (2)
학습목표	열의 이동과 관련한 생활용품을 구상할 수 있다.
수업 과정	- 슬러시 만들기 활동에서 불편했던 점 찾기 - 오래 시원하게 마실 수 있는 슬러시컵 구상하기 - 아이디어 평가 및 공유하기

일시	2017. 6. 7. (수) 6교시	교과	과학	단원 및 차시	1. 온도와 열
성취기준	(과학) - 온도가 다른 두 물체가 접촉할 때 열은 온도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 이동하며, 시간이 지남에 따라 온도가 같게 됨을 이해한다. (과학) - 주위에서 온도가 변하는 물체를 관찰하여 열이 이동하는 예를 들 수 있다. (발명) - 발명 문제 해결 과정에서 확산적 사고 기법을 이해하고 활용한다. (발명) - 생활 속 발명품의 세계를 탐색하고, 생활용품의 발명을 구상할 수 있다.				
학습주제	열의 이동을 느껴라!				
학습목표	생활 속에서 열의 이동을 설명하고, 관련된 생활용품의 발명을 구상할 수 있다.				
교수학습 자료	주스, 스낵, 얼음, 지퍼백, 종이컵, 숟가락, 4월도화지, 네일판	수업형태	모둠-개인-모둠		
수업지 의도	‘과학을 왜 배우나요?’ 라는 질문은 매년 과학 수업 첫 시간에 학생들에게 하는 질문이다. 적극적으로 배움이 일어나기 위해서는 배워야겠다는 생각과 의지가 전제되어야 한다고 생각하기 때문이다. 하지 말라고 해도 공정한 것은 결국 해보고 나와 직성이 풀리는 아이들을 보면, 왜 배워야 하고 어떻게 쓰이는지 알고 배우는 것이 중요하다는 생각이 든다. 그래서 일단 수업의 재료는 아이들에게 흥미나 호기심을 불러일으킬 수 있는 것이어야 한다. 여기에서 수업의 재료라는 것은 꼭 준비물만을 말하는 것이 아니라 개념, 내용, 소리, 방법 등 수업 중에 사용되는 여러 요소를 일컫는다. 호기심, 개념, 과학적 사고력과 창의적 문제 해결력 등의 과학과의 목표는 아이들이 몰입할 수 있는 환경이 전제된 다음에 교사가 의도를 갖고 구현해 내면 되는 것이다. 이를 구현할 수 있는 소재로는 발명 교육 요소를 집약하여 각 단원의 ‘재미있는 과학’, ‘과학 더하기’를 재구성하여 발명 드로잉 영을 적용하고 있다. 이 차시는 온도와 열 단원 마지막 차시로 열이 이동하는 현상을 직접 경험하고 열의 이동과 관련된 개념을 정리하는 시간이다. 열의 이동 현상을 활용하여 다른 여흥의 시작을 시련하게 해 줄 슬러시를 만들어 보고 슬러시가 만들어진 원리를 이해한다. 또한 간단한 발명 사고기법을 사용하여 온도와 열과 관련한 생활용품을 개선하는 아이디어를 생각해본다.				
학습 단계	학습 내용	배움중심 교수 · 학습 활동	학습 예상 활동	시간 (분)	자료(·) 및 유의점(×)
도입	전시 학습 및 평가 - 1단원에서 무엇을 배웠나요? - 고체, 액체, 기체에서 열이 어떻게 이동하는지 설명해보았습니까? - 생활 속 현상에서 열의 이동을 설명해 봅시다. 학습 문제	[] 배운 내용 확인하기 - 온도의 뜻, 온도에 사용 방법을 배웠습니다. - 고체, 액체, 기체에서 열이 어떻게 이동하는지 설명해보았습니다.	<활동1> 슬러시 만들기 <활동2> 반짝반짝 발명 생각	2	· ppt
정리	학습 정리 - 발명 생각 발표, 공유하기 - 차시 예고 - 3단원 식물의 구조와 기능	<활동1> 슬러시 만들기 <활동2> 반짝반짝 발명 생각	<활동1> 슬러시 만들기 - 지퍼백에 스낵과 얼음, 다른 지퍼백에 주스를 넣은 후 흔든다. - 얼음을 오래 잡지 않는다. - 비닐이 찢어지지 않도록 한다. - 슬러시를 만드는 데 필요한 열의 이동을 방해하지 않도록 한다. <활동2> 반짝반짝 발명 생각 - 슬러시를 먹을 때 불편했던 점? - 슬러시를 천천히 먹으려면? - 발명의 시작? - 발명 기법 알아보기 - 발명 기법을 활용하여 슬러시컵 구상하기	13	· 준비물 안내 시 · 주의사항 확인하기 · 주스의 열이 얼음과 스낵으로 이동해 얼음과 스낵은 녹고 주스는 온도가 낮아져 슬러시가 된다. · 4월도화지 내의 발명 아이디어를 생각할 수 있도록 영을 활용하도록 지도한다. · 발명, 준비물 요소는 발명의 시작, 평가요소로 활용한다.
[] 평가 계획					
평가 내용		구분	평가 기준	평가 방법	
생활 속에서 온도와 열을 이용한 발명품을 개발하고 발전시키려는 마음은 가지는가?		집합	온도와 열을 이용한 구상 활동에서 자신의 아이디어를 내고 발전시키는데 적극적인	관찰평가	
		보통	온도와 열을 이용한 구상 활동에서 자신의 아이디어를 내고 발전시키려고 노력함		
		노력함	온도와 열을 이용한 구상 활동에서 자신의 아이디어를 내는데 소극적임		

발명의 시작?

- 불편했던 점 찾기
- 해결 방법

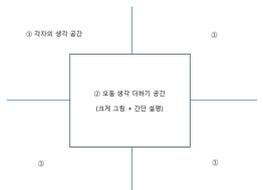


발명의 3요소

- 원리성: 사용/완료가 용이한가?
- 기능성: 그 개념에 맞는 기능인가?
- 상상성: 현실적으로 기능인가?

반짝반짝 발명 생각!

- 더하기
- 빼기
- 크기 바꾸기
- 재료 바꾸기
- 모양 바꾸기
- 색깔 바꾸기
- 구멍 뚫기
- 움직이게 하기
- 모방하기
- 반대로 생각하기
- 다양도로 하기
- 재조합하기



반짝반짝 발명 생각

열의 이동을 느껴라!

5학년 반 반 이름: _____

1. 이례적 상황에서 열이 이동하는 방향을 화살표로 나타내 보시오.
 
2. 에이스크림이 만들어질 과정을 열의 이동으로 설명하여 봅시다.
 
3. 데이기 기법을 활용하여 나만의 에이스크림을 구상해 봅시다.
 

추가한 기능: _____

발명 내용 (명, 그림): _____

<사례 3 - 단원 재구성: 관련 발명품 및 주변 상황으로 학습 소재 변경>

학년	단원	차시	수업주제	발명교육 내용표준
6-1	2. 생물과 환경	6	생물은 환경에 어떻게 적응하며 살아갈까요?	D.4.1. 발명과 생활
		7	우리 생활은 생태계에 어떤 영향을 줄까요?	D.1.2. 발명의 역사
		8	사람들은 생태계를 보전하고 복원하기 위하여 어떤 노력을 하고 있을까요?	D.4.1. 발명과 생활
		9	생태계 복원 계획 세우기	D.3.3. 발명문제해결

주제	비생물적 환경 요인이 생물에게 주는 영향 알아보기			주제	생물이 환경에 적응하는 방법 알아보기		
목표	비생물적 환경 요인이 생물에게 주는 영향을 알 수 있다.			목표	생물이 환경에 적응하는 방법을 알 수 있다.		
배움 열기	동기유발	◆ 물부족 국가의 실태 영상 시청 - 오염된 물로 사람이 고통을 받음 - 물의 중요성 생각하기	5'	배움 열기	동기유발	◆ 생물이 환경에 적응하는 영상 시청 - 다양한 환경에서 적응하는 동물 시청 - 그 동물들의 특징 생각하기	5'
	배움목표확인	비생물적 환경 요인이 생물에게 주는 영향 알아보기	1'		배움목표확인	생물이 환경에 적응하는 방법 알아보기	1'
배움 활동	교과서 익히기	◆ 햇빛과 물이 콩나물의 자람에 미치는 영향 알아보기 - 햇빛의 유무에 따라 콩나물의 자람 비교하기 - 물의 유무에 따라 콩나물의 자람 비교하기	14'	배움 활동	교과서 익히기	◆ 다양한 동물의 특징 알아보기 - 다양한 동물의 특징을 환경과 관련지어 생각하기 - 환경에 따라 다양한 방법으로 적응하는 동물의 예를 찾아보기	12'
	교과서 확대하기	◆ 물이 사람에게 주는 영향 알아보기 - 아프리카 어린이의 고통 느끼기 - 물이 마시지 못하거나 오염된 물을 마셨을 경우 결과 예상하기 - 'Life Straw' 알아보기 - '생명의 빨대', 이름의 의미 알아보기 - 'Life Straw' 체험하기	10'		교과서 확대하기	◆ 사람이 환경에 적용한 사례 찾기 - 더운 여름을 이겨내기 위해 발명한 도구 알아보 기 (족부인, 선풍기, 에어컨) - 추운 겨울을 이겨내기 위해 발명한 도구 알아보 기 (한복, 손풍기, 전기장판) - 미세 먼지를 이겨내기 위해 발명한 도구 알아보 기 (마스크, 산소통, 보안경)	7'
	발명교육 접목하기	◆ 적정기술 알아보기 - 적정기술의 의미 알아보기 - 여러 가지 적정기술의 예 알아보기 (Q-Drum, Help Desk, 태양광집열판가방, 자라나는 신발, 헝지계 등) ◆ 발명과 적정기술의 필요성 알아보기 - 발명의 필요성 생각하기 - 적정기술의 중요성 생각하기	8'		발명교육 접목하기	◆ 더하기 기법으로 발명 아이디어 내기 - 더하기 기법 알아보기 - 교실 및 가정에서 더 나은 삶을 위한 발명 아이 디어 생각하기	13'
배움 정리	정리하기	◆ Life Straw 체험 소감 말하기	1'	배움 정리	정리하기	◆ 아이디어 공유하고 평가하기	1'
	과제 제시 및 차시예고	◆ 차시예고하기 - 생물은 환경에 어떻게 적응할까?	1'		과제 제시 및 차시예고	◆ 차시예고하기 - 우리 생활은 생태계에 어떤 영향을 줄까요?	1'

주제	우리 생활이 생태계에 어떤 영향을 주는지 알아보기			주제	생태계를 복원하기 위한 복원계획 세우기			
목표	우리 생활이 생태계에 어떤 영향을 주는지 알 수 있다.			목표	생태계를 복원하기 위한 복원계획을 세울 수 있다.			
배움 열기	동기유발	◆ 하천에서 살던 물고기가 죽은 까닭 - 환경오염 동영상 시청 - 물고기가 죽은 이유 생각하기	5'	배움 열기	과정	배움 요소	배움중심수업 활동	시 간 (분)
	배움목표확인	우리 생활이 생태계에 어떤 영향을 주는지 알아보기	1'		배움 열기	동기유발	◆ 우리 학교 연못의 상태 파악하기 - 우리 학교 연못의 오염정도 알아보기	3'
배움 활동	교과서 익히기	◆ 무서 발아 확인하기 - 합성세계와 높은 황산이 무서 발아에 주는 영향 알아보기 - 환경오염의 결과 예상하기 ◆ 사람들의 생활이 생태계에 미치는 영향 알아보기 - 환경오염의 원인 알아보기 - 생태계 파괴 알아보기	12'	배움 활동	배움목표확인	생태계를 복원하기 위한 복원계획 세우기	1'	
	교과서 확대하기	◆ 우리 학교에서 발생하는 환경오염 찾기 - 우리 학교에서 발생하는 쓰레기 생각하기 - 가장 많은 우유갑의 활용방법 알아보기 (우유갑은 대부분 재활용)	5'		교과서 익히기	◆ 생태계 복원 방안 조사하기 - 생태계 복원 사례 알아보기 - 생태계를 복원해야하는 까닭 생각나누기	6'	
	발명교육 접목하기	◆ '업사이클링(up-cycling)'으로 아이디어 내기 - '업사이클링'에 대해 알아보기 - 우유갑을 활용한 '업사이클링' 아이디어 내기(화분)	15'		교과서 확대하기	◆ 학교 연못의 생태계를 복원하기 - 학교 연못의 오염원인 생각하기 - 많은 부유물을 해결하기 위한 방법 알 아보기 - '물채'를 활용한 부유물 제거 해보기	15'	
배움 정리	정리하기	◆ 아이디어 공유하고 평가하기	1'	배움 정리	발명교육 접목하기	◆ 새로운 '물채' 아이디어 내기 - 기존 '물채'의 불편한 점 이야기하기 - 기존 '물채'를 개선할 수 있는 아이디어 내기	13'	
	과제 제시 및 차시예고	◆ 차시예고하기 - 사람들은 생태계를 보전하고 복원하기 위하여 어떤 노력을 하고 있을까요?	1'		정리하기	◆ 아이디어 공유하고 평가하기	1'	
					과제 제시 및 차시예고	◆ 차시예고하기 - 사람들은 생태계를 보전하고 복원하기 위하여 어떤 노력을 하고 있을까요?	1'	

