

Online Forum

# 과학교육 정책포럼(2차) 미래의 과학교육 방향과 교사 전문성

2020.11.13(금)

14:00 - 17:30

참여 | Zoom 실시간 접속  
접속 URL | <https://snu-ac-kr.zoom.us/j/84487359978>

주최



후원





**한국과학교육학회**  
The Korean Association for Science Education

---

**과학교육 정책포럼(2차)**

- 주 제           미래의 과학교육 방향과 교사 전문성  
일 시           2020년 11월 13일(금) 14:00 – 17:30  
참 여           과학교육 정책포럼(2차)  
(접속 URL: <https://snu-ac-kr.zoom.us/j/84487359978>)

- 주 소           서울특별시 관악구 관악로 1  
                  서울대학교 13동 334호  
인쇄처         한국학술정보(주)  
주 최           한국과학교육학회

이 포럼은 ‘과학교육 발전협의체 의제 도출 및 포럼 운영’ 연구의 일부로 교육부의 재원으로 한국과학창의재단의 지원을 받아 수행됨.



<b>초대의 글</b>	5
<b>포럼 세부일정</b>	7
<b>[1부] 인공지능 시대 과학교육의 방향과 전망</b>	
[주제발표] 인공지능(AI)시대의 과학과 교육표준 개선 방향 탐색: 핵심역량과 핵심개념을 중심으로 / 박영순	11
[토 론] ‘인공지능(AI) 시대의 과학과 교육표준 개선 방향 탐색: 핵심역량과 핵심개념을 중심으로’에 대한 토론: 핵심역량 함양을 위해 교육과정만으로는 부족하다 / 최원호	25
[토 론] 인공지능 시대 과학과 교육표준 개선 방향에 대한 토론 / 손민호	31
[토 론] 과학기술계에서 바라본 인공지능(AI)시대의 과학과 교육표준 개선 방향 / 김승환	33
[토 론] 고등학교 교육현장에서 바라본 인공지능(AI) 시대의 과학과 교육표준 개선 방향 / 이복희	35
<b>[2부] 원격수업환경과 과학 교사의 수업 역량</b>	
[주제발표] 과학 교사의 성장과 도전 / 오필석·신명경	41
[토 론] ‘과학 교사의 성장과 도전’에 대한 토론 / 정은영	53
[토 론] ‘with 코로나 시대’의 과학 교사의 성장 / 송윤미	57
[토 론] 온라인 수업의 불시착 그리고 생각의 전환 / 최의선	59
[토 론] 과학교사의 성장과 도전에 대한 검토 의견 / 박수연	69





## WELCOME MESSAGE

---

# 초대의 글



4차 산업혁명과 지능정보화 사회의 도래에 따라서 과학교육에 대한 기대와 혁신 요구가 증대되어 왔습니다. 2020년에는 COVID-19 감염으로 인하여 온라인 블렌디드 수업이 일상화되면서 성큼 다가온 미래와 마주치게 되었습니다.

2020년 5월에 교육부는 과학·수학·정보·융합 교육 종합 계획('20~'24)을 발표하였습니다. 한국과학교육학회에서는 교육부와 한국과학창의재단의 지원을 받아 종합계획 추진을 위한 주제 발굴과 추진 전략에 대한 정책연구를 수행하고 있습니다. 그 일환으로 학교 현장과 학계 및 관련 각계 분야 전문가의 의견 수렴 및 공감대 형성을 위하여 2회의 과학교육 정책 포럼을 계획하고 있습니다.

이번 2차 포럼은 '미래의 과학 방향과 교사 전문성'을 주제로 개최하게 되었습니다. 이 주제와 관련하여 연구진의 지금까지 성과를 공유하고, 각계 전문가들과 현장 교사를 모시고 지향 방향과 내용에 대한 의견을 나누고자 합니다. 아무쪼록 이번 기회가 변화되는 환경 속에서 더욱 발전적인 과학교육 정책을 모색하는 기회가 될 수 있도록 많은 관심과 참여를 부탁드립니다.

한국과학교육학회 회장  
서울대학교 교수 **김 찬 중** 드림



# 포럼 세부일정

● 2020년 11월 13일(금) ●

시 간	발표 및 내용
14:00 - 14:10	<b>개회사 및 환영사</b> 김찬중 (한국과학교육학회장, 서울대학교) 김한승 (장학관, 교육부 교육과정정책과)
<b>[1부] 인공지능 시대 과학교육의 방향과 전망</b> <span style="float: right;"><b>사회: 맹승호 (서울교육대학교)</b></span>	
14:10 - 14:40	인공지능시대의 과학과 교육표준 개선 방향 탐색: 핵심역량과 핵심개념을 중심으로 (곽영순, 한국교원대학교)
14:40 - 15:40	토론1: 최원호 (순천대학교) 토론2: 손민호 (인하대학교) 토론3: 김승환 (포항공과대학교) 토론4: 이복희 (양지고등학교)
<b>[2부] 원격수업환경과 과학 교사의 수업 역량</b> <span style="float: right;"><b>사회: 맹승호 (서울교육대학교)</b></span>	
15:40 - 16:10	과학 교사의 성장과 도전 (오필석, 경인교육대학교)
16:10 - 17:10	토론1: 정은영 (전남대학교) 토론2: 송윤미 (안성교육지원청) 토론3: 최익선 (상장중학교) 토론4: 박수연 (성수고등학교)
17:10 - 17:30	<b>종합토의</b> <span style="float: right;"><b>사회: 임희준 (경인교육대학교)</b></span>

## ■ 참여안내

- 본 포럼은 사회적 거리두기를 위해 비대면 온라인 생중계로 진행됩니다.
- 참여를 원하시는 분은 당일 '과학교육 정책포럼(2차)'  
Zoom Link(<https://snu-ac-kr.zoom.us/j/84487359978>)로 접속하여 참여하실 수 있습니다.

## ■ 문의 및 자료안내

- 2차 포럼에 대해 궁금하신 사항은 [kase@koreascience.org](mailto:kase@koreascience.org)로 문의바랍니다.
- 포럼자료집은 한국과학교육학회 홈페이지([www.koreascience.org](http://www.koreascience.org))에서 다운받으실 수 있습니다.



[1부]

인공지능 시대  
과학교육의  
방향과 전망

사회: 맹승호(서울교육대학교)



## 인공지능(AI)시대의 과학과 교육표준 개선 방향 탐색: 핵심역량과 핵심개념을 중심으로

한국교원대학교 곽영순

인공지능시대의 과학교육 혹은 과학을 통한 교육은 향후 수십 년 동안 어떤 역량이 필요한지를 예측하고, 이러한 인간으로서 전문 역량 개발에 중점을 둘 필요가 있다(OECD, 2018). 인공지능(AI) 시대의 과학교육은 기계를 능가하는, 기계와 차별화되는 인간고유의 전문성(human specialties)을 개발하도록 요청될 것이다. 이에 본고에서는 미래형 과학교육 체계 마련의 일환으로, 인공지능시대의 과학과 교육표준을 중심으로 지향점과 개선방안 등을 탐색하고자 한다. 과학교육표준 전반을 논구하기보다는 미래 학력으로 제안되고 있는 핵심역량과 핵심개념을 중심으로 가까운 미래의 과학교육표준의 지향점을 살펴보고자한다. 이는 국내외를 막론하고 과학과 교과내용표준을 구성할 때 표현은 조금씩 다르지만 핵심역량과 핵심개념이라는 두 축을 포함하기 때문이다(표 1 참조).

〈표 1〉 한국의 미래세대 과학교육표준(KESE)과 호주 환경과 교육과정의 구조

<p>역량, 지식, 참여와 실천의 세 차원으로 구성 ※그림 출처: 한국과학창의재단(2019:11)</p>	<p>지속가능성 실천과정(sustainability action process), 지식(knowledge of systems), 실천 레퍼토리(repertoires of practice)의 세 차원으로 구성 ※그림 출처: DEWHA, 2010:9)</p>

한국의 미래세대 과학교육표준(KESE)을 포함하여 교과별 교육표준은 과학소양이나 환경소양과 같은 목표를 달성하기 위해 교육표준을 구성하는 하위 차원이나 영역이 긴밀하게 연계된, 상호의존적이면서 때로는 중첩되는 것으로 규정하고 있으며 이러한 특징을 나타내기 위해 얽히고설킨 나무뿌리나 서로 엮인 갈래들로 시각화하고 있다. 하위 차원이나 영역의 내용이나 갈래는 조금씩 다르지만, 교과별 교육표준은 지(知)·정(情)·의(意) 혹은 칸트의 3비판서 측면을 모두 포괄하려는 경향을 보인다.

## I. 과학과 교육내용으로서 핵심역량

### 1. 학교 지식을 바라보는 인식론적 관점의 변화)

최근 세계 각국이 미래사회에 대비하기 위해 마련하고 있는 교육 정책의 키워드 중 하나가 핵심역량(key competencies)이다. 국내외를 막론하고 교육 경쟁력이 곧 국가 경쟁력의 원천이 된다는 점에서 현재 및 미래사회에 요구되는 학습자의 핵심역량을 찾아내고, 이를 학교교육을 통해 실현하려는 정책을 추진하고 있다. 우리나라도 2015년 9월에 개정·고시된 2015 교육과정에서 역량중심(competency-based curriculum)을 표방하였다. 이에 국내외 선행연구를 토대로 ‘오래된 미래’로서 핵심역량 관련 담론의 출발점과 핵심역량에 대한 연구들이 미래사회 전망에서 출발하는 까닭을 살펴보고자 한다.

어떻게 보면 핵심역량(key competencies)이라는 개념은 예전부터 있던 것으로 전혀 새로운 것은 아니라고 볼 수도 있다. 하지만 최근 들어 핵심역량이 새롭게 부각되고 있는 까닭은 변화하는 미래사회에서 기존 교육으로는 21세기 변화된 삶의 환경에 적응하기 어렵다는 문제의식 때문이다. 핵심역량에 대한 선행연구들에서 볼 수 있듯이, 핵심역량은 미래사회를 살아갈 학생들이 개인적, 사회적 문제를 해결하고 목표를 달성하며, 성공적으로 살아갈 수 있기 위해 제공받아야 할 21세기 학습의 기회로 제안된 것이다. 요컨대 미래사회에 모든 국민이 필요로 하는 기초소양 및 핵심역량을 학교교육을 통해 준비시킬 필요가 있으며, 학교교육을 떠난 이후에도 평생학습 사회를 살아갈 수 있도록 학교교육을 통해 생애학습의 기반으로써 핵심역량을 기르자는 것이다(손민호, 2011). 따라서 생애학습의 기반이 되는 핵심역량을 학교교육을 통해 길러주기 위해 한국을 비롯한 세계 여러 나라들에서는 기존 교과중심 교육과정을 미래사회에 걸맞도록 핵심역량 중심 교육과정으로 재편하고 있다.

이러한 맥락에서 교육부는 2015년 9월 23일자로 역량중심 교육과정(competency-based curriculum)을 특징으로 하는 ‘2015 개정 교육과정’을 확정·고시하였다. 2015 과학과 역량중심 교육과정의 개발 과정을 개관하면 다음과 같다.

- \* (13) 문·이과 통합형 교육과정 개발을 위한 기초 연구(박순경 외, 2014; 김경자 외, 2014) ⇒
- (14) 과학과 문·이과 통합형 교육과정 시안 개발 연구(송진웅 외, 2014) ⇒
- (14) 과학과 교육과정 시안 개발 연구(한국과학창의재단, 2015a) ⇒
- (15) 과학과 교수·학습 및 평가 방법 개발(한국과학창의재단, 2015b)

출처: 교육부(2015)

핵심역량에 대한 수많은 담론들을 토대로, 이번 2015 개정 교육과정은 국가수준의 교육과정에서 교과별 교육과정의 성취기준 진술에 이르기까지 핵심역량을 명시적으로 수용하고 천명한 점에서 그 특징을 찾을 수 있다. 달리 말해서 2000년대 초반부터 연구보고서 수준이나 학계 담론으로 확산되던 핵심역량을 국가 수준의 교육과정에서 명시적으로 수용하여, ‘21세기 핵심역량(competencies for 21st century) 반영’을 목표로 교육과정을 개정·고시한 것이다(이찬승, 2015).

핵심역량은 공통된 지향점을 공유하면서도 핵심역량을 정의하는 주체에 따라 조금씩 다른 의미로 규정된다. 핵심역량 개념의 출발점을 제공한 OECD DeSeCo 프로젝트의 핵심역량에서부터 미국 P21의 21세기 역량, 다

1) 이 부분의 원고는 한국과학창의재단(2018)에 수록한 원고를 발췌하여 재구성한 것임.

국적 연구 프로젝트인 ATC21S의 21세기 역량, 다양한 핵심역량을 국제학업성취도평가로 구현하고 있는 OECD/PISA 평가에서의 핵심역량, 국외 사례의 교육과정으로 구체화된 핵심역량 등이 있다. 핵심역량을 국가 수준의 교육과정에 반영하면서 국내외를 막론하고 국가별로 핵심역량에 대한 범주 설정이나 재구조화는 연구목적이나 각 나라가 처한 맥락에 따라 달라진다.

