

과학교사
WEB MEGAZINE 창간호

2016 웹진 과학교사 창간호

- | 발행 | 한국과학교육학회
- | 발행인 | 김희백 (서울대학교)
- | 기획실무이사 | 심규철 (공주대학교)
- | 편집 | 전영석 (서울교육대학교)
권경필 (경인교육대학교)
조현국 (단국대학교)
이세연 (명덕고등학교)
이성희 (서울신남초등학교)
이수아 (신상계초등학교)
- | 디자인 | 민재윤 (means press)
- | 발행일 | 2016. 1. 27

WEB MEGAZINE 창간호

과학교사
NO.1

과학교육학회의 새로운 발돋움 웹진 과학교사 창간호

안녕하십니까?

2016년 새해에 한국과학교육학회의 웹진이 첫 발을 내딛게 되었습니다. 우리 학회는 1976년 창립되어, 한국 과학 교육의 학문적 기반을 다진 학술 단체입니다. 41년간 활발한 학술 활동을 통해 과학 교육의 변화와 발전에 앞장서 왔습니다. 우리 학회가 양적으로나 질적으로 발전을 해 온 데는 회원 여러분의 적극적 참여가 크게 기여했다고 생각합니다.

우리 학회가 한 단계 더 도약하기 위해서는 학술적 성과를 연구진뿐만 아니라 현장 교사들과도 나누고 교류할 수 있는 전문적인 공동체가 되어야 한다고 생각합니다. 과학 교육의 토대는 바로 현장이기 때문입니다. 현장에서 어떤 일이 벌어지고 있는지 가장 잘 알고 있는 교사가 과학 교육 연구자와 긴밀하게 소통하고 협력할 때 과학 교육의 발전이 이루어질 수 있을 것입니다.

우리 학회는 과학 교육 연구자와 현장 교사간의 활발한 정보 공유와 의사소통의 장이 필요하다고 생각하였습니다. 또한 현장 교육 전문가를 포함한 과학교육 전문가와 과학교육 콘텐츠에 관심 있는 모든 사람들과도 소통의 장을 마련하는 것이 필요하다고 생각합니다. 우리 학회는 오래 전부터 과학 교육 연구와 실행을 연결 지을 수 있는 가교 역할을 웹진이 해 줄 것으로 생각하고 발행을 추진하였습니다. 만, 진척이 쉽게 이루어지지 않았습니다.

본 호는 웹진에 대한 논의가 시작된 지 9년만의 창간호입니다. 초나라 장왕의 ‘삼년불비우불명(三年不飛又不鳴)’이라는 고사를 떠올려 봅니다. “삼년이나 날지 않았으니 날면 장차 하늘까지 오를 것이고, 삼년이나 울지 않았으니 한 번 울면 세상을 놀라게 할 것이다.” 라는 뜻입니다. 오랫동안 뜻을 품고 이제 첫발을 내딛었습니다. 기다렸던 만큼 모두의 사랑을 받는 잡지로 거듭나길 기대합니다.

웹진 ‘과학 교사’ 는 과학 교육 발전을 위한 다양한 시도와 연구, 교사들의 고민을 함께 나눌 수 있는 공간으로 많은 사람들에게 다가갈 수 있도록 고민하고 노력하겠습니다.

이 자리를 빌어 창간호를 위해 원고를 기꺼이 투고해 주신 분들께 감사의 말씀 드립니다. 과학 교육에 종사하는 모든 분들의 소통의 장으로 활용되길 바랍니다.

학회장 김희백 드림

목 차

0 인사말

특집기획: 2015 교육과정

4 2015 개정 과학과 교육과정의 개정 방향

6 2015 개정 초등 과학과 교육과정의 특징

8 2015 개정 교육과정에 따른 중학교 과학과 교육과정의 특징

10 2015 교육과정: 고등학교 과학과 교육과정의 특징

12 2015 교육과정의 ‘통합과학’ 및 ‘과학탐구실험’ 교육과정의 특징

교수학습 정보

16 미래의 과학교육은 맞춤형 교육!!!

20 ICT 활용교육

22 소리의 속도 측정 실험에 대하여

26 과학 선택활동 자유학기 프로그램 운영에 관하여

학술·문화 기행

32 동티모르 과학실험연수 기행

36 2015년 ESERA 국제학술대회 참가

학회 뉴스

42 Asia-Pacific Science Education (APSE) 학술지 창간 안내



TOP ISSUE

2015 교육과정

2015 개정 과학과 교육과정의 개정 방향
김기상 (한국과학창의재단)

2015 개정 초등 과학과 교육과정의 특징
신영준 (경인교육대학교 과학교육과)

2015 개정 교육과정에 따른 중학교 과학과 교육과정의 특징
심규철 (공주대학교 생물교육과)

2015 개정 교육과정: 고등학교 과학과에 관하여
강남화 (한국교원대학교 물리교육과)

2015 교육과정의 '통합과학' 및 '과학탐구실험' 교육과정의 특징
곽영순 (한국교육과정평가원)

2015

교육과정 / 총론

2015 개정
과학과 교육과정의 개정 방향

김기상 (한국과학창의재단)

과학기술의 급진적 발달에 따른 정보화 및 세계화의 급속한 진전, 다원화·다극화 사회로의 움직임 등으로 미래사회는 많은 변화가 예상되고 있으며, 이러한 미래사회는 창의·융합형 인재를 요구한다. 2015 개정 교육과정의 목적은 학교교육을 통해 모든 학생들이 창의융합형 인재로 성장할 수 있도록 교육을 개혁하려는 것으로 과학과 교육과정은 과학 교육에서 중점을 두어야 할 지식과 핵심역량을 규명하고, 이를 함양할 수 있도록 개선하는 것에 중점을 두었다. 이를 위해 학생 참여 중심의 수업을 통해 학생들의 학습 흥미도를 제고하고, 창의융합적 사고와 바른 인성 등 핵심역량 함양이 가능하도록 과학과 교육과정을 개발하고 과학과 핵심 개념을 중심으로 학습량을 적정화하였다.

2015 과학과 교육과정 시안을 개발함에 있어 가장 핵심이 되는 키워드는 ‘모든 이를 위한 과학(Science for All)’으로 과학적 소양 함양 및 탐구 방법 습득 및 학생의 적성을 고려한 진로교육이 될 수 있도록 교육과정을 개발하고자 하였다.

‘과학’은 과학의 기본 개념을 이해하고 과학 탐구 능력과 과학적 태도를 함양하여 창의적이고 합리적으로 문제를 해결하는 데 필요한 과학적 소양을 기르는 과목이다. 특히 이번 교육과정 개정에서 새로 신설되는 ‘통합과학’은 고등학생의 진로 및 진학 경로와 관계없이 모든 학생들이 반드시 이수해야 하는 필수과목으로서, 자연현상에 대한 통합적인 접근과 융복합적 사고가 가능하도록 핵심개념(Big Idea)을 중심으로 구성하고 자연현상과 인간의 관계, 과학기술의 발달과 인간 생활 이해 등을 위한 교육과정 개발하고자 하였다. 또한 과학계열 특수목적고등학교, 과학중점학교 등 전문 심화 학습을 필요로 하는 학교의 교육 목적에 부합하기 위한 교육과정으로 ‘전문교과’를 개발하였다.

이번 교육과정 시안개발 연구에서는 과학과의 성격과 목표, 교과역량, 내용체계 수립 및 성취기준 개발이 진행되었다. 내용체계표에는 기존 교육과정과 마찬가지로 내용 요소를 중심으로 하되, 이를 포괄하고 부연하는 ‘핵심개념’, ‘내용(일반화된 지식)’, ‘기능(학생들이 할 수 있거나 할 수 있기를 기대하는 도달점(outcome) 혹은 수행기대)’을 추가하였고 ‘성취기준’은 기존과 달리 내용과 기능을 결합한 형태로 진술하였다. 또한 국내외 교육과정 문헌 분석 및 현장교사 의견수렴, 전문가 자문, 공청회 등을 통해 사회 각계의 다양한 의견을 폭넓게 수렴하여 기존 교육과정의 단점을 보완하여 추진하고자 하였다.

통합 교육과정에 따른 대주제 중심 통합 구현

2015 개정 교육과정 개정의 취지는 인문학적 상상력과 과학기술 창조력을 갖춘 균형 잡힌 창의·융합형 인재의 양성이다.

〈2015 개정 교육과정 개정 취지〉

문·이과 칸막이 없는 교육을 통해 인문·사회·과학 기술에 대한 기초소양을 함양함으로써 인문학적 상상력과 과학기술 창조력을 갖춘 창의·융합형 인재로 성장하도록 지원

2015 개정 과학과 교육과정 시안은 교육과정 총론이 추구하는 방향성을 반영하고, 과학과 교육과정의 국제적 동향을 반영하여, 핵심개념(Big Idea) 중심의 통합을 구현하였다. 여기서 핵심개념이란 학생들이 학습한 내용의 세부 사항을 잃어버린 후에도 지속되길 원하는 개념을 가리킨다. 즉, 핵심개념은 분과적인 주요 개념들을 포괄하는 상위의 개념으로 다양한 과학적 현상뿐만 아니라 과학외의 다른 분야(교과)와 연계된 현상에 대해서도 설명을 제공할 수 있다.

〈핵심개념: 빅 아이디어〉

| 빅 아이디어(big idea, big concept, core idea):
교과 및 영역에 적용하는(기저를 이루는) 커다란 원리
| 영역 및 학년(군)별 내용 요소의 기저를 이루는
중심(중핵, 관련, 대표 등) 개념
※ 하위 영역 및 요소, 주제, 소재로 오해되어서는 안 됨

2015 개정 과학과 교육과정에서 핵심개념(Big Idea) 중심의 통합을 구현한 구체적인 사례를 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 2015 개정 과학과 교육과정에서는 내용 체계표 상에 핵심개념(Big Idea)을 명시하고 각 영역별로 핵심개념을 중심으로 영역별 성취기준을 개발하였다. 둘째, 초등학교와 중학교에서는 통합단원을 개발하였다. 초·중학교 통합단원을 제시하면 다음과 같다.

〈표 1〉
2015 개정 과학과 교육과정의 초·중학교 통합단원

학 교 급	단 원 명
초등학교	물의 여행 에너지와 생활
중학교	과학과 나의 미래 재해재난과 안전 과학기술과 인류문명

셋째, 고등학교에서는 과학적 소양 및 창의·융합적 인재 양성을 목적으로 공통필수과목인 ‘통합과학’을 개발하였다. 통합과학 과목의 핵심개념을 제시하면 다음과 같다.

〈표 2〉 2015 개정 과학과 교육과정의 통합과학 핵심개념

영역	핵심개념
물질과 규칙성	물질의 규칙성과 결합 자연의 구성 물질
시스템과상호작용	역학적 시스템 지구 시스템 생명 시스템
변화와 다양성	화학변화 생물 다양성과 유지
환경과 에너지	생태계와 환경 발전과 신재생에너지

2015 개정 과학과 교육과정이 특징으로 하는 핵심개념 중심의 통합형 교육과정을 효율적으로 운영하려면 분과 학문중심의 수업에서 벗어나 과학 학문 영역 간 그리고 타(他) 학문 영역 간 연계를 강조하는 교육으로의 변화가 필요하다.

학교 교육을 통한 탐구 역량 강화

학교 교육을 통한 미래 사회가 요구하는 탐구 역량 강화의 강화를 위하여 탐구기능을 중심으로 과학과 교과역량을 추출하여 교육과정에 반영하였다. 교육과정의 성취기준 진술문을 내용과 기능을 합쳐 진술함으로써 보다 구체적으로 탐구 역량 강화를 추진하였다. 특히 초등학교와 중학교 과학, 통합과학 및 물리학·화학·생명과학·지구과학 I·II 과목에서는 단원별로 ‘탐구활동’을 추출하여 제시함으로써 해당 성취기준을 달성하기 위한 방편으로 탐구활동을 수행함으로써 학생의 탐구역량을 강화할 수 있는 방안을 마련하였다. 과학과 핵심역량을 기능으로 구체화하고, 이렇게 구체화된 기능을 성취기준에 포함시켜 진술함으로써 학생들의 핵심역량 및 탐구 능력을 강화하고자 하였다. 또한 고등학교 과정에서는 ‘과학탐구실험’ 과목을 개발하여 탐구 역량을 강화할 수 있도록 하였다. 과학탐구실험 과목의 경우 ‘역사 속의 과학 탐구’, ‘생활 속의 과학 탐구’, ‘첨단 과학 탐구’ 등의 3개 영역으로 구성하고, 각 영역을 통해 과학의 본성, 과학자의 탐구 방법, 과학적 태도, 과학 탐구의 과정, 과학의 응용 등의 핵심개념을 학습할 수 있도록 성취기준을 개발하였다. 여기서 주목할 점은 실제로 실험이나 탐구활동을 하지 않고 이론수업을 통해 과학의 본성이나 과학 탐구의 과정 등을 교수학습 하지 않도록 통합과학의 필수 탐구실험을 선별하여 ‘과학탐구실험’ 과목 시간에 수행할 수 있도록 내용을 구성하였다.

교수·학습 방법 및 평가 유의사항을 통한 학생 참여형 수업 촉진

2015 개정 교육과정의 주요 특징 중 하나는 교과별 특성을 반영하면서도 학생 참여형 수업을 촉진할 수 있도록 학교 현장에 실제적·실천적 지침을 교육과정 문서상에 제공한다. 구체적으로 살펴보면, 각 영역(성취기준 그룹)별로 성취기준을 제시한 후, (가) 주요 성취기준 해설 및 학습 요소, (나) 교수·학습 방법 및 유의사항, (다) 평가 등의 항목을 통해 해당 영역의 성취기준을 달성하는 데 활용될 수 있는 교수·학습 및 평가 방법을 안내한다. 즉, 영역(성취기준 그룹)별로 학생 참여형 수업을 가능케 하는 교수·학습 방법 및 평가 방안을 구안하여 제공함으로써 교사의 창의적인 교육과정 구현 및 수업 활동을 지원하려는 것이다.

앞서 논의한 것처럼 2015 과학과 성취기준은 내용과 기능을 합쳐서 진술하였는데, 영역별 성취기준에 제시된 ‘기대 수행능력(기능)’을 기르기 위해 수업에서 어떤 ‘교수학습 활동’을 계획할 수 있는가를 제안하려는 것이다. 아울러 해당 성취기준 도달 여부를 확인하는 데 적절하고 유용한 평가 방법 및 활용 방안을 제안하려는 취지이다.

맺으며

급변하는 21세기의 과학기술사회에서 과학은 한 나라의 경쟁력을 나타내는 지표가 될 만큼 중요한 역할을 하고 있고 세계의 많은 나라들이 과학을 핵심교과로 정하여 과학교육의 질을 높여려는 노력을 계속하고 있다. 이번 교육과정 개정은 교육의 초등학교부터 고등학교를 관통하는 내용체계를 수립하여 내용의 위계를 세우면서 중목요소를 제거하는 등 학습량 적정화를 추진하고 성취기준 진술에 기능을 포함하여 정의적인 측면 또한 고려하였다. 특히 2015 개정 과학과 교육과정이 특징으로 하는 핵심개념 중심의 통합형 교육과정을 효율적으로 운영하려면 물리학, 화학, 생명과학, 지구과학 등과 같은 분과 학문중심의 수업에서 벗어나 과학 학문 영역 간 그리고 타(他)학문 영역 간 연계를 강조하는 교육으로의 변화가 필요하다. 이러한 맥락에서 핵심개념 혹은 통합주제 중심의 교육과정과 수업 재구성도 더불어 학생참여 중심의 교수학습 활동이 효과적으로 구현될 수 있도록 학교 현장과 교사들을 위한 체계적 지원이 요청된다.

2015

교육과정 / 초등학교

2015 개정 초등 과학과 교육과정의 특징

신영준 (경인교육대학교 과학교육과)

I. 2015 개정 배경 및 필요성

급변하는 미래사회에 빠르게 적응하고 주도해 나갈 수 있는 창의적이고 융합적 마인드를 겸비한 인재가 필요하다. 이에 교육부는 2015 문·이과 통합형 교육과정 총론 주요사항 발표(2015.9.24)를 통해 우리 사회에 필요한 인재상을 ‘인문학적 상상력, 과학기술 창조력을 갖추고 바른 인성을 겸비하여 새로운 지식을 창조하고 다양한 지식을 융합하여 새로운 가치를 창출할 수 있는 창의융합형 인재’로 제시하고, 학교교육을 통해 모든 학생들이 창의융합형 인재로 성장할 수 있도록 교육을 개혁하고자 교육과정 개정을 추진하고 있다.

II. 초등학교 과학과 교육과정의 개정 방향

• 2015 초등학교 과학과 교육과정은...

- 교사가 쉽게 이해할 수 있는 친절한 교육과정
- 학교급에 따라 학습 내용이 유기적으로 연계된 교육과정
- Big Idea 중심의 통합적인 교육과정

초등학교 과학과 교육과정은 교사의 입장에서 무엇을 가르치고 평가해야 하는지 명확하게 알 수 있는 친절한 교육과정, 학생 중심의 체형 및 활동을 강조하는 교육과정, 초·중·고 과학교육이 유기적으로 연계된 교육과정 개정을 목표로 진행되었다.

2015 개정 과학과 교육과정에서 가장 두드러진 변화로 문서 체제의 변화를 꼽을 수 있다. 이전 교육과정에서는 성격과 목표를 통합하여 목표로 제시하였으나, 2015개정 과학과 교육과정에서는 성격과 목표를 분리하였다.

초등학교와 중학교 과학교육의 유기적 연계를 위해서 핵심개념과 내용요소를 학교급별로, 학년군별로 배치한 내용 체계표를 마련하여 학문적 체계에 대한 이해를 돕고자 하였다. 더 나아가 초·중·고의 학문 분야별 내용 체계표도 (부록)으로 제시함으로써 학문적 체계성에 대해 일목요연하게 들여다 볼 수 있도록 하였다.

성취 기준 영역 당 성취 기준과 탐구 활동, 그리고 학습 요소를 제시하였으며, 특히 성취기준 문장에 실험하기, 관찰하기, 분류하기, 고안하기, 비교하기, 표현하기, 구별하기, 관련짓기, 조사하기, 토의하기, 발표하기, 설명하기 등과 같은 구체적인 활동(기능)을 포함하였다. 또한, 성취 기준 영역 당 주요 성취기준에 대한 해설을 강화하여 교육 과정의 이해도를 높이고자 하였다. 교수·학습 방법 및 유의 사항과 평가 방법 및 유의 사항을 각 성취기준 영역 당 제시하여 실질적인 학생 중심형 수업이 이루어지는데 도움을 주고자 하였다. Big Idea 중심의 통합교육을 구현할 수 있도록 학년군별로 통합단원 구성을

구성하여 3~4학년군에 ‘물의 여행’, 5~6학년군에 ‘에너지와 생활’ 단원을 도입한 것도 주요 개정 특징이라고 할 수 있다.

III. 초등학교 과학과 교육과정

• 목표진술에서 나타나는 초등학교 과학과 교육과정의 특징..

- 과학에 대한 태도를 강조한 교육: 목표 진술 순서를 지식, 탐구, 태도 순에서 태도, 탐구, 지식 순으로 바꾸어 진술
- 민주시민으로서의 소양을 강조한 목표 진술

1. 성격

2009 개정 과학과 교육과정에서는 성격과 목표를 통합하여 제시하였으나, 2015 개정 교육과정에서는 성격과 목표를 분리하여 과학 교육과정의 성격을 명확히 하였다. 특히 2015개정 과학과 교육과정에서는 성격에 과학과 핵심역량을 도입한 것이 큰 특징이라고 할 수 있다.

과학과에서 도입한 핵심 역량은 기본 개념의 통합적인 이해 및 탐구 경험을 통하여 달성하도록 하고 있다. 과학과의 핵심 역량으로 과학적 사고력, 과학적 탐구 능력, 과학적 문제 해결력, 과학적 의사소통 능력, 과학적 참여와 평생 학습 능력 등을 설정하였다.

2. 목표

2015 개정 과학과 교육과정의 목표에서는 2009 개정 교육과정 목표 진술이 지식, 탐구, 태도의 순으로 서술한 것과는 달리, 태도, 탐구, 지식의 서술 순으로 진술하였다. 이는 국제간 비교의 여러 지표에서 과학 관련 태도가 지식에 비해 너무 뒤처지고 있다는 점을 고려한 것이다. 학생들이 과학 지식 위주의 교육에서 자연 현상과 사물에 대하여 호기심과 흥미를 먼저 지닐 수 있도록 배려한 측면이 과학과의 목표에 반영된 것이라고 할 수 있다.

2015 개정 과학과의 목표 진술에는 정의적 측면과 탐구, 그리고 인지적 측면 이외에도 과학, 기술, 사회의 상호 관계를 인식하고 이를 바탕으로 민주 시민으로서 소양을 가질 수 있도록 여전히 강조하고 있으며, 특히 평생 학습 사회의 추세에 맞추어 과학 학습의 즐거움과 과학의 유용성을 인식하는 평생 학습 능력을 기르도록 하는 목표 진술을 추가하였다.

3. 내용 체계 및 성취 기준

가. 내용 체계

2009개정 과학과 교육과정의 내용 체계표는 물질과 에너지, 생명과 지구로 나누어져 있으며, 학년군별로 대단원명 수준을 제시하였다. 그러나 2015 개정 과학과 교육과정에서는 영역을 운동과 에너지, 물질, 생명, 지구와 우주로 다시 세분화하고, 내용 체계표를 영역, 핵심 개념, 일반화된 지식, 내용 요소(초등학교, 중학교), 기능을 하나의 표로 제시하고 있다. 또한 2015 개정 과학과 교육과정에서는 2009에서 제시한 학년군별 성취 기준을 별도로 제시하지 않았다.

나. 성취 기준

성취 기준은 영역 또는 성취 기준 그룹(?) 명 단위로 제시하였으며 다음의 내용을 포함하고 있다. 도입글 제시, 성취기준 제시, 탐구활동 제시, 학습 요소 제시, 주요 성취 기준 해설, 교수·학습 방법 및 유의 사항 제시, 평가 방법 및 유의 사항 제시 등으로 구체화되어 있다. 도입글, 성취기준, 탐구활동 제시는 2009개정 교육과정과 동일하나, 2015 개정 교육과정에서는 각 성취 기준 당 학습 요소, 주요 성취 기준 해설, 교수·학습 방법 및 유의 사항, 평가 방법 및 유의 사항 제시는 새로운 시도로 하고 할 수 있다.

4. 교수·학습 및 평가의 방향

2009 개정 과학과 교육과정에서는 교수·학습 방법과 평가를 분리하여 제시하였다. 그러나 2015 개정 과학과 교육과정에서는 교수·학습 및 평가의 방향으로 통합하여 제시한 후, 하위 항목으로 교수·학습 방향과 평가의 방향으로 제시하였다. 교수·학습 방향은 2015 개정 과학과 교육과정에서는 하위 항목으로 분리하지 않고 총 19개의 문항으로 대폭 축소하여 제시하였다. 이러한 제시는 이전 교육과정까지 각 교과별로 통일성이 없이 제시되어 왔던 방식을 2015 개정 교육과정에서는 모든 교과가 문서 체제를 통일한다는 취지에서 비롯된 것이다. 또한, 총 38개 문항이 19개 문항으로 줄어든 것은 각 성취 기준 영역에서 교수·학습 방법 및 유의 사항으로 이미 상당 부분

제시되어 있기 때문에 중복을 피한다는 측면을 반영한 것이라고 할 수 있다. 평가 방향은 2015 개정 과학과 교육과정에서는 하위 항목으로 분리하지 않고 9개의 항목으로 제시하였다. 평가 방향의 이러한 제시도 교수·학습 방향과 동일한 맥락이라고 할 수 있다. 역시 2015 개정 교육과정에서 추구하는 문서 체제 통일성을 반영한 것이라고 할 수 있으며, 각 성취 기준 영역에서 평가 유의 사항으로 이미 상당 부분 제시되어 있다는 점을 반영한 것이라고 할 수 있다.