<사례 4 - 단원 재구성: 발명 기법을 적용한 발명품 만들기>

수업 전			본 수업			수업 후	
교재 분석	학생 분석	교사 점검	교과서 활동	발명 활동	수업 정리	학생	교사
내용 및 관련 교육 프로그램 방법	발명 프로젝트 연계	수업 관련 경험의 파악	교과서 학습내용 진행	관련 발명 교육 진행	교과서 내용과 발명을 연계한 정리 활동하기	발명수업내용과 관련된 과제나 활동하기	수업산출물 정리와 필요한 경우 심화활동 제시

구분	학습활동과정
1차시 (더하기 기법)	<p><수업 주안점 : 발명에 대한 관심 자극></p> <ul style="list-style-type: none"> - 도입 : 양치기 소년 이야기 듣기, 양과 늑대와 같이 서로 친구로 지내기 어려운 동물들 짝짓기 놀이하기 - 전개 : (과학교육)생태계 내 생물의 관계(먹이사슬, 그물, 피라미드)학습하기, 과학이야기(공생관계) 살펴보기 (발명교육) 더하기 기법 관련 발명품(상품)을 분석하기(빨간면장갑, 포스트잇, 일회용밴드, 지우개달린 연필, 필기도구 등) 더하기 기법 정리하기 -정리 : 과학공부와 발명의 관계에 대해 의견 나누기 <p>(과학교과서 60~63쪽)</p>
2차시 (더하기 기법 활용)	<p><수업 주안점 : 발명에 대한 호감 형성></p> <ul style="list-style-type: none"> - 도입 : 힐리스(바퀴달린 운동화) 관찰하며 더하기 발명기법 확인하며 힐리스의 장점과 단점 찾아보기 - 전개 : (함께 더하기 발명하기) 학생별 4개 쪽지에 각각 물건 1개 적고 나누어 담아 추천함 준비→바구니에서 하나씩 뽑기→쪽지에 적힌 물건을 제시하고 더하기 발명 아이디어 브레인스토밍하기 반복 (더하기 기법으로 각자 발명하기) 학습지에 기록하고 발표하며 무비판 및 무조건 수용의 태도로 발명 격려하기 -정리 : 학생의 발명 아이디어를 확인하며 칭찬 활동
3차시 (폐품 활용하기 기법)	<p><수업 주안점 : 발명의 중요성과 가치 알기></p> <ul style="list-style-type: none"> - 도입 : 업사이클링 제품들을 검색하여 함께 보며 생태계 보전에 어떤 도움을 줄 수 있는지 생각하기 - 전개 : (과학교육) 생태계 파괴를 막기 위한 보전과 복원 방안 검색하기, 우리의 실전 방법 찾기 (발명교육) 폐품 이용하기 발명기법으로 간단한 업사이클링 제품 만들기(스마트폰대, 책상 위 필기도구대 등), 업사이클링 제품 아이디어 함께 브레인스토밍하기 -정리 : 발명을 통한 생태계보전에 대해 생각 나누기 <p>(과학교과서 70~71쪽)</p>
4차시 (지식재산권의 이해)	<p><수업 주안점 : 지식재산권 존중하는 태도 갖기></p> <ul style="list-style-type: none"> - 도입 : 빼빼로와 포키간의 갈등 사례 알아보고 그 이유를 함께 생각해보기 - 전개 : (과학교육) 다양한 제품에 표시를 살펴보고 환경표지 의미와 중요성 알기, 환경표지 표시조건과 관련 규제의 필요성 생각하기 (발명교육) 스마트폰(갤럭시, 아이폰)로 지식재산권 이해하고 kipris 서비스 이용하며 발명품 관련 특허 사례 확인하기 -정리 : 지식재산권 존중, 준수에 대한 생각 나누기 <p>(과학교과서 72~73쪽)</p>

Ⅲ. 및 논의

1. 과학발명프로그램 적용 시 유의사항

가. 발명교육을 이해하고 있는가?

발명에 대한 이해와 발명교육의 목표를 인지하는 것이 중요하다.

(1) 발명에 대한 이해

(가) 발명은 과학적 원리를 기반으로 하여 실생활에 필요한 물건을 만들어 내거나 방법을 개선하는 것이다.

(나) 꼭 발명품을 만들어 내지 않아도 다양한 사고기법을 통해 아이디어를 창출해내는 것도 발명이다.

(2) 과학과 발명의 차이

(가) 과학은 원리를 이해하기 위해 다양한 방법의 실험과 활동을 진행한다.

(나) 발명은 과학적 원리를 바탕으로 실생활 문제해결을 목적으로 둔다.

(다) 과학에서의 실생활 문제해결은 원리를 이해하고, 과학적 사고를 함양하기 위한 도구이다.

나. 재미있는 과학 활동으로만 그치는 것이 아닌가? 재미있는 과학 활동을 넘어서 발명을 경험하고 체험할 수 있어야 한다.

(1) 과학교과에서 다루어지는 융합인재교육(STEAM)과의 차이

(가) STEAM교육에서는 과학 외의 다양한 학문을 활용가능하다.

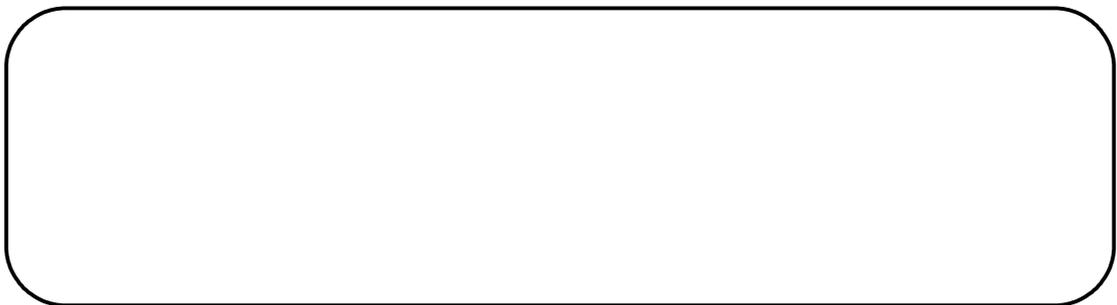
(나) STEAM교육과 같은 소재라도 다양한 발명기법, 아이디어 산출기법 등을 활용하여 보다 실용적이고 직접적인 산출을 통한 발명학습이 필요하다.

(2) 과학실험과 발명활동의 차이

(가) 과학실험은 과학 원리를 확인하고 증명하기 것이고, 발명활동은 기지의 과학적 사실을 바탕으로 새로운 것을 창출하거나 개선방법을 고민하는 실용적인 활동이다.

(나) 과학교과를 연계한 내용에 발명요소가 드러나지 않는다면 확장된 과학수업에 불과하다.

2. 더 나아가기



다. 실험준비물 사진자료



블루투스 송수신 모듈, MP3플레이어 기능(Micro SD지원), FM라디오 튜너 기능
(크기: 500mm×400mm, 입력전압: 5V_USB전압, 마이크로5핀)



스테인리스 받드(뚜껑포함)



컴퓨터 스피커



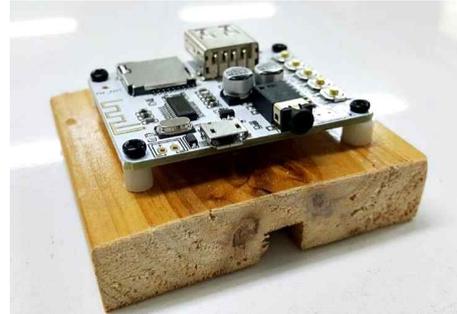
USB직류전원장치 2구 (스마트폰 충전용)



스마트폰 충전케이블(마이크로5핀)

라. [선택사항] 모듈을 나무판에 붙이기와 같은 오디오 시스템 만들기

□ 이 블루투스 모듈은 PCB회로기판이기 때문에 완성품이 아니므로 나무에 부착시키면 이런 모습으로도 제작이 가능하며 PC스피커와 모듈을 나무에 부착시켜서 나만의 멋진 블루투스 오디오시스템을 스케치하고 설계하여 제작할 수도 있습니다.



마. 교수학습활동의 예시

전파의 특성과 전파의 송수신을 이해할 수 있는 탐구학습용 활동지 구성에 도움을 드리고자 수업 예시 사례를 소개해 드립니다.

스마트폰을 알루미늄 포일로 1겹만 감싸면 블루투스 모듈과 통신이 된다. 하지만 알루미늄 포일 보다 더 두꺼운 금속으로 스마트폰을 감싸면 전파의 신호가 급격히 낮아지거나 전파가 차단된다. 왜냐하면 전파는 금속을 만났을 때 표면에서 반사를 일으키기 때문이다. 그래서 스마트폰을 조리용 받드나 냄비 속에 넣고 모듈과 폰을 페어링 하면 음악이 잘 안 들리거나 끊겨서 재생된다. 스마트폰을 넣은 냄비를 모듈에 가까이 가져가면 음악이 재생되지만 냄비를 모듈로부터 멀리 떨어뜨리게 되면 음악이 재생되지 않는다. 이러한 특성을 바탕으로 다양한 실험탐구 및 발문이 가능하다. 아래는 활동의 예시이며 단순 발문으로 하거나 아니면 모둠활동지의 질문으로 넣을 수도 있다.

1) 냄비 뚜껑 열고 닫기 실험

스마트폰과 블루투스 모듈을 페어링하여 MP3파일 음악을 재생한다.(스트리밍 음악재생 아님) 이제 스마트폰을 넣은 냄비(받드)에서 스마트폰 재생기로 MP3파일을 재생한다. 냄비의 뚜껑을 닫은 뒤 전파가 미약하게 방출되고 있을 때, 스피커에서 음악이 겨우 겨우 나오게 된다. 즉 음악이 나오다가 끊기는 지점을 찾는다. 그 장소에서 냄비의 뚜껑을 열자 음악이 다시 나온다. 이 현상을 통해서 우리는 무엇을 알 수 있을까?

[예상되는 대답]

전파가 나갈 수 있는 길이 생겼다. 금속(쇠)은 전파가 나오지 못하게 하는 성질이 있다.

전파는 냄비를 통과하기 어려운데 뚜껑을 열어서 전파가 나올 수 있었다.

냄비가 전파를 막았는데 뚜껑을 여니까 전파를 막지 않았기에 음악이 나온다.

(해설: 블루투스 전파는 매우 약하다. 그렇기 때문에 근거리에서만 통신이 가능하다)

2) 냄비 뚜껑 닫기 실험

스마트폰과 블루투스 모듈을 페어링하여 스트리밍 음악을 재생한다. 스마트폰을 넣은 냄비(반드)에서 멜론이나 유튜브와 같은 스트리밍서비스로 음악을 재생한다. 냄비의 뚜껑을 닫는다. 여전히 음악이 나온다. 이것을 통해서 우리는 무엇을 알 수 있을까?

[예상되는 대답]

기지국에서 스마트 폰으로 오는 음악전파가 냄비에서는 통과할 수 있다.