핵심역량은 21세기 미래사회를 평생학습자로서 살아갈 학생들이 학교교육을 통해 길러야 할 능력과 자질을 가리킨다. 이러한 맥락에서 한국, 영국, 프랑스 등 대부분의 국가들에서는 학교교육의 맥락에서 핵심역량을 해당 국가가 처한 사회·문화적 특성에 비추어 재규정하고, 나름의 학교교육 비전을 제안하고 있다. OECD DeSeCo 프로젝트를 출발점으로 하여 뉴질랜드, 캐나다, 영국, 독일, 호주 등 많은 나라들에서 역량을 기반으로 교육과정을 개편하거나 변화를 모색하기 시작하였다(Boyd & Watson, 2006; 소경희, 2009; 홍원표 외, 2010). <표 2>는 외국의 국가(주정부) 수준에서 제안된 핵심역량 중심 교육과정을 구조를 정리한 것이다(한국교육과정평가원, 2012: 134). 각국이 설정하고 있는 핵심역량의 종류나 범주는 다양한데, 이는 각국이 처한 상황과 지향하는 교육적 이상에 맞추어 핵심역량을 구성하는 요소, 교육과정의 맥락, 교과학습의 영역 등을 선정하고 그 우선순위를 조정한 결과로 파악된다. 이러한 사례들에서 볼 수 있듯이, 국가별로 핵심역량의 개략적인 의미를 공유하면서도 그 구체적인 범위나 구성요소는 열려있다. 즉, 핵심역량의 범위와 상세 내용은 각국이 처한 맥락에 따라 달라지는 ‘선택’의 문제임을 알 수 있다(한국교육과정평가원, 2012).

<표 2> 외국의 국가(주정부) 수준의 교육과정 구조

구분	뉴질랜드	독일 (헤센 주)	영국	프랑스	호주 (빅토리아주)	캐나다 (퀘벡주)	ATC21S
핵심 역량	<b>가치/비전</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 가치</li> <li>-탁월성, 혁신·탐구·호기심</li> <li>-다양성, 공평</li> <li>-공동체와 참여</li> <li>-생태적 지속가능성, 성실, 존중</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (개인적 역량, 사회적 역량)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 가치, 목표, 목적</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (서문)</li> <li>-교과 영역 전체에 공통된 태도</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 신체적·개인적·사회적 학습:</li> <li>-건강과 체육교육</li> <li>-대인관계의 발달</li> <li>-개인적 학습</li> <li>-시민의식</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 포괄적 학습영역:</li> <li>-건강과 참살이</li> <li>-개인적·직업적 계획</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 태도/가치/윤리</li> </ul>
	<b>(핵심) 역량</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 핵심역량</li> <li>-사고하기</li> <li>-언어·상징·텍스트 활용하기</li> <li>-자기 관리하기</li> <li>-타인과 관계 맺기</li> <li>-참여와 공헌하기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 공통역량</li> <li>-개인적 역량</li> <li>-사회적 역량</li> <li>-학습 역량</li> <li>-언어구사역량</li> <li>• 교과역량 (교과 및 학년군의 특성에 맞게 공통 역량을 재해석하여 제시)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>역량:</li> <li>• 사고역량: 창의적, 비판적 사고, 문제해결 등</li> <li>• 학습역량: 문해력, 수리력, ICT, 문제해결, 의사소통 등</li> <li>• 개인 역량과 자질: 의사소통, 도덕적, 사회적 역량, 고용자격 등</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 7가지의 기초지식과 기초능력:</li> <li>-모국어구사능력</li> <li>-외국어구사능력</li> <li>-수학의 주요 사항과 과학 기술지식</li> <li>-정보통신 기술의 숙달</li> <li>-인본주의 소양</li> <li>-사회성 및 시민의식</li> <li>-자율성과 주도성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 간학문적 학습:</li> <li>-정보통신기술(ICT)</li> <li>-의사소통</li> <li>-디자인, 창의력과 기술</li> <li>-사고력</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 범교과 역량:</li> <li>-지적 역량</li> <li>-방법론적 역량</li> <li>-개인적·사회적 역량</li> <li>-의사소통 관련 역량</li> <li>• 포괄적 학습영역:</li> <li>-환경의식 및 소비자 권리와 책임</li> <li>-미디어 리터러시</li> <li>-시민성과 공동체 삶</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 역량:</li> <li>-창의성과 혁신</li> <li>-비판적 사고/문제해결/의사결정</li> <li>-학습방법 학습/초인지</li> <li>-의사소통, 협력(팀워크)</li> <li>-정보 소양/연구</li> <li>-ICT 소양, 시민성 (지역적, 지구적)</li> <li>-삶과 직업능력</li> <li>-개인적 및 사회적 책임감</li> </ul>

구분	뉴질랜드	독일 (헤센 주)	영국	프랑스	호주 (빅토리아주)	캐나다 (퀘벡주)	ATC21S
<b>교과 (학습영역/ 전문지식)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>학습영역</b></li> <li>-국어, 예술, 건강과 체육, 언어 학습, 수학과 통계, 과학, 사회, 기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>교과 교육과정:</b></li> <li>-기존의 교과 구분 유지</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>교과 교육과정</b></li> <li>-학습프로그램</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>각론: 교과별 교육과정</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>학문중심 학습</b></li> <li>-예술, 영어/제2외국어, 인문학: 경제, 지리, 역사, 수학, 과학</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>교과 영역:</b></li> <li>-언어, 수학, 과학 및 공학, 사회과학, 예술교육, 개인발달</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>지식</b></li> </ul>

2015개정 교육과정을 포함하여 국내외의 핵심역량에 대한 연구는 ‘미래사회 전망’에서 출발한다. 이는 미래 사회 변화 전망은 미래교육의 변화를 요청하며, 미래교육에 대한 변화 요청에 대처하기 위한 방안으로 핵심역량이 제안되었기 때문이다(이근호 외, 2012). 달리 말해서, 1) 미래사회는 지금과는 다른 다양한 변화 추세를 노정할 것이고, 2) 그에 따라 변화된 미래사회를 살아갈 인력을 양성하기 위한 교육에 대한 기대와 요구도 달라질 것이며, 3) 교육을 통해 미래사회를 살아갈 역량을 습득해야 한다면, 교육은 어떤 형태로든 미래사회 변화요구를 수용할 필요가 있고, 4) 이를 위해, 미래사회를 살아갈 학생들에게 요구되는 것을 핵심역량에서 찾으려는 것이다(이근호 외, 2012: 68). 즉, 포스트모더니즘, 네트워크사회의 발달, 탈산업사회화, 지구촌화 등에 따른 인구구조의 변화, 과학·정보통신기술발전, 경제 환경 변화, 환경·자원문제, 지구촌 다원화사회 등과 같은 미래사회 변화 전망(즉, 메가트렌드)이 도출되며, 이는 미래교육의 변화를 요청하게 된다. 요컨대 미래사회를 살아갈 학생들은 변화된 상황에서 기존의 전통적인 지식과 기능만으로는 날로 복잡해져가는 문제를 해결할 수 없다는 진단 하에(OECD, 2003) 그 대안을 핵심역량에서 찾으려 한 것이다.

어떻게 보면 핵심역량(key competencies)이라는 개념은 예전부터 있던 것으로 전혀 새로운 것은 아니라고 볼 수도 있다. 2015개정 교육과정에 반영된 교과별 핵심역량을 비롯하여 역량 개념은 ‘오래된 미래’(손민호, 2011)로 지식이 학습되는 맥락인 학교교육에서 가정하고 있던 인식론적 틀이 바뀐 것으로 볼 수 있다(한승희, 2004). 지식기반사회의 도래로 학교가 다루고 있는 지식을 바라보는 관점이 모더니즘적 인식론에서 포스트모던적 인식론으로 전환되고 있는 것이다(한승희, 2004).

모더니즘적 인식론에 따르면, 지식은 개별자로서의 한 인간이 소유하고 생산하는 것으로, ‘학문(discipline)으로 정형화된 경험구조를 훈련(discipline)’함으로써 세대를 거듭하며 지식을 재생산한다(한승희, 2004). 이러한 근대적 인식론이 설득력을 잃어가면서, 21세기 지식기반사회에서는 지식이란 집단이나 조직 안에서 생태학적으로 성장하는 것이라는 포스트모던적 인식론이 부각된다. 즉, 탈산업사회인 지식기반사회에서 제반 사회적 조건들이 총체적으로 달라짐에 따라 지식의 생산과 유통, 쓸모 있는 지식 등의 의의와 성격 자체가 달라진 것이다(손민호, 2011). 그 결과 학교 교육과정을 통해 가르쳐야 할 ‘쓸모 있는’ 내용으로 핵심역량이 강조된다. 즉, 핵심역량 교육을 통해 지식의 활용과 공유, 또 다른 새로운 지식 생산을 위한 지식의 소비 등에 필요한 기본적인 능력을 길러줄 수 있도록 학교 교육과정을 재편하도록 요구된다(손민호, 2011).

달리 말해서, 학교에서 다루어온 기존 교과중심 교육을 통한 지식 재생산이 미래사회로 대변되는 포스트모더니즘 사회의 지식의 본질적 속성 및 존재양식과 맞지 않아서, 새로운 형태의 지식생산과 유통방식을 요청하고 있는 것이다. 지식의 존재적 조건과 위상이 달라짐에 따라 학교 교육과정, 교수·학습 과정, 학습자의 역할 등은 해체의 길을 걸을 수밖에 없다. 이렇게 되면, 역량중심 교육과정을 이수하고 졸업한다는 것은 교육을 마치는 것

을 의미하기보다는, 학교교육 이후의 계속 학습과 경험학습에 대비한 생애기초역량과 자기주도 학습역량을 갖추는 것을 의미한다.

## 2. 과학과 교육내용으로서 핵심역량

우리나라는 2015 개정 교육과정을 핵심역량을 반영한 교육과정이라고 공식적으로 천명하였지만, 이러한 공식적 견해를 한국에서의 핵심역량과 역량교육의 방향을 결정하는 최종적인 기준으로 받아들여야 하는 것은 아니다(황규호, 2016). 핵심역량 교육의 의미나 방향은 물론 핵심역량 교육의 도입 여부 문제까지도 학계와 학교 현장의 지속적인 논의를 통해 판단하고 검토하여야 할 것이다. 이러한 맥락에서 핵심역량을 반영한 과학과 교육과정 및 교육에 대한 접근상의 유의점을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 역량과 ‘교과 지식’ 사이의 그릇된 이분법을 경계해야 한다. 과학과 역량중심 교육과정의 특징은 전통적인 지식을 답습하는 수준이 아니라 새로운 지식을 창조할 수 있는 미래사회를 살아갈 인재를 양성하기 위한 방편으로, 사회적 맥락에서 요구되는 능력인 역량을 길러주려는 것이다. 이에 과학과 역량중심 교육과정을 기존 과학과 내용중심 교육과정을 대체하는 것으로 파악하기보다는 전통적인 학문중심의 과학과 교육과정을 삶의 실제에 더 부합하는 형태로 개선하려는 시도로 파악할 필요가 있다(이근호 외, 2012).

한국보다 먼저 핵심역량 교육과정으로 전환한 국가들의 교육과정 구조를 분석해보면, 교과(즉, 학습영역)와 그 밖의 영역으로 구분할 수 있다. 즉, 미래학교 교육과정은 핵심역량 개발을 위한 소재 역할을 하는 교과와 핵심역량이라는 두 개 축으로 설정할 수 있다(이근호 외, 2012: 72). 여기서 주의할 점은 핵심역량 함양을 위한 과학과 교육과정을 구상함에 있어서, 기존 과학과 교육과정에 핵심역량을 또 다른 내용기준으로 부과하거나, 과학과 교과내용과 핵심역량을 대립되는 것으로 파악해서는 곤란하다는 점이다. 예컨대 과학과 핵심역량은 교과 내용을 보다 교과답게 가르치는 방편으로 파악할 필요가 있다(최승현 외, 2011). 달리 말해서, 과학과 교육과정을 구현하는 과정 속에 핵심역량을 통합할 필요가 있다.

교과를 제대로 가르친다는 것은 그 교과가 가지는 지식과 그것을 배움으로써 발휘할 수 있는 역량과, 이를 통해 자신과 타인 그리고 공동체에 기여할 수 있는 실천의지까지 길러주려는 것으로 정의할 수 있다. 그러므로 교사들은 교과를 학생들이 학교에서 배워야 하는 교육과정의 기본단위로 보고, 이 교과를 통해서 핵심역량을 잘 길러줄 수 있어야 한다(허경철, 2016). 여기서 역량은 교과지식을 대체하기보다는 교과지식을 교수·학습하는 방향에 대한 가이드라인으로 파악할 필요가 있다. 즉, 역량중심 교육과정이란 기존 교과교육의 목표를 단편적 지식의 기억과 암기가 아니라, 그러한 지식을 생성할 수 있는 능력을 길러주는 것으로 전환하기 위한 방안으로 볼 수 있다.

21세기 핵심역량을 길러주고자 하는 선행연구들에서도 지식을 활용한 창의적 작업이 가능하려면 교과지식과 핵심역량을 긴밀하게 연계해야 한다고 강조하였다(Griffin, et al., 2012). 예컨대 문제해결력, 의사소통능력 등과 같은 핵심역량은 개념이나 지식 없이 탈맥락적으로 발휘될 수 있는 능력이 아니다. 각각의 핵심역량을 길러주는 상황이나 특정한 핵심역량이 발휘되는 상황을 막론하고, 구체적인 교과내용 없이 진공상태에서 문제해결력이나 의사소통 등과 같은 핵심역량을 논의하기는 어렵다. 교과내용이 아니라, 핵심역량 위주로 교육과정 성취기준을 상세히 제시할 경우, ‘역량만 있고 내용이 없는’ 형국을 초래할 수 있다(소경희 외, 2013). 지식 없는 사고가 불가능하듯이, “지식 없는 역량, 내용 없는 사고, 소재 없는 탐구는 공허한 허상”이라고 보아야 한다(황규호, 2014:

20). 요컨대 “역량교육과 지식교육, 지식과 경험, 내용과 활동, 통합과 분과” 등과 같이 대비되는 항목들에 대한 지나친 이분법적 사고에 대한 치밀한 검토가 필요하다(황규호, 2014: 20).