IV. 2015 개정 초등 과학과 교육과정 내용 변화 주요 사항

1. 운동과 에너지 영역

- '소리의 성질' 단원에서 현상 중심적 사고를 하는 학생의 수준과 일상생활과의 연계 등을 고려하여 소리의 전달과 함께 소리의 반사를 관찰하고 일상생활에서 소음 문제에 적용하도록 구성
- '물체의 무게' 단원에서 양팔 저울을 사용하여 물체의 무게를 비교하는 내용은 일상생활에서 양팔저울 사용 빈도가 낮은 현실성을 고려하여 수평잡기 활동을 통해 물체의 무게를 비교하도록 내용 수정
- '온도와 열' 단원에서는 학습 내용을 구체화하여 열의 이동 방법 중 전도와 대류를 다룰 것을 명시함. 단원의 경우 일상생활과 연계하기 위해 다루되 복사에 의한 단열은 다루지 않음을 명시함
- '물체의 운동' 단원에서 학습량 적정화를 위하여 '속력' 관련 성취기준을 축소하고, 안전에 대한 인식 개선을 위해 속력과 관련된 안전사항, 안전장치에 대한 내용을 학습하도록 구성
- '빛과 렌즈'단원에서는 일상에서 쉽게 관찰할 수 있고 학생의 흥미유발이 가능한 프리즘을 도입하고 학습량 적정화를 위하여 여러 가지 렌즈를 다루기 보다는 볼록 렌즈에 중점을 두어 렌즈의 특징을 이해하도록 함

2. 물질 영역

- 2009 개정 교육과정에서 '물체와 물질' 과 '액체와 기체' 의 두 단원에서 나누어 제시되어 그 체계성이 부족하였던 고체, 액체, 기체의 개념을 '물질의 상태'의 한 개 단원에서 체계적으로 학습하도록 구성
- '혼합물의 분리' 단원에서 서로 섞이지 않는 두 액체의 혼합물을 분리하는 내용은 중학교의 '물질의 특성' 중 '밀도차를 이용한 분리' 에서 학습하므로 중복을 피하기 위해 초등학교에서는 삭제
- '용해와 용액' 단원의 2009 개정 교육과정에서 용해 현상을 입자적 관점에서 이해하는 부분은 구체적 조작기의 초등학교 학생들이 이해하기 어려워 용해 현상을 관찰하고 설명하는 수준으로 제한하여 학습 내용과 수준을 적정화
- '여러 가지 기체' 단원의 2009 개정 교육과정에서 기체가 입자로 이루어졌음을 알고 기체의 성질을 설명하는 부분은 구체적 조작기의 초등학교 학생들이 이해하기 어려우므로 입자적 관점을 포함하지 않고 기체를 학습할 수 있도록 내용과 수준을 적정화하였고, 대표적인 기체이면서, 인간의 생존에 필수적인 공기를 통해 기체의 성질을 학습하도록 하였음. 실험 활동시 유리 기구 및 약품을 사용할 때의 주의점, 불을 취급하는 요령 등 충분한 사전 안전 지도를 실시하도록 함

3. 생명 영역

- 식물과 동물 관련 학습 내용을 동일 학년에서 함께 배우도록 재조정함으로써 생물에 대한 통합적 이해가 가능하도록 구성
- 2009 개정 교육과정에서는 식물과 동물을 각각 별개 학년에서 배우도록 분리되어 구성되어 있었으나, 3~4학년군의 경우, 3학년에서 '동물의 생활'과 '식물의 생활', 4학년에서 '동물의 한살이'와 '식물의 한살이'를 함께 학습하도록 구성함으로써 동물과 식물을 연계하여 통합적으로 이해하도록 구성
- 2009 개정 교육과정에서는 별도의 성취기준으로 제시하지 않았던 동·식물의 특징을 모방한 우리 생활 속의 생체모방 사례와 관련된 성취기준을 초등학교 3학년 과정인 '동물의 생활'과 '식물의 생활' 단원에 추가 신설함으로써 동·식물의 특징들이 우리 생활과 밀접한 관련성이 있음을 이해하도록 구성
- 5~6학년군의 경우, 5학년에서 '다양한 생물과 우리 생활'과 '생물과 환경'을 다뤄 3~4학년군에서 주로 동물과 식물을 다룬 것에 연장하여 동물과 식

물 이외의 다양한 생물을 다루고, 이들 생물들과 환경과의 상호 작용을 다루도록 구성하였음. 6학년에서는 구조와 기능을 중심으로 '식물의 구조와 기능'과 '우리 몸의 구조와 기능'을 함께 학습하도록 구성함으로써 식물과 동물을 연계하여 통합적으로 이해하도록 구성

● 현미경 사용법 익히기를 5학년의 '다양한 생물과 우리 생활'단원에서 다루고 이후 6학년의 '식물의 구조와 기능'단원에서 현미경을 다시 다루도록 하여 현미경 사용법 익히기를 강화하였음

4. 지구와 우주 영역

- '지구와 우주' 영역에서는 내용의 안정성을 고려하여 전체적으로 크게 변경한 부분은 없으며, 성취기준의 내용과 수준을 2009 교육과정보다 적정화하고 명확하게 진술하고자 하는데 중점을 뒀. 특히, 성취기준의 기술에 있어서 내용과 구체적인 활동을 함께 기술함
- '지표의 변화'단원에서는 흙의 생성 과정, 흙과 생물의 관계, 유수에 의한 지표면의 변화, 강 주변 지형의 특징, 바닷가 주변 지형의 특징 등을 유기적으로 학습할 수 있도록 구성. 지표 변화의 주요 요인 중 홍수나 지진 등과 같은 급격한 변화는 다루지 않음
- '지층과 화석' 단원에서는 지층의 형성 과정, 지층 관찰, 퇴적암, 화석의 생성 과정, 화석을 통해 알 수 있는 것 등을 유기적으로 학습할 수 있도록 구성. 2009 개정 교육과정에서 제시되었던 화석 자원의 이용은 내용의 적정화 차원에서 삭제
- '화산과 지진' 단원에서는 화산 분출 물질, 화성암의 생성 과정, 화강암, 현무암, 화산 활동의 영향, 지진 대처 방법 등을 유기적으로 학습할 수 있도록 구성. 2009 개정 교육과정에서 다루었던 지진 발생 시 대처방법에 대해서는 안전과 관련된 내용을 강조하여 보완
- '지구의 모습' 단원에서는 지구와 달의 모양, 육지와 바다의 특징, 공기, 달의 환경, 지구의 생명 존재 이유 등을 유기적으로 학습할 수 있도록 구성. 2009 개정 교육과정과 비교해서는 '지구와 달'이라는 단원명을 '지구의 모습'으로 바꾸었으며, 바다의 특성을 이해하는 성취기준을 신설하였고, 바다가 지구 표면에서 차지하는 비율과 바닷물의 특성을 육지의 물과 비교할 수 있도록 함
- '태양계와 별' 단원에서는 태양계 행성, 에너지원인 태양, 행성의 크기와 거리, 별의 정의, 별자리, 북두칠성, 카시오페이아 자리, 북극성 찾기 등을 유기적으로 학습할 수 있도록 구성. 2009 개정 교육과정에서 제시되었던 인류가 우주를 탐사하는 이유에 대해서는 내용의 적정화 차원에서 삭제
- '날씨와 우리 생활' 단원에서는 안개, 구름, 바람, 해륙풍, 기압, 고기압과 저기압, 계절별 날씨의 특징, 날씨의 영향 등을 유기적으로 학습할 수 있도록 구성. 2009 개정 교육과정에서 다루었던 날씨가 우리 생활에 미치는 영향에 대해서는 적극적인 정보 조사 활동을 강조하여 보완
- '계절의 변화' 단원에서는 그림자의 길이, 기온, 낮과 밤의 길이, 계절 변화의 원인 등을 유기적으로 학습할 수 있도록 구성. 2009 개정 교육과정에서 제시되었던 계절에 따라 나타나는 자연 환경의 변화에 대해서는 내용과 수준의 적정화 차원에서 삭제

5. 통합 단원

- 2015 개정 교육과정에서는 3~4학년군에 '물의 여행' 단원을 5~6학년군에서는 '에너지와 생활' 단원을 신설하였다.
- '물의 여행' 단원에서는 우리 생활에서 꼭 필요한 물을 소재로 하여 물이 상태 변화를 하면서 순환하는 과정을 생명 현상, 기상 현상과 관련지어 통합적으로 이해하도록 함. 생명체에서 물의 소중함을 살펴보고, 지구 곳곳에서 발생하는 물 부족 현상을 해결하기 위한 과학·기술·공학의 적용 사례, 적정 기술의 적용 사례 등을 조사하도록 함
- '에너지와 생활' 단원에서는 에너지 개념으로 다양한 현상을 통합적으로 설명하도록 함. 에너지와 물질은 서로 다른 것임을 알고, 에너지는 자연과 일상생활의 현상을 설명하는 유용한 과학적 개념임을 인식하도록 함. 식물과 동물이 에너지를 얻는 과정을 포함한 일상생활의 여러 현상을 에너지 관점에서 설명하도록 하고 이러한 모든 과정은 태양으로부터 공급된 에너지의 전환 과정임을 인식하도록 함

2015

교육과정 / 중학교

2015 개정 교육과정에 따른 중학교 과학과 교육과정의 특징

심규철 (공주대학교 생물교육과)

• 2015 중학교 과학과 교육과정은...

- 교사의 입장에서 무엇을 가르칠지 이해하기에 친절한 교육과정
- 학생 중심의 실험 및 체험활동을 강조하는 교육과정
- 학교급에 따라 학습 내용이 유기적으로 연계된 교육과정

2015 개정 교육과정에 따른 중학교 과학과 교육과정은 교사의 입장에서 무엇을 가르치고 평가해야 하는지 명확하게 알 수 있는 친절한 교육과정을 목표로 하였다. 또한 학습 내용을 적정화하고 학생 중심의 체험 및 활동을 강조하는 교육과정, 초·중·고 과학교육이 유기적으로 연계된 교육과정 개정을 목표로 진행되었다.

• 2015 중학교 과학과 교육과정의 주요 변화

- 핵심 개념 및 내용 요소의 학교급별 배치

‘여러 가지 화학 반응’ 단원의 간단한 기체 반응의 법칙과 물질의 변화에서의 에너지 출입에 관련된 실험 내용을 중심으로 다루고 이외의 내용은 고등학교 통합과학으로 이동하여 중학교와 고등학교 내용의 연계성을 높이도록 하였다.

- 학생들의 수준을 고려한 학습 내용의 적정화

“계산이나 그래프 해석과 같이 중학교 1학년 수준에 어렵다고 판단되는 내용은 3학년으로 옮겨 중학생들의 인지 발달 수준을 고려하였다.”
“학습량을 적정화하기 위해 상의 작도를 삭제한 대신 거울과 렌즈에서의 상의 특징을 비교하도록 하였다.”

- Big idea 중심의 통합교육 단원 설치

“에너지의 전환과 보존” 단원에서는 많은 자연 현상들을 에너지의 전환이라는 통합적인 틀을 통해 이해할 수 있음을 강조하였다.”

특히 성취기준에 논의하기, 토론하기, 추론하기, 고안하기, 조사하기 등과 같은 구체적인 활동(기능)을 포함하고 초·중·고 과학교육의 유기적 연계를 위해서 핵심 개념과 내용 요소를 학교급별로 배치하여 학문적 체계에 대한 이해를 돕고자 하였다. 2015 개정 교육과정에서도 이전 교육과정과 같이 학년군을 설정하여 학습 내용을 운영하도록 하고 있으나 실제적으로 중학교 과학과 교육과정의 경우, 과학과의 학문적 위계 특성을 고려하여 7학년에 7개 단원, 8학년에 9개 단원, 9학년에 8개 단원을 배치하였다. 또한 Big Idea 중심의 통합교육을 구현할 수 있도록 학년별로 통합단원 구성을 구성하여 중학교 7학년 ‘과학과 나의 미래’, 8학년 ‘재해재난과 안전’, 9학년 ‘과학기술과 인류 문명’ 단원을 도입하였다.

〈표1〉 2015 개정 과학과 교육과정의 통합과학 핵심개념

7~9학년군
1. 지권의 변화 2. 여러 가지 힘 3. 생물의 다양성 4. 기체의 성질 5. 물질의 상태변화 6. 빛과 파동 7. 과학과 나의 미래(통합)
8. 물질의 구성 9. 전기와 자기 10. 태양계 11. 식물과 에너지 12. 동물과 에너지 13. 물질의 특성 14. 수권과 해수의 순환 15. 열과 우리생활 16. 재해재난과 안전(통합)
17. 화학반응의 규칙과 에너지 변화 18. 기권과 날씨 19. 운동과 에너지 20. 자극과 반응 21. 생식과 유전 22. 에너지 전환과 보존 23. 별과 우주 24. 과학기술과 인류 문명(통합)

I. ‘운동과 에너지’ 영역의 개정 특징

- ‘여러 가지 힘’ 단원은 기존의 ‘힘과 운동’ 단원의 내용을 분리하여 ‘힘’은 ‘여러 가지 힘’으로 명칭을 변경하여 1학년에서 중력, 탄성력, 마찰력, 부력만을 다루도록 하였으며, 전기력과 자기력은 2학년 ‘전기과 자기’ 단원에서 다루도록 하였다. 또한 계산이나 그래프 해석과 같이 중학교 1학년 수준에 다소 어렵다고 판단되었던 물체의 빠르기과 관련된 내용은 3학년의 ‘운동과 에너지’ 단원으로 이동하여 중학생들의 인지 발달 수준을 고려하였다.
- ‘빛과 파동’ 단원에서 학습량 적정화를 위하여 2009 개정 교육과정에서 포함되어 있던 상의 작도를 삭제한 대신 거울과 렌즈에서 상의 특징을 비교하도록 하였다. ‘전기과 자기’ 단원에서는 전기회로의 모형을 학습하는데 중점을 둘 수 있도록 하였고, 저항의 직렬연결과 병렬연결의 지도 내용을 최소화하여 학습량을 적정화하였다.

- 2009 개정 교육과정의 ‘일과 에너지 전환’ 단원을 ‘운동과 에너지’, ‘에너지 전환과 보존’ 단원으로 나누어 편성하였다. ‘에너지의 전환과 보존’ 단원에서는 에너지의 전환 관점을 강조하고 또한 자연 현상의 많은 부분이 에너지의 전환이라는 통합적인 틀을 통해 이해할 수 있음을 강조하였다. ‘운동과 에너지’ 단원에서는 자유낙하운동과 등속운동의 차이를 통하여 힘이 일정하게 작용하는 자유낙하운동과 일의 의미를 명료하게 관련지을 수 있도록 하였으며, 기존에 일의 원리를 응용하는 관점에서 다루었던 도르레, 빗면 등은 다루지 않도록 하였다.

II. ‘물질’ 영역의 개정 특징

2009 개정 교육과정의 1학년 ‘분자 운동과 상태 변화’ 단원에서 증발과 확산을 분자 운동으로 설명하고 있으나 이를 ‘기체의 성질’, ‘분자 운동과 상태변화’ 단원으로 나누어 1학년 ‘기체의 성질’ 단원에서 증발과 확산을 분자 운동이 아닌 입자 운동으로 설명하고, 분자 개념은 2학년 ‘물질의 구성’ 단원에서 배우도록 하여 과학 개념의 위계에 맞도록 구성하였다.

- ‘기체의 성질’ 단원에서는 기체의 압력과 부피의 관계를 도입하기 전 기체의 압력 개념을 도입하기 위하여 2009 개정 교육과정과 달리 기체의 압력을 입자의 운동으로 설명하는 내용을 명시적으로 기술하였다. ‘기체의 성질’ 단원에서는 과학과 실생활과의 연계를 강조하기 위하여 기체의 압력과 부피의 관계, 기체의 온도와 부피의 관계와 관련된 실생활의 예를 찾고 원리를 설명할 수 있도록 성취기준을 제시하였다.

- ‘물질의 상태변화’와 관련하여 2009 개정 교육과정에서 끓는점, 어는점에 관한 학습 내용이 중복되고 있어서 2015 개정 교육과정에서는 ‘물질의 상태 변화’ 단원에서 녹는점, 어는점, 끓는점에 대한 자료해석을 통해 물질의 상태 변화를 이해하도록 하고 ‘물질의 특성’ 단원에서 반복하여 다루지 않도록 하였다.

- ‘물질의 구성’과 관련하여, 2009 개정 과학과 교육과정에서는 양금생성 반응을 통하여 이온의 종류를 구별하게 하였으나 2015 개정 과학과 교육과정에서는 양금생성 반응을 탐구활동의 하나로 제시하고, 이온의 존재를 확인하는 수준으로 내용을 정선하여 학습량을 적정화하였다.

- ‘물질의 특성’과 관련하여 2009 개정 교육과정에서는 하나의 성취기준에 다양한 물질의 특성을 이용한 혼합물의 분리를 모두 포함하여 내용이 방대하였으나 혼합물의 분리를 증류, 밀도차를 이용한 분리, 재결정, 크로마토그래피 등으로 한정하여 학습량을 적정화 하였다.

- ‘화학반응의 규칙과 에너지 변화’ 단원은 2009 개정 교육과정의 ‘여러 가지 화학 반응’ 단원의 간단한 기체 반응의 법칙과 물질의 변화에서의 에너지 출입에 관련된 실험 내용을 중심으로 다루고 이외의 내용은 고등학교 통합과학으로 이동하여 학습량을 적정화함과 동시에 중학교와 고등학교 내용의 연계성을 높이도록 하였다.

III. ‘생명’ 영역의 개정 특징

- ‘생물 다양성’ 관련 내용은 교육과정이 개정될 때마다 변동이 심했던 내용이었으나 ‘나고야 생물다양성 협약’을 기점으로 자국의 생물에 대한 주관적 권리가 강화되고 기후변화로 인한 생물다양성 보전에 대한 중요성이 대두되면서 생물 종과 분류 체계에 대한 기본 개념과 생물다양성 관련 학습 내용을 강화하고 조기에 교육이 이루어지도록 1학년에 생물의 다양성’ 단원을 신설하였다.

- ‘현미경을 이용한 세포 관찰’ 내용은 초등학교 5-6학년군의 ‘다양한 생물과 우리생활’, ‘식물의 구조와 기능’ 단원에서 다루고 있어 중학교에서는 다루지 않도록 하였다.

- 2009 개정 교육과정에서는 소화계-순환계-호흡계-배설계, 감각계, 신경계, 내분비계를 중학교 과학과 고등학교 생명과학 에서 다루고 있어 내용의 중복성 문제가 있었다. 따라서 2학년 ‘동물과 에너지’ 단원에서는 소화계-순환계-호흡계-배설계와 감각기관을 중점적으로 다루고, 고등학교 생명과학에서는 소화계-순환계-호흡계-배설계를 물질대사를 통한 에너지 생성과 연계하여 통합적으로 이해할 수 있도록 구성하여 학습량을 적정화하였다.

- ‘지구과 반응’에서 신경계와 내분비계의 내용을 간단히 다루는 것을 원칙으로 하되, 특히 항상성 유지에 호르몬(내분비계)이 관여하는 부분은 사례를 통해 기본적 개념만 언급하도록 하였으며, 고등학교 생명과학에서 신경계와 내분비계의 내용을 본격적으로 다루어 중학교 항상성 단원과 중복성을 피하도록 하여 학습량을 적정화하였다.

- 2009 개정 교육과정의 ‘생식과 발생’, ‘유전과 진화’ 단원이 ‘생식과 유전’ 단원으로 통합되어 학습량을 적정화 하였다. 2009 개정 교육과정의 ‘생식과 발생’ 단원의 무성생식과 유성생식의 차이를 비교하는 내용은 삭제하고 사람의 초기 발생과정 중심으로 다루도록 하였으며, ‘유전과 진화’ 단원의 변이에 대한 내용은 1학년 ‘생물의 다양성’ 단원에서 다루고 진화의 자연선택의 개념은 고등학교 통합과학으로 이동하여 학습량을 적정화하였다. 또한 통합과학에서 지구과학 영역인 지질시대와 함께 통합적으로 다루면서 생물 진화에 대한 종합적 이해가 가능하도록 구성하였다.

IV. ‘지구와 우주’ 영역의 개정 특징

- ‘지권의 변화’단원에서는 지권에 대한 내용을 초등학교, 중학교, 고등학교의 개념을 위계에 맞도록 재구성하였다. 2009 개정 교육과정의 중학교에서는 판 구조론을 과학사적으로 다루었으나 고등학교와의 학습 내용 중복, 학습량 과다의 문제가 있어 중학교에서는 대륙이동설, 화산과 지진의 분포와 판의 경계 관련 내용 중심으로 학습하고 판 구조론, 지진파, 지진파 연구는 고등학교에서 학습하도록 하여 학습량을 적정화하였다. 또한, 2009 개정교육과정에서 제외되었던 풍화과정과 토양 생성과정을 연계하여 다루도록 하고, 지구계, 지권, 암석, 광물 순서로 학습의 용이성과 학습자의 내용 친밀성을 확보하도록 하였다.

- ‘태양계’ 단원에서는 2009 개정 교육과정을 대체로 유지하되 초등학교, 고등학교와의 중복되는 내용을 감축하고 천문 분야의 ‘태양계’ 단원은 2학년에, ‘별과 우주’ 단원은 3학년에 배치하였다. 천문 분야의 경우 모형실험 및 관측을 이용하여 천문학 분야의 기초 개념을 이해하기 쉽게 구성하였다.

- ‘수권과 해수의 순환’ 단원에서는 물의 소순환과 해양자원의 소순환을 통합하여 자원으로서의 물의 가치로 구성하였으며, 빙하 관련 내용이 과다함을 해소하기 위하여 내용 및 서술 범위를 조정하여 학습량을 적정화하였다. 또한 해류와 조류를 함께 다루도록 구성하였다.

- ‘기권과 날씨’ 단원에서는 학습의 난이도와 타 영역에서의 관련된 기본 개념 학습 여부 등을 고려하여 3학년에 배정하였다. 2009 개정 교육과정에서 다루었던 대기 대순환과 탄소 순환 내용은 삭제하고 고등학교에서 다루도록 하여 학습량을 적정화하였다.

- ‘별과 우주’ 단원은 2009 개정 교육과정의 ‘외권과 우주개발’에서 ‘별과 우주’로 변경하여 우주개발에 대한 내용을 감축하고, 별자리는 초등학교에서 학습하여 중복성을 피하기 위해 삭제하고, 좌표계도 삭제하였으며 대폭발설을 개념 위주로만 다루고, 관측 증거 및 관련 이론들은 고등학교에서 다루도록 구성하여 학습량을 적정화하였다.