3) 냄비 뚜껑 닫고 조금씩 멀리, 조금씩 가까이하는 실험

스마트폰과 블루투스 모듈을 페어링하여 MP3파일 음악을 재생한다.(스트리밍 음악재생 아님) 이제 스마트폰을 넣은 냄비(반드)에서 스마트폰 재생기로 MP3파일을 재생한다. 냄비의 뚜껑을 닫은 뒤 전파가 미약하게 방출되고 있을 때, 스피커에서 음악이 겨우 겨우 나오게 된다. 조금 더 멀리하면 음악은 나오지 않는다. 반대로 블루투스 모듈을 향해 가까이 가면 음악이 다시 나오게 된다. 이 현상을 통해서 우리는 무엇을 알 수 있을까?

[예상되는 대답]

전파는 멀어질수록 전파의 세기가 약해진다. (왜 그런지에 대해서는 (5)실험을 마친 뒤에 학생들에게 연못에서 넓게 퍼지는 수면파의 그림과 전파가 퍼져나가는 그림을 일치시키도록 유도할 수 있다.)

4) 스마트폰 물속에 담그기 실험

- ㄱ. 블루투스 모듈을 페어링하여 MP3 음악을 재생한다. 스마트폰을 지퍼백을 이용하여 이중으로 감싼 뒤 수조에 넣는다. 블루투스와의 연결이 끊어진다. 이것을 통해 무엇을 할 수 있는가?

[예상되는 대답]

물속에서는 블루투스 전파가 송신되지 않는다. 블루투스 전파가 나가지 못한다. 블루투스 전파는 물을 통과하지 못한다. (해설: 스마트폰에서 방출되는 블루투스 전파는 매우 약하다, 그렇기 때문에 근거리에서만 통신이 가능하다)

- ㄴ. 스트리밍 음악(또는 동영상)이 나오고 있는 스마트폰을 2중 지퍼백에 담아 물속에 넣는다. 음악이 계속 나오는지 혹은 동영상이 계속 재생되는지 관찰한다. 여전히 음악과 동영상은 재생된다. 이것을 통해서 무엇을 알 수 있는가?

[예상되는 대답]

수심이 아주 깊지 않는 물속에서는 기지국에서 스마트폰으로 오는 전파가 수신된다.

5) 스마트폰을 넣은 냄비를 제자리에서 돌리기(스핀) 실험

ㄱ. 스마트폰과 블루투스 모듈을 페어링하여 MP3파일 음악을 재생한다.(스트리밍 음악재생 아님)
이제 스마트폰을 넣은 냄비(반드)에서 스마트폰 재생기로 MP3파일을 재생한다. 냄비의 뚜껑을 닫은 뒤에도 전파가 미약하게 방출되고 있을 때, 스피커에서는 음악이 나오게 된다. 이제 냄비를 조심스럽게 천천히 스핀(자전)을 시켜본다. 여전히 음악은 흘러나온다. 이 현상을 통해서 우리는 무엇을 알 수 있을까?

[예상되는 대답]

스마트폰에서 발생한 전파는 사방으로 퍼져나갈 것이다. 스마트폰의 블루투스 송신전파는 모든 방향으로 퍼진다.

ㄴ. 이처럼 우리 주변에서 사방으로 퍼져나가는 현상 혹은 사물에는 무엇이 있을지 있는 대로 말해보자. 반대로 사방으로 뻗지 않고 한 방향으로만 직진하는 현상에는 무엇이 있을까?

[예상되는 대답] 주로 빛과 관련된 대답과 파동이 많다. 이 처럼 파동은 사방으로 퍼지는 에너지의 한 형태이다. 빛에너지, 소리에너지 등

햇빛, 형광등, 백열전구, LED전구, 음파, 지진파, 라디오전파 등 매우 많다.
한 방향으로만 직진하는 것 : 레이저, 지향성 음파발생기

6) 스마트폰을 출입문 밖에 놓는 실험

ㄱ. 스마트폰과 블루투스 모듈을 페어링하여 MP3파일 음악을 재생한다.(스트리밍 음악재생 아님)
이제 스마트폰을 가지고 멀리 가본다. 교실이나 실험실 문밖으로 나갔을 때 음악이 약해지기 시작하지만 음악은 여전히 흘러나온다. 그런데 스마트폰이 나무문 바로 밖에 있을 때와 시멘트(콘크리트) 뒤에 있을 때 음악이 끊기는 정도가 다르다. 어느 때 음악이 끊기는가? 콘크리트 일 때 이다. 이 현상으로 우리는 무엇을 알 수 있는가?

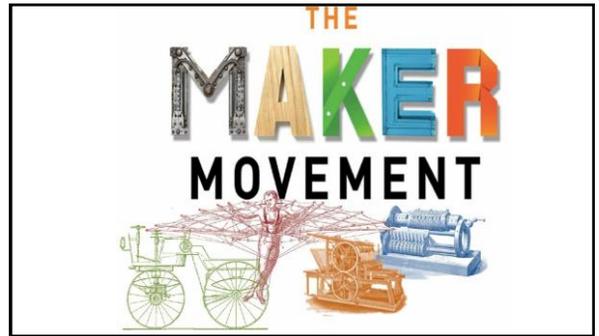
[예상되는 대답]

블루투스 송신 전파는 나무는 잘 통과하나 시멘트나 콘크리트 통과하지 못한다. 이 처럼 서로 다른 매질에서 전파의 통과 유무를 확인하는 탐구 시험을 구상해 볼 수도 있다.

■ 문의 및 오류는 이메일을 보내주세요.

31709182@daum.net, tayo@korea.kr

과학에 반한 사람들(과반사, 안산과학실험교육연구회), 경안고 자연과학부장



WHAT

3D프린터
무엇에 쓰는 물건인가?



2D
Paper

3D
Plastic



2D



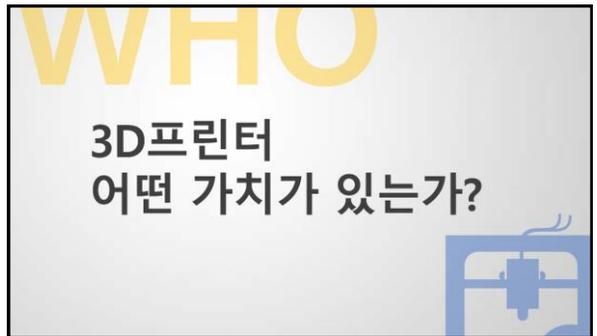
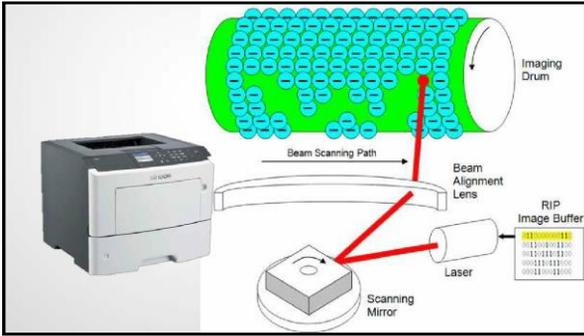
3D



HOW

3D프린터
어떻게 작동하는가?





초콜릿도 혈관도 비행기도... '3D 프린터로 찍어낸다'

"20세기 대량생산 방식 대체하는 제조업 혁명"
 고분자물질·금속 가루를 일크리침 후에 제형 완성 후인기 7일만에 제작 가능
 20년차 가정서 사용 헤어네고 수술실서 뼈·혈관 바로 이식

인공 혈관 만드는 3D 프린팅의 힘

1. 인공 대안 고안
 2. 3D 모델링
 3. 3D 프린팅
 4. 인체 삽입

인공 대안 고안 시
 필요를 고려한 구조로
 방향성을 부여

3D 모델링
 방향성 고려하여
 인공 대안용 제작

인공 대안 삽입
 인공 대안용
 인공 대안용

3D 프린팅
 인공 대안용
 인공 대안용

세포 뽑아내
 뼈 만들기도
 피부·근육 만드는 연구중

HELP ONE HELP MANY
 After we build One's a few, One's come along with us to build more for other people in need.

3D프린터를 통해
 저렴하게 의수를 제작할 수 있었고
 많은 사람들에게 희망을
 선포할 수 있게 되었다.

1

모두를 위한
 3D휴대용 **촉지도**

점자안내판

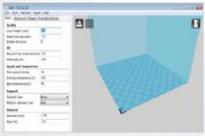
기존의 입체 안내도를 개선하여
 휴대용 3D촉지도를 출력하다.

3D 모델링으로 촉지도를 출력하다.

<3D 모델링> → <3D 프린팅>

- 정밀도가 높은 설계 프로그램은 **유료 프로그램**이다.
- 촉지도를 3D 모델링으로 설계할 수 있는 **전문가** 필요

평면 이미지를 자동으로 3D 변환하다.



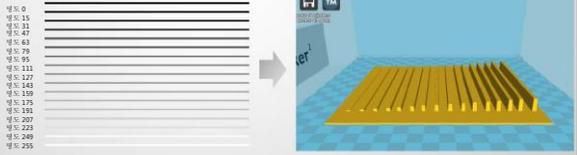
- 오픈소스 SW 활용 (CURA)
- 명암을 인식하여 두께전환
- 평면 이미지를 3D 로 자동변환

• 기존의 평면도를 자동으로 3D 모델링으로 변환하여 **촉지도** 출력가능

• 휴대용 촉지도 개발을 위한 **최적의 SW** 로 선택

평면 이미지를 자동으로 3D 변환하다.

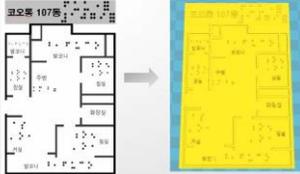
• 명암에 따른 촉지도 높이 변환



명도 0
명도 15
명도 31
명도 47
명도 63
명도 79
명도 95
명도 111
명도 127
명도 143
명도 159
명도 175
명도 191
명도 207
명도 223
명도 239
명도 255

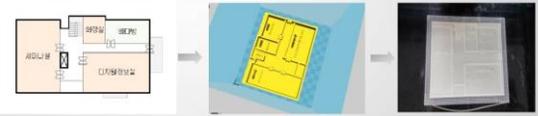
우리집 촉지도만들기

• 아파트의 내부평면도를 촉지도 제작



도서관 촉지도만들기

• 지역도서관의 평면도를 3D 촉지도로 전환하여 제작



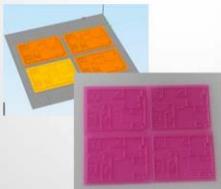
사용자 경험 (UX) 을 추가하다.