둘째, 핵심역량을 규명하고 범주화할 때 환원주의적 사고를 경계해야 한다. 역량들을 범주화하고 교과별로 중점을 두어야 할 역량을 선정함에 있어서 복잡한 인간능력의 총체를 몇 개의 기본 구성요소로 구분하거나 분리하여 기술하기 어렵다는 점을 유의해야 한다(황규호, 2016). 국내외 선행연구에서도 알 수 있듯이 핵심역량에는 때로는 교과지식 차원이 포함되기도 하는 등, 핵심역량의 정의(定義)와 외연, 범주화 등은 임의적이고 자의적이며, 핵심역량 구성요소들은 상호관련성을 갖는다. 예컨대 창의력과 문제해결력은 서로 구분되는 상호배타적인 능력을 가리킨다고 보기 어려우며, 대인관계 능력이나 도덕적 감수성 등과 같은 인성역량이 개인적·사회적 책무성이나 민주시민의식 등과 같은 사회적 역량과 분리된 전혀 다른 능력을 가리킨다고 보기 어렵다.

또한, 핵심역량을 구성하는 범주들은 서로 긴밀하게 연관될 수밖에 없다. 예컨대 인성 역량의 경우 사실에 대한 비판적 이해와 관련되며, 진실한 토대 위에 강한 자존감을 형성하고 스스로 결정을 내리고 문제를 해결하는 등과 같은 역량으로, 이는 지적 역량이나 사회적 역량에 의해 좌우된다. 나아가 국가 수준에서 혹은 교과 교육과정 수준에서 분류하고 선정한 역량이 미래사회가 요구하는 중요한 능력들을 모두 포괄하고 있다거나 또는 각각의 역량이 서로 엄격하게 구분되는 상호배타적인 관계에 있다고 보기는 어렵다(황규호, 2016).

이렇듯 역량의 목록을 작성하고 분류하는 것은 임의성과 자의성의 지닌다. 핵심역량 범주 및 구성요소 선정의 임의성과 자의성을 고려할 때, 특정 역량(요소)에 대한 맹목적 신뢰나 배타적 경시 현상은 경계되어야 할 것이다. 오히려 역량의 목록을 제시하고 특정 역량을 강조하는 것을, 국가 수준에서 혹은 교과 수준에서 중점적으로 관심을 기울여야 할 일종의 교육 비전과 방향을 제시하는 것으로 이해하는 것이 더 적절할 것이다. 예컨대 2015 개정 교육과정에서 국가 수준에서 혹은 교과별로 핵심역량을 분류하고 구성요소를 선정하는 작업은 국가나 교과 수준에서 지향해야 할 “교육 개혁의 방향에 대한 공감대 형성과 나침반 제공에 그 의의가 있다고” 보아야 할 것이다(황규호, 2014: 17). 역량의 분류와 선정은 시대 및 사회의 변화에 따라 사회적 합의를 거쳐 얼마든지 조정하고 보완할 수 있는 잠정적인 목록으로 파악해야 한다. 나아가 각 역량의 구체적인 의미나 주요 구성요소에 대한 규정도 자의성과 한시성을 지니는 것으로 지속적인 연구와 논의를 필요로 한다.

실천적 측면에서는 과학과 교육과정 개정이나 미래형 과학교육 체계 마련에 선행하여 과학교육을 통해 중점을 두어야 할 과학과 핵심역량, 즉 교과역량의 선정, 역량과 기능(skill)의 관련성 확보, 역량과 실천 사이의 개념 차별화 등에 대한 논의가 전제되어야 할 것이다. <표 2>는 조금씩 다른 이름으로 유사한 요소들을 다루고 있는 상황을 예시한 것이다. 무엇보다도 역량, 기능, 실천, 참여 등의 혼재된 용어들 사이의 관계성 규명을 필요로 함을 알 수 있다.

〈표 3〉 NGSS 실천, 2015 과학과 교육과정의 탐구 기능 및 과학과 핵심역량 비교

NGSS 과학과 공학 실천 (Practices)	2015 과학과 교육과정의 탐구 기능(inquiry skill)	2015 교육과정의 과학과 교과역량	미래세대 과학교육표준(KSES)
<ul style="list-style-type: none"> <li>-질문하고 문제 규정하기</li> <li>-모형을 개발하고 사용하기</li> <li>-조사 계획하고 수행하기</li> <li>-자료를 분석하고 해석하기</li> <li>-수학 및 전산적 사고 이용하기</li> <li>-설명을 구성하고 문제 해결 고안하기</li> <li>-증거에 입각하여 논의하기</li> <li>-정보를 얻고, 평가하고, 소통하기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-과학적 질문하기</li> <li>-모델 개발 및 활용</li> <li>-탐구 계획 및 수행</li> <li>-데이터 수집, 분석 및 해석</li> <li>-수학적 사고 및 컴퓨터 활용</li> <li>-결론 도출 및 평가 수행</li> <li>-증거에 기반한 논의 및 논증</li> <li>-정보 수집 및 의사소통</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-과학적 사고력,</li> <li>-과학적 탐구 능력,</li> <li>-과학적 문제 해결력,</li> <li>-과학적 의사소통 능력,</li> <li>-과학적 참여와 평생 학습 능력</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-과학적 탐구력,</li> <li>-과학적 사고력,</li> <li>-의사소통과 협업 능력,</li> <li>-정보처리와 의사결정 능력</li> </ul>

셋째, 핵심역량을 기업교육의 연장선으로 파악하는 관점도 있다. 교육의 역할을 개개인이 지닌 인간적 잠재성과 능력을 최대한 개발하고 바람직한 공동체를 형성하기 위해 교육과정을 조직하고 전수해나가는 것이라고 보는 입장에서는, 역량중심 교육과정에 대해 노동시장과의 연동성 강화라는 기업이나 사회의 요구가 학교교육을 지배하는 것이라고 우려를 제기한다(이찬승, 2015). 핵심역량 교육과정은 태생적으로 기업중심적 학교교육 모델, 직업훈련 중심의 교육내용 등과 같은 이론적 토대를 바탕으로 하고 있고, 그 흐름이 “시장중심적이고(학교역할에 대한 인식), 신자유주의적이며(개인중심, 경쟁중심, 선택중심), 효율성중심(교육평가 접근법)으로 학교교육을 변화시키고자 하는 흐름 속에 있다.”는 것이다(성열관, 2016:71).

핵심역량에 대한 요구도 교육현장의 실질적 요구에 의해서 나온 것이 아니라, 신자유주의, 교육시장주의, 기업중심주의 등의 담론들 속에서 창조된 것일 수 있다(성열관, 2016: 76)는 입장에서는 “학교밖 생활세계에서 요구하는 가치나 행위 양식을 학교교육에 반영하는 방식”으로 학교 교육과정을 보다 유연함으로써 더 많은 경제적 이윤을 창출하려는 기업의 이해가 반영된 것으로 역량중심 교육과정을 해석한다(이찬승, 2015: 7). 핵심역량 교육은 “대부분 사회가 특히 기업과 국가가 요구하는 것이어서” 그 결과 교육이 “인간을 적응의 도구로 전락시킬 위험”이 있다는 것이다(이찬승, 2015: 7). 이는 교육의 목적과 방향이 기업의 목적에 적합한 수단적 가치에 따라 결정되는 등 교육이 도구화되는 것을 경계하는 입장이다.

어떻게 보면 역량중심 교육과정은 지식에 대한 새로운 관점의 등장으로 인해, 학교교육을 통해 가르치고 학습해야 할 지식이나 학력의 개념이 ‘해체되었으나 아직 재구성되지 않은’ 상태에서 제안된 것으로 볼 수도 있다. 학력(學力)으로 역량을 도입하는 근거와 이유를 정당화하기 위해, 인지적 차원을 넘어서서 사회적, 인성적 차원에 이르기까지 역량 개념의 외연을 끊임없이 확장해온 것도 핵심역량의 지속가능성을 확보하기 위한 노력의 일환일 것이다. 따라서 역량 담론에 대한 무비판적 수용을 넘어서서 역량중심 교육의 지속가능성과 실효성에 대해 고민할 필요가 있다.

## II. 과학과 핵심개념과 미래 과학교육표준 개발

핵심개념(big ideas, core concept)이란 학생들이 학습한 내용의 세부 사항을 잃어버린 후에도 지속되길 원하는 개념을 의미한다. 2015 개정 교과 교육과정에서 핵심개념은 교과교육에서 많은 내용을 가르치기 보다는 교과별로 꼭 배워야 할 핵심개념과 원리 중심으로 학습내용을 정선하고 감축할 필요성에서 출발하였다고 볼 수

있다. 또한 교육적으로 볼 때, 교과와 핵심개념(원리)을 중심으로 실생활에 활용 가능하고 삶을 성찰할 수 있는 교과 학습 내용을 구성하며, 교과 학습 후 학습한 구체적인 사실과 정보를 잊어버려도, 교과를 통하여 반드시 알아야 할 핵심적 내용을 제시할 필요성이 부각되었기 때문이다.

- 핵심개념이란 특정 학문 분야에 한정되지 않고 여러 학문을 아우르는 개념 혹은 원리로 다양한 현상을 설명할 수 있도록 해주는 개념
  - 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.
  - 빅 아이디어
    - 교과 및 영역에 작용하는(기저를 이루는) 커다란 원리
    - big idea, big concept, core idea 등으로 칭함
    - 교과 및 영역의 성격 및 특성에 따라 다를 수 있으나, 예컨대 ‘유지’, ‘발전’, ‘변화’, ‘지속’, ‘규칙’, ‘변동’ 등으로 나타날 수 있음
    - 이를 통해 교과 간 연결·관련성을 볼 수 있고, 궁극적으로는 교과 간 융합·연계 학습 구도를 구축할 수 있다고 봄
- ※ 이러한 빅 아이디어 중심으로 교육내용을 구성하게 되면 현재 우리나라 교과 교육과정 틀에 대한 근본적인 재고가 필요하기 때문에, 이번 2015 개정 교육과정에서는 아래와 같은 시각까지 포괄하는 것으로 절충적 대안을 모색함

※출처: 한국교육과정평가원(2015).

핵심개념은 교과가 기반하고 있는 학문의 가장 기초적인 개념이나 원리로서 영역의 하위 영역이 아닌, 그 영역을 구성하고 있는 대표 개념이라고 할 수 있다. 2015 개정 교육과정에서 교과별 핵심개념을 예시하면 다음과 같다.

〈표 4〉 교과별 핵심개념(교과별 1개 영역에 대한 핵심개념 예시)

교과	영역	핵심개념
국어	듣기·말하기	듣기·말하기의 본질, 목적에 따른 담화의 유형, 듣기·말하기와 매체, 듣기·말하기의 구성요소, 듣기·말하기의 과정, 듣기·말하기의 전략, 듣기·말하기의 태도
도덕	자신과의 관계	성실(핵심가치)
사회	정치	민주주의와 국가, 정치과정과 제도, 국제 정치
통합사회	삶의 이해와 환경	행복, 자연환경, 생활공간
수학	수와연산	수의체계, 수의 연산
과학	힘과 운동	시공간과 운동, 힘, 역학적 에너지
통합과학	물질과 규칙성	물질의 규칙성과 결합, 자연의 구성 물질
실과(기술·가정)	인간발달과 가족	발달, 관계
체육	건강	건강관리, 체력증진, 여가 선용, 자기 관리
음악	표현	소리의 상호작용, 음악의 표현 방법
미술	체험	지각, 소통, 연결
영어	듣기	소리, 어휘 및 문장, 세부 정보, 중심 내용, 맥락

2015 개정 교육과정에서 추구하는 교과별 핵심개념은 다음과 같은 점에서 교육적 의의를 지닌다고 할 수 있다(한국교육과정평가원, 2015).

첫째, 교과(목)간 연결·관련성을 볼 수 있고, 궁극적으로 교과(목)간 융합·연계 학습 구도를 구축할 수 있을 것으로 기대된다. 큰 그림 속에서 학습 요소들의 상호 관련성을 드러냄으로써 교과 내 계열을 고려한 학습과

교과간 통합적 학습이 가능할 것으로 기대된다. 둘째, 교사의 교수·학습 계획 및 실행 시 구조적 관련성을 나타내 줄 수 있다. 기존에는 내용요소 혹은 소재를 중심으로 가르쳤다면, 이제는 교사가 각 내용 요소를 큰 그림 속에서 가르칠 수 있게 된다는 것이다. 특히, 초등학교 교사는 교과 교육과정 전체상의 시각에서 교과 내 영역 간 및 교과 간 개념들을 관련짓는 연결성을 도모하여 교과 통합적 재구성을 할 수 있다는 점이다.

셋째, 학습자들은 핵심개념 학습을 통해 교과서의 사실적, 분절적 지식 습득을 넘어 교과 고유의 체계 및 탐구 방식을 이해할 수 있을 것이다. 넷째, 핵심개념을 통한 교육내용의 적정화 및 교수·학습의 개선을 추구할 수 있다. 학교에서 가르쳐야 할 ‘중요한 지식’이 사실과 소재로부터 개념 및 원리로 이동하게 되면서 학습내용의 질적 적정화를 구현할 수 있다. 교육내용의 질적 적정화를 통해 내용을 조정함으로써 학생 참여적인 교수·학습 활동이 이루어져 즐겁고 의미 있으며 심층적인 학습을 기대할 수 있다.

핵심개념(Big Idea) 중심의 과학과 내용표준 개발은 미국의 NGSS를 포함하여 국내외 다양한 사례에서 구현되고 있다. 한국의 2015 개정 과학과 교육과정의 「통합과학」의 경우에도 특정 핵심개념을 중심으로 과학과 안팎의 관련 교과내용이 통합적으로 들어가도록 성취기준을 개발하였다.

〈표 5〉 과학과 교육과정의 핵심개념 예시

2015 교육과정의 「통합과학」 핵심개념	NGSS의 관통개념	캐나다 온타리오주	미래세대 과학교육표준(KSES)
-물질과 규칙성(물질의 규칙성과 결합, 자연의 구성 물질과 기원) -시스템과 상호작용(역학적 시스템 지구 시스템, 생명 시스템) -변화와 다양성(화학변화, 생물의 다양성과 유지) -환경과 에너지(생태계와 환경, 발전과 신재생 에너지)	-규칙성 -원인과 결과: 작용원리와 설명 -크기, 비율과 양 -시스템과 모델링 -에너지와 물질: 흐름, 순환과 보존 -구조와 기능 -안정성과 변화	-시스템과 상호작용 -구조와 기능 -물질 -변화와 연속성 -시스템과 상호작용 -에너지 -지속가능성과 책무성	-규칙성과 다양성 -에너지와 물질 -시스템과 상호작용 -변화와 안정성 -과학과 사회 -지속가능사회를 위한 과학기술

우리나라 2015개정 통합과학 교육과정의 핵심개념에 상응하는 것이 NGSS의 관통개념이다. NGSS에서 말하는 관통개념의 의미를 살펴보면 다음과 같다.