2015

교육과정 / 고등학교

2015 교육과정: 고등학교 과학과 교육과정의 특징

강남화(한국고원대학교 물리교육과)

이번 교육과정 개정에 참여한 사람으로서 나는 교육과정 개정과정에서의 전형적 특징이 이번 개정 과정에서도 잘 나타나고 있다고 생각한다. 교육과정 개정의 시작은 정치적 동기로, 연구 개발은 소수 집단에 의해, 전체적 개정 과정은 관료들의 통제로 이루어졌다(홍후조, 1999).

2015 개정의 취지는 정치적인 슬로건으로 '인문, 사회, 과학, 기술 소양', '학생의 꿈과 끼', '미래 역량 개발'이 주를 이루었다. 이를 위해 총론 개발에서는 소양교육을 위한 모든 고등학생이 필수로 들어야 하는 "소양" 과목으로서의 통합사회와 통합과학이 새로 개설되었고, 학생들의 꿈과 끼를 기르기 위한 여유 있는 교육과정을 위해 교육과정 내용이 축소되었으며, 미래 역량을 각 교과별로 정의하여 교육과정에 포함하도록 하였다.

이러한 전략의 뒤에서 각 교과는 수업 시수 쟁탈전을 벌였고 과학과에서는 공통 과목으로 과학탐구실험교과를 개설해 2단위를 더 사수할 수 있었다. 이에 반해 과학 교과의 여러 선택 교과목은 다소 관심이 적었고 어떻게든 그 자리를 잘 잡을 수 있도록 노력하였다.

I. 고등학교 과학과 선택 교육과정 개발 과정은...

고등학교 물리, 화학, 생명과학, 지구과학 I 교과는 일반계 고등학교 문과 학생들이 들을 수 있는 마지막 과학 과목들이다. 고등학교 졸업을 위해 요구되는 과학 단위 수를 충족하기 위해서는 필수 교과인 통합과학 8~10단위, 과학탐구실험 2단위 외에 한 개의 과목을 더 수강해야 하므로 물리학, 화학, 생명과학, 지구과학 I 중 하나를 선택해서 들어야 하는 상황이다.

따라서 행정가들의 요구는 이들 과목을 문과 학생도 들을 수 있게 그 내용을 조정하는 것이었다. 기계적으로는 중학교 과학의 난이도가 높은 내용과 2009 개정 교육과정의 물리학, 화학, 생명과학, 지구과학 I 의 난이도가 낮은 내용을 합하여 통합과학 내용을 구성하면서 자연스럽게 내용이 줄어들었다. 그러나 이과 학생들도 I 교과만을 듣고 대학을 갈 가능성이 매우 커서 문과 학생만을 위한 내용 구성은 현실적이지 않았다. 대학수학능력시험이 필수 교과만을 포함하거나 과학선택 과목 중 하나만 선택하게 될 것을 가정한 상황이었다.

결국 과학과 I 과목이 적은 내용을 쉽게 다룰지 이공계 진학을 위한 기초 개념을 다룰지 사이에서 개발진들은 고민을 거듭했다. 반면 과학과 II 교과는 일부 대학이 입시에 필요한 과목으로 지정하지 않으면 대부분의 학생들은 내신과 시험 준비가 수월한 I 과목만 듣게 되어 거의 배우지 않을 가능성이 높았다.

물리학, 화학, 생명과학, 지구과학의 각 팀은 이러한 시나리오와 제약 조건, 30% 가량의 내용을 축소하라는 요구 속에서 I, II 교과의 내용을 선정하였다. 물리학 I 과 II 의 경우는 2009 개정 교육과정에서 다루는 내용이 너무 많았다는 의견과 고급 물리 내용 (예, 양자 역학)의 부담을 축소해달라는 현장 교사들의 요청에 따라 내용의 깊이와 범위를 크게 수정하였다. 또한 I, II 교과 간 위계가 없었던 2009 개정 교육과정과는 달리 I 교과 이수 후 II 교과 이수라는 위계를 선정하고 그에 따라 개발되었다.

두 번의 공청회에서 현장의 교사들은 내용의 축소 및 난이도 조절을 요구한 반면, 과학자를 포함하는 전문가들은 대학에 진학하는 학생들이 겪게 될 어려움으로 인해 내용 축소에 대해 우려하였다.

물리학, 화학, 생물학, 지구과학 각 연구 팀들은 이러한 공청회 및 자문회의 의견에 답변을 하면서 교육과정 내용을 결정하였다. 교육과정 내용 결정과 함께 성취 기준 진술문 작성에서 가장 어려웠던 점은 과거의 '~을 이해한다.'라는 평가 및 성취의 수준 파악이 어려운 모호한 용어를 피하는 것이었다. 또한, 학생들의 적극적인 학습을 유도하고 역량을 개발하기 위해 성취 기준 진술에 학생들이 함께 개발하거나 연습할 기능을 진술해 달라고 요구 받았다. 이는 최근 개정된 미국의 과학표준에서 평가를 의도해 구성한 것을 벤치마킹한 결과였다.

초·중 교육과정의 경우는 그 동안 많은 활동이 내용의 설명과 연결이 되어 제시되었기 때문에 특정 내용의 수업에 특정 기능을 맞추는 데 어려움이 적었다. 그런데 고등학교 과학의 경우는 개념과 관련된 실험이 있는 경우를 제외하고는 특정 내용의 이해를 보일 수 있는 특정한 기능을 연결시키기 어려운 점이 많았다. 가령, 물리학 I 의 경우 "[12 물리 I 01-02] 뉴턴 운동 법칙을 이용하여 직선 상에서 물체의 운동을 정량적으로 예측할 수 있다."에서 학생들이 학습하기를 원하는 내용은 직선상의 물체 운동에 대한 뉴턴 운동법칙의 적용이며 또한 이해했음을 증명하기 위해서는 운동을 정량적으로 나타낼 수 있어야 한다는 기능을 연결하였다. 이는 전통적으로 뉴턴의 운동 법칙을 학습하는 방식이다. 그런데, 이렇게 분명하게 관련 기능이 정해진 경우가 많지 않았다. 가령, "[12 물리 I 02-01] 전자가 원자에 속박되어 있음을 전기력을 이용하여

정성적으로 설명할 수 있다."는 성취 기준의 경우는 학생들이 개념을 말로 설명할 수 있는 것을 성취 기준 상의 기능으로 하였다. 설명하는 것을 기능으로 보는 것은 기능의 범위를 확대한 것으로 볼 수 있다.

그러나 원리를 단순 암기하여 말하는 것도 포함할 수 있기 때문에 문제의 소지가 있다. 과학적 설명의 경우 증거를 이용한 것을 지칭하지만 성취 기준은 그러한 '과학적 설명'의 의미를 내포하지는 않는다. 이와 같이 과학과의 고등학교 I, II 교과의 경우는 "~을 설명할 수 있다"는 기능 진술문을 쉽게 볼 수 있다. 이는 진술문이 한 없이 길어질 수 없는 상황에서 특정 기능을 연결시킬 경우 수업을 제한할 수도 있고, 현실적으로 어려운 실험을 포함할 수도 있으며, 내용의 난이도가 높아질 수도 있는 점을 우려해서 결국 학생들이 개념을 설명하는 수준으로 한정했다.

이러한 성취 기준에 대해서는 교과서 저자나 교사들이 교육과정 개정 취지에 잘 맞는 현실적인 기능과 연계하여 학생들이 보다 적극적으로 내용을 학습할 수 있도록 했으면 좋겠다.

II. 역량 중심 교육과정이란...

2015 개정 교육과정은 역량 중심 교육과정으로 요약된다. 역량 중심 교육과정에 대한 논의는 1997년 OECD(2005)가 기초 소양적 지식과 기술을 평가하는 국제 평가 개발 논의와 함께 시작되었고, 그 후 캐나다, 뉴질랜드, 싱가포르 등 세계의 여러 나라에서 교육과정 개정에 반영하였다.

역량은 "특정 상황에서 복잡한 요구사항을 성공적으로 만족시키기 위한 능력으로 지식, 인지적 기술, 실천적 기술, 사회적 또는 행동적 요소(태도, 정서, 가치, 동기)를 포함하는 것" (Rychen, 2003 cited by Rutherford, 2005)으로 정의된다. 이러한 역량의 강조는 지식 및 정보화 사회에서 요구되는 능력으로 간주되며, 인지적인 능력뿐만 아니라 정서 및 태도도 포함하는 총체적인 능력을 의미한다는 점에서 기존의 일반 기술과는 구분이 된다.

2015 개정 교육과정 연구에서는 핵심역량 중심 교육과정 구성이라는 총론의 요구에 맞추어 과학 교과의 핵심 역량을 제시하였다. 21세기를 지식 기반 사회로 규정하고 과학적 소양을 과학교육의 목표로 정하였다. 과학적 소양이란 지식의 축적보다 사용법을 익히고, 과학 관련 사회적 쟁점을 이해하고 논증할 수 있는 것을 말한다. 이러한 관점에서 과학과 교유의 핵심 역량으로 '과학적 사고력' '과학적 탐구 능력', '과학적 문제 해결력', '과학적 의사소통 능력', '과학적 참여와 평생 학습 능력'을 선정하였다. 교육과정 문서에는 그 각각에 대한 정의만 적혀있고 왜 이러한 역량이 선정이 되었는지에 대한 설명이 없어 연구 과정을 모르는 사람들에게는 역량이 임의로 선정된 것처럼 보일 수도 있다. 하지만 과학적 사고력, 과학적 탐구 능력, 과학적 문제 해결력 과 같은 항목은 과학 교육 목표 진술에서 자주 사용해 왔던 개념들이다. 최근 들어 강조되는 의사소통 능력(과학 글쓰기 및 발표) 역시 낯선 개념은 아니다. 다만, 과학적 참여와 평생 학습 능력의 경우는 그간 우리나라 교육과정의 과학과에서 많이 이야기 하지 않은 내용이다. 그런데 과학 관련 사회적 쟁점에 참여할 수 있는 소양을 갖춘 시민의 양성이라는 과학과 교육과정 전체의 목적을 보면 과학적으로 참여하고 이에 대해 평생 학습할 수 있는 능력을 기른다는 것은 전체 과학과 목적의 달성에 필수적인 역량이라고 해석할 수 있다.

현재 고시된 교육과정 문서를 검토하면 역량 중심이라는 비전은 교육과정 문서의 도입부에 제시된 각 역량의 정의를 제외하고는 교육과정 내용 및 내용 체계에서 찾아볼 수 없다. 이는 총론과는 별도로 교육 내용과 체계는 수업 시간에 가르칠 내용으로만 구성하고 역량은 고려하지 않았기 때문이다. 결국 짧은 시간에 교육과정을 구성하면서 역량과 내용의 통합을 논의할 수 있는 충분한 기회를 잃은 채 전통적인 내용 중심의 교육과정 구성 방식에서 벗어날 수 없었다.

역량과 내용이 통합되지 않는 교육과정의 진술은 현실적으로 어쩔 수 없었다. 역량 중심 교육은 현행 교과별 학교 교육과정 형태나 학교 교육 시스템 하에서 쉽게 이루어지기 어려워 보인다. 또한 현재 과학교육 연구에서 학생의 역량에 관한 연구가 거의 전무한 상황에서 교과 내용과 같은 구체적인 수준으로 역량 성취 기준을 정하기도 어렵다. 또한 모든 역량이 모든 학년에서 강조되어야 하는지, 역량 별로 학생의 발달 수준에 맞출 수 있는지 등에 대해서 정할만한 충분한 근거나 연구가 부족했다.

진정한 역량 중심 교육과정의 개발을 위해서는 보다 많은 연구가 필요하다 (강남화, 2015). 연구자들의 연구와 더불어 한편으로는 교과서 제작자 및 교사들의 훌륭한 상상력으로 과학 내용과 핵심 역량 사이의 연결을 기대할 수도 있다. 결국 교육과정 문서는 교육 내용의 기준을 제공할 뿐 그것이 현장에서 이행될 수 있는 수준으로 구체화되는 것은 교과서와 교사의 손에 달린 일이기 때문이다.

참고문헌

강남화(2015). 핵심역량중심 교육과정에 관하여. 교육과정 및 수업연구지, 15(1), 1-15.
홍후조(1999). 국가 수준 교육과정 개발 패러다임의 전환(1)-전면 개정형에서 점진 개선형으로. 교육과정연구, 17(2), 209-234.
OECD. (2005). The definition and selection of key competencies: Executive summary. Paris: Author.
Rutherford, J. (2005). Key competencies in the New Zealand curriculum: Development through consultation, Curriculum Matters, 1, 210-227.

2015

교육과정 / 통합과학

2015 교육과정의 ‘통합과학’ 및 ‘과학탐구실험’ 교육과정의 특징

곽영순(한국교육과정평가원, 선임연구위원)

2015년 9월23일 고시된 2015 개정 교육과정은 ‘학교교육을 통해 모든 학생들이 인문·사회·과학기술에 대한 기초 소양을 함양하여 인문학적 상상력과 과학기술창조력을 갖춘 창의융합형 인재로 성장할 수 있도록 교육을 근본적으로 개혁’ 하는 것을 목표로 한다. 2015 개정 교육과정의 가장 큰 특징 중 하나는 진로 및 진학 경로를 막론하고 모든 학생들이 반드시 이수해야 하는 필수과목으로 통합사회, 통합과학 및 과학탐구실험을 신설한다는 점이다. 이 중 과학탐구실험을 제외하고, 통합사회와 통합과학은 모든 학생들이 치러야 할 수능시험 대상 과목이 될 수도 있다. 다음의 고등학교 교과목 구성(안)에서 볼 수 있듯이 2009 교육과정의 융합형 ‘과학’은 과학과 진로 선택과목인 ‘융합과학’으로 승계된다. 또한 현재 과학교육 연구에서 학생의 역량에 관한 연구가 거의 전무한 상황에서 교과 내용과 같은 구체적인 수준으로 역량 성취 기준을 정하기도 어렵다. 또한 모든 역량이 모든 학년에서 강조되어야 하는지, 역량 별로 학생의 발달 수준에 맞출 수 있는지 등에 대해서 정할만한 충분한 근거나 연구가 부족했다.

진정한 역량 중심 교육과정의 개발을 위해서는 보다 많은 연구가 필요하다(강남화, 2015). 연구자들의 연구와 더불어 한편으로는 교과서 제작자 및 교사들의 훌륭한 상상력으로 과학 내용과 핵심 역량 사이의 연결을 기대할 수도 있다. 결국 교육과정 문서는 교육 내용의 기준을 제공할 뿐 그것이 현장에서 이행될 수 있는 수준으로 구체화되는 것은 교과서와 교사의 손에 달린 일이기 때문이다.

2015 과학과 교육과정 개정에서는 ‘모든 이를 위한 과학(Science for All)’을 목표로, 과학적 소양 함양과 탐구 방법 습득 및 학생의 적성을 고려한 진로교육이 가능한 교육과정을 개발하는 것을 목표로 설정하였다.

통합과학의 취지...

- 기본 개념을 토대로 한 통합적인 개념 적용과 문제 해결
- 재미있게 과학을 배우기 위한 학습량의 조절
- 핵심개념(big ideas)을 중심으로 한 핵심 역량의 함양

I. 통합과학 교육과정의 취지는?

2015 개정 과학과 교육과정 중 통합과학 과목 개정의 핵심 방향은 ‘창의융합형 인재 양성을 위한 교육과정 개발’, ‘핵심역량을 반영한 교육과정 개발’, ‘배움의 즐거움을 경험할 수 있는 학생 중심 교육과정 개발’이라는 세 가지 핵심 주제로 구분·정리할 수 있다(교육부, 한국교육과정평가원, 한

<고등학교 교과목 구성(안): 보통교과(2014. 09.24. 교육부 발표자료)>

교과 영역	교과(군)	공동 과목	선택 과목	
			일반 선택	진로 선택
기초	국어	국어	화법과 작문, 독서, 언어와 매체, 문학	실용국어, 심화국어, 고전읽기
	수학	수학	수학 I, 수학 II, 미적분, 확률과 통계	실용수학, 기하, 경제수학, 수학과제 탐구
	영어	영어	영어 I, 영어 II, 영어회화, 영어독해와 작문	실용영어, 영어권 문화, 영미문학읽기, 진로영어
	한국사	한국사		
탐구	사회(역사/도덕포함)	통합 사회	한국지리, 세계지리, 세계사, 동아시아사, 경제, 정치와 법, 사회·문화, 생활과 윤리, 윤리와 사상	고전과 윤리, 여행지리, 사회문제 탐구
	과학	통합 과학 과학탐구 실험	물리학 I, 화학 I, 생명과학 I, 지구과학 I	물리학 II, 화학 II, 생명과학 II, 지구과학 II, 과학사, 생활과 과학, 융합과학

국과학창의재단, 서울시교육청, 2014: 15). 교육부에서 제시한 통합과학 교육과정 개발의 기본방향을 살펴보면, 통합과학 교육과정은 ‘모든 이를 위한 과학(Science for All)’으로 과학적 소양 함양 및 탐구 방법 습득을 위한 공통 필수과정으로 운영하며, 창의·융합형 인재 양성을 목표로 한다. 여기서 창의·융합형 인재 교육이란 “인문학적 상상력과 과학기술 창조력을 갖춘 인재로 키울 수 있도록 문·이과 칸막이를 없애는 새 교육과정 개발”하여 기존 분과학문적 지식만으로는 해결할 수 없는 복합적인 문제를 해결할 수 있는 혁신적 창조성과 인성을 갖춘 인재를 양성하려는 교육이다.

한편, 2015 개정 교육과정의 통합과학은 기존의 ‘공통과학’이나 융합형 ‘과학’과 차별화된다. 통합과학은 기존 물리, 화학, 생물, 지구과학을 분과적으로 합본해놓았던 ‘공통과학’과 차별화하면서도 현대과학의 모든 성과들을 집대성해놓았던 2009 교육과정의 ‘융합형 과학’과도 거리를 두고자 한다. 통합과학에서 ‘통합’을 구현한 과정을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 기존 2009 교육과정 융합형 ‘과학’에서 제기된 문제점을 보완하고 과학에 대한 기본적 소양 함양을 위해 배경지식의 토대 위에 통합이 가능하도록 내용을 구성하였다. 가급적 새로운 개념 도입을 줄이면서, 중학교까지 배운 물리, 화학, 생물, 지구과학의 기본 개념을 토대로 통합적 개념 적용과 문제해결을 경험할 수 있도록 성취기준을 구성하였다.

둘째, 과학적 기초소양 함양이라는 관점에서 진로 및 진학 경로를 막론하고 학생들이 이 과학을 재미있게 배울 수 있도록 학습량을 적정화하였다. 통합과학에 할당된 시수의 80%만큼의 내용량만 제시함으로써 학생 참여와 활동 위주의 수업이 가능하도록 최소한의 여건을 마련하였다.

셋째, 물리, 화학, 생물, 지구과학 등 두어 영역을 엮어서 하나의 자연현상을 설명할 수 있는 핵심개념(Big Ideas)을 선정하고 물리, 화학, 생물 및 지구과학의 관련 내용을 연계하여 성취기준을 진술하였다. 요컨대 통합과학은 ‘모든 이를 위한 과학(Science for All)’을 지향하며, ‘핵심개념(big ideas)’과 ‘핵심역량(key competencies)’으로 대변된다.

II. 핵심개념(big ideas)이란?

통합과학 교육과정은 핵심개념을 중심으로 융합형으로 개발하였다. 여기서 핵심개념의 의미를 구체적으로 살펴보면, 핵심개념이란 특정 학문 분야에 한정되지 않고 여러 학문을 아우르는 개념 혹은 원리로 다양한 현상을 설명할 수 있도록 해주는 개념으로, 학생들이 학습한 내용의 세부 사항을 잊어버린 후에도 지속되길 원하는 개

념을 가리킨다. 즉, 핵심개념은 분과적인 주요 개념들을 포괄하는 상위의 개념으로 다양한 과학적 현상뿐만 아니라 과학외의 다른 분야(교과)와 연계된 현상에 대해서도 설명을 제공할 수 있다. 이러한 핵심개념은 학생들로 하여금 과학의 다양한 개념들을 통합적으로 이해할 수 있도록 도움을 줄 수 있다. 2015 통합과학 교육과정의 목적은 핵심개념을 중심으로 학생들이 개념 구성의 과정을 체험하게 함으로써 과학을 왜 배우는지를 파악할 수 있게 하려는 것이다. 통합과학에서 선정한 핵심개념을 살펴보면 다음과 같다.

예컨대 시스템이라는 핵심개념을 중심으로 물리, 화학, 생물, 지구과학 등에서 단편적으로 배우는 개념들이 어떤 관련성을 가지는지를 파악할 수 있도록 내용을 구성하였다. 실제로 이러한 핵심개념은 우리의 실질적인 사고방식이기도 하며, 학생들은 핵심개념을 활용하여 과학을 이해함으로써 모든 과학 분야에 내포된 일정한 패턴을 학습할 수도 있을 것이다. 2009 교육과정의 융합형 ‘과학’에서 현대과학의 주요 성과를 대변하는 개념들을 망라하였다면, 2015 통합과학에서는 물리 화학, 생물, 지구과학은 물론 태(他)교과 및 삶 자체와 맞닿아 있는 핵심개념을 통해 자연과 문명을 탐구할 기회를 제공하고자 한다.

III. 핵심역량이란?

통합과학을 비롯하여 2015 개정 교육과정의 모든 교과에서는 ‘교과 역량’을 반영하여 교과 교육과정을 개발하여야 한다. 여기서 교과 역량이란 해당 교과 학습의 결과로서 할 수 있도록 기대되는 핵심역량을 가리킨다. 여기서 핵심역량(key competencies)이란 미래 사회를 살아갈 인간이 갖추어야 할 전반적인 능력으로, 의사소통 능력, 문제해결 능력, 비판적 사고력 등을 포괄한다. 핵심역량은 선천적으로 타고나는 것이 아니라 학습될 수 있는 능력이며, 초·중등 학교교육을 통해 누구나 길러야 할 기본적으로 보편적이며 공통적인 능력을 가리킨다. 즉, 2015 개정 교육과정에서는 핵심역량 함양이 국가교육과정 개정의 중요한 방향임을 총론에 명시할 뿐만 아니라, 교과별로도 핵심역량을 고려한 교육과정을 개발하고 있다.

그렇다면 2015 개정 교육과정에서 왜 핵심역량이 강조될까? 일각에서는 근대 분과학문적 지식 중심 교육의 한계로 인하여 최근에 ‘역량 중심 교육’이 강조된다고 말한다. 즉, 분과학문적 지식 중심 교육의 부족한 부분을 보완하기 위해 역량 중심 교육이 시도되고 있다고 보는 것이다. 이는 학교교육을 과학, 사회, 수학 등과 같은 다양한 ‘지식의 형식’으로의 입문으로 보던 관점에서 벗어나, 삶에 필요한 기술로 대변되는 다양한 ‘사회적 실제’로의 입문으로 학교교육을 재구성하려는 시도라고도 볼 수 있다. 즉, 미래 사회를 살아가기 위해 공동체주의적 관점에서 강조되는 타인에 대한 배려, 대인관계능력, 의사소통능력 등을 보완하려는 것이다. 이러한 맥락에서 통합과학에서는 다른 과학 과목과 마찬가지로 과학적 사고력, 과학적 탐구 능력, 과학적 문제해결력, 과학적 의사소통 능력, 과학적 참여와 평생학습 능력 등과 같은 5개 과학과 교과역량을 선정하고 이를 성취기준 진술에 반영하였다. 2015 개정 교육과정에서는 미래 사회가 요구하는 핵심역량 함양이 가능하도록 교실수업을 개선하고 평가체제를 마련하도록 요청하고 있다. 예컨대 “협력학습, 토의·토론학습, 독서 활동 강화, 과정중심 평가 확대 등을 통해 핵심역량을 함양”할 수 있도록 수업을 개선하도록 요구하고 있다(교육부, 2014).