• 남양주 시각장애인 협회장님과의 만남



- 건물내부에서 **목표에만 집중**
- 촉지도내 **적층 높이** 의 차이가 필요
- 선명하지 못한 **점자** 는 오히려 방해
- 안내 **유도선** 의 필요

휴대용 3D 촉지도



- 휴대하면서 원하는 곳으로 이동
 - ▣ 이동권 확대
- 재난상황에서 비장애인활용
 - ▣ 모두를 위한 디자인
- 3D 프린터로 저비용 대량생산
 - ▣ 환경변화에 신속한 대응





CEO 프로젝트 총괄 및 진행, PT 발표

엔지니어 CAD 모델링, 풍동테스트, 3D 프린팅

디자이너 로고 및 컨셉카 디자인, 후가공, 페인팅

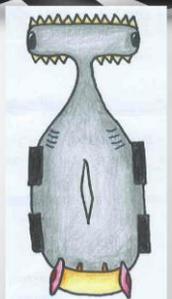
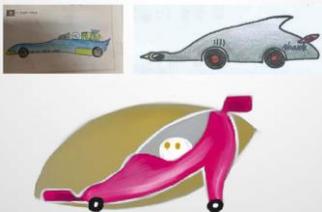
마케터 파트너관리, 마케팅 (펀딩)

LOGO



Justice

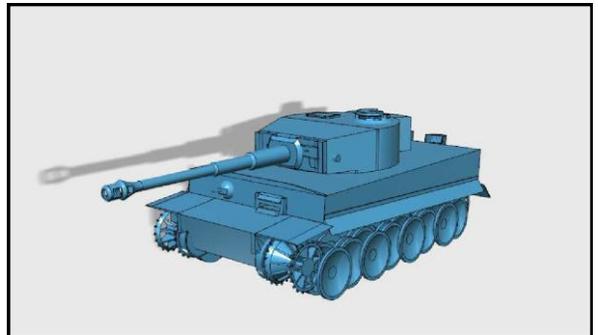
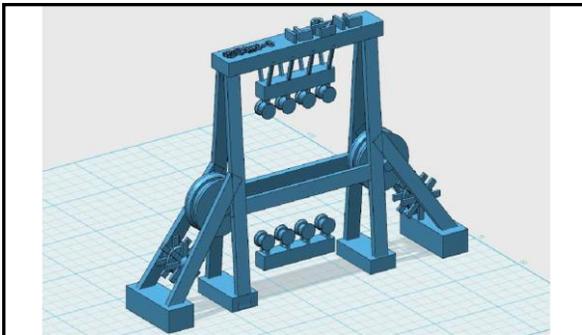
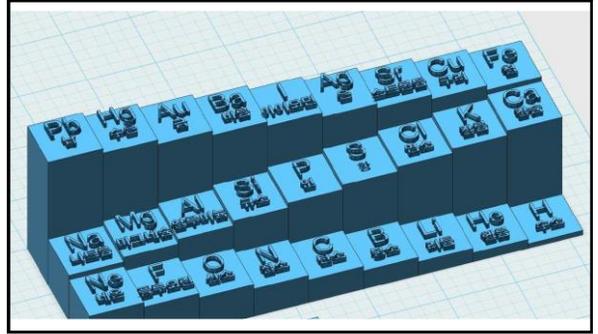
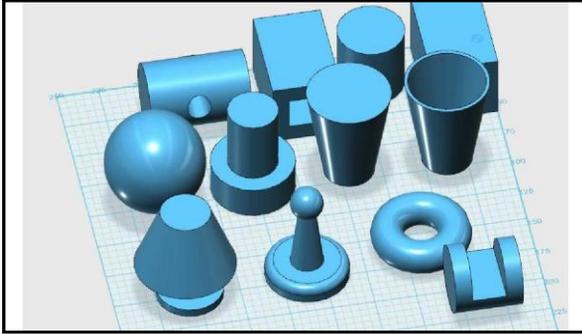
CONCEPT



5~6 차시 (2H)

창의디자인



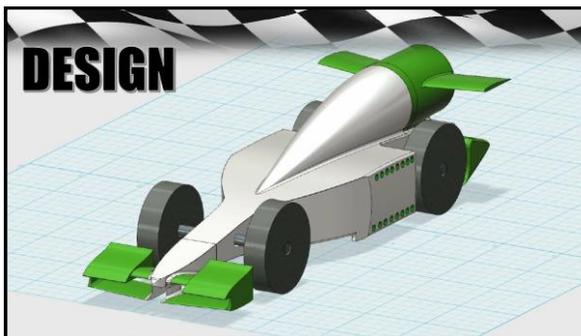
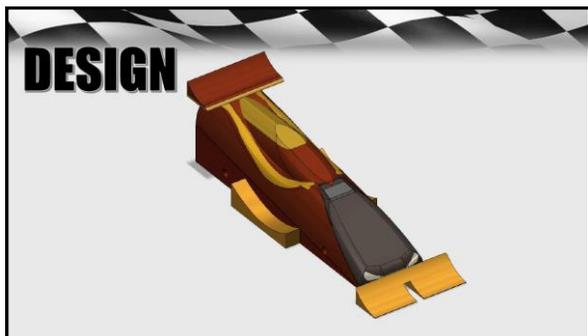
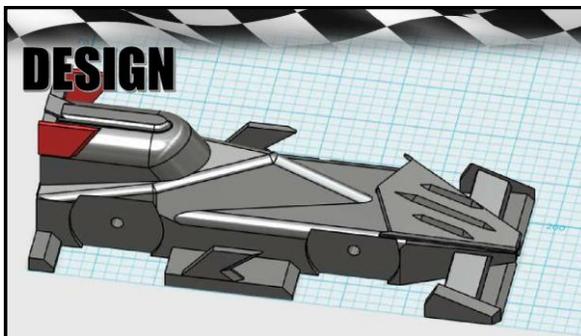
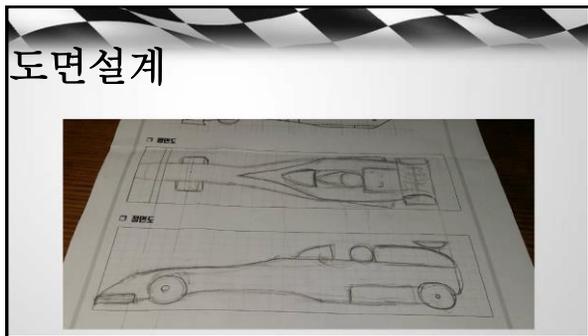


 **3D CAD 수업 일반화 방안**

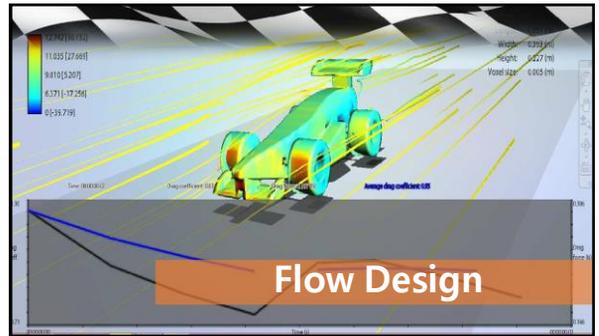
- 무료 (공개) CAD SW 활용
- 저사양 컴퓨터에서 구동가능 (윈도우 7)
- 3D 모델링 활용 매뉴얼 개발 (창의재단, 교육부)
- 시판되는 도서 및 유튜브 오픈소스 교육 활용
- 교육기부 및 커뮤니티 활용 역량증진

 7~8 차시 (2H)  F1 드림카

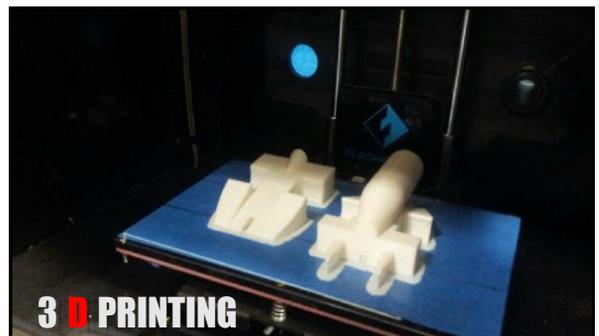


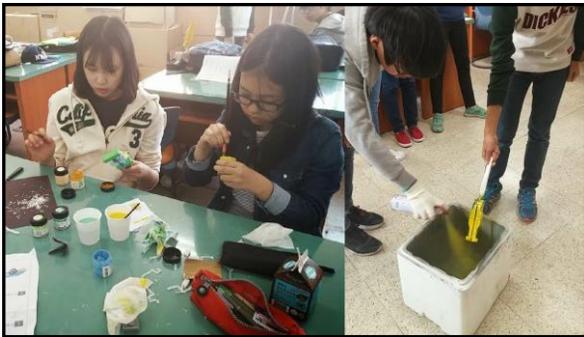
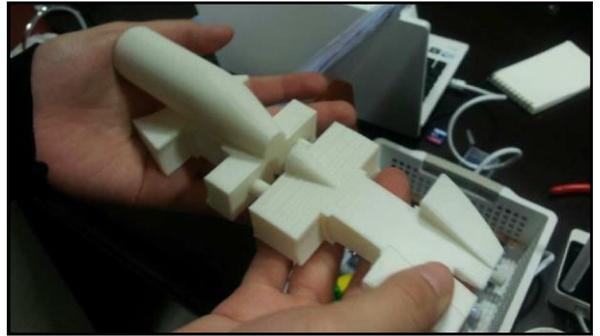
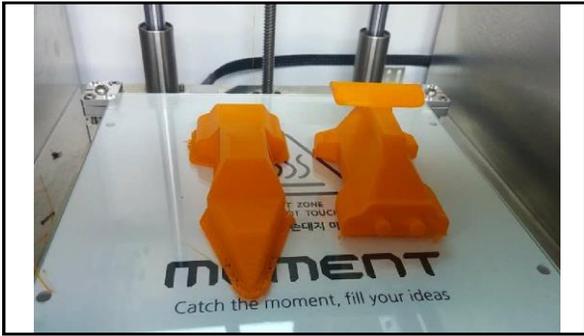


9~10 차시 (2H) 풍동테스트

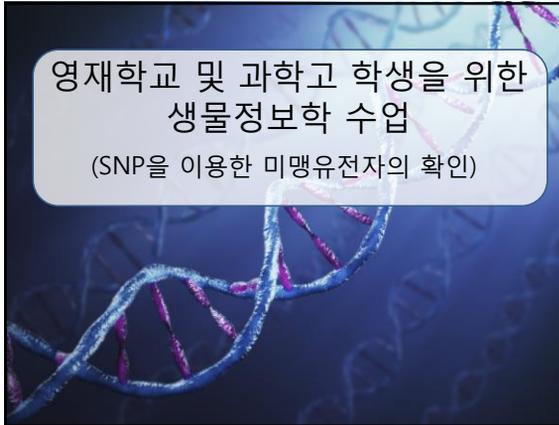


11~14 차시 (4H) 3D 프린터









SNP(단일염기다형성)-1

- SNPs(snips) : DNA 염기 서열 비교 시 같은 위치에서 염기 차이가 1% 이상 발견될 경우
- 1,000개 염기당 1개 꼴로 나타남.
- SNP occurs at a single base-pair location(C/T)

SNP(단일염기다형성)-2

- **Type**
 - Non-coding region
 - Coding region : synonymous and nonsynonymous SNPs
 - Non-coding region에 SNP가 훨씬 많이 분포되어 있음.
- **역할**
 - 키, 피부색 등 신체적 외모 결정
 - **질병에 대한 감수성의 차이**
 - **특정 약물 치료에 대한 반응의 차이**
 - 유전적 근접성을 알려주는 지표 역할
- 예 : 겸형적혈구빈혈증, 낭포성섬유증, PTC 미맹

맞춤의학

SNPedia

SNPedia is a web investigating human genetics. We share information about the effects of variations in DNA, citing peer-reviewed scientific publications. It is used by Protonet to create a personal report linking your DNA variations to the information published about them. Please see the SNPediaFAQ for answers to common questions.

Help!

- look at the example (1/2/3)
- learn more about SNPs
- browse
 - genes
 - proteins
 - medicines
 - medical conditions
 - topics

Popular

- rs15775 in the oxytocin receptor influences social behavior and personality
- rs1815739 muscle performance

맞춤의학(personalized medicine)

개인들을 특정 질병이나 특정 치료에 대한 반응에 관한 감수성(susceptibility)이 다른 하위집단으로 분류하여 각 환자의 개별적 특성에 맞춘 의료 치료를 제공하는 것

미국 과학기술자문위원회

질병의 예방, 진단, 치료에 관한 의사결정을 내리는 도구로 개인들의 개별적인 유전적 프로필을 사용하는 세로이 부상하는 의학적 실천

미국 국립기술연구소

미각의 형성

PTC(phenylthiocarbamide) 미맹-1

PhenylthioCarbamide

- TAS2R38
 - PTC 수용체를 암호화하는 유전자
- 유전방식
 - 1쌍의 대립유전자에 의해 결정
 - 우열관계 : T(ptc미각) > t(ptc미맹)
- 유전자형-표현형
 - TT : ptc 대한 쓴맛을 강하게 느낌
 - Tt : ptc 대한 쓴맛을 약하게 느낌
 - tt : ptc 대한 쓴맛을 느끼지 못함

Taste cell: "I don't taste anything!" (NON-TASTER), "This tastes bitter!" (TASTER), "This tastes REALLY bitter!!!!" (SUPERTASTER)

Polymorphism in the TAS2R38 gene

- Polymorphisms in the **TAS2R38** gene form the basis for the ability to taste bitterness in certain foods. The three SNPs in the gene that have been identified as indicative of the main haplotypes, are:

Nucleotide Position	TASTER		NONTASTER	
	Codon	Amino Acid	Codon	Amino Acid
145	CCA	proline	GCA	alanine
785	GCT	alanine	GTT	valine
886	GTC	valine	ATC	isoleucine

생물정보학(Bioinformatics)

생명과학의 발달과 정보기술의 발달은 관련성이 없어 보이는 여러 분야의 빅데이터들을 축적시키고 있다. 어떻게 이러한 자료들에 접근하고 분석할 수 있을까?