- 모든 과학 학문들에서 나타나는 매우 중요한 과학적 주제(theme)를 가리키며, 12년간의 과학 학습에서 학문의 일관성을 증가시키며, 공학, 물상과학, 생명과학, 지구와 우주과학을 연결하는 간학문적 통합의 특성을 지니는 개념을 의미한다(NGSS Lead States, 2013: xv).
- 관통개념은 과학의 본성(규칙성, 인과관계), 상이한 요소들 간의 수학적 관계, 모든 과학영역 및 공학 시스템에서 발생하는 7개로 구성되며, 이는 과학과 공학 분야 전반의 핵심개념을 통합함으로써 교과 영역을 연결한다.
- 관통개념은 ‘물상과학’, ‘생명과학’, ‘지구 및 우주과학’, ‘공학, 기술 및 응용과학’ 영역의 통합개념(unifying concepts) 또는 공통주제(common themes)라고 할 수 있으며, 과학 및 공학의 많은 부분에서 공통으로 다루어진다(NRC, 2012).

관통개념의 유용성은 교육과정 개발자들과 교사들이 아주 다양한 과학과 공학의 핵심개념을 함께 묶기 위해 관통개념을 가지고 수업, 단원, 과정을 개발할 수 있다는 점이다(NGSS Lead States, 2013). 이렇듯 관통개념(crosscutting concepts)이나 핵심개념(big ideas)을 중심으로 과학교육표준을 개발할 경우 과학이라는 렌즈를 통해 다른 사고의 형태와 결합할 수 있다는 장점을 지닌다. 또한, 인공지능시대 과학교육에서는 STEM 혹은

STEAM과 같은 융합형 교육내용과 함께 핵심개념을 중심으로 한 과학교육표준이 강조되는 이유 중 하나는 다른 형태의 사고를 활용하는 융합적 교육을 통해 상상력을 발휘함으로써 인간고유의 전문성(human specialties)인 창의적 사고가 드러나고 학습될 수 있기 때문이다(김유신, 2015: 395). 이러한 맥락에서, 과학의 핵심개념을 중심으로 자연세계는 물론 문화를 읽어낼 수 있도록 과학교육표준을 구성할 필요가 있다. 예컨대 과학과 핵심개념인 인과관계, 시스템, 모델링, 규칙성 등과 같은 핵심개념을 중심으로 과학영역 안팎의 융합 교육을 체험할 기회를 제공할 필요가 있다.

한편, 통합이나 창의융합형 교육표준 개발에서 항상 화두가 되는 것은 융합할 재료가 없이 무엇을 엮어서 녹여낼 수 있는냐는 질문이다. 2015개정 교육과정의 고등학교 공통과목인 통합과학/과학탐구실험 과목은 장차 인문사회계열로 진학할 학생들에게는 과학소양을 함양할 수 있는 캡스톤 과목이면서, 이공계로 진학할 학생들에게는 ‘왜 과학을 배우는지’에 대한 답을 제공하려는 징검다리 역할을 하는 과목이기도 하다. 즉, 기초소양으로서 과학 학습에서 진로전문성 확보를 위한 과학 학습으로 넘어가는 가교 역할을 하는 과목으로 볼 수도 있다. 이공계열로 진학할 학생들은 통합과학/과학탐구실험에서 맛본 융합·통합 체험을 토대로, 보다 고차원적인 융합을 위해 자신의 진로·적성에 적합한 과학 분야에서 전문성을 더 쌓아나갈 것으로 기대된다.

끝으로, 인공지능시대 인간고유의 전문성을 갖춘 창의융합형 인재 육성을 위해 과학과 교과목 재구조화가 필요하다. 예컨대 핵심개념을 중심으로 정보생물학 등과 같은 과학과 융합형 선택과목 재구조화 방안을 적극 탐색할 필요가 있다. 2025년부터 전국 고등학교에 본격 시행될 고교학점제에 대비하여 학생들의 진로적성 경로별로 필요한 과학소양과 희망진로별 안내학습을 제공할 필요가 있다. 기존의 물화생지 I·II 형태의 선택과목이 아니라 인문사회계열 진로희망자에게는 과학소양을 함양할 수 있도록, 그리고 이공계열 진로희망자에게는 진로별 전공심화학습의 기회를 제공할 수 있도록 선택과목을 구성할 필요가 있다. 그 일환으로 미래세대 과학교육표준(KESE)에서도 6단계(고2~3) 수행기대를 개발하면서 (1) 인문사회계열이나 융복합 전공 등으로 대학을 진학할 학생들을 위한 선택과목인 ‘과학 기본’, (2) 이공계열로 대학을 진학할 학생들을 위해 고등학교 단계에서 필요한 각 교과별 학문의 기본적 이해를 바탕으로 구성한 과학 일반, (3) 이공계열로 대학을 진학할 학생들을 위한 교과별 심화학습이나 진로 안내를 위한 과학 심화 등으로 구분하여 수행기대를 개발하고 있다(한국과학창의재단, 2020).

미래세대 과학교육표준(KESE)에서는 규칙성과 다양성, 에너지와 물질, 시스템과 상호작용, 변화와 안정성, 과학과 사회, 지속가능사회를 위한 과학기술 등과 같은 핵심개념을 중심으로 1~6단계에 해당하는 수행기대를 제안하였다(한국과학창의재단, 2019:12).

Stage 6 (고2-3)의 내용 요소						[비고]
과학 기본		과학 일반		과학 심화		참고사항(국의 사례 등) 및 (*) AI, 우주, 로봇 등 첨단 과학기술 연계
수행기대 (초안)	내용요소	수행기대 (초안)	내용요소	수행기대 (초안)	내용요소	
<ul style="list-style-type: none"> <li>모든 세포는 유전 정보를 DNA 분자에 가지고 있다. [NGSS]</li> <li>다세포 생물은 배우자를 생성하고 수정과 발생 과정을 거쳐 개체를 만든다.</li> <li>감수분열 과정에</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>유전물질로서 의 DNA</li> <li>생식세포의 다양성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>생물의 형질은 중심원리에 의해 자손에게 전달된다.</li> <li>DNA는 유전물질이며, 단백질을 합성할 수 있는 정보를 포함하고 있다.</li> <li>생물의 형질은 유전자에 저장된 정보가 발현되어 나타난</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>중심원리</li> <li>유전자의 구조와 기능</li> <li>돌연변이</li> <li>생물의 분류체계(계통수, 3역 6계)</li> <li>질병의 원인(세균, 바이러스, 등)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>생명체에 있는 모든 세포들은 동일한 유전적 내용을 가지고 있지만, 유전자의 발현은 각기 다른 방법으로 조절된다. [NGSS]</li> <li>유전자의 발현은 각기 다른 방법으로 조절된다. [NGSS]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>유전자의 발현과 조절</li> <li>유전체의 구조와 유전 암호의 해독</li> <li>후성유전학과 돌연변이의 유전</li> <li>후성유전과 소진해집단유전학, 유전자 풀(gene pool), 하디-바인베르크 평형</li> <li>본성(nature)과 양육</li> </ul>	[AI] 유전 알고리즘(Genetic Algorithm)은 인공지능과 기계학습에 활용되고 있으며, 생물의 유전과 진화의 원리를 차용하여 만들어진 알고리즘으로 교배 연산 등이 존재하고, 모델 최적화에 사용된다.

[그림 1] 미래세대 과학교육표준(KESE) 6단계 수행기대 개발(예시)

### Ⅲ. 결론: 과학을 통한 자기-되기

융합이란 동일성의 폭력에서 벗어나려는 중심이 없는 사유이면서, 들뢰즈(G. Deleuze)가 말하는 되기(becoming)의 사유 혹은 탈영토화의 삶의 방식을 학문하는 방법에 적용한 것으로 볼 수도 있다. 진정한 의미의 융합이란 상대 학문 혹은 다른 학문의 입장에서 세상을 바라보려는 것으로, 이는 되기(becoming)의 과정이기도 하다.

〈표 6〉 동일성의 철학과 차이의 철학

동일성의 철학, 동일성의 존재론	차이의 철학, 생성존재론
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 불변적, 보편적 속성을 지닌 존재</li> <li>• 주체라는 존재의 동일성은 미리 실체로서 규정되어 있는 것이다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 주체는 수많은 차이들로 구성된 ‘나’의 잠재적인 것의 일부가 발현되어 동일성(identity)으로 잠시 수렴된 것이다.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 구성철학(constructive philosophy): 개별 존재자는 인간 지성에 의해 개념으로 환원되고 소유된다.</li> <li>• 동일성의 폭력: 타자의 차이성을 해소하고 동일성으로 환원하여 내 것으로 소유하려고 한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 해체철학(deconstructive philosophy): 인간중심적인 관점에서 존재를 파악하고 소유하려는 것을 놓아버려야 한다.</li> <li>• 타자는 여백을 지닌 존재로, 동일성으로 가두고 이름 붙일 수 없는 차이가 계속 남는다.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 항상 동일성이 전제되고, 그 동일성이 반복되고 재현(representation)되는 과정에서 때로는 차이가 만들어진다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 차이생성(differentiation)의 과정에서 어떤 동일성이 발생한다.</li> <li>• 자아(identity)는 늘 가족유사성의 연속성에 의해 구성된다.</li> </ul>

※출처(Kwak, 2019: 279)

핵심개념을 중심으로 과학교육표준을 구성할 때 기억할 점은, 융합이든 창의성이든 타자를 내 것으로 동일화하려는 접근보다는 차이생성(differentiation)의 과정에서 어떤 동일성을 길어 올리려는 접근이 필요하다는 점이다. 물론 창의융합 역량 개발과 인간 육성에서 과학은 관통개념의 형태로 여러 영역들을 엮어주는 역할을 할 것이다. 왜냐하면 과학은 그리고 과학의 산출물은 그 자체가 “상상으로 가득 찬 개념적 사고와 창의적 사고를 통해서” 얻어지는 것이기 때문이다(김유신, 2015: 395).

한편, 미래형 과학교육 체계마련을 위한 과학교육표준은 인공지능시대의 교육은 하그리브스와 셸리(Hargreaves & Shirley, 2009)가 말한 도덕적 교육목표를 지향할 필요가 있다. 도덕적 교육목표(moral purpose) 혹은 도덕성 높은 교육목적으로 바꾸어나가야 한다고 말한다(Fullan, 2010). 여기서 도덕적 교육이념 또는 목표란 아동의 삶에 긍정적 변화를 만들어낼 수 있는 헌신과 변화를 가리키며, 이는 타인에게 긍정적인 영향을 주려는 선한 의도이기도 하다(이찬승, 2015). 이는 교육권을 인권, 사회권으로 인식함으로써 시민의 권리 회복의 일환으로 교육의 공공성을 확보하려는 노력으로 볼 수 있다.

개인의 이익과 성공을 강조하던 기존 교육과는 달리, 도덕적 교육목표에서는 공동선과 지속가능한 공동체를 추구한다. 공동체의 삶의 질을 높이려는 노력이 최고 수준의 도덕적 교육이념이다(Fullan, 2010). 기존 과학교육표준이 학생이 도달해야 할 내용기준을 강조(standards-based education)했다면, 미래형 과학교육표준에서는 학생이 무엇을 할 수 있고 무엇을 해야 하는지, 즉 도덕적 교육목표를 강조할 필요가 있다. 이러한 맥락에서 도덕적 교육목표는 모든 학생은 성공적으로 배울 수 있다는 신념을 가지고 모두에 대해 높은 기대 수준을 유지하며, 공정한 교육을 통해 모든 학생의 잠재력을 실현시키는 것을 목적으로 한다(Hargreaves & Shirley, 2009; 2012; 이찬승, 2016). 궁극적으로 도덕적 교육목표란 ‘형평성을 통한 수월성(Excellence through Equity)’, 즉 모든 학생들에게 각자 타고난 능력과 소질을 발휘하고 성공할 기회를 제공함으로써 수월성 교육 목표를 달성하려는 것

이다(OECD, 2013). 교육의 수월성이란 학생의 잠재력을 최대한으로 계발하기 위해 개별 학생의 능력과 적성 분야를 고려한 맞춤형 교육을 통해 최대 성취를 달성하게 하는 교육을 의미한다(OECD, 2013). 수월성과 형평성이라는 가치는 모두 교육 정의의 근간을 이루는 것으로 포기할 수 없는 것이기 때문에 조화로운 추구가 필요하다(OECD, 2013).

이러한 맥락에서 미래형 과학교육 체계 마련의 일환으로 과학교육표준을 핵심역량과 핵심개념으로 전회하려는 것은 개별 학생들의 자기-되기(self-becoming-other)의 존재론적 지향에 역량이 방편이 될 수 있으리라는 기대감 때문일 것이다. 인공지능(AI)과 공존할 새로운 세대를 대상으로 한 과학교육표준은 어느 누구도 소외되거나 희생되지 않고 각자 나름의 생김새를 존중받을 수 있도록 구성할 필요가 있다. 달리 말해서 학생들의 되어감(becoming)의 존재론에 보탬이 되는 과학교육표준을 제공할 필요가 있다.