IV. 과학탐구실험 과목의 특징

과학을 과학답게 탐구와 실험 등 학생 참여형으로 교수학습 하기에는 시간이 부족하다는 과학계의 요청에 따라 2015 개정 교육과정에서는 ‘과학탐구실험’이라는 별도의 과목이 개설되었다. ‘과학탐구실험’ 과목은 과학적 소양 함양 및 탐구 방법 습득을 위해 모든 학생들이 이수해야 하는 공통 필수과정으로 운영한다. 2015 개정 교육과정의 ‘과학탐구실험’ 교육과정의 특징을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 수능과 무관하게 학생들이 재미있게 과학을 체험할 수 있도록 구성한다. 둘째, 과학의 기초 및 통합탐구는 물론 공학적 설계와 실행(practices)을 포함하여, 구체적인 탐구와 실천의 과정을 체험할 수 있도록 구성한다. 전통적인 과학 탐구 활동 이외에도, 공학적 설계 및 모형 설계 그리고 제작 경험의 함께 이루어지는 폭넓은 과학기술공학의 경험을 얻을 수 있도록 구성한다.

셋째, 과학 하는(doing science) 방법을 경험하고 과학을 실천할 수 있는 기회를

<통합과학의 핵심개념>

영역	핵심개념
물질과 규칙성	물질의 규칙성과 결합 자연의 구성 물질
시스템과 상호작용	역학적 시스템 지구 시스템 생명 시스템
변화와 다양성	화학변화 생물 다양성과 유지
환경과 에너지	생태계와 환경 발전과 신재생에너지

제공하도록 구성한다. 수업을 통해 학습한 지식을 일상생활이나 사회 및 진(진)수지구적 이슈와 문제의 발견과 해결에 활용할 수 있는 기회를 제공함으로써 과학의 가치뿐만 아니라 과학탐구 실험 및 실천이 사회 및 과학기술 발전에 미치는 영향을 인식할 수 있도록 구성한다.

넷째, 과학탐구와 안전, 과학탐구와 윤리, 과학탐구와 컴퓨터 등 최근 강조되고 있는 새로운 사회적 필요와 가치를 함께 경험할 수 있도록 구성한다. 다섯째, 활동의 유형(프로젝트, 사고실험, 주제탐구, field work 등), 수준, 시간(단기, 중기, 장기) 등의 차원으로 구분하여 framework을 구성한다. 진통적인 과학 교과목에서 다루는 특정 과학내용과 관련되는 과학실험을 포함하여, 문제의 발견과 해결을 포괄하는 프로젝트 형태의 과학탐구 활동을 경험할 수 있도록 구성한다. 요컨대 ‘과학탐구실험’의 구체적인 내용은 학교와 학생의 맥락에 따라 선택할 수 있도록 하는 것이 바람직하다. 따라서 교육과정에서는 과학의 ‘과정’을 중심으로 성취기준을 진술하고, 선택할 수 있는 내용(주제)을 제공하고자 한다.

V. 모든 이를 위한 과학(Science for All) vs. 전문가 양성 교육

2015 개정 교육과정의 통합과학과 과학탐구실험은 ‘모든 이를 위한 과학(Science for All)’을 지향하면서도 두 가지 상반된 입장 사이에서 진통하고 있다.

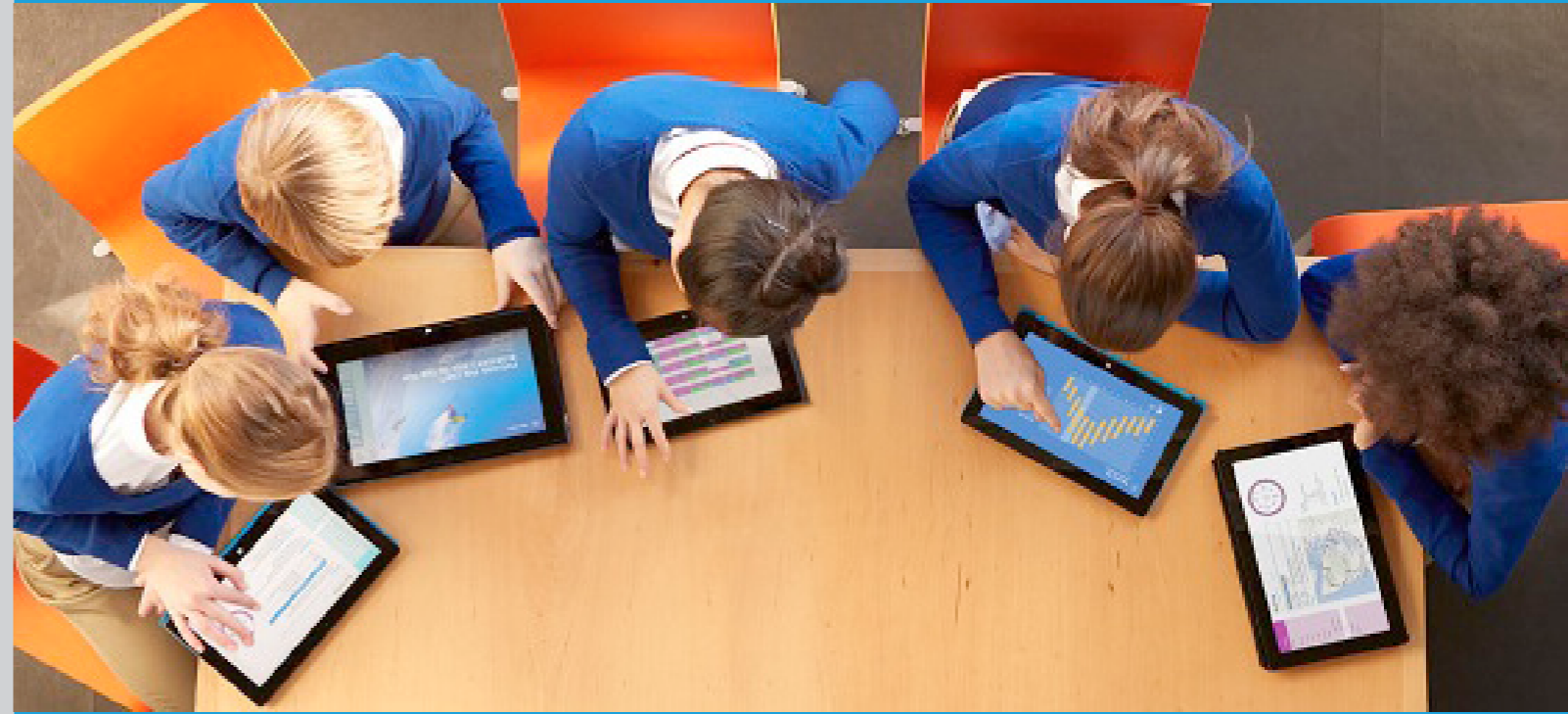
하나는 과학과 무관한 진로로 진학할 학생들의 과학적 소양 부족의 문제를 극복하기 위한 일환으로 최소 필수 내용을 중심으로 내용을 과감히 감축하여 학생들이 과학을 왜 배우야 하는지를 파악하도록 하자는 입장이다. 또 다른 입장은 학생들의 진로나 진학 경로를 막론하고 모든 학생들이 이수할 수 있도록 내용을 구성하다보면, 통합과학과 과학탐구실험의 내용과 수준이 하향 평준화 되어 점차 과학과 관련된 진로로 진학할 학생들의 과학 수준도 낮아지는 결과를 초래한다는 입장이다.

결국 절충안으로 2015 개정 교육과정의 통합과학과 과학탐구실험을 ‘모든 이를 위한 과학’이라는 통합과학의 기본 취지를 살려서 새로운 개념의 도입은 최소화하되, 중학교 3학년까지 배운 과학개념을 통합과학을 통해 실제로 적용해보는 경험을 갖도록 교육내용을 구성하였다. 장기적으로는 이렇게라도 해서 모든 이를 과학과 공통 교육과정으로 통합과학과 과학탐구실험 과목이 2020 개정, 2030 개정, 그리고 그 이후에도 존립할 수 있기를 기대해본다.

<참고문헌>

교육부(2014). 2015 문·이과 통합형 교육과정 총론 주요 사항(시안). 교육부: 창의인재정책관(교육과정정책과).

한국교육과정평가원(2015). 2015 개정 교육과정을 위한 교과 교육과정 개발 정책연구진 합동 워크숍(4차). 서울: 한국교육과정평가원.



Academic
Information

교수학습 정보

미래의 과학교육은 맞춤형 교육!!!
신동훈 (서울교대 두뇌기반생물교육연구실)

ICT 활용교육
윤세진 (경인고등학교)

소리의 속도 측정 실험에 대하여
이세연 (명덕고등학교)

과학 선택활동 자유학기 프로그램 운영에 관하여
손미현 (무학중학교)

교수학습 정보

/ 아이트래커

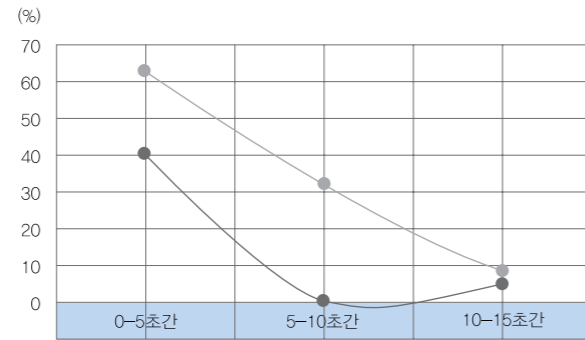
미래의 과학교육은 맞춤형 교육!!!

신동훈 (서울교대 두뇌기반생물교육연구실)

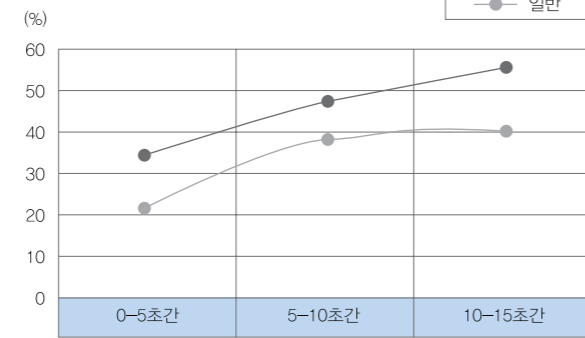
미래의 교육은 획일적인 방식에서 탈피하여 개별 학습자에게 가장 효과적인 맞춤형 교육이 되어야 한다는 데에는 이견이 없다. 이를 위해서는 학생 개개인의 학습과정에서 정보를 어떻게 이해하고 처리하는지에 대한 인지사고 과정을 분석하는 연구가 필요하다. 최근의 진보된 과학기술로 인해 학습 과학은 많은 발전을 이루고 있다. 학생들의 인지사고 과정을 직접 관찰하는 데에는 제한점이 있지만 fMRI, PET, EEG, 아이트래커 등의 신경과학적 도구를 사용하면 학생들의 인지사고 과정을 추론할 수 있다.



이중 아이트래커는 시선의 움직임을 포착하여 인지특성 및 심성특성을 이용하여 대상에 대한 관심도 및 관심순위 등을 측정, 데이터화 할 수 있는 도구이다(신원섭과 신동훈, 2012). 이는 의학, 약학, 신경학, 인간공학, 심리학, 광고학, 교육학 등의 분야에서 활발하게 사용되고 있다. 아이트래커가 인지사고과정 연구에서 갖는 첫 번째 장점은 신체적 접촉이 필요하고 접근성이 제한적인 다른 도구들과 달리 신체접촉이 없다는 것이다. 즉, 아이트래킹 시스템을 사용하여 시선 움직임을 포착만으로 피험자의 대상에 대한 관심도 및 관심순위 등을 측정할 수 있다. 둘째, 심리생리학적 접근이 가능하다. 교육학 분야에서 기존의 연구들은 자기보고식 결과에 의존해 왔으나 이러한 방법에는 피험자가 분명하게 대답할 수 없는 영역이 존재하기 때문에 한계가 따른다. 그러나 아이트래커를 사용하면 피험자의 심리생리학적 반응을 데이터화할 수 있다. 셋째, 아이트래커는 피험자의 안구움직임을 실시간으로 분석하기 때문에 시간해상도가 높아 시각적 주의에 대한 직접적인 측정이 가능하다.



〈그림1〉

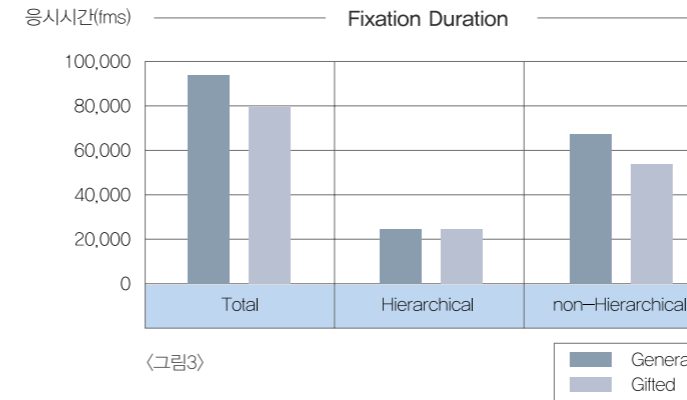


〈그림2〉

서울교대 두뇌기반생물교육연구실(BBBL)에서는 2011년부터 아이트래커 연구를 활발히 진행하고 있다. BBBL의 아이트래커를 활용한 대표적 연구 사례로 첫째, 영재학생과 일반학생의 안구운동 비교를 들 수 있다. 이러한 연구를 통해 영재학생과 일반학생의 안구운동 패턴을 알아보고 각 대상에 맞는 맞춤형 교육이 가능할 것이다. 피험자에게 분류과제를 제시한 후 시간대별 문제 확인 비율을 나타낸 [그림 1]을 보면 영재학생들은 전체시간 동안 문제를 확인하는 비율이 일반학생보다 매우 적음을 알 수 있다. 또한 0~5초 이후에 영재 학생들은 거의 문제를 확인하지 않는 특성을 나타내었지만, 일반 학생들은 비록 시간이 점진적으로 줄기는 하지만 0~5초 이후의 구간에서도 문제를 확인하고 있음을 알 수 있다. 또 시간대별 분류 항목 관찰 비율을 나타낸 [그림 2]를 보면 영재학생들은 모든 구간에서 일반학생보다 약 10%정도 높은 비율로 분류항목을 관찰하는 것을 알 수 있다(최현 등, 2012). 이 연구를 통해 영재학생들은 문제를 이해하는 데 일반학생들보다 적은 시간을 이용하고, 매 시간 분류 항목에 대한 관찰 집중력이 뛰어나다는 것을 알 수 있다.

후속 연구에서는 연구대상자를 늘리고, 분류문제도 위계성이 있는 것과 없는 것으로 다양하게 했다. 그렇게 함으로써 기존의 분류 시 영재학생과 일반학생의 안구운동 결과 분석을 심화시켰다. 두 집단 간 응시시간의 차이는 [그림 3]과 같이 위계성이 없는 과제에서만 더욱 두드러지게 나타났다(전예름과 신동훈, 2015). 위계성이 있는 과제의 경우 일반학생의 응시시간은 영재학생의 평균 응시시간과 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$). 반면, 위계성이 없는 4가지 과제의 총 응시시간의 평균을 비교한 결과, 일반학생의 응시시간이 영재학생보다 10초 이상 긴 것으로 나타났다($p < 0.05$). 이에 대한 원인은 [그림 4]에서 찾을 수 있다.

과제의 곤란도가 평이한 위계성이 없는 분류과제에서는 영재학생들이 과제의 특징 및 핵심을 빨리 파악하고, 그에 따라 단시간 내에 분류해내는 데 반해, 일반학생들은 과제의 핵심을 파악하지 못하고, 그 특징을 파악하는 데 많은 시간을 사용하였다. 반면, 과제의 곤란도가 높은 위계성이 있는 분류과제에서는 영재학생들도 과제의 핵심 및 특징을 파악하는 데 많은 시간을 소모하여, 두 집단 간 응시시간에 큰 차이가 없었음을 알 수 있다.



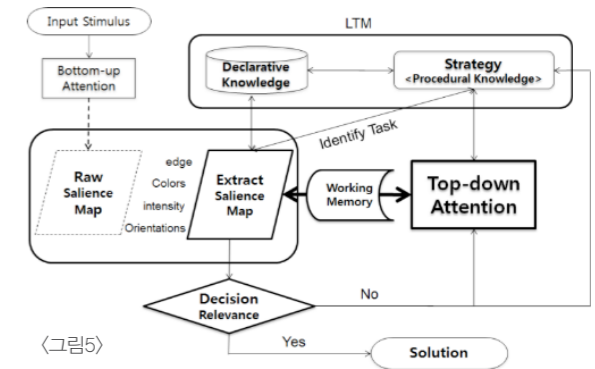
〈그림3〉

연구자: 가장 어려웠던 문제는 무엇이었니?
영재A: 5번 문제요.
연구자: 그 문제가 가장 어려웠던 까닭은 무엇이었니?
영재A: 다른 문제와 달라서요.
연구자: 그 문제를 해결한 방법은 무엇이니?
영재A: 천천히 살펴보고 정확하진 않지만 그래도 가장 근접하다고 생각하는 것을 골랐어요.

〈그림4〉

둘째, 초등학생들이 변별과제를 해결하는 동안의 안구운동 데이터를 토대로 초등학생들의 시각정보에 따른 인지적 부담과 문제해결전략을 분석하고 그 과정에서 안구운동에 대한 정량적 및 정성적인 분석을 통해 주의와 안구운동의 관계를 규명한 후 신동훈(2006)이 사용한 모형개발법을 근거로 발견적 주의모델(heuristic attention model)을 개발한 사례를 들 수 있다. 신원섭과 신동훈(2013)에 따르면 발견적 주의모델이 의미하는 바는 다음과 같다. ①과제가 처음 제시되었을 때 그 자료의 시각적 정보에 의존한 상황식주의 안구운동과 과제의 문제를 즉시 확인하는 하향식주의 안구운동이 모두 500ms 이내에서 확인되었다. 그래서 이 모델에서는 Top-down attention과 Bottom-up attention을 모두 나타내었다. ②문제를 해결하기 위해서는 각 개인의 인지모델에서 절차적 지식을 사용한다. 이 절차적 지식에 의해 주위가 발현되는데, 이는 하향식주의다. 시각적 자료의 대상이 우리가 알고 있던 대상이라면 선연적 지식의 개념요소와 상호작용할 것이고, 만약 그렇지 않다면 개념적 요소의 영향을 받기 때문에 [그림 5]와 같이 도식할 수 있다. ③시각정보로부터 추출된 돌출성 지도(saliency map)는 두 가지 버전으로 나타낼 수 있다. 초기 탐색 단계에서 상황식주의의 영향을 받아 몇몇 시각정보특성들로 구성된 RSM(raw saliency map)이 형성되고, 목표지향적인 하향식주의에 의해 ESM(extract saliency map)이 구성된다. 이 때 안구운동 분석결과 대부분의 학생들은 하향식주의에 의존한 ESM을 통해 문제를 해결하였다. 기초학력 이하

의 학생들은 문제를 해결하는 과정에서 종종 하향식주의를 이탈하고 시각적 정보에 의존한 RSM을 형성하는 것으로 관찰되었다. 과제의 곤란도가 낮은 경우 상황식주의에 의존한 RSM으로 과제를 해결할 수 있으나 곤란도가 높은 경우 하향식주의에 의존한 ESM을 구성할 수 있어야 문제를 해결할 수 있다. ④초등학생들의 경우 각 개인의 경험에 따라 작업기억(working memory)에 차이가 있을 수 있으며 문제해결과정에서 안구운동의 분석을 통해 학생들의 작업기억능력을 추론할 수 있고 그에 따른 주의의 패턴을 찾을 수 있었다. 학생들은 하나의 시각정보를 두 가지 선택지에서 비교하기도 하고 여러 가지 시각적 요소를 병렬적으로 비교하기도 하였다. 작업기억 과제에서 응시의 적합성을 측정 및 결정하고 시선경로를 조절하기 때문에 주의를 작업기억에 의존한다. HAM(heuristic attention model)은 문제해결과정에서 나타난 학생들의 안구운동과 기존의 주의와 기억에 대한 선행연구들을 종합하여 개발하였고, 특정 과제를 해결하지 못하는 학생들의 곤란상황을 순차적으로 분석하는 데 효과적인 것으로 판단된다.



〈그림5〉

셋째, 초등학생의 과학 읽기에서 상위집단과 하위집단이 보이는 경향성을 탐구하고 그 결과를 활용하여 과학 읽기에 어려움이 있는 학생을 위한 프로그램이 필요함을 제안한 연구가 진행되었다. 박효정과 신동훈(2015)에 따르면 고정 수는 [표 1], [표 2]와 같이 상위 집단이 하위집단보다 높았으며, 고정시간은 상위 집단이 하위집단보다 낮았다. 회귀 수는 [표 3], [표 4]와 같이 상위집단이 하위집단보다 높았으며, 회귀시간은 상위집단이 하위집단보다 낮았다. 또한 문장별 고정 수 및 평균 고정 시간에 있어 상위집단이 핵심 문장을 더 오래 살펴봐왔다. 이러한 연구 결과를 토대로 글에서 중요도에 따라 주위의 정도를 분산할 수 있게 하고, 효율적인 읽기 전략을 단계적으로 지도한다면 과학책 읽기 부진학생들의 과학 읽기 능력 향상에 많은 도움이 될 것으로 판단된다.