SNPs을 활용한 생물정보학 수업 프로그램 흐름도

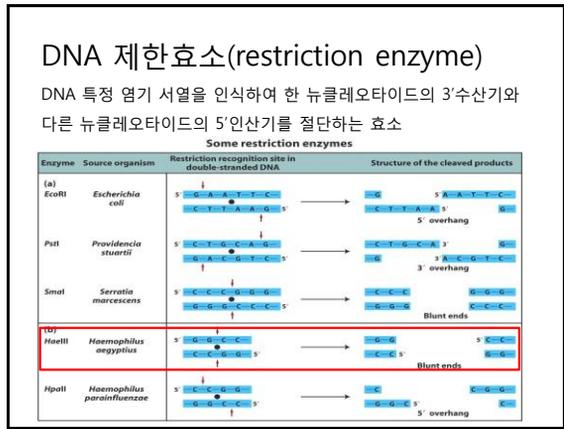
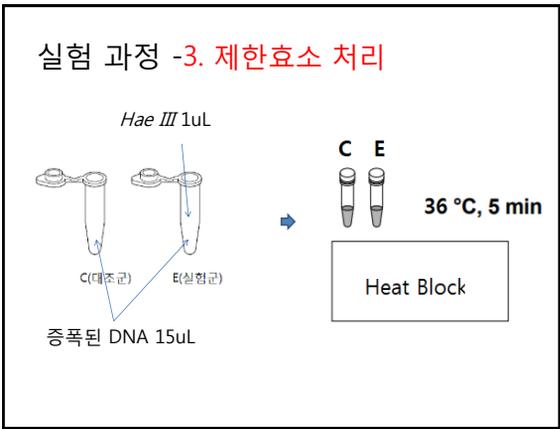
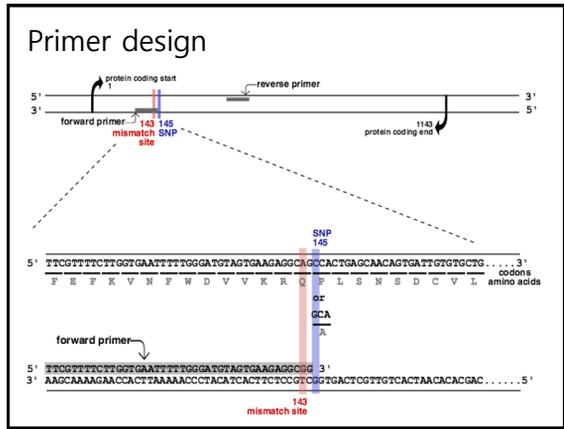
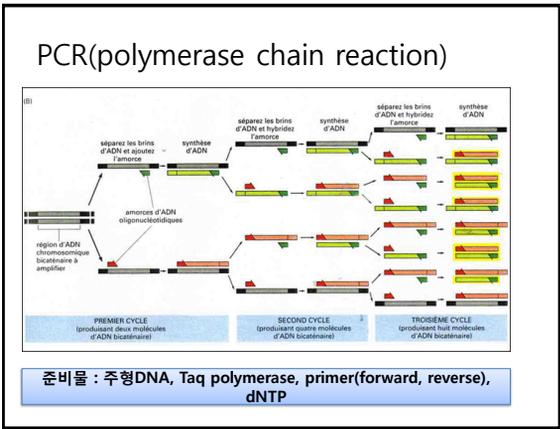
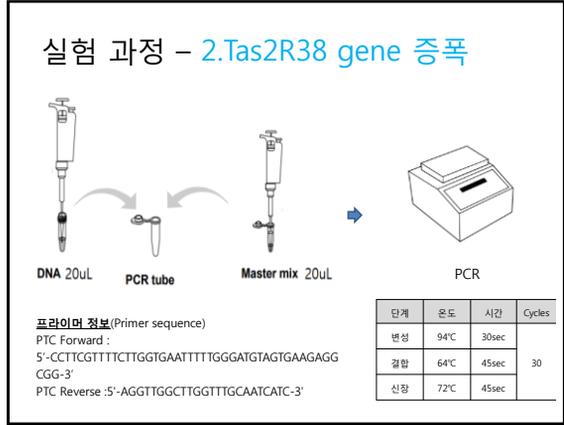
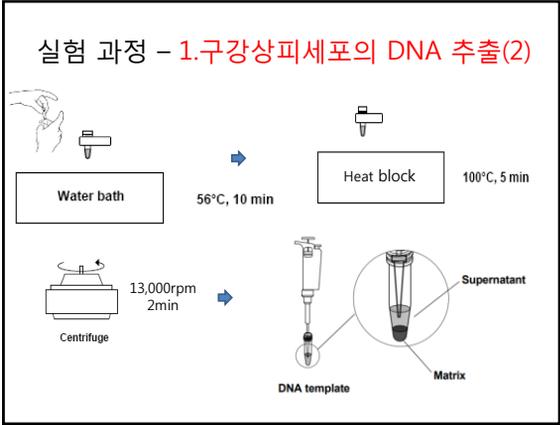
- 1~2
 - 맛omics학과 SNP의 개념에 대한 소개
 - 구강상피세포로부터 DNA 추출과 PCR을 이용한 DNA 증폭
- 3~4
 - 제한효소 처리와 DNA 전기영동을 이용한 PCR 산물 분석
- 5~6
 - 생물정보학 소개 및 BLAST를 이용한 미맹유전자의 분석
 - Taster, non Taster 서열 차이 확인 프로그램 작성

탐구 목표

- SNPs에 대해 설명할 수 있으며 이와 연관지어 맛omics학을 이해할 수 있다.
- PCR의 원리를 알고 실험방법을 설명할 수 있다.
- 올바른 제한효소의 사용과 DNA 전기영동을 수행할 수 있다.
- 유전체 정보를 바탕으로 한 생물정보학의 연구 방법을 이해할 수 있다.

실험 과정 - 1. 구강상피세포의 DNA 추출(1)

생리식염수 → 1mL → Centrifuge → 200uL



PCR and Restriction enzyme의 작용

PCR Products

	Taster (TT) 221 bp	Taster (Tt) 221 bp	Non-Taster (tt) 221 bp
Allele 1	—GGCGGC C CACT—	—GGCGGC C CACT—	—GGCGGC G CACT—
Allele 2	—GGCGGC C CACT—	—GGCGGC G CACT—	—GGCGGC C CACT—

HaeIII Restriction Digestion (GGCC) Products

	Taster (TT) 44 bp and 177 bp	Taster (Tt) 44 bp, 177 bp and 221 bp	Non-Taster (tt) 221 bp
Allele 1	—GGCGG C CACT—	—GGCGG C CACT—	—GGCGGC C CACT—
Allele 2	—GGCGG C CACT—	—GGCGGC C CACT—	—GGCGGC C CACT—

실험 과정 -4. 전기영동 실시

DNA 로딩스타트 1 μ L

C E

전기 영동(electrophoresis)의 원리

Mixture of DNA molecules of different sizes

Power source

Cathode Anode

Gel

DNA 이동속도 결정요인

- 분자량
- Gel 농도
- DNA의 구조(마찰력)
- 전압
- ETBR : 이동속도 15% 감소
- 완충용액의 성분과 이온강도

1

2

Longer molecules

Shorter molecules

DNA 제한효소(restriction enzyme)

TAS2R38 Bitter Taste Receptor

CHROMOSOME 7

LEFT PRIMER PTC GENE(1002 bp) RIGHT PRIMER

Apply by PCR

NONTASTER (tt) OR TASTER (TT)

PCR PRODUCT (221 bp) PCR PRODUCT (221 bp)

Digest with HaeIII Restriction Enzyme (Recognition sequence GGCC)

GGCGGC**C**CACT 221 bp FRAGMENT GGCGG**C**CACT 44 bp FRAGMENT 177 bp FRAGMENT

Gel electrophoresis

221 bp FRAGMENT 177 bp FRAGMENT 44 bp FRAGMENT

유전자 형에 따른 전기영동 결과를 예측해보자.

PTC 스트립을 이용해 미맹 여부 확인

	PTC 미각자		PTC 미맹	계
	강하게 느낌	약하게 느낌		
인원				명
비율				100%

Result

Tt TT

TT tt

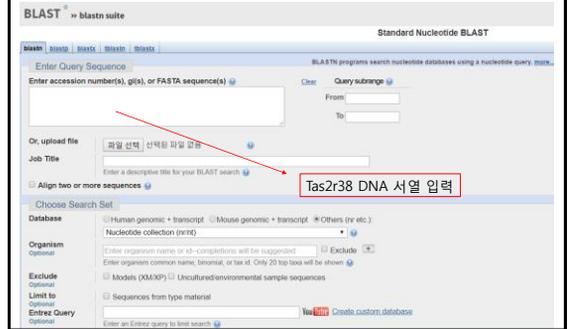
실험 과정 -6. BLAST를 이용하여 유사서열 찾기

- Nucleotide blast : 염기서열간의 비교
- protein blast : 단백질서열간의 비교
- blastx: 입력한 염기서열을 6개의 틀로 변환 후 단백질서열 DB와 비교
- tblastn: 입력한 단백질 서열과 염기서열 DB를 6개의 틀로 변환 후 비교한다.



실험 과정 -6. BLAST를 이용하여 유사서열 찾기

- nucleotide blast를 클릭



실험 과정 -6. BLAST를 이용하여 유사서열 찾기

- PTC 미맹과 미각자의 유전자는 차이가 있는지 알아보기 위해 스크롤바를 Description으로 올려 관련 유전자를 찾아 클릭

[Homo sapiens PTC bitter taste receptor \(PTC\) gene, PTC-non-taster allele, complete cds](#)

- PTC 미맹과 미각자의 유전자는 차이가 있는지 알아보기 위해 스크롤바를 Description으로 올려 관련 유전자를 찾아 클릭

- PTC-non-taster allele 서열을 얻은 후 fasta format으로 저장

실험 과정 -7. DNA 서열 검색 프로그램 작성

- 코딩 예1

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>
void main()
{
    char a[1200];
    char b[1200];
    int len;
    int i = 0;
    scanf("%s", a);
    scanf("%s", b);
    len = strlen(a);
    for (i = 0 ; i < len; i++)
        if (a[i] != b[i])
            printf("%d자리%c가%c로변화\n", i + 1, a[i], b[i]);
}
```

실험 과정 -7. DNA 서열 검색 프로그램 작성

- 실행 결과1



실험 과정 -7. DNA 서열 검색 프로그램 작성

- 코딩 예2

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>
void main()
{
    char a[10000];
    printf("query : ");
    gets (a);
    char b[10000];
    printf("subject : ");
    gets (b);
    int i, cnt=0, cnt2=0;
    for(i=0; a[i]=W0|b[i]=W0; i++)
        cnt++;
        if(a[i]=b[i])
            printf("%d : %c - / -%c Wn", cnt, a[i],
                cnt2++);
    printf("%d번째 아미노산이 다른
    da.Wn, cnt/3+1);
}
printf("%d방의 염기가 다르다.", cnt2);
```

실험 과정 -7. DNA 서열 검색 프로그램 작성

• 실행결과2

```
query : ATCGCTCATCGCTCGATCGCTCGATCGCTCGATCGCTCGATCGCTCGATCGCTCG
subject : ATCGTTCATCGCTCGATCGCTCGATCGCTCGATCGCTCGATCGCTCGATCGCTCGACG
5 : C - / - T
32 : A - / - G
11번째 아미노산이 다르다.
39 : G - / - A
14번째 아미노산이 다르다.
43 : G - / - C
15번째 아미노산이 다르다.
53 : T - / - A
18번째 아미노산이 다르다.
5쌍의 염기가 다르다.
```

참고문헌

- <http://www.cihh-irsc.gc.ca/e/43707.html>
- Depoortere I.(2014). Taste receptors of the gut: emerging roles in health and disease *Gut* (63)179-190.
- <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
- Blakeslee, A. F. (1932). Genetics of Sensory Thresholds: Taste for Phenyl Thio Carbamide. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 18(1), 120-130
- Murray, J. M., Pivarski, K., Hunter, T. (2016). Two complementary methods for genotyping taste receptor TAS2R38 in humans. *Genetics Society of America Peer-Reviewed Education Portal (GSA PREP)*
- <https://www.snpedia.com/index.php/Rs713598>

P에 담긴 화학

(주기율표와 원소 기호를 활용한 다양한 활동소개)

한소영(작전고등학교), 천영숙(원미고등학교)

I. 원소와 친해지기

◀▶ 활동1-1. 원소로 함께 하는 퀴즈 ▶▶ 난이도 :

1. 기타(guitar) 코드 속에 숨어있는 원소 기호를 찾아보자.