저마다의 되기의 존재론에 과학교육표준도 하나의 방편을 제공해왔을 뿐이다. 시대적 요청에 따라 필요로 하는 교과목이 달라지고 필요로 하는 역량이 달라지겠지만 ‘존재의 되어감’의 방편을 교육표준이나 교육과정이라는 이름으로 제공하도록 요청받을 것이다. 2020년에는 역량중심 교육과정이라는 이름으로 시대적 요청에 부응하려는 것으로 보인다. 다만 학생들의 되어감의 존재론의 방편으로서 과학교육표준을 핵심역량과 핵심개념 등을 중심으로 구성함에 있어서 공동존재(共同存在)로서 학생들의 필요에 귀를 기울일 필요가 있다. 기존처럼 과학교과라는 지식의 구조를 강제하기보다는, 차이를 긍정하고 타자를 통해 자신을 변화시키는(이도흠, 2017:20) 다양한 ‘되기’의 장(場)을 제공할 수 있도록 과학교육표준과 학습의 경로를 개발할 필요가 있다. 다양한 되기를 통한 진정한 자기-되기의 과정에서 역량이 과학의 핵심개념과 더불어 좋은 방편 역할을 할 수 있을 것이다. 물론 중국에는 손가락은 잊고 달만 바라볼 수 있어야 할 것이다.

## 참고 문헌

- 교육부(2015). 2015 개정 교육과정 총론 및 각론 확정·발표. 교육부 보도자료.
- 김경자 외(2014). 문·이과 통합형 교육과정 총론 시안 개발 연구(총괄). 국가교육과정개정연구위원회.
- 김유신(2015). 융합 연구와 교육에서 융합의 의미. 한국교양교육학회 학술대회 자료집, 381-396.
- 박순경 외(2014). 국가 교육과정 총론 개선을 위한 기초 연구. 한국교육과정평가원 연구보고 CRC 2014-1.
- 성열관(2016). 새로운 학력 개념 정립 및 구현방안. 새로운 교육체제 수립을 위한 2016 교육 심포지엄 자료집 (pp. 59-116).
- 소경희(2009). 역량 기반 교육의 교육과정사적 기반 및 자유 교육적 성격 탐색. 교육과정 연구, 27(1), 1-20.
- 소경희, 홍원표, 송주현(2013). 주요국의 핵심역량 중심 교육과정 운영 실태 조사 연구. 교육부.
- 손민호(2011). 역량중심교육과정의 가능성과 한계 - 역량 개념을 중심으로. 한국교육논단, 10(1), 101-121.
- 송진웅, 강남화, 광영순, 나지연, 방담이, 손연아, 손정우, 심규철, 이기영, 이보경, 전화영, 최임정(2014). 문·이과 통합형 과학과 교육과정 재구조화 연구. 교육부.
- 이근호, 광영순, 이승미, 최정순(2012). 미래사회 대비 핵심역량 함양을 위한 국가 교육과정 구상 (연구보고 RRC 2012-4). 서울: 한국교육과정평가원.
- 이도흠(2017). 폭력 유형별 화쟁의 평화론. 통일과 평화, 9(1), 5-42.

- 이찬승(2015). 『학교교육 제4의 길(The Fourth Way) ①』을 읽고. *교육을바꾸는사람들 칼럼: 공교육희망*.
- 최승현, 광영순, 노은희(2011). 학습자의 핵심역량 제고를 위한 교수·학습 및 교사교육 방안 연구: 중학교 국어, 수학, 과학교과를 중심으로 (연구보고 RRI 2011-1). 서울: 한국교육과정평가원.
- 한국과학창의재단(2015a). 2015 과학과 교육과정 시안 개발 연구. 서울: 한국과학창의재단.
- 한국과학창의재단(2015b). 2015 개정 교과 교육과정 시안 개발 연구Ⅱ 과학과 교육과정(연구보고서 BD15110002). 서울: 한국과학창의재단.
- 한국과학창의재단(2018). 2018년 통합과학 선도교원 연수 자료집. 서울: 한국과학창의재단.
- 한국과학창의재단(2019). 미래세대 과학교육표준. 서울: 한국과학창의재단.
- 한국과학창의재단(2020). 고교-대학 연계를 고려한 미래세대 과학교육표준 발전방안 연구. 미간행.
- 한국교육과정평가원(2012). 미래사회 대비 핵심역량 함양을 위한 국가 교육과정 구상 (연구보고 RRC 2012-4). 서울: 한국교육과정평가원.
- 한국교육과정평가원(2015). 2015 개정 교육과정을 위한 교과 교육과정 개발 정책연구진 5차 합동 워크숍.
- 한승희(2004). 지식혁명의 포스트모던 조건과 평생학습의 난제. *아시아교육연구*, 5(3), 141-163.
- 허경철(2016). 학교교육 제4의 길②. *월간교육* 5월호. 132-139.
- 홍원표, 이근호, 이은영(2010). 외국의 역량중심 교육과정 현장적용 사례 연구: 호주와 뉴질랜드, 캐나다, 영국의 사례를 중심으로 (연구보고 RRC 2010-2). 서울: 한국교육과정평가원.
- 황규호(2014). 2013 국가교육과정 포럼과 국가 교육과정 발전과제. 국가 교육과정 포럼 운영 종합 보고서. 403-428.
- 황규호(2016). 역량기반 교육의 의미와 발전과제. *월간교육* 5월호. 152-161.
- Boyd, S., & Watson, V. (2006). *Shifting the frame: Exploring integration of the Key Competencies at six normal schools*. New Zealand: New Zealand Council for Education Research.
- Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts (2010). *Sustainability Curriculum Framework: A guide for curriculum developers and policy makers*. Commonwealth of Australia.
- Fullan, M. (2010). *All Systems Go: The Change Imperative for Whole System Reform*. Corwin Press, Thousand Oaks, CA.
- Griffin, P. L., McGaw, B., & Care, E. (Eds.). (2012). *Assessment and teaching of 21st century skills*. Springer: New York.
- Hargreaves, A & Shirley, D. (2009). *The Fourth Way: The Inspiring Future for Educational Change*. 『학교교육 제4의 길』 (번역: 이찬승 외)
- Kwak, Y. (2019). *교사를 위한 과학논술*. 경기: 교육과학사.
- National Research Council (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.
- NGSS Lead States (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. USA: NGSS Lead States.
- OECD (2003). *Definition and selection of competencies: Theoretical and conceptual foundation*. OECD Press.
- OECD (2013). *PISA 2012 Results: Excellence Through Equity: Giving Every Student the Chance to Succeed (Volume II)*. PISA, OECD Publishing.



## ‘인공지능(AI) 시대의 과학과 교육표준 개선 방향 탐색: 핵심역량과 핵심개념을 중심으로’에 대한 토론: 핵심역량 함양을 위해 교육과정만으로는 부족하다

순천대학교 최원호

본 연구는 시대가 지식을 바라보는 인식론이 **모더니즘적 인식론**(지식은 개별자로서의 한 인간이 소유하고 생산하는 것으로, 학문(discipline)으로 정형화된 경험구조를 훈련(discipline)함으로써 세대를 거듭하며 지식을 재생산한다)에서 **포스트모던적 인식론**(지식이란 집단이나 조직 안에서 생태학적으로 성장하는 것)으로 변하면서 현재의 학생들이 미래의 시민 사회에 적응할 수 있도록 **핵심역량과 핵심개념을 교육과정에 도입할 필요성을** 제안하고 있다.

### ○ 교육과정으로서의 핵심역량

#### ▷ 핵심역량의 필요성

우리의 후대를 이어갈 학생들이 살아갈 미래 사회는 새로운 지식이 생성되고 소멸되는 속도가 빨라지면서 ‘**기존의 전통적인 지식과 기능만으로는 날로 복잡해져가는 문제를 해결할 수 없다.**’ 그래서 얼마나 많은 지식을 가지고 있는지 보다는 얼마나 문제를 잘 해결할 수 있는지가 중요한 능력이 되는 시대에 살게 될 것으로 예상된다. 그래서 ‘**기존 교육으로는 21세기 변화된 삶의 환경에 적응하기 어렵다는 문제의식**’과 함께 ‘**미래사회를 살아갈 학생들이 개인적, 사회적 문제를 해결하고 목표를 달성하며, 성공적으로 살아갈 수 있는 능력**’을 갖추 수 있도록 기성세대로서 우리는 학생들을 도와줄 필요가 있다.

‘**교육은 어떤 형태로든 미래사회 변화 요구를 수용할 필요**’가 있기 때문에 학교 교육은 많은 지식과 기능의 제공보다는 학교 교육에서 제공한 지식과 기능을 이용하여 다양하게 발생하는 문제를 해결할 수 있는 능력을 갖추도록 해줄 필요가 있다.

이를 위해 학교 교육에서는 ‘**학교교육을 떠난 이후에도 평생학습 사회를 살아갈 수 있도록 학교교육을 통해 생애학습의 기반인 핵심역량 함양**’을 위해 노력할 필요가 있다. 이를 위해 학교 교육을 위한 교육과정에서는 2015 개정 교육과정에서 강조되기 시작한 **핵심역량**을 중심으로 교육과정이 구성하는 것은 더 이상 강조할 필요가 없는 상식이라고 봐도 될 것이다.

▶ 미래 교육 방향으로서의 핵심역량

2015 개정 교육과정을 통해 역량 중심 교육과정이 고시되었지만 핵심역량은 고정 불변의 것이 아니라 ‘국가 수준에서 혹은 교과 수준에서 중점적으로 관심을 기울여야 할 일종의 교육 비전과 방향을 제시하는 것으로 이해’할 필요가 있기 때문에 현재 교육과정에서 제시한 핵심역량이나 교과역량은 ‘미래사회가 요구하는 중요한 능력들을 모두 포괄하고 있다고 보기는 어렵다.’

▶ 핵심역량의 하위 요인과 의미에 대한 지속적 연구 필요

핵심역량의 구성 요소와 의미는 국가별로 다르고, 교과별로 다르다. 그리고 2015 개정 과학과 교육과정에서 제시된 교과역량이 있음에도 불구하고 미래세대 과학교육표준(KSES)에서는 과학적 탐구력, 과학적 사고력, 의사소통과 협업 능력, 정보처리와 의사결정 능력 등으로 핵심역량이 새롭게 제시되었다.

핵심역량의 의미가 미래 세대가 살아갈 사회를 추정하여 만든 개념이기 때문에 사용 주체나 시대에 따라 핵심역량의 구성요소나 의미가 변하는 것은 어찌보면 자연스런 현상일 것이다. 그래서 동시대의 교수자나 연구자 사이에서도 현재 제시된 핵심역량이나 교과역량의 의미를 다르게 이해할 수 있을 것이다. 따라서 교수자, 연구자들의 연구 모임을 통해 현 시대에서 필요한 핵심역량이 무엇이고, 핵심역량을 기르기 위해서 어떻게 하면 좋을지에 대해 연구하고 관심갖는 분위기를 형성하는 것이 중요할 것이다.

▶ 핵심역량을 반영한 자료보다는 철학의 공유 필요

그래서 교과역량의 의미를 절대적으로 정의하고, 핵심역량을 기르기 위한 방안을 마치 정답이 있는 것처럼 학교 현장에 강요한다면 학교 현장에서는 핵심역량이 학교 교육에 요구하는 철학을 오해할 가능성이 있다.

지속적으로 진화하고 변해야 할 핵심역량의 의미와 가치를 마치 교과의 지식이나 기능의 하나로 여기게 된다면 교육과정에 도입된 핵심역량의 취지를 곡해하게 될 것이다.

▶ 핵심역량을 강조한 교육과정 정착을 위한 예비 교사 양성 과정의 개선

교육과정을 개정한다고 교육과정 목표가 바로 학교 교육에서 실현되기는 어렵다. 왜냐하면 학교 현장의 교사들은 오래 전 교육과정 목표에 근거하여 초중등학교를 다녔고 바로 이전의 교육과정에 근거하여 교사대의 양성 체제에서 학습을 해왔기 때문에 새로운 교육과정에서 요구하는 목표와 철학에 맞춰 학교 교육을 바로 바꾸기 어렵다.

교육과정을 개정한다는 것은 단순히 교과의 개념을 학습할 순서를 단순히 변경하는 차원의 일이 아니다. 국가 차원에서 미래 세대에게 기대하는 목표에 근거한 작업이기 때문에 학교 교육과정의 안정적 정착을 위해서는 먼저 교사대 교육과정 개선 작업부터 시작하여 교사대 학생들이 응시하는 임용시험 체제의 변화부터 선행되어야 할 중장기 정책으로 실현해야 할 것이다.

교육과정 개정이 이미 수시 개정 체제로 되어 있으므로 전체적으로 대폭 바꾸는 데 에너지를 쏟는 것 대신에 핵심역량을 학습에 반영할 수 있도록 교사대 교육과정 및 양성체제 개선, 교사임용시험 체제 개선, 교사 역량 질적 개선을 위한 연수 및 승진 체제 개선 등에 대한 관심을 가졌으면 좋겠다.

## ○ 핵심역량에 기반한 학습

핵심역량에 기반한 교육과정을 제안한다는 것은 핵심역량에 기반한 학습을 한다는 것이다.

### ▶ 지식을 생성할 수 있는 능력의 학습

핵심역량을 기른다는 것은 ‘**학교교육 이후의 계속 학습과 경험학습에 대비한 생애 기초역량과 자기주도 학습 역량을 갖추는 것을 의미**’하는 것이므로, 핵심역량을 ‘**또 다른 내용기준으로 부과하는 것**’이 아니라 ‘**교과내용을 보다 교과답게 가르치는 방편**’으로 이해해야 하며, ‘**기존 교과교육의 목표를 단편적 지식의 기억과 암기가 아니라, 그러한 지식을 생성할 수 있는 능력을 길러주는 교육**’이 가능하도록 교육과정이 구성되어야 한다.

우리나라 과학 교육은 오랫동안 선언적 지식의 제공 위주의 교육을 한다는 비판을 받아왔다. 국제 학업성취도 평가의 인지 영역에서도 절차적 지식을 도입하는 등 지식 생성 교육의 중요성이 강조되고 있는 실정이다.