[표1] 고정수

	상위 집단				하위 집단			
	P13	P03	P06	P01	P10	P11	P12	P08
짧은 글 (보일)	109	160	121	145	156	108	112	129
중간 글 (상호작용)	160	214	173	198	175	128	157	163
긴 글 (균질)	268	360	283	286	272	192	263	254

[표2] 평균 고정 시간

	상위 집단				하위 집단			
	P13	P03	P06	P01	P10	P11	P12	P08
짧은 글 (보일)	243.2	241.2	165.4	197.4	271.7	247.2	214.1	207.4
중간 글 (상호작용)	220.1	253.0	204.2	232.0	278.0	265.2	242.2	237.0
긴 글 (균질)	228.5	241.0	201.5	224.6	264.2	279.5	255.7	223.3

[표3] 회귀 수

	상위 집단				하위 집단			
	P13	P03	P06	P01	P10	P11	P12	P08
짧은 글 (보일)	29	40	34	32	34	35	20	38
중간 글 (상호작용)	41	57	64	49	55	44	39	53
긴 글 (균질)	63	100	110	73	73	62	53	60

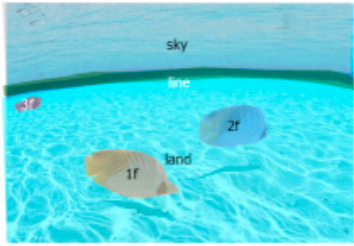
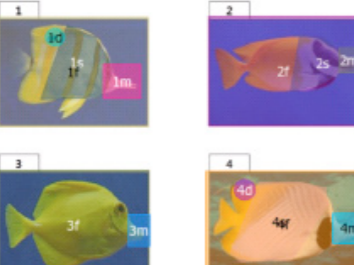
[표4] 평균 회귀 시간

	상위 집단				하위 집단			
	P13	P03	P06	P01	P10	P11	P12	P08
짧은 글 (보일)	240.0	221.6	203.4	205.1	262.8	236.4	201.4	187.6
중간 글 (상호작용)	230.9	232.6	192.0	204.0	213.4	249.9	218.6	187.6
긴 글 (균질)	194.3	207.9	190.9	230.6	256.5	290.6	229.8	207.1

넷째, 과학적 사고전략모형을 적용한 관찰·분류 능력 향상 프로그램을 개발하여 투입 후 그 효과성을 아이트래커로 확인한 연구도 진행되었다. 이 연구를 통해 김예람과 신동훈(2015)은 프로그램 투입 후 피험자들의 관찰, 분류 능력 지수가 유의미하게 증가하였으며, 안구 운동 분석 결과에서도 [표 5]와 같이 사후 과제에서 불필요한 영역에 고정되는 비율이 통계적으로 유의미하게 감소함을 확인하였다.

Eye-tracker 연구방법은 결과에 바탕을 둔 상황적 설명보다는 과정에 바탕을 둔 인과적 설명을 가능하게 하므로, 과학 교육 연구의 여러 분야에서 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 뿐만 아니라 동공의 크기변화를 측정할 수 있는 아이트래커, 표정 변화를 통해 감정의 변화를 파악할 수 있는 Face-reader, 뇌의 전기적 활동을 두피 상에서 파악할 수 있는 EEG를 통해 얻은 데이터를 비교분석한다면 학생들이 학습 상황에서 느끼는 흥미와 곤란도 등의 감성 연구도 가능할 것으로 전망된다.

[표5] 사전, 사후 검사에서의 안구 운동의 변화

과제	과제 관심 영역	Mean
관찰 1번		관찰 1번 과제는 정량적 관찰을 확인하기 위해 사진 속의 물고기의 수를 확인하는 과제이다. 3번 물고기까지 세어야 하기 때문에 사후 검사 결과 3번 물고기를 관찰한 고정 시간이 증가하고 문제 해결에 불필요한 요소인 2번 물고기, 땅, 경계, 특히 하늘에 고정된 비율이 $p < 0.05$ 수준에서 유의하게 감소했다($t=3.00, df=8, p=0.0170$). 또한 2번 과제 해결을 위해 물고기의 특징이 잘 나타나있는 1번 물고기를 관찰한 고정 시간이 증가하였다.
관찰 2번		관찰 1번 과제에서 본 물고기를 찾는 2번 과제에서 정답인 4번 물고기를 찾으려면 꼬리부분의 점 모양을 확인해야 한다. 꼬리 부분의 점에 고정된 시간은 전체 고정 시간 중 2.42%에서 6.71%로 증가했으며 문제 해결에 불필요한 몸통의 줄무늬와 특히 물고기 전체를 보는 고정 비율이 $p < 0.05$ 수준에서 통계적으로 유의하게 감소했다($t=2.58, df=8, p=0.0327$). 이는 물고기 선택 기준이 꼬리의 점이라는 면담 내용과 일치한다.

[Reference]

김예람, 신동훈(2015). 과학적 사고전략 모형을 적용한 초등학생의 관찰, 분류 능력 향상 프로그램 개발. 한국초등교육, 26(2), 195-214.
 박효정, 신동훈(2015). 안구운동 추적 기법을 활용한 6학년 과학 교과서의 과학 이야기 읽기 과정 분석. 한국과학교육학회, 35(3), 383-393.
 신동훈(2006). 생물학 가설 생성에서 나타나는 과학적 감성의 생성 과정 설명을 위한 신경 인지적 모형 개발. 한국생물교육학회, 34(2), 232-245.
 신원섭, 신동훈(2012). 초등 교사들의 과학교과서 그래프 이해 과정에 대한 안구 운동 분석. 초등과학교육, 31(3), 386-397.
 신원섭, 신동훈(2013). 변별과제에서 초등학생의 안구운동 분석을 통한 발견적 주의 모델 개발. 한국과학교육학회, 33(7), 1471-1485.
 전예름, 신동훈(2012). 생물분류과정에서 과학영재학생과 일반학생의 안구운동 비교 분석. 초등과학교육, 34(1), 142-152.
 최현동, 신원섭, 신동훈(2012). 초등과학영재와 일반 아동의 분류 과정에서 나타나는 안구 운동 패턴의 차이. 초등과학교육, 31(4), 501-512.
 최현동, 신동훈(2012). 과학 교과서의 표를 해석하는 초등교사들의 안구 운동 추적. 초등과학교육, 31(3), 358-351.



교수학습 정보

/ ICT 활용교육

ICT 활용교육

윤세진 (경인고등학교)

I. 들어가며 – ICT 활용 교육?

우리나라에서 ICT 활용 교육에 대한 관심은 상당히 오래전부터 시작되었다. 컴퓨터를 직접 이용하던 초창기를 지나서 인터넷이 보급되기 시작하면서부터는 인터넷을 교육에 접목하였고, 최근에 스마트폰이 등장하면서는 스마트폰을 도입하게 되었고, 태블릿도 함께 이용되고 있는 상황이다. 이렇게 다양한 플랫폼이 등장하고 그에 맞추어 많은 수업 방법들이 등장하고 있지만, 교육에 활용하기 위해 학생들에게 제시되는 자료의 형태는 유사한 모습을 보인다. 즉, 그림 자료, 오디오/비디오 자료, 애니메이션 자료 등이 그것이다(표 1 참고). 아마도 이러한 학습 자료를 어떤 도구를 사용하여 학생에게 전달하였는가 하는 것이 플랫폼의 변천(PC-인터넷-스마트폰)으로 이어져 왔다고 볼 수 있다.

표 1. 멀티미디어 자료의 유형

자료의 유형	설명
 텍스트	유인물, 인포그래픽 등의 형태로 제시되는 텍스트는 학생들에게 효과적으로 정보를 전달할 수 있는 수단이 된다. 교사들이 가장 잘 활용하는 형태이기도 하다.
 이미지	그림, 사진, 이미지 자료 등이 있다. 이미지 자료는 시각적인 효과를 나타내기 때문에 학습효과가 상당히 높다. 그러나 이미지에 대한 추가적인 설명이 필요하다.
 오디오	다양한 소리는 학생들에게 호기심을 불러일으키며, 적절한 이미지 자료나 텍스트 자료와 함께 제공되면 효과적인 자료가 될 수 있다.
 비디오	비디오 자료는 가장 효과적으로 정보를 전달할 수 있는 자료이다. 비디오 자료 역시 단순한 비디오 자료만으로는 효과적이지 않고 그에 따르는 활동지 같은 추가 자료가 제공되어야 학생들에게 효과적인 교육 자료가 된다. 최근에 거꾸로 수업이 주목받으면서 비디오 자료 제작에 관심이 늘어나고 있다.
 애니메이션	만화영화 형태로 제공되는 학습 자료는 개념을 쉽게 전달할 수 있는 이점이 있다. 플래시로 만들어진 교육용 애니메이션이 널리 사용되고 있다.

따라서 ICT 활용교육에서는 플랫폼의 변화와 무관하게 교사들이 만들어야 하는 자료들이 있고 그 자료들을 어떤 프로그램과 도구들을 이용해서 제작하는가 하는 것이 관건이라고 할 수 있다. 요즘 ICT 활용교육에서는 기본적으로 멀티미디어 자료들을 제공한다. 지금부터는 ICT 활용교육에 사용할 수 있는 몇 가지 프로그램을 간단하게 소개하여 교사들이 직접 자료를 만드는데 도움을 주고자 한다.

II. ICT 활용교육에 필요한 몇 가지 프로그램

1. 텍스트 관련

텍스트 관련 프로그램으로는 보통 글을 쓰는데 사용하는 워드 프로세서 프로그램이 있는데, 한글과 컴퓨터와 마이크로소프트의 워드 프로그램이 대표적이다. 이 두 프로그램 모두 최근에는 윈도우와 OS X에서 모두 사용할 수 있도록 프로그램을 업그레이드 하였으며, 클라우드 서비스를 활용할 수 있는 사용환경도 제공하고 있다. 많은 양의 텍스트는 워드 프로그램을 사용하면 되지만, 간단한 인포그래픽 작성이나 제목 작성 등에는 그래픽/이미지 프로그램이나 파워포인트 같은 프리젠테이션 프로그램을 사용하기도 한다. 한편 수업에 필요한 텍스트 자료는 교과서나 전공서적에서 얻을 수 있지만, 최근에는 인터넷 사이트를 활용하는 경우가 늘고 있다. 과학 관련 텍스트 자료를 얻을 수 있는 사이트를 소개하면 다음과 같다.

사이언스 올 : <http://www.scienceall.com/>
 사이언스 타임즈 : <http://www.sciencetimes.co.kr/>
 Science NetLinks Science News : <http://sciencenetlinks.com/science-news>
 Science and Magazine : <http://www.sciencemag.org>

2. 이미지 관련

이미지는 그림과 사진 자료를 말하며, 자연현상과 사물을 대상으로 하는 과학 수업에 없어서는 안될 중요한 자료이다. 이미지 자료는 수업 도입, 학습 활동, 수업 정리 등 다양한 상황에 사용되고 있다. 과거에 이미지는 교과서에 실린 이미지가 대부분이었으나, 최근 인터넷의 발달로 고화질의 다양한 이미지에 쉽게 접근하여 수업에 활용할 수 있게 되었다. 이미지 자료의 경우 교사 스스로 제작하기도 하며, 인터넷을 통해 필요한 자료를 수집하거나, 필요에 따라서는 수집한 자료를 편집하여 사용하는 경우도 있다. 이미지 자료를 수집하거나 편집할 때, 이미지 관련 프로그램들을 사용하는데, 유용한 프로그램을 몇 가지 소개하면 다음과 같다.

포토샵이나 일러스트 같은 상업용 프로그램도 있지만, 그와 버거가는 무료 프로그램으로 '김프'와 '잉크 스케이프' 같은 프로그램들도 있다. 특히 '픽픽(PicPick)'이라는 프로그램은 손쉽게 이미지를 편집할 수 있고, 인터넷 사이트나 컴퓨터 화면을 편리하게 캡처할 수 있는 프로그램이다. 스크롤을 해서 봐야 하는 자료를 하나의 이미지로 저장하고 싶지만, 캡처가 되지 않아 난감했던 경험이 한 번씩은 있을 것이다. '픽픽'의 장점은 자동스크롤 캡처에 있다. 웹사이트를 여러 번 나누어서 캡처하지 않고 자동으로 스크롤 시켜서 한 번에 전체를 캡처할 수 있는 것이다.

픽픽 : 간편한 이미지 편집, 캡처 프로그램(<http://wiziple.tistory.com/>)
 김프 : 포토샵과 같은 프로그램(<http://www.gimp.org/>)
 잉크스케이프 : 벡터 이미지를 만들 수 있음(<https://inkscape.org/ko/>)

또, 수업 시간에 활용할 수 있는 이미지를 수집할 수 있는 사이트를 소개하면 다음과 같다.

Science Photolibrary : <http://www.sciencephoto.com>
 ScienceSource Images : <http://www.sciencesource.com>
 Science images for kids : <http://www.sciencekids.co.nz/images.html>

3. 오디오/비디오 관련

예전에는 오디오와 비디오 자료를 나누어서 사용하기도 했지만, 최근에는 비디오 자료들을 주로 사용하고 있다. 오디오 자료를 단독으로 사용하지 않는다고 해서 오디오 프로그램이 쓸모없는 것은 아니다. 오디오 관련 프로그램을 사용하면 기존의 비디오 자료에 자신만의 오디오를 입혀서 수업에 사용할 수 있다. 특히 최근에 거꾸로 수업이 주목받고 있는데, 거꾸로 수업을 위해서는 간단한 동영상 제작하는 것이 필요하다. 이 때, 오디오 프로그램을 활용하면 다른 동영상에 교사 자신의 목소리를 입혀 수업에 필요한 동영상 자료를 간단히 제작할 수 있다.



오디오 관련 프로그램으로 대표적인 것이 '어도시티(Audacity)'가 있다. 어도시티는 무료 프로그램으로 사이트(<http://audacityteam.org/>)에서 다운받을 수 있는데, 다양한 종류로 소리를 녹음할 수 있으며, 이를 편집하고 믹싱까지도 가능한 프로그램이다.

비디오는 학생의 관심을 끌기에 아주 좋은 수업자료 중 하나이다. 시공간 제약을 뛰어 넘어 다양한 장소, 상황 등을 보여줄 수 있다. 직접 갈 수 없는 곳을 영상을 통해 경험할 수 있으며, 또, 직접 관찰하기 힘든 대규모, 혹은 소규모 자연 현상들을 보여줄 수도 있다. 최근 인터넷, 스마트폰의 발달로 다양한 비디오 자료가 축적되어 있고, 비디오 자료에 쉽게 접근할 수도 있다. 이를 잘 활용한다면 수업을 맛깔나게 구성할 수 있을 것이다.

비디오 자료가 일방적 전달이라 생각하기 쉽지만, 학생들과의 상호작용을 활발하게 일어나게 할 수 있는 것도 비디오 자료이다. 유튜브와 같은 사이트를 활용하면, 자신이 만든 비디오 자료를 올리고, 공유할 수 있으며 다른 사람이 올린 비디오 자료를 보고 활용할 수도 있다. 수업에 활용할 수 있는 비디오 자료를 얻을 수 있는 사이트를 소개하면 다음 같다.

유튜브 : <http://www.youtube.com>
 비메오 : <http://www.vimeo.com>
 외국 자료를 볼 수 있는 곳으로는 다음 사이트를 참고하라.
 ScienceKids Videos : <http://www.sciencekids.co.nz/videos.html>
 ScienceOnline : <http://www.youtube.com/user/ScienceOnline>
 Watch FreeDocumentaries Online : <http://topdocumentaryfilms.com/category/science-technology>

비디오를 수업에 활용하기 위해서는 비디오를 편집할 수 있는 프로그램이 필요하다. 비디오를 편집하고 만들 수 있는 프로그램 중에는 고급 기능을 지닌 상업용 프로그램들이 많이 있지만, 무료로 사용할 수 있는 프로그램 중에 '윈도우 무비 메이커(window movie maker: WMM)'를 추천한다. WMM의 경우에는 사진이나 동영상을 편집하여 자신이 원하는 동영상을 만들 수 있고, 만든 동영상을 재생하기에 적당한 크기로 저장할 수도 있다. 컴퓨터 상의 화면을 동영상으로 캡처하여 사용할 수 있는 '오캠'도 유용한 프로그램이다. 오캠은 동영상 캡처와 동시에 오디오 녹음도 가능하며, 사진으로도 캡처가 가능한 무료 프로그램이다. 오캠은 다음 사이트에서 다운 받을 수 있다(<http://ohsoft.net/ko>).



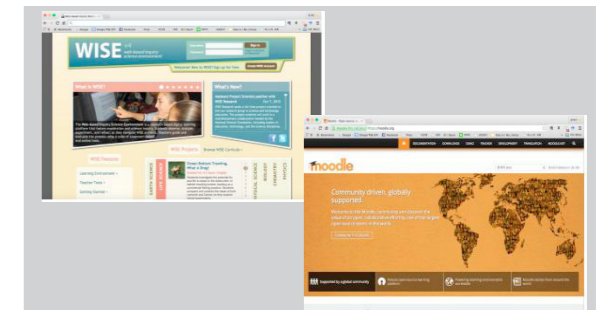
4. 스마트폰 앱 관련

최근의 교실수업을 들여다보면, pc를 넘어서 스마트폰을 이용하는 경우가 많고 있다. 수업에 사용할 수 있는 다양한 앱이 개발되어 사용되고 있다. 스마트폰에서 사용되는 앱의 경우에는 단순히 동영상을 볼 수 있는 것에서부터 시작하여 동영상을 제작할 수 있는 앱이 있으며, 학생을 관리하는 앱까지 등장하였다. 스마트폰에서 사용할만한 앱을 소개하면 다음과 같다.

Explain everything(수업자료 만드는 앱) : <http://explaineverything.com/>
 클래스팅(학생 관리 앱) : <https://www.classting.com/>
 소크라티브(실시간 퀴즈 또는 설문조사) : <http://www.socrative.com/>
 Science360(과학 동영상 보기) : <http://science360.gov/> 앱과 인터넷 사이트 동시 가능
 위키링크(자료) : <http://wikilinks.net/home/>

5. 기타

인터넷을 기반으로 학습에 활용할 수 있는 사이트가 있는데, 버클리에서 개발한 WISE 사이트가 대표적이다. 이 사이트는 교사가 학습에 필요한 모든 자료를 올려두거나 자체 제작 도구를 이용하여 자료를 개발할 수 있게 되어 있다. WISE 사이트(<https://wise.berkeley.edu/>)에 접속하고 회원 가입을 하면 누구나 사용할 수 있다. 이 사이트의 장점은 다른 사람이 만들어 놓은 자료를 가져다 사용할 수 있으며, 만들어진 자료를 편집하여 사용할 수도 있다는 것이다. 또한 '무들'(<https://moodle.org/>)도 교육용 사이트를 제작하는데 좋은 툴이다. 단순한 홈페이지 제작을 넘어서서 무들 사이트를 활용하면 교수 학습 자료 이외에도 평가와 학생 관리까지 교육에 필요한 모든 작업을 함께 할 수 있다. 우리나라 여러 대학들도 '무들'을 도입하고 있다. 최근에는 무들 사이트를 무료로 만들 수 있는 무들클라우드도 개설하여 손쉽게 자신의 무들 사이트를 만들 수 있도록 하고 있다.



III. 나가며 – HOW : WHY

예전 ICT 활용 교육의 시작으로부터 현재 스마트 교육에 이르기까지 다양한 ICT 기기들과 여러 프로그램이 등장하였다. ICT 기기들과 멀티미디어 자료들이 교육에 어느 정도 효과를 가져온 것은 사실이다. 그러나 이 시점에서 "왜 ICT 교육을 하는가?"라는 물음을 던져볼 필요가 있다. ICT 활용 교육에서 놓치지 말아야 할 부분은 다양한 기기와 프로그램을 사용하여 교사가 달성하고자 하는 "학습 목표"가 무엇인가? 하는 것이다.

지금까지 ICT 활용 교육은 "어떻게 사용할 것인가?"에 초점을 두고 많은 일들이 진행되어 왔다. 그런데 점차 "왜 이 기기를 사용하는가? 왜 이 프로그램이나 앱을 사용하는가?"하는 것에 대한 질문이 적었다. 그로 인해서 주객이 전도되어 기기나 프로그램이 교육의 중심이 되는 기형적인 ICT 활용 교육이 될 위험성을 가지고 있었다. 좋은 기기나 프로그램, 앱이 불필요하다는 것은 아니다. 좋은 기기와 앱을 사용하면 보다 효과적인 수업이 가능하다. 그러나 어디까지나 교육이 중심이 되어야 한다는 사실은 잊지 말아야 한다. "좋은 기기가 나왔으니 교육에 한번 써 볼까?"라는 발상에서 출발한다면 마차 말을 이끄는 상태가 될 수 있다. "우리 교육에 이런 지원이 필요한데, 그 일환으로 좋은 기기가 있으니 사용하지"라는 접근 방법의 전환이 필요하다. 앞으로는 좋은 기기와 프로그램, 앱 중심이 아닌, 교육의 목적을 달성하는 것이 중심이 되는 ICT 활용 교육이 시작되었으면 한다.

교수학습 정보

/ 소리의 속도 측정실험

소리의 속도 측정 실험에 대하여

이세연 (서울 명덕고등학교 교사)

1. 소리의 속력은 얼마나 빠를까?

올 여름에는 비가 올 때 유난히 천둥번개를 동반한 경우가 많았다. 번쩍 하고 나서 기다려지는 몇 초, 우르릉 굉! 어느 때는 번쩍하자마자 천둥소리가 울리지만, 어떨 때는 번개가 친 후 한참을 기다려야 천둥소리를 들을 수 있었다. 왜 번개가 친 후 천둥소리가 들리기까지 시간이 걸리며 이 시간은 왜 매번 다른 것일까? 이미 알고 있겠지만, 바로 빛과 소리의 속력 차이 때문이다. 번개(빛)와 천둥(소리)은 동시에 동일한 곳에서 발생하지만 속력이 다르기 때문에 내가 있는 곳까지 오는데 시간 차이가 나는 것이다. 물론 내가 있는 곳 주변에 번개가 친다면 동시에 천둥소리를 들을 수 있다.



번개 - freely licensed from wikipedia - 원본크기의 10%

진공 중에서 빛의 속력은 약 3×10^8 m/s 정도이며, 물속에서는 많이 느려지는 하지만 이를 따를 것이 없다.(물론 전혀 없는 것은 아니다. 물속에서는 빛보다 빠른 것이 있다.) 그렇다 하더라도 감히 소리가 넘볼 수 있는 것은 아니다. 소리는 공기 중에서 약 340m/s의 속력으로 전파된다. 어떤 장소에서 동시에 발생한 번개와 천둥이 내가 있는 곳까지 도달하는데 걸리는 시간이 빛은 거의 0초이지만(빛은 1초에 지구 둘레를 일곱 바퀴 반이나 돌 수 있다.) 소리는 1초에 340m 밖에 가지 못한다. 400 m 운동장 트랙을 한 바퀴도 돌지 못하는 것이다. 그렇기 때문에 번개를 본 후 천둥소리가 들릴 때까지의 시간을 1초, 2초, ... 센 후, 이 시간에 340을 곱하면 천둥과 번개가 발생한 곳까지의 거리를 알 수 있다. 즉 천둥과 번개가 거의 동시에 도달하면 아주 가까운 곳에서 발생한 것이며, 시간 차이가 많이 날수록 천둥과 번개가 발생한 곳까지의 거리가 먼 것이다.

소리는 굳이 빛과 비교하지 않더라도 그 속력을 비교할 만한 것들이 많이 있다. 총알처럼 작은 물체뿐 아니라 엄청 크고 무거운 전투기의 경우에도 소리의 몇 배의 속력으로 빠르게 움직이기도 한다. 보통 공기 속에서 고속으로 움직이는 총알, 비행기, 미사일 등의 속력을 나타낼 때는 대개 소리의 속력을 기준으로 그 속력을 말하곤 하는데 이때, 소리의 속력(음속)을 '마하(Mach) 1'로 나타낸다. 오스트리아의 과학자 에른스트 마하(Ernst Mach)가 도입한 개념으로 마하 0.5는 음속의 절반에 해당하는 속력이고, 마하 1은 공기 중에서의 음속인 초속 약 340m에 해당한다. 마하 1보다 큰 속도영역을 초음속이라 하며, 비행체가 공기 중에서 마하 1을 넘는 초음속으로 비행하면 비행체 주위의 공기에는 충격파(shock wave)가 생성된다.