C Cm Dm Em Fm Am Bm

2. 그림 속에 숨어 있는 원소기호는 무엇일까?



3. 다음 사람들과 관련이 깊은 원소는 무엇일까?

EXO 보아 소녀시대 샤이니 레드벨벳

4. 황과 칼륨을 따뜻한 차(tea)에 더하면 멋진 식사가 된다. 이 식사는 어떤 메뉴일까?

< 참고 >


 쉬움


 ←


 난이도


 →


 어려움

 충전중

▶▶▶ 활동1-2. 원소로 함께 하는 퀴즈 - 주기율표 spell it! ▶▶▶



1. 주기율표 속 원소기호를 사용하여 영어 단어를 만들 수 있다.
예시를 보고 다양한 영어 단어를 만들어 보자.

차	6 C 탄소 Carbon	18 Ar 아르곤 Argon		
소원	74 W 텅스텐 Tungsten	53 I 아이오딘 Iodine	16 S 황 Sulfur	1 H 수소 Hydrogen
전화				
생각하다				
축제				

2. 또 다른 영어 단어를 위와 같이 구성해 보자.

▶▶▶ 활동2. 원소 이름의 유래 ▶▶▶



1. 원소의 이름은 다양한 유래를 갖고 있다. 공통의 유래를 가진 원소를 아래와 같이 5 가지로 묶어 보았을 때, 30개의 원소의 이름을 살펴보고 그 유래를 추리하여 보자.

(1) 유래	(2) 유래	(3) 유래	(4) 유래	(5) 유래
Rg 뢴트게늄 Roentgenium	He 헬륨 Helium	Sc 스칸듐 Scandium	Ti 티타늄 Titanium	Mg 마그네슘 (Magnesium)
Cm 퀴륨 Curium	C 탄소 Carbon	Ga 갈륨 Gallium	Np 넵투늄 Neptunium	Y 이트륨 Yttrium
Es 아인슈타이늄 Einsteinium	P 인 Phosphorus	Ge 저마늄 Germanium	Hg 수은 Mercury	Eu 유로퓸 Europium
Md 멘델레븀 Mendelevium	Ar 아르곤 Argon	Po 폴로늄 Polonium	Th 토륨 Thorium	Re 레늄 Rhenium
No 노벨륨 Nobelium	Br 브로민 Bromine	Fr 프랑슘 Francium	U 우라늄 Uranium	Bk 버클륨 Berkelium
Cn 코페르니슘 Copernicium	Cs 세슘 Cesium	Am 아메리슘 Americium	Pu 플루토늄 Plutonium	Cf 캘리포늄 Californium

2. 원소 이름이 붙게 된 유래를 살펴보고 어떤 원소인지 생각해 보자.

원소 기호	원소이름	영문이름	원소 이름의 유래
		Hydrogen	그리스어 '물(hydro)'과 '생긴다(genes)'에서 유래
		Lithium	그리스어 '돌(lithos)'
		Beryllium	광물 '녹주석(beryl)'
		Boron	아라비아어의 '붕사(buraq)'
		Nitrogen	그리스어의 '초석(nitre)'과 '생긴다(genes)'에서 유래
		Oxygen	그리스어의 '산(oxys)'과 '생긴다(genes)'에서 유래
		Fluorine	라틴어의 '형석(fluorite)'
		Neon	그리스어 '새로운(neos)'
		Sodium	아라비아어의 '소다(soda)'

23 워크숍 IV

		Aluminum	고대 그리스나 로마의 옛 이름 '알루멘(Alumen)'
		Silicon	영어명은 라틴어인 '부싯돌(silicis 또는 silex)'
원소 기호	원소이름	영문이름	원소 이름의 유래
		Sulfur	고대 인도어 산스크리트어의 '불의 근원(sulvere)'에서 유래하는 라틴어인 '황(sulphur)'
		Chlorine	그리스어의 '황록색(chloros)'
		Potassium	potassium:항아리(pot)와 재(ash)의 합성어인 'potash(식물의 잿물에서 얻은 화학물질) kalium:아랍어의 식물재를 뜻하는 '알칼리(al-qaliy)'
		Calcium	라틴어의 '석회(calx)'

▶▶▶ 활동3. 인공원소 만들기 ▶▶▶ 

나트륨(소듐) 원소를 아래와 같이 표현할 수 있다.

1. 발견 : 1807년에 영국의 험프리 데이비가 수산화 나트륨을 전기분해하여 발견하였다. "나트륨"이란 이름은 이집트의 소다 광산이 있는 나트론(Natron)에서 유래했다. "소듐"이란 이름은 아라비아어의 소다(soda)에서 유래하였다.
2. 원소기호 : Na
3. 원소 : 나트륨 (Sodium)
4. 원자량 : 양성자 11 중성자 12 원자량 23
5. 물리적 성질
 - (1) 무르고 금속 광택이 있는 금속으로 노란 불꽃을 내며 탄다.
 - (2) 밀도가 작은 편이다.
6. 화학적 성질
 - (1) 반응성이 강하여 공기 중에 보관할 수 없고 석유에 보관한다.
 - (2) 1가 양이온이 되기 쉽다.
 - (3) 물과 반응하여 수소기체가 발생한다.
7. 나트륨의 특성

반응성으로 인해 홑원소 물질로는 존재하지 않고 대부분 화합물로서 존재한다.

위와 같이 나만의 인공원소를 합성한다면?

23 워크숍 IV

1. 발견 :
2. 원소기호 :
3. 원소이름 :
4. 원자량 :
5. 물리적 성질 :
6. 화학적 성질 :
7. 특성 :

▶▶▶ 활동4. 원소 기호의 달인 ▶▶▶



1. 원소 기호를 자유자재로 사용하여 단어 퍼즐을 풀어 보자.
 - ① 빈 칸에 들어갈 단어를 우리말 또는 영어로 생각한다.
 - ② 그 단어의 철자를 풀어서 쓴다.
 - ③ 대응되는 원소 기호를 찾는다.

예시 : 반도체의 재료는 이다.

정답 : 반도체의 재료는 이다.

위와 같은 요령으로 도전해 보자 !!

(1) Hint	Cross Word
① <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> 우유, <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> 셰이크, 미니언즈, <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> 송, <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> 킥 ② 김연아, 박지성, 박태환은 <input type="text"/> <input type="text"/> 대표 ③ 사고현장에 치는 <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> 라인. ④ <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> 킹	

23 워크숍 IV

(2) Hint	Cross Word
<p>① 중국집에서 □□을 모으면 공짜~ ② 손가락에 끼워 먹는 □□링 ③ 낮 12시를 □□라고 부르죠~ ④ 너무 너무 중요한, VVI□</p>	

(3) Hint	Cross Word
<p>① 산성의 반대, □□성 ② 복수의 □을 갈다 ③ 엉뚱한 퀴즈, □□□ 퀴즈 ④ 잡음</p>	

(4) Hint	Cross Word
<p>① 즐거운, 즐거움 ② 풀 □□ 자동차 ③ 스위치 기능 중 하나 On ↔ ④ (사회적인) 처지, 입장</p>	

2. 새로운 퍼즐을 만들어 보자.

(5) Hint	Cross Word
① _____ ② _____ ③ _____ ④ _____	

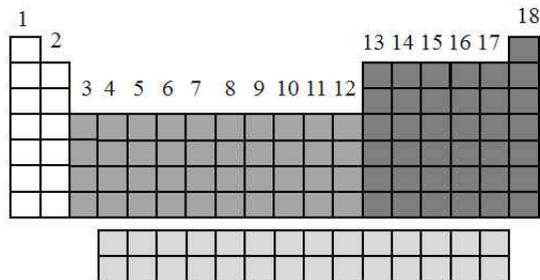
II. 주기율표와 친해지기

《 활동1. 입체 주기율표 》



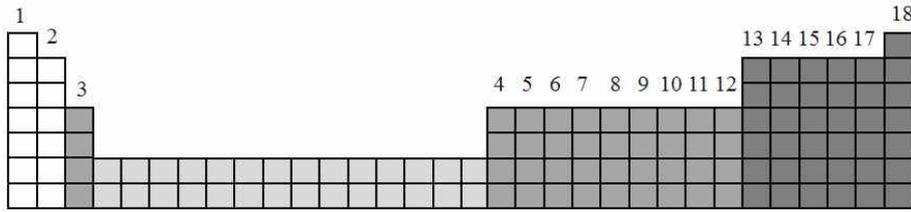
1 주기율표의 표현

일반적으로 주기율표는 다음의 그림과 같이 표현하는데 이것을 **장주기형 주기율표**라 부른다. 장주기형 주기율표에는 1족에서 18족이 연속적으로 표현되어 있다.

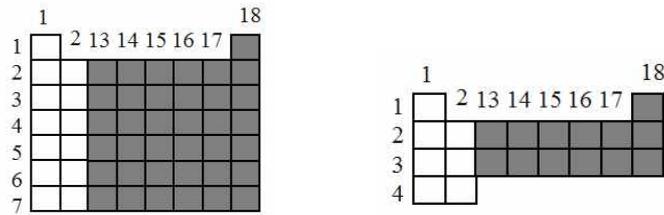


장주기형 주기율표에서 따로 분리되어 있는 란탄 계열과 악티늄 계열을 원래의 위치에 넣기 위해서는 3족과 4족을 분리하고 그 사이에 넣으면 된다. 이렇게 만들어진 주기율표를 **초장주기형 주기율표**라 한다. 초장주기형 주기율표에서는 모든 원자들의 원자 번호가 연속적으로 이어지게 된다. 하지만 1주기에서 5주기 사이에는 주기마다 족들이 서로 분리되어 빈공간이 생겨 연속성이 떨어지는 단점이 있다.

23 워크숍 IV



장주기형 주기율표에서 전이금속(3족부터 12족까지)을 제거한 주기율표를 **단주기형 주기율표**라 하며 특히 20번까지만 나타낸 것을 활용한다.



원자번호의 연속성 문제를 해결하기 위한 다양한 형태의 주기율표가 개발되었지만 2차원 주기율표로는 이 문제를 근본적으로 해결할 수가 없다. 이의 해결을 위해서 개발된 것이 입체 주기율표이다.

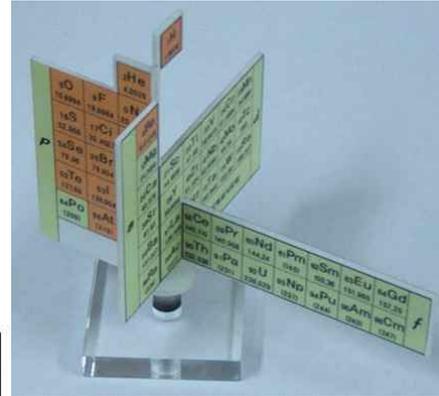
2 입체 주기율표 만들기

이렇게 하세요

1. 주기율표에서 굵은 선을 살리면서 7개의 조각(s, p, d, f)을 오려낸다.
(2 세트)
2. 두 군데의 점선 부분을 자른다.
(s판의 20번과 31번 사이, d판의 57번과 72번 사이)
3. 원소 기호가 보이도록 f판과 f판을 서로 붙인다.
4. f판의 ①에 풀칠을 한 다음 d판의 자른 점선 사이에 끼우고 붙인다.
5. 원소 기호가 보이도록 d판과 d판을 서로 붙인다.
6. d판의 ②에 풀칠을 한 다음 sp판의 자른 점선 사이에 끼우고 붙인다.
7. 원소 기호가 보이도록 p판과 p판을 서로 붙인다.
8. 원소 기호가 보이도록 s판과 s판을 서로 붙인다.
9. 사진처럼 s, p, d, f판들이 서로 수직이 되도록 만든다.