### ▶ 수용적 학습이 미덕인 시대도 있었다.

교육이라는 행위는 사회와 문화의 영향을 받을 수밖에 없기 때문에 시대 변화에 따라 학습 이론은 행동주의, 인지주의, 사회적 구성주의 등으로 새롭게 제시되어 왔다.

과거에 학습자를 수동적인 존재로 간주하고 교사가 제시하는 정보를 수용하는 방식의 학습을 최선의 학습 방식으로 믿던 시대가 있었다. 산업 구조가 팽창하고 단순한 기능인에 대한 수요가 증가하던 시대에서는 특정 학문 영역에서 합의한 기능을 빠르게 흡수하는 수용적 학습 방식이 학교 교육의 방식으로 적절하다고 인정할 수밖에 없었다.

### ▶ 학습 방식이 변화해야 한다.

현재는 어떠한가? 사회가 민주적으로 변하면서 사람들의 다양성과 개성을 존중하게 되었고, 의사결정 과정은 한 사람에 의한 권위적 결정보다는 여러 사람에 의한 민주적 의사결정이 더 중요하게 되었다. 정치, 경제, 기업, 과학 등 대부분의 영역에서는 한 사람의 리더보다는 여러 사람의 구성원 사이의 의사소통을 통해 문제를 해결하는 것을 많이 볼 수 있다. 또한 다양성이 인정받는 시대로 변하면서 생산되는 상품의 존속 가치는 과거보다 더 짧아지고, 생성되는 지식의 권위는 인정받는 기간이 더욱 짧아지게 되었다.

교육에서도 권위자 교사에 의해 정보가 일방적으로 제공되는 학습 방식보다는 학습자의 자율적 주도권을 인정하고, 학습자 사이의 주도적인 소통을 통해 문제를 해결해나가는 방식의 학습을 더 선호하게 되었다. 그래서 과거 행동주의라는 전통적 관점에서 선호하던 학습 방식은 현재 뿐만 아니라 미래 세대에게 더 이상 효과적일 수 없게 되었다.

핵심역량을 함양시킨다든지, 핵심역량에 기반한 학습이란 무엇일까? 수용적 학습은 아닐 것이다. 시대가 변하여 교육과정에서 핵심역량이 중요한 요소로 받아들여진다면 학교 교육에서도 학습 방식이 변해야 하지 않을까?

## ○ 핵심개념과 융합

### ▶ 관통개념으로서의 핵심개념

핵심역량 함양을 위해 교육과정에서 관통개념의 의미로서 핵심 개념을 강조하고 있다. 핵심개념은 ‘**학생들이 학습한 내용의 세부 사항을 잃어버린 후에도 지속되길 원하는 개념**’으로, ‘**과학이라는 렌즈를 통해 다른 사고의 형태와 결합할 수 있는 관통개념**’의 의미를 가질 수 있다.

과학 교육과정에서 STEM이나 STEAM으로 표현되는 융합교육이 강조되는데, 이는 복잡한 사회 현상을 단순히 과학 지식이나 기능만으로 해결하지 못하며, 다양한 영역과의 융복합 능력을 갖추는 것이 가능하다는 생각에 기반한 것이다. ‘**융합적 교육을 통해 상상력을 발휘함으로써 인간고유의 전문성(human specialties)인 창의적 사고가 드러날 수 있다는 믿음**’에 근거한 것이다.

### ▶ 융합능력을 위한 통합과학

2015 개정 교육과정에서는 통합과학 교과목을 통해 핵심개념을 바탕으로 융합 교육을 시도하였는데, 통합과학 및 과학탐구실험 교과목은 ‘**기초소양으로서 과학 학습에서 진로전문성 확보를 위한 과학 학습으로 넘어가는 가교 역할을 하거나, 이공계열로 진학할 학생들이 통합과학/과학탐구실험에서 맞본 융합·통합 체험을 토대로, 보다 고차원적인 융합을 위해 자신의 진로·적성에 적합한 과학 분야에서 전문성을 더 쌓아나갈 것으로 기대**’하면서 구성되었다.

### ▶ 인공지능 시대 창의융합형 인재 육성을 위한 과학 교과목 재구조화

인공지능으로 대변되는 새로운 시대에 ‘**핵심개념을 중심으로 정보생물학 등과 같은 과학과 융합형 선택과목 재구조화 방안을 적극 탐색**’의 필요성과 ‘**기존의 물화생지 I·II 형태의 선택 과목이 아니라 인문사회계열 진로 희망자에게는 과학소양을 함양하게 하거나, 이공계열 진로 희망자에게 진로별 전공 심화학습의 기회를 제공할 수 있도록 선택과목을 구성할 필요**’성이 제기되었다.

### ▶ 수월성 교육

학교 교육은 각 학생들이 ‘**잠재력을 최대한으로 계발하기 위해 개별 학생의 능력과 적성 분야를 고려한 맞춤형 교육을 통해 최대 성취를 달성하게 하는 수월성 교육**’을 보장해야 한다. 인공지능과 공존할 새로운 세대들은 ‘**어느 누구도 소외되거나 희생되지 않고 각자 나름의 생김새를 존중받는 수월성 교육**’을 받아 인공지능 시대에 소외되지 않도록 해야 한다.

### ▶ 고교에서의 융합이 과연 유리할지 고민 필요

다가올 미래 사회에서 발생하는 문제를 해결하는 능력을 학교 교육에서 학습시켜야 한다는 것에는 대부분의 교수자와 연구자들은 동의할 것이다. 또한 문제해결을 위한 핵심역량을 함양시켜야 한다는 것도 동의할 것이다. 그런데 핵심역량이란 것이 내용지식 없는 빈껍데기가 아니라 교과 내용지식과 기능을 기반으로 문제 해결에 필요한 능력을 의미하기 때문에 배경 학문에서 강조하는 핵심 개념과 기능에 대한 교육은 소홀히 할 수 없다.

그런데 고교학점제를 통해 고등학교 교육과정이 학생들의 진로 희망에 따라 교과목을 선택하여 이수하게 되는데, 실제 학생들은 자신의 진로 희망보다는 대학입학 진학의 유불리를 고려하여 교과목을 선택할 유혹에서 벗어나기 어렵다.

융복합 능력의 필요에 의해 새롭게 만든 융복합 교과목은 기존의 배경학문을 중심으로 구성된 화학I, II와 같은 교과목보다 내용 지식의 수준이 낮게 구성될 수 밖에 없기 때문에 이는 대학에서 융복합 능력을 함양시키기 위해 필요한 기본적 내용 지식의 부족을 초래할 가능성도 있다. 그래서 고교시절부터 융복합 교과목을 운영해야 하는 것인지, 아니면 고교시절에는 대학에서 융복합 능력을 극대화하여 키우기 위해 필요한 기초 능력 함양에 초점을 두어야 할 것인지 논의가 필요하다.

▶ 고교시절 융합과목과 수학, 과학 심화 과목의 선택의 기로

인공지능, 빅데이터, 사물인터넷 등으로 표현되는 4차 산업혁명 시대에 수학, 코딩의 중요성이 강조되면서도, 실제로 수학으로 인해 학교 교육에서 수월성 교육을 받지 못하는 경우도 있다.

고교시절 수학을 포기한 학생들이 수학에서 가장 기본적인 수와 연산 능력 부족에서 비롯되기도 하고, 중학교 시절부터 누적된 학습 결손으로 인해 고교 시절 수학 능력 발현에 어려움을 겪을 수 있다.

4차 산업혁명 시대에 필요한 코딩 능력을 키우기 위해서는 수학, 과학 능력이 반드시 필요한데, 오히려 고등학교나 대학 교육에서 수학, 과학 교육이 축소되거나, 융합 교과목 이수를 위해 수학, 과학 교과에서 학습 결손이 일어난다면 오히려 대학에서 4차 산업혁명 시기에 필요한 융복합 역량 함양의 기회를 잃게 되지는 않을까 걱정된다.

- 4차 산업혁명 시대 수학-코딩은 필수. 문과생도 배우면 첨단 AI 개발 가능(동아.com 2020.8.29.)
- 기하·벡터 빠진 수능. 대학들 “AI 기초과목인데” 곤혹. 4차산업혁명 준비한다면서 고교서 수학·과학 교육 축소, 대학서도 기초교육 제대로 안해. 교양과목 중 수학·과학 비중 10%, 미국 대학의 3분의 1 수준 그쳐(조선일보, 2019.12.28.)
- 평가원 “고교생 수포자, ‘수와 연산’에서 갈린다” (NEWSIS, 2019.12.10.)
- 2019년 국가수준 학업성취도 평가 성취수준별 비율(한국교육과정평가원 연구자료 2020)

2019년		보통학력 이상	기초학력	기초학력 미달	기초학력 이하
수학	중3	61.3%	26.9%	11.8%	38.7
	고2	65.5%	24.5%	9.0%	33.5
과학	중3	48.1%	43.6%	8.4%	52



## 인공지능 시대 과학과 교육표준 개선 방향에 대한 토론

인하대학교 손민호

- **핵심역량이라는 용어와 ‘역량’이라는 개념을 서로 구분해서 이해할 필요가 있다. 그에 따라 서로 다른 과업에의 접근을 보다 정교화할 수 있기 때문이다.**

어느 조직이든 그 조직이 지향하고자 하는 인간상이 갖춰야 할 요소를 ‘핵심역량’이라는 이름으로 선정 제시하는 것은 합리적이라고 생각한다. 국가교육과정도 마찬가지다. 문제는 이러한 의미에서의 ‘핵심역량’과 소위 ‘역량’이 같은 개념인가 하는 데 있다. 여기서 ‘역량’이라 함은 지식중심으로 되어 있는 학교 교육과정을 역량중심으로 전환하고자 한다고 할 때 의미하는 바로서의 역량을 말한다.

그럼 후자는 무엇인가? 상식적으로 역량은 좁게는 ‘절차적 지식’ ‘살아있는 지식’ ‘배우는 법’, ‘지식을 생산하는 탐구방식’ 넓게는 존엄, 삶의 힘, 지성적 경험, 타자와의 네트워크된 에이전트의 힘, 인격적 존재로서의 가능태 등 맥락적 경험의 질(quality)과 여기서 비롯되는 힘의 크기의 의미로 볼 수 있다.

후자로서의 ‘역량’ 개념은 교과를 교과답게 배우게 하기 위한 취지에서 비롯된 것인 반면, 전자는 중요하게 지향해야 할 가치나 기능으로서 사회 구성원들의 합의와 선택의 대상이 될 수 있다. 2015 교육과정에서 역시 이 역량의 두 가지 의미는 서로 혼용된 바, 그러한 예는 핵심역량, 핵심개념, 교과역량 등의 새로운 용어들에서 엿볼 수 있다. 추후 교육과정에서 역량 개념의 이러한 혼용에 대해 보다 세밀한 검토와 재정립이 필요할 것으로 본다.

- **개념의 학습이란 무엇인가에 관해 되짚어볼 필요가 있다. 그에 따라 최종 성취결과에 대한 해석이 달라질 수 있기 때문이다.**

과학교육은 ‘개념변화’ 연구의 전통이 확립된 분야다. 과학교육의 개념변화 연구 전통은 오늘날 우리가 교육 영역에서 사용하고 있는 후자의 의미에서의 ‘역량’ 개념을 부각시킨 주제 중 하나라고 생각한다. ‘개념과 개념변화’란 무엇인가 그리고 과학교육을 넘어서서 학습에서 그러한 개념 또는 개념변화가 갖는 보편적 의미는 무엇인가 라는 탐색은 교육에서 지식과 역량간의 관계나 역량중심 교육과정 설계에 적지 않은 함의를 줄 것으로 본다.

실지로 2015교육과정에서 말하는 이해중심교육은 곧 역량중심교육이기도 하다. 이러한 관점에 따르면 개념이나 원리에 대한 탐구 및 학습은 곧 역량의 성장에서 중요하게 생각해야 하는 학습의 원리다. 이에 따르면 개념이나 원리에 대한 영속적 이해는 학습된 결과로서 성취된 경험의 최종 상태다. 이를 좀 더 분명히 하자면, 개념이나 원리에 관한 지식에 대한 습득은 학습의 출발이 아니다. 과학교육에서 상정하고 있는 개념변화나 오개념수정에 관한 가정 또한 이와 궤를 같이 한다고 본다. 과학교육 연구분야에서 총론적인 논의에서의 역량중심교육과정 관련 개념 설정 및 논리에 대해 여러 시사점을 제공해 줄 것으로 기대한다.

**○ 핵심개념이란 무엇인가에 관해 되짚어볼 필요가 있다. 그에 따라 새로운 지식의 습득 vs. 자기 상식 체계의 재구조화, 수행적 기능 vs 실천 등 역량중심교육과정이 나아가야 할 학습과 활동에 관해 좀 더 명확히 할 수 있기 때문이다.**

‘핵심개념’이라는 용어는 후자의 의미에서 2015 문서에 전격적으로 등장하였다. 교과를 제대로 배우게 하려면 필요한 장치라고 보았다. 핵심개념은 영속적 이해와 동일한 의미, 즉 ‘다 학습한 후 잊어버려도 남는 것’이라는 의미를 담고 있다. 여기에도 두 가지 상이한 해석이 공존해 있다. 첫째, 해당 교과 또는 영역에서의 핵심적인 개념이 무엇인가 하는 의미로의 해석이다. 가장 중요한 개념이 무엇인가 선택 집중하기 위한 개념의 의미로 생각할 수 있겠다. 둘째, 영속적 이해가 반영된 빅아이디어 같은 의미로서, 상식적으로 품을 수 있을 정도로 상식적으로 공유될만한 큰 수준의 아이디어를 의미한다.