2. 소리의 속력은 밀도가 큰 매질에서 더 빠르다?

소리와 빛은 모두 파동이지만, 파동을 구분하는 몇 가지 기준으로 볼 때 소리와 빛은 서로 많이 다르다. 파동의 진행방향과 진동방향의 관계로 나누는 횡파, 종파로 구분할 때, 빛은 횡파지만 소리는 진행방향과 진동방향이 나란한 종파다. 또 빛은 파동이 전파될 때 매질 없이 전파되는 전자기적 파동이지만, 소리는 매질을 통해서만 전파되는 역학적 파동에 속한다. 이런 차이로 빛은 진공에서 가장 빠르며 기체, 액체, 고체로 갈수록 전파속력이 느려진다. 하지만 소리는 매질의 진동을 통해 전파되기 때문에 기체보다는 액체에서 빠르며 고체에서 가장 빠르게 전파된다.



충격파(sonic boom)
- freely licensed from wikipedia
- 원본크기의 25%

소리의 속력이 약 340m/s 정도라는 것은 어디까지나 공기 중에서의 얘기다. 물속에서는 약 1482m/s로 공기 중에서도 4배 이상 빨라지며 유리에서는 4500m/s로, 강철에서는 5000m/s로 10배 이상 전파속력이 빨라진다. 이런 결과 때문에 많은 학생들은 "어! 기체→액체→고체 매질 순으로 빨라지네! 그렇다면 매질의 밀도가 증가할수록 소리의 속력이 빨라지는구나!" 라고 생각하는데, 절대 그렇지 않다. 오히려 소리의 전파속력은 매질의 밀도가 증가할수록 감소한다.

일반적으로 기체→액체→고체 순으로 밀도가 증가하는 것은 분명한데, 속력이 느려지지 않고 빨라지는 것은 무엇 때문일까? 바로 '부피 탄성률' 때문이다. 부피탄성률이라는 용어가 어려우면, 탄성력에서의 '탄성'을 생각해 보자. 탄성은 외부 힘에 의해 변형된 물체가 그 힘이 제거되었을 때 원래 상태로 되돌아가려는 성질을 말한다. 용수철 상수 k가 높은 물체일수록 탄성이 크고 원래 상태로 되돌아가려는 성질이 강하다. 바꿔 말하면 처음상태에서 변형시키기도 힘들다. 실제로 학생들이 탄성이 클 것이라고 생각하는 고무나 스펀지보다 강철의 탄성이 훨씬 크다. 그리고 이런 물체일수록 부피탄성률이 큰 것이다. 즉 기체보다는 액체가, 액체보다는 고체가 변형시키기 힘들고 부피탄성률이 크다. 소리의 속력 $v = \sqrt{\frac{\text{부피탄성률}}{\text{밀도}}}$ 인데, 기체에서 고체 쪽으로 갈수록 밀도도 증가하지만 부피탄성률은 더 크게 증가하기 때문에 소리의 전파속력이 빠른 것이다. 하지만 이것은 상태가 다른 경우에 소리의 속력을 비교하기

에는 유용하지만, 동일한 상태의 매질은 일반적으로 부피탄성률이 비슷하므로 밀도의 영향을 크게 받는다. 소리는 공기 중이라 하더라도 공기의 상태에 따라 전파속력이 많이 차이 나는데, 가장 큰 영향을 주는 요인이 온도와 습도다. 일반적으로 온도가 높을수록 전파속력이 빨라지는데, 공기 중에서 소리의 속력은 0°C에서 331m/s이고, 온도가 1°C 상승함에 따라 소리의 속력은 약 0.61m/s 씩 빨라진다. 이것은 온도가 높을수록 공기의 밀도는 작으므로 소리의 속력이 증가하는 것으로도 설명할 수 있다. 또한 습도가 높을수록 소리의 전파속력이 빠르는데, 온도에 의한 영향보다는 작지만 실험을 해보면 여름철 실험실에서 에어컨을 켜는 때가 켜지 않았을 때보다 빠른 것을 확인할 수 있다.

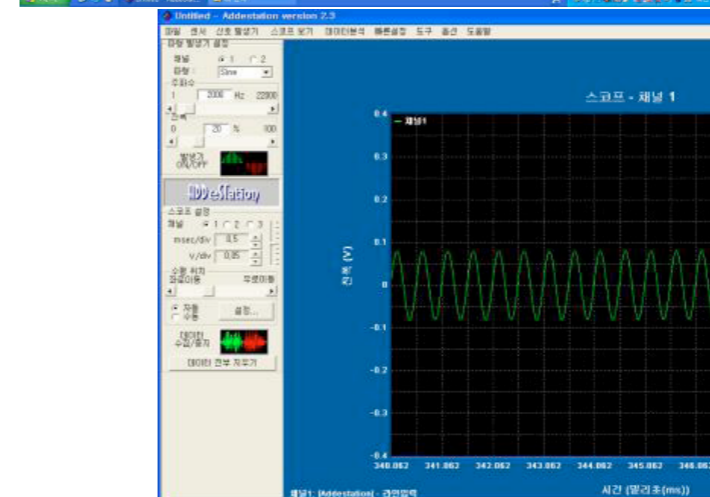
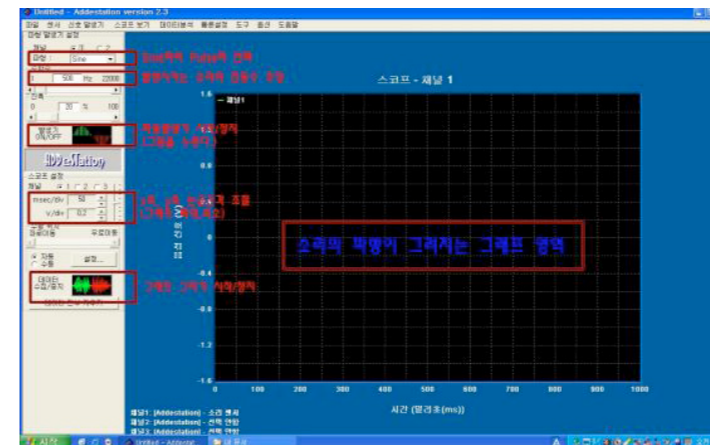
3. 소리의 속력을 측정해 보자.

소리의 속력이 빛보다는 비교할 수 없을 정도로 느리고(?) 이보다 빠른 것들이 많이 있다고는 하지만, 여전히 사람이 따라갈 수 없는 속력이며 입자가 아닌 연속적인 파동이므로 소리의 속력을 실험으로 측정하는 것이 간단하지는 않다. 하지만 최근에는 사람의 오감으로 실험데이터를 얻기 힘들거나 측정오차가 무시할 수 없을 만큼 결과에 큰 영향을 주는 경우에는 이를 최소화하기

위해 MBL(microcomputer based laboratory)장비를 많이 사용하는데, 소리실험의 경우에는 여러 가지 면에서 MBL이 유용한 방법이 된다. MBL이란, 컴퓨터기반실험으로 보통의 고전적인 실험과 동일하게 구성된 실험상황에서 특정 위치에 위치시킨 센서(sensor)를 이용해 데이터를 받아들이고 이것을 컴퓨터와 연결된 인터페이스를 통해 컴퓨터로 전송하여 결과를 분석하는 실험을 말한다. MBL은 여러 장점에도 불구하고 단점으로 지적되는 것 중에 하나가 얻고자 하는 데이터의 종류에 따라 조도센서, 힘센서, 초음파센서, 전류센서, CO₂센서 등 필요한 센서가 다르며 별도로 구입해야 한다는 것이다. 그러나 다행히도 소리센서는 별도로 존재하지 않는다. 센서는 해당 데이터를 받아들이기 위해 필요한 장치인데, 소리 데이터는 우리가 흔히 사용하는 마이크로폰(microphone)을 이용해 받아들일 수 있기 때문이다. 즉 마이크로폰이 소리센서인 것이다. 이제 컴퓨터와 마이크로폰 그리고 이렇게 받아들인 소리 데이터를 분석할 수 있는 컴퓨터프로그램(대개는 MBL프로그램을 사용)만 있으면 MBL실험을 할 수 있는 것이다.

그러면 컴퓨터와 마이크로폰 그리고 소리프로그램을 이용해 소리의 속력을 측정해 보자.

1. 프로그램 익히기



- ① Addestation 프로그램을 설치한 후 실행시킨다. 화면의 모습이 다음과 같이 나타난다.
- ② 컴퓨터의 마이크단자에 마이크로폰을 연결한다.
- ③ 2000Hz의 사인파(Sine)를 발생시키고 데이터를 수집한 후 x축, y축 스케일을 조정하는 모습

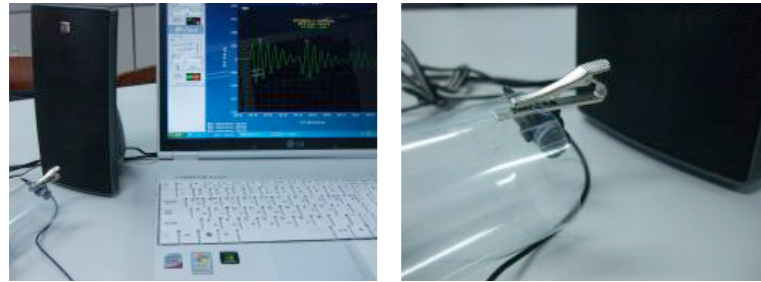
※ 주파수의 크기를 조정하면 큰 모양의 주파수를 관찰할 수 있다. 현재 시간 간격이 50으로 설정되어있다. 이것은 데이터 x축의 1개의 간격이 50으로 설정된 것이다. y축은 단위는 0.2로 되어있다. 단위 값을 줄이면 데이터의 크기는 커진다.

II. 소리의 속력 측정하기

※ 준비물 : 컴퓨터, 스피커, Addestation 프로그램, 마이크로폰, 한쪽이 막힌 원통, 자

① 소리의 속력을 $\frac{\text{이동거리}}{\text{시간}}$ 의 식에 의해 구하기 위해서는 일정한 거리를 이동하는데 걸린 시간을 측정하여 위 식에 따라 계산하면 된다. 아래 과정을 통해 소리의 이동거리와 걸린 시간을 측정하여 소리의 속력을 구해보자.

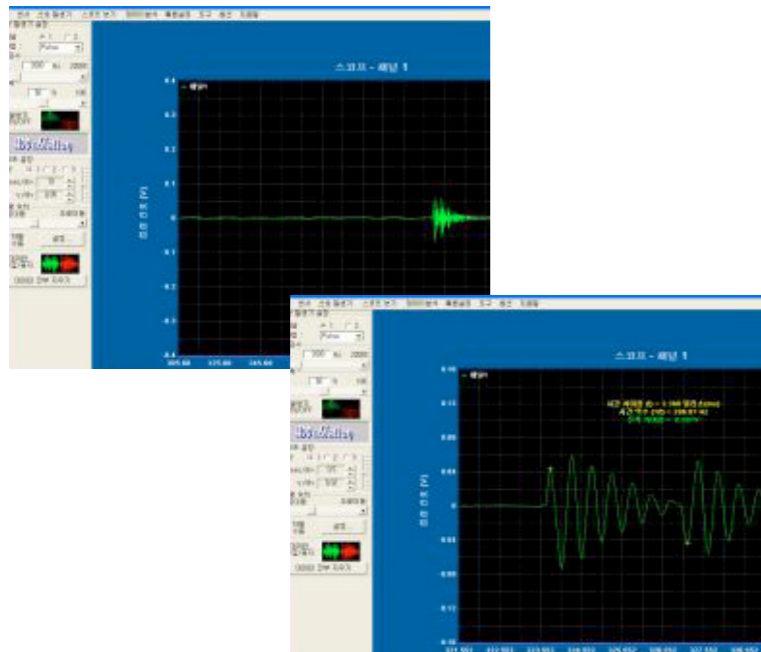
② 그림과 같이 실험 장치를 설치한다. 이때 마이크로폰의 위치를 원통 입구에 정확히 일치시킨다.



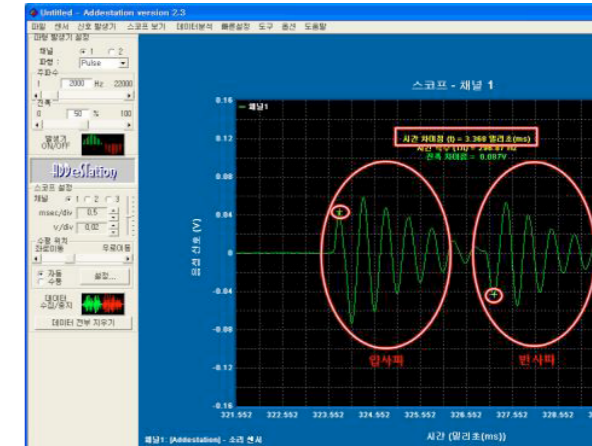
③ 파형 발생기를 pulse 파로 설정하고 주파수를 2,000Hz로 한 후 파형을 발생시킨다. (스피커를 통해 발생한 소리(pulse)의 일부는 원통입구의 마이크로폰으로 입력되고 일부는 원통 속으로 들어간 후, 원통 뒤쪽의 반사판에서 반사되어 원통 입구 쪽으로 나오다가 일부가 다시 마이크로폰으로 입력된다. 이렇게 동일한 소리가 원통의 2배 거리를 이동하는데 걸린 시간을 측정하여 소리의 속력을 구하는 것이다.)

④ 데이터를 수집한다. - 데이터의 수집은 10초 정도로 설정하고 데이터를 수집하는 동안은 조용히 한다. (시간 설정을 별도로 하지 않고 pulse파형이 우측 스크린영역에 보일 때 데이터 수집 중지 버튼을 눌러 중지해도 된다.)

⑤ x축과 y축의 간격을 확대(숫자를 작게)하여 보자.



⑥ 데이터로부터 소리의 속력을 계산해 보자. 소리의 이동거리는 원통 길이의 2배이며, 걸린 시간은 데이터의 그래프를 확대한 후 처음 입사한 파형과 반사되어 나온 파형의 시간 간격을 확인하면 된다.



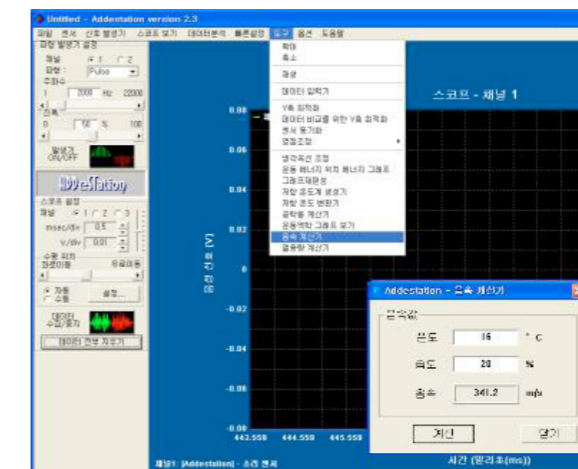
이때 시간 간격은 처음 원통으로 입사된 pulse파(입사파)에 커서를 올려놓고 마우스의 왼쪽 버튼을 누르면 그 위에 +표시가 생기고, 그 다음 다시 마우스를 이동하여 반사되어 나온 파형(반사파)의 동일한 곳을 마우스의 왼쪽 버튼으로 누르면 계산 값이 화면에 나타난다. 이때 주의해야 할 것은 원통의 막힌 부분에서 반사된 소리는 위상이 180° 바뀌므로 입사파와 반사파의 파형이 뒤집어 진다는 것이다. 따라서 시간간격을 구하는 두 지점의 위치를 주의해서 찾아야 하며, 지점간의 시간간격이 ms(밀리초)의 단위로 나타내므로 1/1000을 곱하여 sec(초)로 환산하여 계산하여야 한다.

⑦ 측정한 거리와 시간을 이용하여 $\text{속력} = \frac{\text{이동거리}}{\text{시간}}$ 의 방법으로 구한 소리의 속력과 프로그램에 포함되어 있는 '음속 계산기' 를 이용하여 계산한 소리의 속력과는 어느 정도 차이가 생기는지 알아보자.

☞ 실험값

다음은 서로 다른 네 가지 진동수의 펄스파 속력을 이용하여 소리 속력의 평균값을 구한 것이다.

pulse 진동수 (Hz)	원통길이 (cm)	걸린시간 (ms)	이동거리 (m)	환산시간 (s)	속력 (m/s)
1500	57	3,368	1,14	0,003368	338,5
2000	57	3,368	1,14	0,003368	338,5
2500	57	3,362	1,14	0,003362	339,1
3000	57	3,34	1,14	0,00334	341,3
				평균	339,3



☞ 이론값

온도 16°C, 습도 20%인 실험실에서 음속의 이론값은 341.2m/s이다. 실험값 339.3m/s와는 차이가 크기 않았으며 원통의 길이 측정 시 오차와 시간 측정 시 두 지점의 정확성 등을 감안할 때 이 방법을 이용한 소리의 속력 구하기는 간단하고 유용한 방법이라 할 수 있겠다.

교수학습 정보

/ 자유학기 프로그램

과학 선택활동

자유학기 프로그램 운영에 관하여

손미현 (무학중학교)

중학교 교육에서 요즘 화두는 ‘자유학기제’이다. 자유학기제는 우리 교육이 가진 여러 문제를 해결하기 위한 하나의 방안으로 제시되었다. 많은 사람들이 알고 있듯이 학생들의 PISA 학업 성취도는 세계적으로 매우 우수한 수준이며 세계 많은 국가가 한국 교육에 대한 관심을 표현하고 있다. 그러나 우리 교육은 큰 약점을 가지고 있다. 그것은 바로 학생들이 교육에 갖는 정의적 태도이다. 학생들이 학업에 대해 갖는 자심감과 행복감은 성취도와는 정반대로 세계 하위권을 벗어나고 있지 못하고 있다. 학생들의 이러한 정의적 영역에 대한 불만족은 학교폭력문제, 학습 무기력 문제 등으로 연결되어 우리 교육의 변화에 대한 목소리를 더욱 크게 만들고 있다. 특히 중학교 교육의 문제점에 대한 인식은 교육기관의 통계 수치에 의존하지 않더라도 ‘중 2 때문에 전쟁이 일어나지 않는다.’는 우스갯소리가 있을 만큼 학부모와 교사, 사회가 느끼는 심각성은 매우 크다고 할 수 있다. 왜 유독 중학교 학생들에게 이러한 문제가 나타날까? 다양한 원인 중 중학생들에게 ‘꿈’과 ‘목표 의식’이 부족하여(이지연, 2013), 자신의 나아갈 길을 찾지 못하고 방황한다는 연구 결과는 우리에게 중학교 교육에서 부족한 부분이 무엇인지를 생각할 수 있게 하는 단초를 제공한다.

자유학기제는 ‘꿈’과 ‘끼’라는 두 단어로 대표될 만큼 학생들의 삶에 대한 목표 의식과 행복감을 고취하는데 그 목표가 맞추어져 있다. 학생들이 시험에 예측되지 않고 자유롭게 자신의 진로를 탐색할 수 있는 기회를 주려는데 기본 취지가 있으며, 학생의 꿈과 끼를 살려주는 교육을 위해 학생 주도 중심 학습으로의 패러다임 전환과 교과 본연에 충실한 학습 경험 제공에 중점을 두고 있다. 이러한 자유학기제의 가장 큰 특징은 자율과정의 운영이다. 자율과정은 학교 여건에 따라 기본교과의 교과목 시수를 일부 감축하여 운영하는 것으로 진로탐색활동, 동아리 활동, 예술체육 활동, 선택프로그램 활동 등 4가지 영역이 있으며 각 학교장은 영역을 선택하여 학교마다 특색 있는 자유학기제를 운영할 수 있다.

학교 현장에서 자유학기제는 크게 두 가지의 변화로 인식된다. 먼저 기존 수업을 벗어나 융합 수업과 토론 수업 등 학생들의 창의적 사고를 촉진하고 자기 주도적 수업을 강조하는 공통 영역과 보통 일주일에 4차시 정도씩 자유로운 진로 탐색을 위한 선택 영역의 운영이다. 그런데 교사들이 느끼는 가장 큰 부담은 바로 이 선택 영역 운영이다. 현재는 많은 학교에서 선택 영역에 다양한 강사를 섭외하여 ‘바리스타 반’, ‘뮤지컬 반’ 등 특색 있는 수업을 진행하고 있으나 순차적으로 학교 현장에 근무하는 일반 교사들에게 전가될 것이다. 하지만 교과 지식의 전문성을 주로 가진 일반 교사에게 현재의 선택 프로그램을 운영해 달라고 요구하는 것은 큰 무리가 있다. 그러므로 일반 교사들이 운영할 수 있으면서 자유학기제의 취지를 잘 살릴 수 있는 프로그램들이 선택 영역에서 진행되어야 한다.



과학과 수학의 흥미도 향상 및 이공계 인력 양성을 목표로 하는 STEAM 교육은 이러한 면에서 자유학기제 선택 프로그램으로 적합하다고 할 수 있다. STEAM 프로그램의 기본 준거가 ‘실생활’에 기반을 두고 있는 만큼 현실에서 ‘진로를 찾아야 하는’ 학생들에게 더 가까이 갈 수 있는 방안이 될 수 있다. 방법적인 측면에서도 다양한 학문의 통합적 지식과 창의적 설계로 실생활 문제들을 해결해가는 STEAM 교육은 체험 중심의 자유로운 탐구를 통해 진로를 찾아가는 자유학기제의 방법과 일맥상통한다. 또한 기존의 뻘뻘한 교과 수업과 평가 부담으로 인해 STEAM 교육은 현장에서 적용되는데 어려움이 있었으나 선택 프로그램 운영에 대한 자율성은 STEAM 교육이 갖고 있던 본래의 목적을 달성할 수 있는 환경을 제공할 수 있다.

필자의 학교에서는 한국과학창의재단 정책과제의 일환으로 개발된 2가지 주제의 ‘진로 STEAM 프로그램’을 총 22차시 걸친 선택 영역 시간에 운영하였다.