23 워크숍 IV

1H 1.0079	2He 4.0026						
3Li 6.941	4Be 9.01218	5B 10.811	6C 12.011	7N 14.0067	8O 15.9994	9F 18.9984	10Ne 20.1797
11Na 22.9897	12Mg 24.3050	13Al 26.9815	14Si 28.0855	15P 30.9730	16S 32.066	17Cl 35.4527	18Ar 39.948
19K 39.0983	20Ca 40.078	21Ga 69.723	22Ge 72.61	23As 74.9216	24Se 78.96	25Br 79.904	26Kr 83.80
37Rb 85.468	38Sr 87.62	39Y 88.906	40Zr 91.224	41Nb 92.906	42Mo 95.94	43Tc 98	44Ru 101.07
55Cs 132.905	56Ba 137.327	57La 138.905	58Ce 140.12	59Pr 140.908	60Nd 144.24	61Pm 144.9126	62Sm 150.36
67Fr [223]	68Ba [226]	69Tl [204]	70Pb [208]	71Bi [209]	72Po [209]	73At [210]	74Rn [222]
		81Tl 204.387	82Pb 207.2	83Bi 208.980	84Po [209]	85At [210]	86Rn [222]
		89Ac [227]	90Th 232.0377	91Pa [231]	92U 238.0289	93Np [237]	94Pu [244]
		92U 238.0289	93Np [237]	94Pu [244]	95Am [243]	96Cm [247]	97Bk [247]
		98Cf [251]	99Es [252]	100Fm [257]	101Md [258]	102No [259]	103Lr [260]
		104Rf [261]	105Db [262]	106Sg [263]	107Bh [264]	108Hs [265]	109Mt [266]
		110Ds [271]	111Rg [272]	112Cn [285]	113Nh [286]	114Fl [289]	115Mc [290]
		116Lv [293]	117Ts [294]	118Og [294]	119Uu [295]	120Uuo [296]	



※ Teaching Tip!

- 1 2번까지 설명하고 학생들로 하여금 사진을 참고로 하여 만들어 보라고 하는 것이 더 효과적이다. 처음부터 끝까지 교사의 설명에 따라 활동하게 하기 보다는 주어진 설명과 사진을 참고로 하여 스스로 활동하게 할 때 훨씬 더 잘 만들게 된다.
- 2 완성 후 세우거나 계단형태로 접어 보관해도 된다.

활동2. 규칙성 카드

오랫동안 과학자들은 원소를 정리할 방안을 찾고 있었다. 원소들이 계속 더 많이 발견되자 이는 더욱 중요하게 되었다. 1868년에 러시아의 화학자 멘델레예프(Mendeleev)는 원소를 정리하는 기발한 방법을 발견하였다. 멘델레예프의 원소 정리 방법은 후에 일부 수정이 되었으나 오늘날까지도 사용되는 원소 정리 방법의 기초가 되었다.

멘델레예프는 각 줄의 왼쪽에서 오른쪽으로 원자질량이 증가하는 순서로 원소를 배치하였다. 멘델레예프는 각 가로줄에 8개씩의 원소를 배치하자 각 열(세로줄)에 있는 원소들끼리 성질이 비슷하다는 것을 발견하였다. 그는 이 열을 족(族, groups)이라 불렀다. 이들은 가족(families)이라 불리기도 하는데 이는 한 족의 원소들이 동일하지는 않지만 가족들처럼 서로 비슷하기 때문이다.

Reihen	Gruppe I. — R ⁰	Gruppe II. — R ⁰	Gruppe III. — R ⁰	Gruppe IV. RH ⁴ R ⁰	Gruppe V. RH ³ R ⁰	Gruppe VI. RH ² R ⁰	Gruppe VII. RH R ⁰	Gruppe VIII. — R ⁰
1	H=1							
2	Li=7	Be=9,4	B=11	C=12	N=14	O=16	F=19	
3	Na=23	Mg=24	Al=27,3	Si=28	P=31	S=32	Cl=35,5	
4	K=39	Ca=40	—=44	Ti=48	V=51	Cr=52	Mn=55	Fe=56, Co=59, Ni=59, Cu=63.
5	(Cu=63)	Zn=65	—=68	—=72	As=75	Se=78	Br=80	
6	Rb=85	Sr=87	?Yt=88	Zr=90	Nb=94	Mo=96	—=100	Ru=104, Rh=104, Pd=106, Ag=108.
7	(Ag=108)	Cd=112	In=113	Su=118	Sb=122	Te=125	J=127	
8	Cs=133	Ba=137	?Di=138	?Ce=140	—	—	—	— — — —
9	(—)	—	—	—	—	—	—	
10	—	—	?Er=178	?La=180	Ta=182	W=184	—	Os=195, Ir=197, Pt=198, Au=199.
11	(Au=199)	Hg=200	Tl=204	Pb=207	Bi=208	—	—	
12	—	—	—	Th=231	—	U=240	—	— — — —

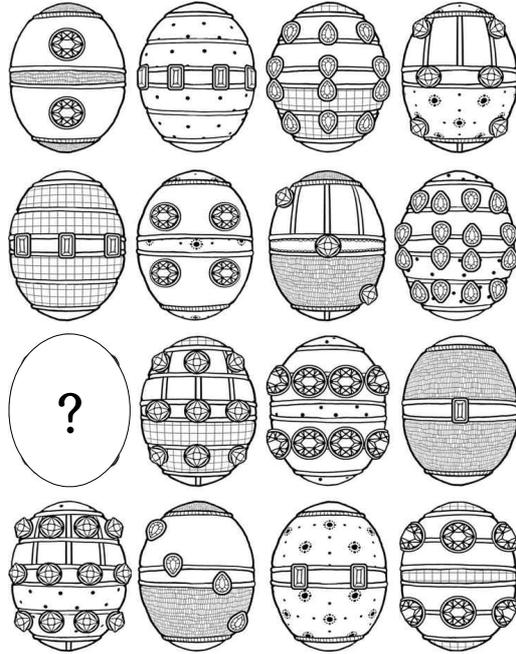
멘델레예프 표에서 중요한 특징 중 하나가 빈칸이다. 이는 그 당시까지는 발견되지 않아 멘델레예프가 빈칸으로 남겨둔 곳이다. 그는 이 빠져 있는 원소들이 언젠가는 발견될 것이며, 표의 위치를 바탕으로 이 원소들의 성질까지도 예상하였다. 예를 들어 그는 5주기 III족의 미발견 원소가 원자질량이 68이고 이 족의 다른 원소들처럼 비교적 부드러운 금속일 것이라고 예상하였다. 과학자들이 이 미발견 원소를 찾기 위해 노력하였으며 불과 몇 년 후에 이를 찾게 되었다. 그들은 이 새로운 원소의 이름을 갈륨이라고 하였다. 과학자들은 멘델레예프 표의 빈칸의 원소들을 찾는 연구를 통해 결국 이들 모두를 발견하였다. 모형의 우수성을 측정하는 한 방법은 그 모형의 정확한 예상 능력이다. 이는 과학자들이 새로운 원소를 발견하는데 도움을 주었고 이미 알려진 원소들을 의미 있게 정리해주었다.

다음의 카드를 활용한 분류 및 규칙성을 찾는 활동을 통해 우리도 미지의 카드를 예상해 보며 주기율표가 구성되어 가는 과학사적 과정을 경험할 수 있다.

1 알록달록 달걀 카드 

23 워크숍 IV

 필요한 것은? 달걀카드 15장 + 1장

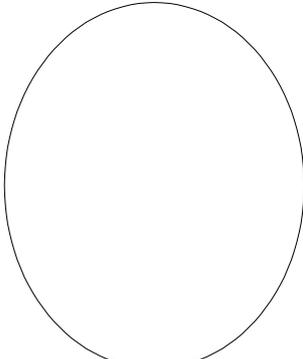


이렇게 하세요

1. 배부된 15장의 카드들 사이에서 규칙성을 찾도록 한다.
(카드 1장은 숨기고 시작)
2. 규칙성을 찾으며 카드를 가로세로로 나열한다.
3. 숨긴 카드의 달걀에 그려져 있을 그림이 어떠한지 예측한다.

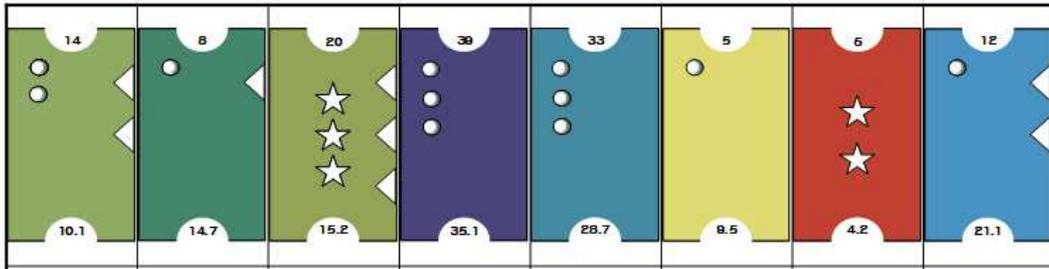
? 생각해 봅시다

규칙성을 찾아보고 빠진 카드의 모양을 그려 보자.

규칙성	카드의 문양
	

2 알록달록 숫자 카드

 필요한 것은? 숫자 카드 23장 + 1장



(http://www.amazon.com/American-Educational-Understanding-Periodic-Puzzle/dp/B006582WVG/ref=sr_1_22?ie=UTF8&qid=1450618448&sr=8-22&keywords=periodic+table+game)

이렇게 하세요

1. 배부된 23장의 카드들 사이에서 규칙성을 찾으려 한다.
(카드 1장은 숨기고 시작)
2. 규칙성을 찾으며 카드를 가로세로로 나열한다.
3. 숨긴 숫자 카드에 그려져 있을 모습이 어떠할지 예측한다.

? 생각해 봅시다

규칙성을 찾아보고 빠진 카드의 문양을 그려 보자.

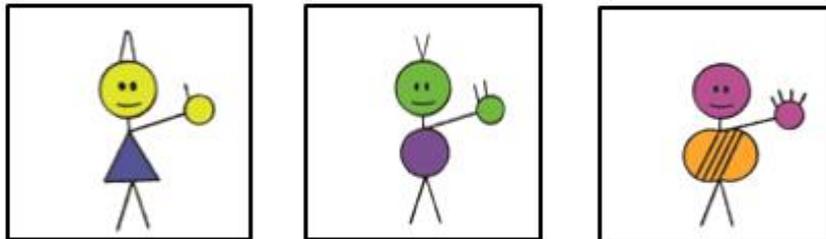
규칙성	카드의 문양
	

▶▶▶ **활동3. 외계인 & 인형 주기율표** ◀◀◀

주기성과 규칙성을 찾는 새로운 모습의 카드놀이를 통해 다시 한 번 주기율표에의 새로운 접근을 시도해 보도록 하자.

1 외계인 주기율표 1 : 

 필요한 것은? 외계인 카드 39장 + 1장



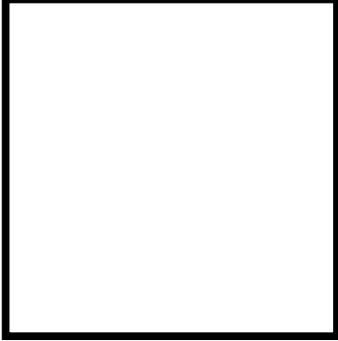
이렇게 하세요

1. 배부된 39장의 카드들 사이에서 규칙성을 찾도록 한다.
(카드 1장은 숨기고 시작)
2. 규칙성을 찾으며 카드를 가로세로로 나열한다.
3. 숨긴 숫자 카드에 그려져 있을 모습이 어떠할지 예측한다.