이 문제를 명확히 할 필요가 있는 이유, 즉 핵심개념의 의미가 무엇인가를 명확히 따져볼 필요가 있는 이유는 학습이 추구해야 할 대상이 지식이나 상식이나 하는 문제와 연동되어 있기 때문이다. 정보적 지식과는 달리 개념적 지식은 정보 덩어리가 아니라 정보들을 조직하고 연관시켜 운용하는 체계와 같다. 과학과 비과학의 경계 구획이 명확하지 않은, 즉 정보는 과학적 지식이지만 운용체계는 과학 개념의 구조와 상식적 지식이다. 여기서 그 운용 체계는 과학적 지식보다는 상식적 지식에 더 가깝다. ‘도구의 비가시성’, 도구, 즉 지식은 그 사용법이 터득되어 체화되는 순간 그의 의식에서 사라지고 그가 처한 맥락과 상황으로 분산된다. 그리고 지식은 머릿속 정보처럼 일련의 과정을 거치면서 처리되기보다는 맥락과 상황으로 객체화 분산되어 다루어진다. 분산된 상황 맥락에서의 사고나 행위는 즉각적 반응, 변용, 시행착오, 사후수정 등 즉각적 상호작용의 행태를 띤다. 개념의 영속적 이해란 주체를 둘러싼 상황을 ‘실제적으로’ 운용해야 하는 데 필요한 자기상식을 어떻게 확장시킬 것인가 하는 문제로 볼 수 있다. 이러한 점은 중요하게 다루어져야 하는 이유는 그러한 설정이 교육과정 문서상의 개념적 수준에서의 문제에 그치지 않고, 지식을 역량에서 어떤 관계로 두고 실제로 수업과 수행활동을 설계하고 운영할 것인가와 직결되기 때문이다.

이 점에서 지식과 기능, 태도라는 교육과정 구성요소에 관한 전통적인 접근에 관해 근본적으로 되짚어볼 필요가 있다. 그에 따라 교육과정을 지식중심에서 역량중심으로 재구조화할 수 있기 때문이다. 예를 들어, 역량은 지식과 기능 그리고 태도가 서로 어우러진 결합체라고 볼 수 있다. 그러나 자칫 이러한 설정은 수행성에 대한 오해, 즉 지식이 기반이 되어 활동할 때 기능이 성취된다는 오해를 불러일으킬 가능성이 많다. 현행의 몇몇 성취기준은 실제로 이러한 가정을 반영하기도 한다.

여기서 말하는 지식이 정보 수준의 지식이 아니라 개념이나 원리 수준의 지식이라면 더더욱 그렇다. 앞서 언급한 대로 분산된 상황 맥락 안에서의 과학적 행위나 탐구 행위는 지식을 적용한 기능이라기보다는 지식을 활용한 실천에 가깝다. 탐구를 포함한 실제 맥락에서 대부분의 활동은 지식이 적용되는 방식이 아니라 지식이 분산된 상황이 운용되는 방식을 취하기 때문이다. 실험실에서는 실험쥐가 어떻게 하면 죽지 않는지, 실험 온도를 어떻게 유지해야 하는지, 메스 끝을 어떻게 사용하면 미세한 유전자가 둘로 쪼개질 수 있는지 등은 기능, 즉 지식이 적용된 행위로 간주하기에는 ‘비과학적인’ 일상의 행위로 간주될 수 있지만 이러한 실제적인 행위와 판단은 과학적 실천의 중요한 일부다. 과학교육을 통해 살아있는 지식을 갖게 되었다는 것은 이러한 실천적인 지력의 사용으로서의 개념적 이해를 성취했다는 것을 의미한다. 지식 그것이 개념이라면 탐구 등의 활동의 출발점이 아니라 어떠한 활동의 결과 도달되는 최종 성취물로 볼 필요도 있다.

## 과학기술계에서 바라본 인공지능(AI)시대의 과학과 교육표준 개선 방향

김승환



## 고등학교 교육현장에서 바라본 인공지능(AI) 시대의 과학과 교육표준 개선 방향

양지고등학교 이복희

한국과학창의재단에서는 2019년에 발간한 모든 한국인을 위한 과학적 소양을 표방하는 ‘미래세대 과학교육 표준’을 개발하기에 앞서 기초 연구 자료로 활용할 목적으로 미국의 ‘미래세대 과학교육 총서’를 번역하였고, 2013년 12월 5일에 출판 기념으로 세미나를 개최하였다. 이 세미나에서 어느 발표자가 ‘교육의 최고 목표는 사람들이 개인적으로는 자신의 힘을 충분히 발휘하고 책임감 있는 인생을 살도록 준비시키는 것이다. 과학교육은 (과학, 수학, 기술 교육을 모두 의미함) 학생들이 스스로 생각할 수 있으며 다른 사람들과 함께 열려 있는 사회를 만드는 데 참여하도록 하는 데 필요하다’는 총서의 내용 중 일부를 소개하였다. 이는 그동안 기초 지식과 탐구 능력 신장에 초점을 두었던 토론자의 과학교육에 대한 관점을 역량 중심으로 변화시키는 데 충분하였다. 그러나 고등학교에서의 과학교육은 언제나 지식 중심의 대학입시와 연결되었고 시간이 지날수록 강화되었다. 역량 중심 교육과정을 특징으로 하는 ‘2015 개정 교육과정’이 적용되고 있는 이 시점에도 여전히 과학교육의 중심에는 역량보다 지식을 더 중요하게 여기는 대학입시가 자리 잡고 있다.

발제자는 핵심역량과 핵심개념을 중심으로 인공지능(AI) 시대의 과학과 교육표준 개선 방향을 탐색하여 제시하였다. 역량 중심 교육과정을 이수하고 졸업한다는 것은 교육을 마치는 것을 의미하기보다는 학교 교육 이후의 계속 학습과 경험 학습에 대비한 생애 기초역량과 자기 주도 학습역량을 갖추는 것을 의미한다고 하였으며, 핵심역량을 반영한 과학과 교육과정 및 교육에 대한 접근성의 유의점을 세 가지 제시하였다.

첫째, 역량과 ‘교과 지식’ 사이의 그릇된 이분법을 경계해야 한다고 하였다. 교과를 제대로 가르친다는 것은 그 교과가 가지는 지식과 그것을 배움으로써 발휘할 수 있는 역량과, 이를 통해 자신과 타인 그리고 공동체에 기여할 수 있는 실천 의지까지 길러주려는 것으로 정의할 수 있다고 하였다. 절대적으로 동의한다. 하지만 학교 현장에서 기존 교과교육의 목표를 단편적 지식의 기억과 암기가 아니라, 그러한 지식을 생성할 수 있는 능력을 길러주는 것으로 전환하기 위한 방안으로 볼 수 있다는 역량 중심 교육과정이 얼마나 실현되고 있는가에 대해 살펴볼 필요가 있다. 몇 년 전부터 학교 현장에서는 교육과정 재구성-수업-평가-기록의 일체화라는 바람이 불기 시작했고, 2015 개정 교육과정이 적용되면서 교육과정 재구성-수업-평가-기록의 일체화를 위한 성취기준의 중요성이 강조되었다. 많은 교사가 성취기준을 분석하여 교육과정을 재구성하고 과정 중심 평가를 하면서 자연스럽게 역량 중심의 교육과정을 실현하고 있다. 통합과학의 경우 성취기준에 교과 지식뿐만 아니라 이를 통해 길러야 할 역량이 잘 기술되어 있지만 물·화·생·지 I, II는 다소 부족하다는 평가가 이루어지고 있다. 따라서 교과 지식과 역량이라는 두 마리의 토끼를 잡기 위해서는 무엇보다도 교과 지식과 역량을 모두 아우를 수 있는 성취

기준의 기술이 우선 되어야 한다. 물론 그렇게 한다고 해서 모두 해결되는 것은 아니다. 단편적인 ‘예’이기는 하나 학기 초 수업 시간에 온통 주어진 자료를 해석하여 서술해야 하는 질문으로만 이루어진 활동지를 받아든 학생이 걱정스러운 얼굴로 따졌다. 질문에 대한 정답이라고 생각하고 서술했는데 그것이 정답이 아니라 틀린 답이라면 그래서 점수가 깎이면 선생님께서 책임질 수 있느냐, 그러니 애초에 정답을 알려 달라는 것이었다. 그래도 이 경우는 좀 나은 편이다. 간혹 자기는 정시로 대학에 갈 생각이며 그래서 내신성적이 필요가 없고, 수능도 다른 과목으로 볼 생각이라 수업 시간에 개인 공부를 하겠다는 학생도 있다. 정시가 확대되면서 코로나19로 비대면 수업이 증가하면서 이러한 학생들은 점점 증가하고 있다. 물론 2015 개정 교육과정이 적용되면서 학생들이 자신의 진로·진학을 고려하여 과목을 선택하는 경우가 많아지고 있다. 하지만 여전히 과목 선택에 있어서 내신성과 수능에서의 유희리가 중요한 요소로 작용하는 한 교사가 역량과 ‘교과 지식’ 사이의 그릇된 이분법을 경계한들 발제자가 말하는 바와 같이 교과를 제대로 가르칠 수 있을까 염려가 된다.

둘째, 핵심역량을 규명하고 범주화할 때 환원주의적 사고를 경계해야 한다고 하였다. 발제자가 제시한 NGSS 실천, 2015 과학과 교육과정의 탐구 기능 및 과학과 핵심역량을 비교한 표를 살펴보면 조금씩 다른 이름으로 유사한 요소들을 포함하고 있다. 2015 개정 교육과정에서 과학과 핵심역량으로 제시하고 있는 과학적 의사소통 능력의 경우 NGSS 실천에서는 정보를 얻고, 평가하고, 소통하기로, 2015 과학과 교육과정의 탐구 기능에서는 정보 수집 및 의사소통으로, 미래세대 과학교육표준(KSES)에서는 소통과 협업 능력, 정보처리와 의사결정능력으로 기술하고 있다. 그리고 2015 개정 교육과정 과학과 핵심역량으로만 제시된 과학적 참여와 평생 학습 능력은 과학교육을 통해 역량을 어떻게 길러야 하는지 모호한 측면이 있다. 따라서 새로운 과학과 교육과정 개정에서는 과학교육을 통해 중점을 두어야 할 과학과 핵심역량을 새롭게 규명할 필요가 있다고 본다.

셋째, 핵심역량을 기업 교육의 연장선으로 파악하는 관점도 있다고 하였다. 그렇다면 미래의 학생들이 자신이 살아갈 세상을 만들어 가고, 번영시키는 데 필요한 지식, 기능, 태도, 가치는 무엇인가? 어떻게 하면 교육 시스템이 그와 같은 지식, 기능, 태도, 가치를 효과적으로 개발할 수 있는가? 이 두 가지의 질문을 근간으로 OECD Education 2030 프로젝트에서는 기존의 DeSeCo 프로젝트에서 제안한 OECD 핵심역량에 근거하여 미래 사회에 필요한 역량을 세 가지(1. 새로운 가치 창조하기(Creating new value), 2. 긴장과 딜레마 해소하기(Reconciling tensions and dilemmas), 3. 책임감 가지기(Taking responsibility))로 제안하였는데 과학과 교육표준 개선 시 이를 참고하면 해소될 수 있을 것으로 보인다.

2019년 재료 과학에 관한 교육을 전혀 받지 않은 AI가 텍스트 데이터에서 새롭고 유용한 정보를 찾아내는 ‘텍스트 마이닝’ 기법으로 330만 개 논문을 학습해 새로운 소재를 발견하는 데 성공했다고 한다. 또 다른 한쪽에서는 “대학 화학과 전공 수업인데 학생들이 ‘해리’(解離)를 모를 뿐만 아니라 용해와 구분하지 못해 고교 단계부터 다시 가르쳐야 할 판이다”라고 한다. 게다가 코로나19로 비대면 수업이 진행되면서 학생들의 문해력은 점점 떨어지고 있는 것이 현실이다. 따라서 코로나19로 앞당겨진 미래 교육에 대한 대비가 필요한 것은 분명하다.

발제자는 인공지능 시대 인간 고유의 전문성을 갖춘 창의융합형 인재 육성을 위해 핵심개념을 중심으로 과학과 교과목 재구조화가 필요하다고 하였다. 또한 2025년부터 전국 고등학교에 본격 시행될 고교학점제에 대비하여 학생들의 진로·적성 경로별로 필요한 과학 소양과 희망 진로별 안내학습을 제공할 필요가 있다고도 하였고, 기존의 물·화·생·지 I·II 형태의 선택 과목이 아니라 인문·사회계열 진로 희망자에게는 과학 소양을 함양할 수 있도록, 그리고 이공계열 진로 희망자에게는 진로별 전공 심화학습의 기회를 제공할 수 있도록 선택 과목을 구성할 필요가 있다고 하였다. 이 부분에 대한 학교 현장의 모습을 투영하고자 한다. 2015 개정 교육과정에