진로 STEAM 프로그램

차시	소주제	교육 · 학습 활동	STEAM 요소	평가 방법
1	문제로의 초대	유니버설 디자인은 무엇일까? • 유니버설 디자인의 개념과 필요성을 이해한다. • 우리 주변에서 유니버설 디자인의 예를 찾아본다.	A	
2	문제 해결을 위한 활동	로봇과 유니버설 디자인의 만남 • 유니버설 디자인의 조건을 이해한다. • 미술관에서 사용되는 도슨트 로봇을 유니버설 디자인을 적용하여 새롭게 디자인 한다.	T · E	
3		로봇은 어떻게 발달하였을까? • 로봇의 발달과정을 연대표로 나타내보자.	S, A	보고서
4-5		로봇속의 과학적 원리 1 • 파스칼의 원리를 통해 작은 힘으로도 큰 힘을 낼 수 있는 방법을 알아보자.	S, T · E	산출물
6		로봇속의 과학적 원리 2 • 마찰력이 커지도록 로봇 손을 설계하여 미션을 수행 하자.		산출물
7	문제해결	유니버설 로봇 디자인 설계 • 동영상과 사진자료를 통해 로봇을 활용한 유니버설 디자인의 예를 알아본다. • 로봇을 활용한 유니버설 디자인을 구상 및 디자인한다.	A, S	관찰
8		유니버설 로봇 UCC 제작 • 완성된 유니버설 로봇 디자인을 소개하는 UCC 동영상을 제작한다.	A, T · E	산출물
9	평가 및 성찰	유니버설 로봇 디자인/UCC 발표 • 다른 모둠의 유니버설 로봇디자인의 특징, 장점, 단점을 생각해보고 느낀 점을 적어본다. • 친구들의 발표를 듣고 디자인을 평가한다.	A, T · E	산출물
10	진로탐색	나도 로봇 공학자가 될 거야 • 제조용 로봇 관련 직업 탐색하기	T · E	

[표1] ‘유니버설 로봇의 세계’ 프로그램 차시계획

차시	소주제	교육·학습 활동	STEAM 요소	평가 방법
1	뮤지컬 도대체 뭐지?	<ul style="list-style-type: none"> • 뮤지컬 '라이언 킹' 의 영상을 감상하고 뮤지컬의 특징을 정리해본다. • 뮤지컬의 제작과정, 작가 등 작품의 외적 요소에 대하여 생각하고 뮤지컬 공연 제작과정에서 본인이 잘 할 수 있는 일이 무엇인지 생각해본다. 	A	
2	플라스틱 바다	<ul style="list-style-type: none"> • 플라스틱으로 인한 해양 오염 문제를 살펴보고 다루고 싶은 메시지를 선정한다. • 해양 오염이 계속될 경우 우리의 생활이 어떻게 변할지 <신기한 TV 서프라이즈>를 보고 생각하여 발표하기 	S, A	보고서
3	나는 해양학 연구원	<ul style="list-style-type: none"> • 적조 현상의 원인과 피해의 심각성을 정보검색대회를 통해 알아보자 • 적조를 해결할 수 있는 방안을 생각해본다. 	S, T, E	보고서
4	까만 바다를 푸르게 하는 사람들	<ul style="list-style-type: none"> • 원유 유출사고를 해결하는데 쓰이는 유화제에 대한 간단한 실험을 통해 유화제가 좋은 해결 방법이 아님을 이해한다. • 유출된 원유 문제를 해결하는 방안을 제시한 과학자들의 이야기를 읽고 그들의 구체적 직업과 하는 일을 찾아본다. 	S, T, E	
5	해양 오염, 뮤지컬에 담기	<ul style="list-style-type: none"> • 표현하고 싶은 동물을 선택하고 그 동물이 해양 오염으로 인해 어떤 곤란을 겪고 있는지 조사해본다. • 선택한 동물이 주인공으로 등장하고 해양오염 문제를 다룰 수 있는 간략한 줄거리를 만들어본다 	S, A	보고서
5	바닷 속 아픈 이들을 위한 노래	<ul style="list-style-type: none"> • 여러 음악을 들으며 뮤지컬의 캐릭터를 표현할 수 있는 음악을 선택해본다. • 해양 오염의 심각성을 담을 수 있는 내용으로 가사를 개사하여 불러보고 여러 명이 함께 부를 경우 파트를 배분한다. 	S, A	보고서 관찰
7	바닷 속 아픈 이들을 위한 노래	<ul style="list-style-type: none"> • 여러 음악을 들으며 뮤지컬의 캐릭터를 표현할 수 있는 음악을 선택해본다. • 해양 오염의 심각성을 담을 수 있는 내용으로 가사를 개사하여 불러보고 여러 명이 함께 부를 경우 파트를 배분한다. 	T/E, A	
8-9	동물의 특징을 표현하려면?	<ul style="list-style-type: none"> • 선택한 동물의 행동적 특징을 조사하고 다큐멘터리 등을 통해 동물의 행동을 관찰한다. • 동물의 행동을 나타낼 수 있는 인무와 동선을 구성한다. • 무용동작을 통해 감정을 어떻게 표현할 수 있는지 알아본다. 	S, A	관찰
10	내가 만드는 소품	<ul style="list-style-type: none"> • 뮤지컬에 사용할 수 있는 소품을 준비한다. 동물의 특징을 잘 드러낼 수 있는 가면 및 여러 소품을 제작한다. 	S, A	산출물
11	빛으로 꾸민 무대	<ul style="list-style-type: none"> • 뮤지컬을 효과적으로 공연할 수 있도록 빛의 삼원색을 이용하여 조명을 만들어본다. • 빛마다 주는 느낌이 다름을 알고 합성해본다. 	S, T/E, A	
12	Let's Play!	<ul style="list-style-type: none"> • 모동별로 연출한 뮤지컬의 한 장면을 창의적으로 발표한다. • 모동 별로 공연하고 감상하며 서로의 장단점을 파악하고 보완해본다. 	A	산출물

[표2] '숨쉬는 바다를 위한 뮤지컬' 차시계획

운영 당시 학생들의 반응은 '의아함' 이었다. 기존 교과 수업을 예상하였다가 실제 다른 내용을 학습하는데 대한 '익숙하지 않음' 의 표시였다. 그러나 회가 거듭될수록 학생들은 프로그램의 내용에 익숙해지고 주제를 파악하면서 열심히 참여하였고 모동원들과 적극적으로 대화하는 모습을 보였다. 프로그램의 효과는 학업적 자기 효능감과 과학 선호도를 측정하였으며 학업적 자기 효능감은 김아영(2001)이 개발한 검사 문항을 재구성하여 사용하였다. 과학 선호도는 2013년 한국과학창의재단에서 개발한 국가수준 평가문항지 중에서 과학 선호도 질문지를 사용하였다. 적용 결과 두 가지 모두 통계적으로 의미 있는 향상을 확인할 수 있었고 학생들은 아래와 같은 이야기들을 하였다.

- 나의 적성을 경험을 통해 알아낼 수 있어서 좋았다.
- 자기가 하고 싶은 것을 자유롭게 선택할 수 있어서 좋았다.
- 과학에 관심이 생겨서 좋았다.
- 더 많은 도전을 하지 못한 것이 아쉬웠다. 그래도 여러 가지 경험을 해본 것 같아서 좋기도 했다.
- 시간이 더 많았으면 좋겠다.
- 자유롭게 새로운 경험이어서 지루하지 않고 재미있고 좋았다.
- 몰랐던 것을 새롭게 알게 되어서 기뻐다.
- 친구들과 함께 하는 모동학습이 좋았다.
- 해양오염이 얼마나 심각한지 알게 되었다.

선택 프로그램을 STEAM 프로그램으로 운영할 때는 그 주제를 선택한 학생들이 각 반에서 모여들기 때문에 기존 학급에서 수업할 때보다 적극성이 떨어질 수 있으며 평가가 없어 강제성이 없으므로 학생들의 태도가 쉽게 헤이해질 수 있다. 또한 일주일에 한두 번 정도 모여서 활동을 하므로 학교에서 모두 해결할 수 있는 분량으로만 적용해야 한다.

2016년부터 모든 중학교에서 시행되는 자유학기제의 원활한 운영을 돕는 자료들은 그 개발이 부족한 편이다. 특히 자유학기제가 전면 실시된 후 외부 강사를 활용한 선택 프로그램을 운영하지 못할 경우 학교 현장에서 겪을 혼란은 매우 클 것이며 외부 강사의 자리를 일선 교사가 아무런 준비 없이 대체한다면 자유학기의 기본 취지는 훼손될 수 있다.

따라서 자유학기제의 목적을 달성하면서 교과지식을 갖춘 일반 교사가 선택 영역에서 운영할 수 있는 완성도 있고 흥미로운 프로그램의 개발과 검증, 그와 관련된 교사 연수 프로그램이 매우 필요하다.

[참고문헌]

김아영(2001). 학업동기 검사 사용자 매뉴얼. 서울:학지사
 온정덕, 손미현, 오우상, 김어진(2014). 융합인재교육(STEAM) 자유학기제 운영모델 개발. 연구보고서. 한국과학창의재단
 이지연. (2013). [발표] 자유학기제의 운영 방안. 한국가정교육학회 2013년도 하계학술대회, 23-51.



Academic
Activity

학술 · 문화 기행

동티모르 과학실험연수 기행
홍준의 (서원대학교)

2015년 ESERA 국제학술대회 참가
맹승호 (서울교육대학교)

학술 · 문화 기행

/ 과학실험연수

동티모르 과학실험연수 기행

홍준의 (서원대학교)

I. 동티모르와의 인연

동티모르라는 지역은 사람들에게 상록수부대, 유엔 평화유지군 파병, 맨발의 꿈이라는 영화를 떠올리게 한다. 동티모르는 남위 9도 정도로 인도네시아와 호주 사이에 위치해 있다. 동티모르는 적도부근의 지역으로 기후는 건기와 우기가 반복되는 지역이다. 8월의 동티모르는 건기로 한국에서는 무더위에 시달릴 때 약간 추위를 느낄 정도의 날씨를 경험할 수 있다. 동티모르를 방문한 한국 사람들은 우리네의 60년대, 70년대의 삶의 모습을 떠올리는 장면들을 많이 발견하곤 한다. 동티모르는 자동차가 많지 않고, 대기 오염이 심하지 않아서 주택가를 조금만 벗어나도 맑은 하늘의 쏟아질듯 한 별들을 볼 수 있다. 북반구에 위치한 한국에서는 보지 못하는 남반구의 별자리를 볼 수 있는 것도 이곳을 방문해서 얻을 수 있는 큰 소득 중 하나이다. 또한 동티모르의 때 묻지 않은 자연의 풍경은 이곳을 방문할 때마다 가슴을 설레게 하고 지쳐있는 나에게 활력을 준다.



동티모르 과학교사 연수, 바우카우(2015.8)

한국의 과학 교사들은 9년째 매년 이곳 동티모르로 가서 과학교사 실험 연수 봉사활동을 하고 있다. 이 활동은 2004년 박금우 교사가 개인적 차원에서 과학 봉사활동을 시작한 것을 계기로 시작 되었다. 이후 2007년 '사랑의 과학나눔터' 라는 과학교사모임이 동티모르 교사와 학생들을 대상으로 과학 실험 연수를 시작하였고, 2015년까지 총 10회에 걸쳐 이어져 오고 있다. 전국과학교사협회의 5개 과학교사모임 회원이 봉사활동에 참여하고 있으며, 지금까지 실험 연수를 받은 동티모르 교사는 505명에 이른다.

II. 과학교육 연수의 궁극적 목표에 다가선 새로운 도약 · TOT 연수 실시

2015년의 동티모르 과학교사 연수는 다른 해에 비해 좀 더 의미가 있었다. 과학교사 실험연수의 최종 목표는 현지 과학교사들이 스스로 과학교사 실험 연수를 수행하도록 하는데 있다. 올해는 그러한 목표를 이룰 수 있는 기틀을 다진 연수가 진행 되었다.

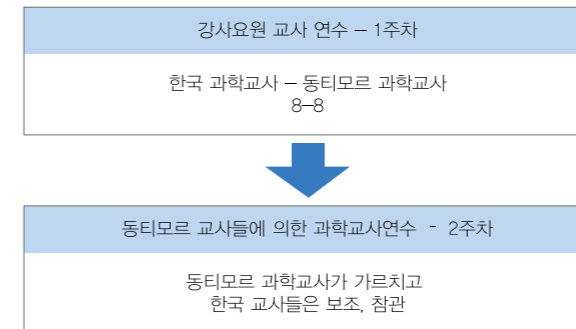
2015년 1월에 5명의 과학교사들이 동티모르의 바우카우를 방문하였다. 선 발대로 도착한 교사들은 강사요원연수(Training of trainers 이하 TOT)를 계획 하고, 사전에 현지 과학교사 모임과 연락하여 바우카우 지역에 거주하며, 적극적으로 교사연수를 수행할 역량을 갖춘, 물리, 화학, 생물, 지구과학 교사 들을 8명을 선발해 줄 것을 요청하였다. 한국 교사들은 연수를 준비하는 과 정에서 동티모르의 현행 교육과정을 분석하여 교육과정에서 다루고 있는 활

동에 대한 실험목표를 추출하였고, 그 목표를 동티모르 교사들에게 제시하 여 실험주제를 정하도록 하였다. 일주일간 이들을 대상으로 8가지의 실험을 각 과목별로 함께 수행하고 현지 교사가 이를 시연 할 수 있도록 사전 연수 를 진행 하였다.

2015년 7월 26일부터 8월3일까지 실제 연수를 위해 한국 과학교사들이 동 티모르를 방문하였다. (바우카우 지역 6명, 필로로 지역 11명). 현지 교사들 은 연수에 큰 관심을 가지고 있었으며 폭발적인 반응을 보였다. 바우카우에 는 36명, 필로로에는 66명이의 교사가 참가하였다. 바우카우에서는 1월에 TOT에 참가하여 연수를 받았던 교사들이 직접 강사가 되어 수업을 하고 한 국의 교사들은 동티모르 교사를 지원하며 수업의 일부를 진행하는 코칭을 실시하였다. 현지 교사가 강사가 되어 연수를 진행했다는 점에서 우리 연수 의 궁극적인 목표가 현실화 될 수 있는 가능성을 볼 수 있었다. 필로로에서 는 한국교사들이 영어로 실험 과정과 원리를 설명하면서 연수가 진행되었다.



강사요원연수(TOT)에 참여한 동티모르 과학교사(2015. 1)



2015년 연수는 연수를 받는 현지교사들과 연수를 시행한 한국 교사들 모두 에게 큰 도움이 되었다. 이번에 실험적으로 실시한 TOT 연수로 인해 그동안 항상 문제가 되어 왔던 2중 통역(영어 → 떼뎀어)에 의한 언어의 장벽의 문 제가 해소되어 연수가 효율적으로 진행 될 수 있었다. 필로로 지역에서는 아 직 언어 문제를 해결하지 못한 채 연수가 진행 되었지만 참가한 현지 교사들 은 이제껏 경험해 보지 못한 실험 연수를 경험했다는 것에서 언어의 불편함 (2중통역을 뛰어 넘을 정도로 소중한 경험이었다고 이야기 하였다. 한국 교 사들 또한 이러한 과정에서 얻은 보람과 기쁨, 그리고 연수를 진행하며 생각 한 개선 할 점 등을 바탕으로 하여 벌써부터 내년의 10주년 기념 과학교사 연수 활동을 준비하고 있다.



동티모르 연수 평가회 장면 (한국교사, 동티모르 교사)

III. 현재, 동티모르는...

동티모르는 2002년에 인도네시아로부터 독립한 국가로 복잡한 정치적 상황으로 인하여 여러 어려움에 처해 있다. 첫째, 빈곤이다. 동티모르는 아시아 최빈국으로 분류된다. 2012년 OECD 수원국 분류에 따르면 동티모르는 최저 개발국이며, 국민의 50% 이상이 최저 빈곤선 아래에 있다. 둘째, 언어의 복잡성이다. 동티모르의 공용어는 포르투갈어와 떼툼어이다. 그러나 토착어인 떼툼어도 방언이 많아 표준화되기 어려운 실정이다. 또한 독립전 25년간 인도네시아에 귀속되어 있었고, 이전에는 400여년간 포르투갈의 통치를 받게 되어 언어가 혼재되어 있고, 독립이후에는 UN 평화유지군 등이 들어오면서 영어를 사용해야만 하는 어려움이 있었다. 셋째, 강대국의 첨예한 이해관계다. 동티모르에 대한 실질적인 지배 경향 가지고 있는 인도네시아, 가장 인접하면서도 동티모르의 자원에 대해 관심이 많은 호주, 세계의 경찰을 자처하면서 막강한 영향력을 행사하는 미국, 그리고 일본, 중국 등도 동티모르에 대한 관심이 매우 높다.



IV. 과학교육에 지원 할 수 없는 동티모르의 교육현실

앞서 언급한 동티모르의 전반적인 문제로 인하여 교육 분야 또한 여러 어려움을 겪고 있다. 동티모르는 1999년 유엔의 감독 하에 인도네시아로부터 독립할 것인가에 대해 국민투표를 실시하여 독립을 결정하게 된다. 이때 독립을 거부하는 친인도네시아 세력과 독립세력간의 무력 분쟁이 2002년까지 지속되며 많은 사회 기반 시설이 파괴되는 아픔을 겪게 된다. 특히 이 과정에서 학교는 약 80% 이상이 파괴되었다. 독립할 당시 동티모르 학교에서 학생들을 가르치던 교사들은 주로 인도네시아에서 파견 나온 교사들이었는데 이들은 다시 본국인 인도네시아로 복귀하였다. 이로 인해 독립 이후 동티모르는 교육시설과 인적 자원이 모두 부족하게 되었다.

독립한지 13년이 지났지만 동티모르의 교육 상황은 여전히 열악하다. 현재, 동티모르의 정부는 공용어인 포르투갈어를 교사와 학생들에게 가르치는데 주력하고 있다. 동티모르 교육부 통계에 따르면 2003~2008년 사이 기초교육 분야에 대한 국제사회 지원이 약 5천8백만 달러로 이는 같은 기간 교육부 예산의 64%에 해당하는 수치다(동티모르교육부, 2009백서). <표1>에서처럼 이러한 예산 가운데 4천3백50만 달러(약 75%)가 교사를 대상으로 포르투갈어를 교육하는데 지출되고 있다. 동티모르 정부는 문맹퇴치, 포르투갈어 교육을 우선으로 삼고 있고 그 외의 다른 과목들에는 예산을 사용할 여력이 없는 상황이다. 과학교육 영역도 마찬가지로 우선순위가 아니기 때문에 예산 지원이나 연수 등을 기대하기 어려운 실정이다.

표1. 2003년부터 2008년까지 기초 교육지원 현황 (동티모르교육부, 2009백서)

제공자	목적	원조액(USD)
UNICEF	학교 및 지역 국가수준의 기초적인 교육과정 정착을 위한 교사 역량 강화	10,304,000
뉴질랜드	역량강화, Lataek 재단 기금	605,500
포르투갈	교사들의 포르투갈어 교육	15,430,000
브라질	교사들의 포르투갈어 교육	492,400
월드푸드뱅크	초등학교 무상 급식	3,291,408
아일랜드	역량강화, Lataek 재단 기금	259,673
월드뱅크	학교 기반시설 개선, 포르투갈어 교육 - Lataek 재단 기금	27,535,000
계		57,917,981



동티모르국립대학(UNTL)의 과학교육학부 화학실험실사진- 시설부족으로 화장실을 개조하여 실험실로 이용하고 있으며, 기자재가 부족한 실정임. 교육과정상 학부생 실험교육은 학기당 15회 이상 하는 것으로 되어 있으나 시설의 미비로 간단한 실험 2, 3회 정도 시행되고 있다고 함

동티모르에서의 과학교사 양성은 동티모르 국립대학(UNTL)의 과학교육학부에서 하고 있으며, 각 학교는 이를 졸업한 학생들을 선발하여 임용하고 있다. 그런데 동티모르의 학교에는 무자격 교사들이 존재한다. 이들은 자발적 참여 교사(volunteer teacher)라고도 한다. 이들은 독립 이후 교사가 부족한 상황에서 교사자격증은 없으나 교사의 역할을 수행해온 사람들이다. 이들은 아직까지 학교 현장에 교사로 남아있다. 이러한 교사들은 과학 교과에 대한 전문적인 지식과 실험에 대한 경험이 부족한 것이 사실이다. 하지만 동티모르 정부는 이들의 전문성 향상을 위한 연수를 제공해 주지 못하고 있다.

V. 자발적으로 시작된 과학실험연수 봉사활동

한국에도 과학실험 연수 및 개발 등 과학 교육 관련 활동이 많이 있는데 왜 굳이 동티모르까지 가서 실험 연수를 할까? 어떻게 그것이 10년째 이어져 올 수 있었을까? 첫째는 과학교육을 학생들이 제대로 받아야 한다는 교과 전문가로서의 관심 때문이다. 앞서 살펴봤듯이 동티모르는 여러 상황들로 인하여 과학교육에 대한 지원이 열악하며 실험교육이 부족한 상황이다. 이러한 것에 도움을 주고자 하는 마음에서 이 연수는 시작 되었고 지금까지 계속 되고 있다. 둘째, 나눔 활동을 하고자 하는 욕구의 발현이다. 한국이 한국전쟁이후 선진국으로부터 도움을 받는 나라에서 이제는 도움을 줄 수 있고 주어야 하는 단계에 와 있다는 생각에 교사들이 모두 공감하고 있었기 때문에 다른 국가에 가서 봉사 활동을 하는 것이 가능하였다. 이 밖에도 자발적인 교사모임을 통한 과학교육의 발전 과정에 대한 기대와 이 활동을 통해 봉사에 참여하는 봉사자 자신도 많은 것을 배울 수 있었기 때문에 동티모르에서 연수가 지속 될 수 있었다고 생각 한다.

이 연수의 궁극적 목적은 단순한 실험 콘텐츠나 실험 도구들의 소개나 전달이 아니라 '과학 실험'에 대한 인식과 동티모르 교사들이 '자체 연수 단체'를 만들어 운영할 수 있는 자생력을 기를 수 있는 기회 제공에 있다. (홍준의, 2014).

동티모르 과학교사 연수는 자발적인 활동에서 시작되었다. 처음 이 활동이 시작 되었을 때는 활동에 필요한 항공료, 체제비, 실험 준비물, 인쇄물 등의 비용을 참가 하는 교사들이 자비를 추렴하여 진행하였다. 2013년, 2014년에는 교육부·연구재단에서 발주한 글로벌교육지원사업에 선정되어 일부 경비를 지원 받아 사업이 수행되었다. 글로벌교육지원사업은 ODA(공적개발원조 Official Development Assistant) 사업 중 하나로 OECD 국가들이 저개발국을 대상으로 지원하는 사업의 일환이다.

동티모르를 비롯한 많은 저개발국에 대한 지원을 함께 사는 세상을 만들기 위해 꼭 필요한 과정이다. 이러한 사업을 할 때 과학교육의 영역도 천단의 실험만 추구할 것이 아니라 한국의 과학교육을 알리고 함께 할 수 있는 활동이 이루어져 과학교육의 지평을 넓혀갈 필요성이 있다. 이 자리를 빌어 10년째 동티모르를 방문하면서 묵묵히 과학교사 실험연수를 수행하고 있는 전국과학교사모임 과학교사들에게 감사의 말씀을 전한다.



학술 · 문화 기행

/ 국제학술대회

2015년 ESERA 국제학술대회 참가

맹승호 (서울교육대학교)

2015년 8월 31일부터 9월 4일까지 핀란드 헬싱키에서 2015 ESERA (European Science Education Research Association) 국제학술대회가 개최되었다. ESERA 국제학술대회는 1995년에 영국의 Leeds 대학을 시작으로 2년에 한 번씩 개최되어 왔다 (2015년 핀란드 헬싱키, 2013년 사이프러스 니코시아, 2011년 프랑스 리옹, 2009년 터키 이스탄불 등). ESERA라는 이름에서 알 수 있듯이 주된 목적은 유럽의 과학교육 및 과학교육 연구의 질적 향상을 추구하는 학술대회이지만, 유럽 및 세계 여러 나라의 과학교육 연구자들의 연구 성과들을 함께 나누며 서로 연결하는 것 또한, ESERA 학술대회의 주된 목적 중의 하나이다.