? 생각해 봅시다

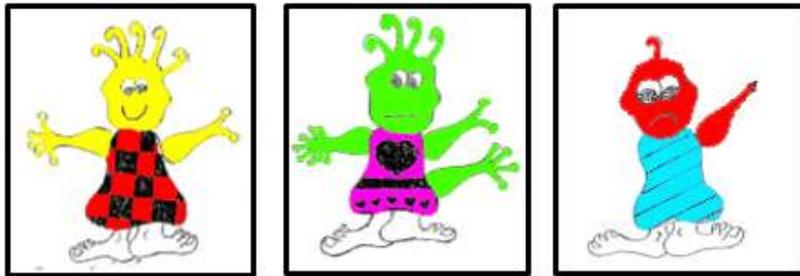
23 워크숍 IV

규칙성을 찾아보고 빠진 카드의 문양을 그려 보자.

규칙성	카드의 문양
	

2 외계인 주기율표 2

 필요한 것은? 외계인 카드 17장 + 1장

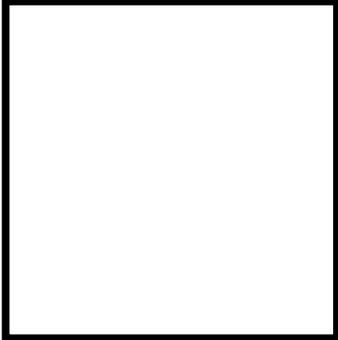


이렇게하세요

1. 배부된 17장의 카드들 사이에서 규칙성을 찾으려 한다.
(카드 1장은 숨기고 시작)
2. 규칙성을 찾으며 카드를 나열한다.
3. 숨긴 숫자 카드에 그려져 있을 모습이 어떠할지 예측한다.

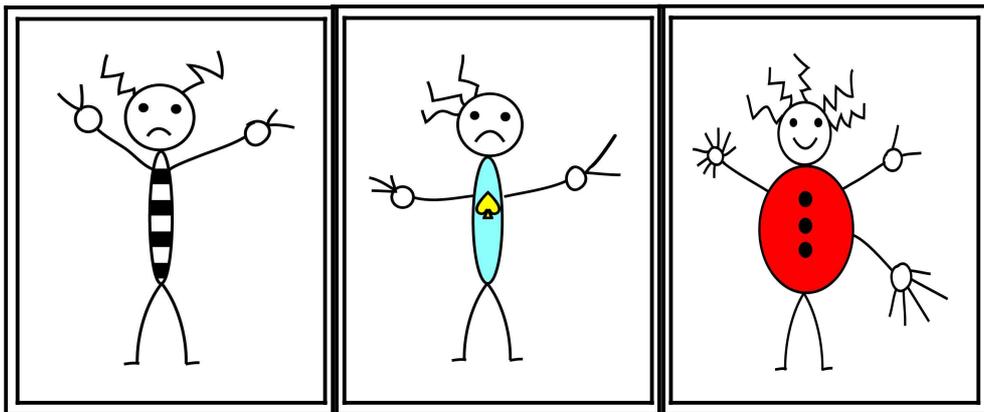
생각해 봅시다

규칙성을 찾아보고 빠진 카드의 문양을 그려 보자.

규칙성	카드의 문양
	

3 인형 주기율표

 필요한 것은? 인형 카드 17장 + 1장

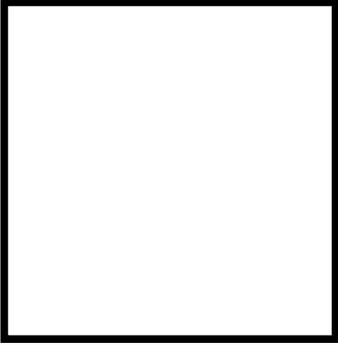


이렇게하세요

1. 배부된 17장의 카드들 사이에서 규칙성을 찾도록 한다.
(카드 1장은 숨기고 시작)
2. 규칙성을 찾으며 카드를 나열한다.
3. 숨긴 숫자 카드에 그려져 있을 모습이 어떠할지 예측한다.

? 생각해 봅시다

1. 규칙성을 찾아보고 빠진 카드의 문양을 그려 보자.

규칙성	카드의 문양
	

2. 주기율표와 비교하였을 때,

(1) 손은 무엇을 의미할까?

(2) 손가락은 무엇을 의미할까?

(3) 머리카락은 무엇을 의미할까?

(4) 체중은 무엇을 의미할까?

(5) 몇 가지 표정이 있는가? 또 표정은 무엇을 의미할까?

표정	의미

▶▶ 활동4. 빈칸 주기율표 ◀◀

1 외계 주기율표 1

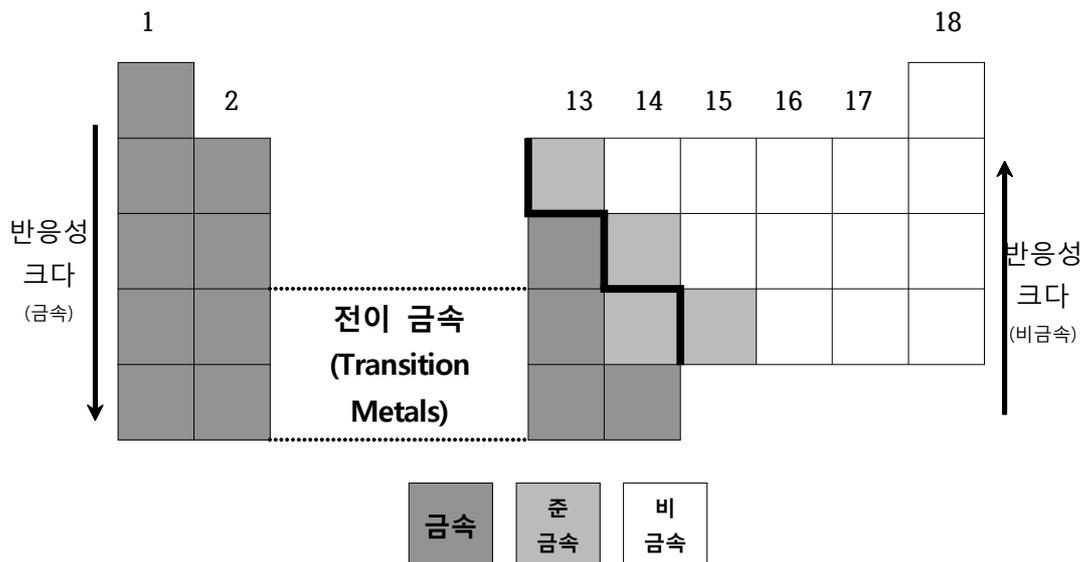
행성 Joinsung에는 30개의 원소가 존재한다. 다음에 제시되는 단서를 활용하여 이 행성의 원소들로 주기율표를 완성해 보자.

구분	원소	특징
1	bowl(Bo) wool(Wo) Easy(E) large(L)	- 비활성 기체이다. - wool(Wo)의 원자량이 가장 크다. - bowl(Bo)은 원자량이 가장 작다. - large(L)는 Easy(E)보다 가볍다.
2	king(Ki) pepero(Pe) chair(Ch) queen(Q)	- 금속 중에서 가장 반응성이 큰 원소들이다. - chair(Ch)는 원자량이 가장 작다. - queen(Q)은 wool(Wo)과 주기가 같다.
3	oz(Oz) volume(V) blue(BI)	- 대체적으로 전자 1개를 얻거나 공유하는 비금속 원소이다. - volume(V)은 queen(Q), wool(Wo)과 주기가 같다. - oz(Oz)는 화학적으로 가장 반응성이 큰 비금속 원소이다. - blue(BI)는 pepero(Pe)와 반응하여 소금을 형성한다.
4	jean(J) incheon(Ic) manwon(M) sister(Ss)	- 준금속원소이다. - sister(Ss)는 원자량이 가장 크다. - jean(J)은 원자량이 가장 작다. - incheon(Ic)과 manwon(M)은 14족에 속한다. - manwon(M)은 incheon(Ic)보다 양성자 개수가 더 많다.
5	proof(Pf)	모든 30개의 원소 중에서 proof(Pf)가 가장 가볍고,

23 워크숍 IV

	eldorado(EI)	eldorado(EI)는 가장 무겁다.
6	robot(R) donut(Do)	- 4번째 주기에 속하는 금속원소이다. - robot(R)보다 donut(Do)의 반응성이 더 크다.
7	frozen(Fz) dal(D) angry(An) odalsoo(Od)	- frozen(Fz)은 생명체를 구성하는 아주 중요한 원소이다. 이 원소의 원자들이 결합하여 길게 연결되면 폴리머(polymer)라 불리는 화합물들을 만들게 된다. - dal(D)의 양성자 개수는 4개이다. - angry(An)의 원자는 총 49개의 전자를 갖고 있다. - odal soo(Od)는 주기율표의 지그재그 선에 닿으며 금속원소이다.(준금속 아님!!)

구분	원소	특징
8	taste(T) gold(G) sister(Ss)	- 15족에 속한다. - gold(G)는 taste(T)보다 전자 수가 적다.
9	up(Up) apple(A) nuguge(Nu)	- 반응할 때 2개의 전자를 얻는다. - nuguge(Nu)는 이원자 분자를 형성하며, 지구에서 발견되는 어떤 기체와 성질이 똑같다. - apple(A)의 원자번호가 up(Up)의 원자번호보다 작다.
10	ribbon(Ri) pie(Pi)	- 반응할 때 2개의 전자를 잃는다. - ribbon(Ri)은 가벼운 합금을 만드는데 사용된다.



2 주기율표 2 

1. 아래의 참고자료를 바탕으로 8개 그룹으로 나누어진 원소들의 족을 먼저 결정한다.
2. 족을 결정하는데 참고한 자료 번호를 기록하고 그 이유를 표1에 간단명료하게 기록하라.
3. 족 내에서 각 원소들의 주기 및 개별 원소의 위치를 결정하고 표2의 빈칸 주기율표의 해당 위치에 기록한다.
4. 단, A부터 Z까지의 기호는 원소 기호가 아니라 임의의 원소를 나타내는 문자이다.

참고 자료

1. ZRD, PSIF, JXBE, LHT, QKA, WOV, GUN, YMC는 같은 족이다.	14. F는 기체다.
2. J는 족에서 원자량이 가장 크다.	15. X는 F보다 원자번호가 1개 많다.
3. U의 전자배치는 $1s(2)2s(2)2p(2)$ 이다.	16. X는 원자량이 4이다.
4. I ₂ A는 산화물이다.	17. Y는 C보다 원자량이 크다.
5. P는 S보다 양성자수가 작다.	18. O는 할로겐 원소이다.
6. S는 알칼리 금속이다.	19. T는 H보다 원자량이 크다.
7. E는 비활성 기체이다.	20. A는 홀전자가 2개이며 원자가전자가 많은 족이다.
8. W는 액체다.	21. I는 S보다 원자반지름이 크다.
9. Z는 족에서 원자량이 가장 작다.	22. M의 원자 번호는 A보다 1개 작다.
10. B의 양성자는 10개다.	23. N의 전자궤도는 3개다.
11. O의 원자번호는 V보다 크다.	24. K의 원자반경은 족에서 가장 크다.
12. D의 원자량은 족에서 가장 크다.	25. Z가 이온이 되면 Z ³⁺ 가 된다.
13. C는 원자가 전자가 5개다	26. L은 홀전자가 0이고 족에서 이온화경향이 가장 크다.

《 활동5. 개성 있는 주기율표 》 충전중 ⚡

학습한 내용과 자신의 관심사를 연결해 보는 경험은 배운 내용을 좀 더 깊이, 더 넓게, 창의적으로 바라보는 기회가 될 것이다. 주기율표에 대해 학습한 후 나만의 주기율표를 만들어 보자.

[예시1] 원소가 연관된 그림을 그려 표시하기



[예시2] 원소이름과 관련된 그림이나 사진을 찾아 표현하기

“아이돌 주기율표”

1	2	13	14	15	16	17	18
High 4 							Hello venus
Li ssang 	Be ast 	BIG BANG 	CN blue 	NU'EST 	Orange caramel 	F(x) 	2NE1
Na.in Muses 	Mg BLAQ 	APINK 	SiSTAR 	PIESTAR 	SHINEE 	CI 	KARA
K-will 	Crayon Pop 						

최조원 :