ESERA 학술대회는 개인 구두발표 형식의 논문 세션, 연구 내용에 대한 간단한 소개와 포스터 발표 및 토의 형태로 진행되는 포스터 세션, 3개국 이상의 발표자들과 세션 좌장 및 토론자로 구성되는 심포지엄, 그리고 실험 및 워크숍으로 구성되어 있다. ESERA 학술대회의 각 세션들은 연구의 주제에 따라 19개 분야의 과학교육 연구 경향(strands)들로 분류되는데, 미국의 NARST 학술대회와 비교하여 특이하게 'Digital resources for science teaching and learning'과 'Teaching learning sequences as innovations for science teaching and learning'이 독립적인 연구 경향으로 포함되어 있다(<http://www.esera2015.org/programme/strands/> 참고). 이러한 특징 또한 유럽 과학교육학계의 고유한 연구 전통으로 볼 수 있겠다.

이번 학술대회에서는 학회 첫 날부터 넷째 날까지 매일 주제 강연이 있었는데, 이번 ESERA 학술대회의 주제 강연은 그 어느 학회보다도 이론적으로 깊이 있는 내용을 담고 있어서 매우 인상적이었다. 그 중 세 편의 주제 강연을 소개한다.

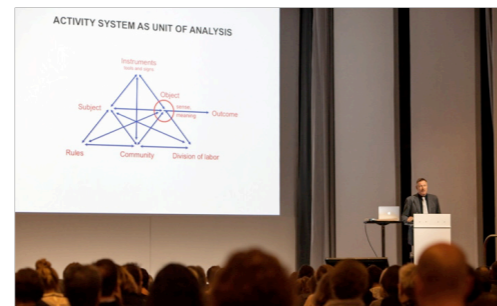
첫 날(8월 31일)의 keynote는 독일 Kiel 대학의 Dr. IlkaParchmann과 덴마크 코펜하겐 대학의 Dr. Marianne Achiam이 공동으로 발표한 "Knowledge to know, knowledge to use, knowledge to teach and learn: Who defines the bodies of knowledge for education?"이라는 제목의 강연이었다. 이 주제에 대하여 두 강연자는 각각 과학교육에 대한 유럽의 두 전통인 Model of Educational Reconstruction (MER)과 Model of Didaktik Transposition (MDT)의 관점에서 과학교육의 지식에 대한 논의를 진행하였다.



[Figure 1] Keynote speech on Day 1
(left: Dr. IlkaParchmann, right: Dr. Marianne Achiam)
Photo taken by Markus Juvonen(ESERA photographer)

둘째 날(9월 1일)의 주제 강연은 활동이론(activity theory)의 대가로 국내에서도 많이 알려진 핀란드 헬싱키 대학의 Dr. YrjöEngeström 이 "Expanding the scope of science education: An activity-theoretical perspective"라는 주제로 강연하였다. Engeström은 학교 및 학교 밖 커뮤니티에서 형성된 활동 체계(activity systems) 사이의 상호작용이 과학교육 연구의 분석 단위가 될 수 있으며, 두 활동 체계 간의 네트워크를 매개로 하여 확장적 학습 이론(Theory of expansive learning, Engeström, 2015)을 제시하였다. 이 때 확장은 사회 공간적 책무성, 시간-역사적 책무성, 그리고 윤리-정치적 책무성의 세 가지 차원에서 고려될 수 있으며, 과학교육에서 확장은 다음의 네 가지 층위에서 파악될 수 있음을 주장하였다.

1. 활동체계와 학습 공동체로서 학교
2. 학교 밖 활동체계에서 과학 학습
3. 과학 학습을 위한 강력한 잠재력을 가진
대안적 인식론의 유산으로서 토착 공동체
4. 과학 학습의 역동적인 맥락으로서 지역과 전세계적 사회 운동



[Figure 2] Keynote speech on Day 2 (Dr. YrjöEngeström),
Photo taken by Markus Juvonen



[Figure 3] Keynote speech on Day 2 (Dr. YrjöEngeström),
Photo taken by Markus Juvonen

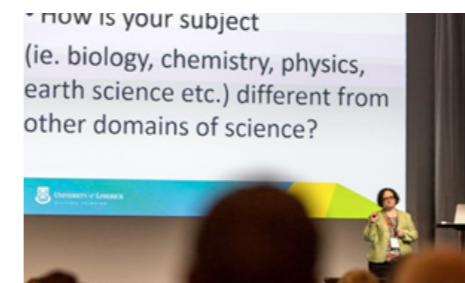
넷째 날(9월 3일)의 주제 강연은 아일랜드의 리메릭(Limerick) 대학의 Dr. SibelErduran이 "Visualizing the nature of science: From fragments to holistic images of science in science education"을 주제로 진행하였다. Dr. Erduran은 "What is this thing called science?", "How do we know what science is about?"이란 질문을 중심으로 과학을 보는 다양한 관점이 필요함을 주장하였다. 또한, 과학의 본성(Nature of Science, NOS)에 대한 다양한 진술과 관점을 제시하면서 Features of Science Approach (FOS approach)와 Family Resemblance Approach (FRA)를 구분하였다. 이러한 논의는 과학의 일반적인 속성에 대한 몇 가지 리스트에 대한 합의 여부를 파악하는 분절적인 NOS에서 전체적인 NOS에 대한 큰 그림을 파악하는 방향으로 학교 과학교육이 나아가야 한다는 주장으로 이어졌다. 그녀는 NOS에 대한 FRA를 통해 NOS에 대한 파편적인 이해를 넘어 과학의 목표, 가치, 관련된 지식과 실행, 과학의 방법, 과학자들의 사회적 상호작용, 관련 기관의 속성 등 전체적인 측면을 파악하여 영역 일반적인 NOS뿐만 아니라 영역 특이적 NOS를 통합적으로 파악할 수 있어야 함을 주장하였다. Dr. Erduran의 FRA 방법은 "인지적-인식적 체계로서 과학"과 "사회 기관적 체계로서 과학"이라는 두 측면을 종합적으로 고려함으로써 과학 교육과정에 대한 새로운 시각을 제시하기도 하였다.



[Figure 4] Keynote speech on Day 4 (Dr. SibelErduran),
Photo taken by Markus Juvonen



[Figure 5] Keynote speech on Day 4 (Dr. SibelErduran),
Photo taken by Markus Juvonen



[Figure 6]
발표 도중 트위터를 활용하여 청중의 의견을 듣는 모습

이번 ESERA 학술대회의 주제 강연들은 특징적으로 강연자와 청중들 간의 소통을 강조하였다. 학술대회 개최 이전에 강연 주제에 대하여 학술대회 참석자들이 강연자에게 질문을 SNS로 미리 올리는 것은 물론, 강연 도중에도 질문과 토론 거리를 제시하고 즉석에서 청중의 의견을 SNS로 확인하여 강연에 반영하는 것이었다. 일례로 Dr. Parchmann과 Dr. Achiam은 강연 중반에 과학자, 과학정책 입안자, 과학교사, 그리고 학생들 사이에서 "What is your role here as a science education researcher?"라는 질문을 던지고 주변 동료와 토의한 후에 토의 내용을 트위터로 올리게 하여 강연 논의를 진행하였으며, Dr. Erduran은 강연 중반에 "How is your subject (i.e., biology, chemistry, physics, or earth science etc) different from other domains of science?"라는 질문을 트위터로 올려 참석자들의 의견을 모의기도 하였다.

이번 ESERA 국제학술대회에서 내가 참석하여 발표한 세션은 심포지엄으로 그 주제는 “Fostering communications across research traditions: Teaching learning sequences & Learning progressions” 였다. 심포지엄의 의장은 ESERA 초대 회장인 그리스 Aristotle 대학교의 Dr. Dimitris Psillos가 맡아서 전체적인 세션의 발표자와 발표 진행을 조직하였다. 앞서 소개한 바와 같이 ESERA의 심포지엄은 최소 3개국 이상의 발표자가 참가해야 한다. 우리 세션에서는 그리스의 Dr. Psillos, 스페인의 Dr. Jenaro Guisasaola-Aranzabal (Basque 대학교), 미국의 Dr. Richard Duschl (펜실베이니아 주립대학교), 그리고 한국의 발표자로 내가 참여하였다. Dr. Psillos는 “Designing developing and refining Teaching-Learning Sequences: Current perspectives and open issues” 라는 제목으로 유럽의 과학교육 연구 전통에 대한 개괄과 교수학습 계열(Teaching-Learning Sequences)의 일반적인 특징을 소개하였다. 이어 Dr. Guisasaola-Aranzabal은 “A teaching-learning sequence iterative design process: The case of electromagnetic induction”이라는 주제로 스페인에서 수행된 TLS의 개발 및 정교화 과정의 사례를 발표하였다. Dr. Duschl은 미국에서 learning progressions (LPs) 연구에 대한 이론적인 틀을 입안한 주요 과학교육자들 중 한 명인데 이 심포지엄에서는 “Practice first in the design of learning progressions: Coordinating dimensional learning goals” 라는 주제로 LPs 연구의 방향에 대하여 NGSS의 scientific and engineering practices를 중심에 둘 것을 제안하였다. 마지막 발표로 내가 한국에서 수행했던 LPs 연구 사례로서 “Development of an adaptive instruction module based on a learning progression for geocognition on plate tectonics” 를 소개하였다. 이 발표에서는 판구조론을 소재로 하여 지구적 인지과정(geocognition)으로 명시한 공간적 추론, 시간적 추론, 과거역사적 추론, 및 시스템 사고를 촉진하기 위한 평가적응적 교수활동의 개발과 타당화 과정을 소개하였다. 네 발표자가 각각 TLS의 큰 그림에 이어 전자기 유도에 대한 구체적인 사례 연구, LPs의 큰 방향에 이어 판구조론 및 지구적 인지과정에 대한 구체적인 사례 연구를 제시하여 두 연구전통에 대한 유럽과 미국 및 한국의 과학교육 연구를 비교할 수 있게 하였다. 심포지엄의 마지막에 미국의 과학학습 평가 연구의 저명한 학자인 Dr. Alicia Alonzo가 토론자로 나와서 네 연구 발표를 종합하여 TLS와 LPs를 서로 비교하는 토론 내용을 발표해 주었다.



[Figure 8] 심포지엄 발표 모습 (Presented by Dr. Maeng)

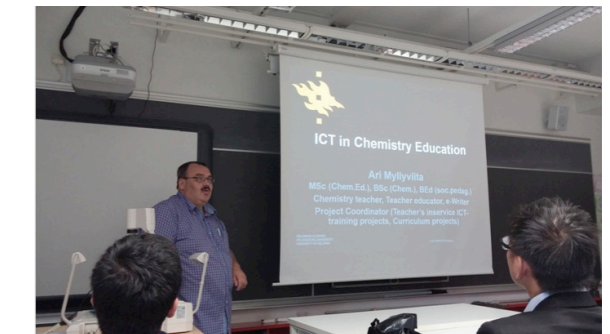
그 밖에 내가 참석했던 연구 세션들 중에 눈여겨볼 만한 세션들을 몇 가지 소개한다. 먼저 NOS 세션들은 Dr. Erduran의 주제 강연과 달리 고전적인 NOS에 대한 시각에서 크게 벗어나지 않고 있었다. 즉, 과학의 일반적인 속성으로서 몇 가지 합의점에 대한 학생들의 시각을 조사하거나 NOS에 대한 이해를 촉진하는 교수활동을 연구하는 사례들이 중심이었다. 반면에 일부 연구들은 각 분과 과학의 고유한 NOS에 대한 연구 또는 과학의 특정한 맥락에서 구현되는 NOS에 대한 연구를 소개하는 것도 있었다. 이러한 경향은 국내 과학교육계와 비교할 때 크게 다르지 않을 것으로 보이는데 앞으로 국내 과학교육 연구



[Figure 7] 심포지엄 발표자들 (왼쪽부터 Dr. Guisasaola-Aranzabal, Dr. Psillos, Dr. Maeng, Dr. Alonzo, & Dr. Duschl)

마지막으로 ESERA 학술대회의 기관 방문 프로그램으로 헬싱키 근교에 위치한 “HelsinginYliopistonViikkinormaalkoulu” (영어로는 Viikki Teacher Training School of Helsinki University)라는 학교를 방문하였다. 우리나라의 사범대학 부설학교 정도로 볼 수 있는데 실제로 헬싱키 대학에 소속되어 있는 학교로서 인턴교사의 실습 및 훈련 과정을 담당하는 학교이다. 초등학교 과정부터 고등학교 과정까지 개설되어 있는 학교인데 우리가 방문할 때는 고등학생들만 학교에 남아 있었다. 고등학교 과정의 화학, 물리, 수학 수업을 참관하였으며, 이 학교의 화학 교사가 “ICT를 활용한 화학교육”을 주제로 강연과 간단한 수업 시연을 참관하였다. 수업 장면들은 우리나라의 일부 우수한 고등학교와 유사한 형태였다. 수학습시간은 문제 풀이 중심의 수업을 진행하였고, 물리는 교사의 시범 실험 중심으로 진행되고 간단한 문제를 풀이하는 내용이 진행되었다. 화학 수업은 chem sketch라는 프로그램을 이용하여 학생들이 태블릿으로 분자 구조를 그리는 활동을 하고 있었다. 반나절의 핀란드의 학교 방문으로 핀란드의 학교 교육을 논하는 것은 불가능하지만, 겉으로 보이는 학교의 모습은 우리나라와 다르지 않아 보였다. 그러나 여러 매체를 통해 알려진 바와 같이 핀란드의 학교 문화와 우리의 학교 문화가 다른 것이 결국 핀란드 학교 교육의 강점이 아닐까?

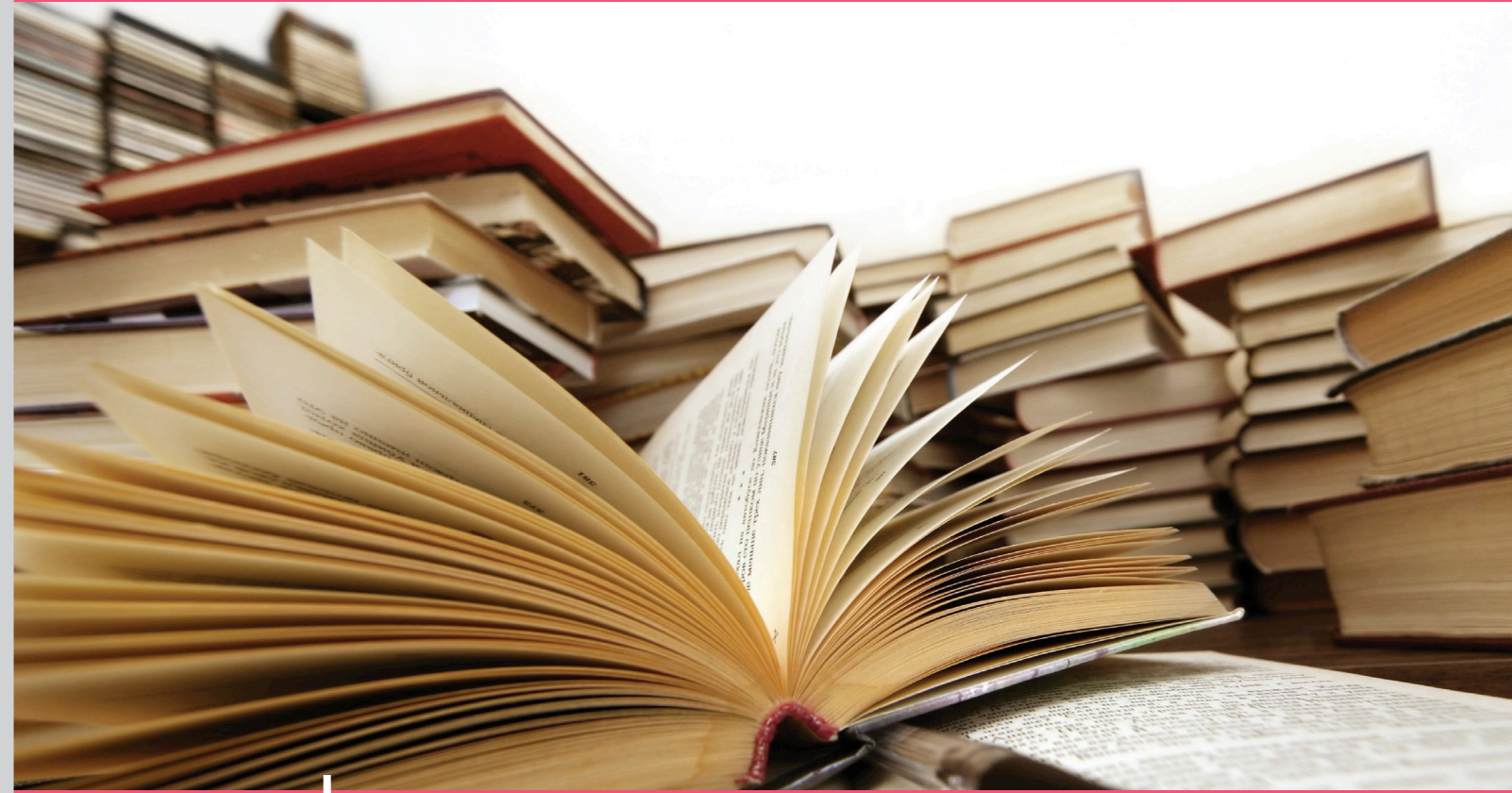
에서 NOS에 대해 어떤 관점을 가지고 연구를 수행할 것인지에 대해 중요한 화두를 제시해 줄 수 있다. 특별히 깊은 인상을 준 세션은 Positioning theory에 대한 심포지엄이었다. 심포지엄의 제목은 “Researching the dynamics of teaching and learning science: Sociocultural and discursive approaches incorporating positioning theory”이며, 스웨덴, 오스트레일리아, 덴마크의 연구자들의 연구 사례를 발표하였다. 개인적으로 positioning은 나의 박사학위 논문에서 다룬 이후로 국내 과학교육학계에서는 크게 주목 받지 못하는 분야였는데 유럽에서는 이론적으로 깊이 연구되고 있다는 것에 많이 놀랐기도 했다. 국내 과학교육학계에서 비교초기가 연구되고 사회적 구성주의가 회자되지만 실제로 학습의 상황에서 사회문화적 학습을 본질적으로 다루지 못하고 있는 것을 고려할 때, positioning theory는 어쩌면 여러 대안 중 하나가 될 수도 있다.



[Figure 10] 화학 교사의 ICT 수업 강연



[Figure 9] 문제풀이 물리수업 시범실험 물리 수업



NEWS

학회 뉴스

학회 일정

한국과학교육학회
하계학술대회개최

2015
7/24
25

한국과학기술원

한국발명진흥회와
MOU체결

2015
8/12

한국과학교육학회
제 69차 동계국제학술대회개최

2016
1/28
30

경북대학교

학회뉴스

/ 학술지 창간 안내

Asia-Pacific Science Education (APSE) 학술지 창간 안내

송진웅 (서울대학교 물리교육과)

2012년 창간 계획 수립부터 지금까지 약 4년간의 노력 끝에 한국과학교육학회의 국제학술지 'Asia-Pacific Science Education (이하 APSE)'가 2015년 12월 창간되었다. APSE는 미국 및 유럽 중심의 과학교육 연구를 극복하고 아시아-태평양 지역 및 문화권외보다 활발한 과학교육 연구 교류를 위하여 한국과학교육학회가 창간한 국제학술지이다.

한국과학교육학회는 APSE가 아시아-태평양 지역의 명실상부한 대표 국제 학술지로서 자리매김할 수 있도록 해외의 우수한 과학교육 학술지를 발간하고 있는 출판사들과의 계약에 힘써 왔다. 그 결과, 오랜 기간의 출판 및 홍보 노후를 보유하고 있는 세계적 학술논문 출판사인 Springer에서 APSE 논문을 발간하게 되었다. 또한 APSE는 출판된 논문이 전세계 연구자들과 손쉽게 공유되고 널리 인용될 수 있도록 오픈액세스 온라인 저널(Open-Access Online Journal: 독자가 학회지 구독료를 내지 않고 무료로 온라인 접속하여 논문을 읽을 수 있는 학회지) 형식을 채택하였다. 뿐만 아니라 오픈액세스는 인쇄물 형태의 학회지에 비해 비교적 빨리 출판되고 훨씬 더 폭넓게 확산되는 이점이 있다. 이러한 체제의 특징을 기반으로 APSE는 가장 빠른 시일 내에 SCOPUS 및 SSCI에 등재되기 위한 노력들을 기울이고 있다.

APSE 논문 게재비용은 약 70만원이며, 2017년까지 한국과학교육학회 회원(제1저자 또는 교신저자)의 연구 중 우수 논문에 한하여 연 8편까지 게재 비용 전액을 지원한다. 비용 지원은 창간 후 3년간(2017년까지) 이루어질 계획이며, APSE에서는 한국과학교육학회 회원들의 적극적인 참여를 기다리고 있다. 그리고 오픈액세스 저널의 경우 전 세계의 많은 대학에서 게재비용을 지원해 주고 있다.

이번 APSE의 창간호에는 한국, 미국, 일본, 호주, 필리핀, 싱가포르 등 다양한 국가에서 활동하는 연구자들의 연구논문 5건이 발표되었다. 창간호에서는 주로 외국인 연구자 또는 외국에서 활동하는 연구자들의 연구가 발표되었으나, 앞으로 보다 많은 국내 연구자들의 논문이 발표되기를 기대해본다.

[Editorial] Asia-Pacific Science Education (APSE): expanding opportunities for publishing science education research
Sonya N. Martin, Hye-Eun Chu

The development of a self-evaluation checklist for measuring Filipino students' science giftedness
Aris Larroder, Masakata Ogawa

Is it harder to know or to reason? Analyzing two-tier science assessment items using the Rasch measurement model
Gavin Fulmer, Hye-Eun Chu, David Treagust, Knut Neumann

An examination of Melody's identities, contexts, and learning in a US science classroom: implication for science education of Asian transnational students
Minjung Ryu

Connecting science education to a world in crisis
Kenneth Tabin

APSE에 대한 자세한 정보 및 현재까지 출판된 논문은 APSE 공식 홈페이지 www.apse-journal.com에서 확인할 수 있다. 공식 홈페이지를 통해 논문을 투고할 수 있으며 자세한 논문 투고 방법은 아래의 [APSE 논문 투고 방법]을 참고할 수 있다.

한국과학교육학회 회원들의 많은 관심과 참여로 APSE가 아시아-태평양 지역 과학교육연구 교류의 교두보가 되고 더 나아가 세계 일류의 국제학술지로 발전해나가기길 기대해 본다.

APSE 논문 투고 방법

- 1 APSE 홈페이지 방문 (<http://www.apse-journal.com/>)
- 2 우측 하단의 'submit a manuscript' 버튼 클릭 후 회원 가입
- 3 회원 가입 후 논문 투고 과정 진행
- 4 논문 투고 진행 중 파일 업로드까지 마친 후 파일 체크 과정에서 'view APC estimate'라는 것을 선택 (한국과학교육학회 회원으로서 오픈액세스 발간 비용을 지원 받기 위해서는 반드시 논문 투고 시 지원 신청해야 함)
- 5 'APC agreement'창이 나타남
- 6 'I believe that I am covered by an institutional membership arrangement and wish to request institutional payment or discount (as applicable)'을 선택
- 7 'I have a SpringerOpen membership account number' 선택
- 8 'SpringerOpen account number'라는 박스에 회원 코드 입력