서는 문·이과의 구분을 없애고자 노력하였다. 하지만 문·이과는 더 강화되었다. 필수 이수 단위를 충족하기 위해서는 통합과학과 과학탐구실험을 이수하고도 과학 교과(군)에서 1과목 이상을 이수하여야 한다. 인문·사회 계열, 체육·예술계열로 진학하고자 하는 학생들에게는 물·화·생·지 I은 여전히 어려운 과학이고, 되도록 피하고 싶은 과목이다. 사실상 학교 현장에서는 과학 교과(군) 과목에는 자연·공학계열 이외의 계열로 진학하고자 하는 학생들이 선택할 수 있는 과목이 없다고 아우성치고 있다. 그러다 보니 일반적으로 많은 학생이 선택해서 내신성적에 유리한 과목으로 풀림 현상이 발생하고 있다. 물론 이러한 현상은 자연·공학계열로 진학하는 학생들에게도 나타나지만, 이전 교육과정과 비교해 비교적 약화 된 것으로 나타나고 있다. 특히 물·화·생·지Ⅱ가 절대평가로 전환되는 2019학년도 입학생(현 고2)들은 비교적 진로나 흥미에 따라 좀 더 자유롭게 선택하고 있다. 물·화·생·지Ⅱ 이외에도 진로 선택 과목으로 과학사, 생활과 과학, 융합과학이 있는데 이중 가장 많은 학교에서 폐강되는 과목이 과학사이다. 학교에 따라 다르지만 그나마 학생들에게 과목 선택권을 보장하는 학교에서는 필수 이수 단위를 충족하기 위한 과학 선택 과목을 물·화·생·지 I 대신 ‘과학사’, ‘생활과 과학’, ‘융합과학’ 중에서 선택할 수 있도록 열어두기도 한다. 이때 학생들에게 과목 안내가 충분히 이루어진 경우, 계열에 무관하게 가정 선호하는 과목이 ‘생활과 과학’이고, 어떤 계열과도 연결 지을 수 있는 과목 또한 ‘생활과 과학’이다. 따라서 새로운 교육과정에서는 핵심개념을 기반으로 ‘생활과 과학’과 같이 문·이과의 구분 없이 과학적 소양을 함양할 수 있는 교과목이 마련되기를 바란다. 자연·공학계열 이외의 계열로 진학하는 많은 학생이 고등학교 공통과목인 ‘통합과학’을 마지막으로 더는 과학교육을 받지 않게 될 수도 있다. 이러한 상황에서 과학적 소양을, 과학적 의사소통 능력을 기대하기란 쉽지 않아 보인다. 또한 자연·공학계열로 진학하는 학생들이 선택하는 과학 교과(군) 과목에도 새로운 변화가 필요해 보인다. 발제자도 이와 같은 이유로 미래세대 과학교육표준(KESE)에서도 6단계(고2~3) 수행기대를 개발하면서 (1) 인문·사회계열이나 융복합 전공 등으로 대학을 진학할 학생들을 위한 선택 과목인 ‘과학 기본’, (2) 이공계열로 대학을 진학할 학생들을 위해 고등학교 단계에서 필요한 각 교과별 학문의 기본적 이해를 바탕으로 구성된 과학 일반, (3) 이공계열로 대학을 진학할 학생들을 위한 교과별 심화학습이나 진로 안내를 위한 과학 심화 등으로 구분하여 수행기대를 개발하고 있다고 밝혔다. 토론자도 기대된다. 하지만 학교 현장에서 과학교육을 실현하고 있는 교사들의 목소리를 충분히 담아내야 한다. 2015 개정 교육과정이 적용되면서 과학 교사들은 기본적으로 2과목 이상, 일반적으로 3과목 이상을 가르치고 있다. 일반 선택 과목, 진로 선택 과목이냐에 따라 평가 방법도 다르고, 수업을 듣는 학생들의 다양성도 수업에 대한 부담으로 다가오고 있다. 게다가 2022학년도부터는 고교학점제가 부분 도입되고, 2015 개정 교육과정에 대한 적용도 끝나기 전에 새로운 교육과정을 맞이하게 된다. 과학교육을 통해 우리나라의 미래세대 과학교육표준(KESE)에서 “과학적 소양을 갖추고 더불어 살아가는 창의적인 사람(creative and cooperative people equipped with scientific literacy)으로 설정한 미래 과학교육이 ‘추구하는 인간상’을 길러내기 위해서는 무엇보다도 과학을 가르치는 교사가 중요하다고 본다. 여기에서는 핵심역량과 핵심개념 중심으로 논의가 이루어지고 있으므로 학생평가 방법이나 대학입시제도의 변화에 대해서는 언급하지 않겠다. 따라서 인공지능(AI) 시대의 과학과 교육 표준 개선 방안을 탐색하는 과정에서 반드시 과학 교사들의 의견 수렴 과정이 있어야 한다고 본다. 한국의 미래세대 과학교육표준(KESE)을 교사가 충분히 수용하고 학교에서 과학 수업을 통해 목표를 달성할 수 있도록 교사와 소통하면서 개선이 이루어져야 한다.



**[2부]**

**원격수업환경과  
과학 교사의  
수업 역량**

사회: 맹승호(서울교육대학교)



## 과학 교사의 성장과 도전

경인교육대학교 오필석  
경인교육대학교 신명경

## 과학 교사의 성장과 도전

오필석, 신명경(경인교육대학교)



## 차례

1. 요즘 과학 수업은 어떻게 진행되고 있을까?
2. 교사들은 요즘 과학 수업을 어떻게 체험하고 있을까?
3. 더 좋은 과학 수업을 위해 어떤 도움과 지원이 필요할까?

※ 함께 이야기를 나눠 주신 분들

- 경인교육대학교 교육전문대학원 초등학교 선생님들
- 서울시 교원학습공동체 고등학교 과학 선생님들

## “요즘” 과학 수업이란?

- 가상 과학 교육 또는 디지털 과학 교육의 강제적 수용기(The time of the forced introduction of virtual/digital science education)



Specimen 1



143 3

<https://sketchfab.com/3d-models/specimen-1-af37aa37d7ee4556a1e101e3c9cee3cb>

## 요즘 과학 수업은 어떻게 진행되고 있을까?

### 1. [초등학교] 많은 경우 과학 수업은 전담 교사가 진행

- “우리 학교는 과학 전담이 2명으로, 한 명은 3-4학년(과학1), 다른 한 명은 5-6학년(과학2)을 맡아서 진행 중이다. 과학1은 ... 건강 상의 이유로 전담을 맡았고, 다른 한 명은 **중등 교사 자격증을 가진 기간제 선생님**이다. ... 3차시의 과학을 2차시는 과학 전담, 1차시는 담임이 과학을 가르치는 체제로 운영 중이다.” (초등A 교사)
- “과학 수업은 모두 전담 교사가 맡아 주당 3시간을 지도하고 있고, ... **두 전담 교사 모두 과학 비전공자**이다.” (초등D 교사)

## 요즘 과학 수업은 어떻게 진행되고 있을까?

### 2. 제한된 과학 활동: 온라인 수업 - 초등학교

- “쌍방향 수업은 하루 2시간 진행하고 있으나, 전담 교사에 대해서 쌍방향 수업을 하도록 하고 있지는 않아서 온라인 수업 시 과학 수업은 **콘텐츠 활용 수업**으로 이루어지며 이로 인해서 학생들이 제대로 학습하고 있는지는 확인할 수 없는 상황임.” (초등C 교사)
- “전담 교사는 실시간 수업을 실시하지 않는다. ... 온라인에서의 수업은 모두 ‘콘텐츠 제시형’으로 이미 제작된 강의 영상이 업로드 된다. 대부분 **클로바더빙**으로 되어 있어 아이들은 기계음으로 입혀진 소리로 공부한다.” (초등A 교사)
- “과학을 포함한 전담 교사는 실시간 수업을 하고 있지 않으며, **과제 제시형** 수업을 하고 있다. ... 과제는 주로 **실험관찰 작성, 그림 그리기, 간단한 만들기 수준**으로 제시된다. ... 늦잠을 잤다거나 학원을 가야한다는 이유로, 또는 부모와 함께 외출을 해야 한다는 이유로 정해진 학습 시간을 준수하지 않는 경우가 적지 않다. ... 당일 학습 목표(과제 제출)만 달성한다면 이에 대해서는 크게 문제 삼지 않는다.” (초등D 교사)

## 요즘 과학 수업은 어떻게 진행되고 있을까?

### 2. 제한된 과학 활동: 온라인 수업 - 고등학교

- ‘과학탐구실험’의 경우에도 “조작하는” 활동을 할 수 없으므로 “프로젝트” 형식의 과제를 부여(예: 적정기술 방안을 고안하여 온라인 플랫폼에 과제로 제출) (고등A 교사)
- 학생들의 조사·발표 활동을 온라인에서 수행: 조사·발표 계획 - 교사 피드백 - 학생 발표 동영상 업로드 - 학생 동영상 시청 (고등B 교사)
- “PPT를 ... 15분, 20분 정도 짧게 짧게 하고 ... 교과서 문제 풀이라든지, 그림을 그린다든지” 하는 과제를 부여하는 방식으로 진행; 과학을 더 많이 공부해야 하는 자연계열 학생들은 다른 과목의 수업에서 여유가 있으므로 “full로 50분 [교사가 강의]”하는 것도 가능 (고등C 교사)
- 영상을 찍어 업로드 하는 방식의 온라인 수업을 하기 때문에 “소통이 안 되[고] ... 학생들 참여시키고, 학생들이 과학적인 생각을 하게 하고, 해결책을 본인들이 제시하게 하[는]” 것이 어려움. (고등E 교사)

## 요즘 과학 수업은 어떻게 진행되고 있을까?

### 3. 제한된 과학 활동: 대면 수업 - 초등학교

- “등교 수업 시 방역 수칙에 따라 공동으로 사용하는 과학실 사용이 불가하고, 실험 재료가 서로 겹치게 되면 감염의 위험이 있어 학교에 아이들이 와도 실험 활동을 하는 데 어려움을 겪는다.” (초등A 교사)
- “등교 수업 시, 과학실을 포함한 특별실 사용이 전면 제한되는 상황이어서 교실에서 교사가 대표 실험을 하거나 동영상으로 대체하고 있음. ... 학생들이 실험 기구를 활용해서 조작하는 것은 모둠 활동 제한, 준비물 공유 제한 등의 문제로 인해서 어려운 상황임.” (초등C 교사)
- “사회적 거리를 유지하고 접촉을 최소화하기 위하여 ... 모둠 활동은 아예 배제된다. ... 다른 학급과 공간 및 실험 기구를 공용으로 사용하게 되는 과학실에는 아예 가지 않고, 학급 교실로 과학 전담 교사가 와서 수업을 한다. 교실로 가져올 수 있는 실험 도구들은 종류나 양이 제한되어 있으므로 자연스럽게 실험 활동은 생략되거나 시범 실험으로 대체된다.” (초등D 교사)

## 요즘 과학 수업은 어떻게 진행되고 있을까?

### 3. 제한된 과학 활동: 대면 수업 - 고등학교

- 실험은 대면 수업 시에만 제한적으로 실시; **개인별 활동**이 상대적으로 많음. (고등 교사들)
- **실험 활동의 비율이 평소보다 축소**; 수행 평가가 한 학기 단위이므로 “꼭 필요한 부분만 집어 넣고 결가지는 줄여[서]” 실시; 교사가 먼저 실험 방법 및 과정을 대표로 녹화하여 보여주고, 대면 수업 시에 학생들이 소규모 모듈별로 수행 (고등A 교사)
- “1학기에는 ... [학생들이 학교에] 나오기만 하면 수행 평가[를 실시하였다.] ... 2학기에는 수행 평가를 많이 없어서 ... [학생 활동을] 하긴 하는데, 점수엔 반영 안 하고 [있다.]”; “[학생들이] 모여서 [조별 활동을] 하지 못하니까 각자 하는 걸로 하는 수밖에 없다”(예: **자료 분석**) (고등C 교사)

## 요즘 과학 수업은 어떻게 진행되고 있을까?

### 4. 달라진 담임 교사의 역할

- “제가 속한 5학년은 ... 세 학급의 담임 선생님이 ... 매일매일 수업을 업로드해야 하는 상황에서 모든 과목을 다 녹화해서 찍는 것이 현실적으로 불가능하여 ... [담임별로] 담당 과목을 정했습니다. ... 그래서 5학년 학생은 모두 제가 만든 영상 + 제 목소리로 수학/미술/체육 수업을 듣게 됩니다. ... **다른 선생님이 올리신 과목에 대해서는 구체적이고 상세한 피드백을 하기 어렵습니다.**” (초등B 교사)
- “원격 수업 주간...에는 ... ‘e학습터’에 전담 교사가 진도표에 맞춰 학습 내용을 올리고, 학생들은 ... 학습 결과물을 ... 담임 교사에게 제출한다. **학습 결과물에 대한 검사는 담임 교사의 업무이므로 ... 담임 교사의 업무가 가중되는 측면이 있다.**” (초등D 교사)
- 고등학교 담임 교사에게는 **아침마다 자가 진단 결과 확인, 출결 확인 및 조치** 등이 새롭고 어려운 업무가 되고 있음. (고등A 교사)

## 요즘 과학 수업은 어떻게 진행되고 있을까?

### 5. '실험 꾸러미'를 보내는 교사

- “담임 교사에게 배정된 과학 수업은 과학 전담 교사처럼 내가 업로드한다. ... 실험이 가능한 차시를 찾다가 ... **실험 재료를 키트 형식으로 각각 나누어** 가정으로 발송했다. ... 아이들의 반응이 정말 좋았다.” (초등A 교사)
- **고등학교 영재 학급**의 경우에는 실험 꾸러미를 보내는 일을 “제법 많이” 하기도 (고등B 교사)

## 교사들은 요즘 과학 수업을 어떻게 체험하고 있을까?

### 1. 질 좋은 콘텐츠를 찾아서

- “자료는 주로 ○○스쿨 에서 찾고 있다. ... ○○스쿨은 선생님들의 반짝이는 아이디어가 모이고 이 자료에 대한 점진적인 수정이 지속적으로 일어나는 공간[으로] ... 자발적인 흐름으로 발전하는 ○○스쿨의 자료를 더욱 선호한다.” (초등A 교사)
- “[과학 전담] 선생님은 좋은 마음에서 교육을 위해 동영상 자료를 제공하고 싶은데 ... 악의적[으로] ... 저작권 문제를 걸고 넘어질 수 있으므로, 최대한 안전한 자료만을 가지고 수업하다 보니 좀 지루한 수업이 되어 가고 있다고 ... ” (초등B 교사)

## 교사들은 요즘 과학 수업을 어떻게 체험하고 있을까?

### 2. 나만의 콘텐츠는 언제 즈음

- “처음에는 직접 [과학 전담] 선생님께서 찍어서 촬영하셨지만, 기술적인 문제도 있고, 학교에서 제공해 주는 카메라도 없어서 ... 결국에는 외부 실험 영상을 가져다가 보여주는 쪽으로 점차 방향을 바꾸셨습니다. ... 교사로서도 의욕이 좀 떨어지는 면이 많고, **본인의 전문성에 대해서도 의심이 든다고** 하셨습니다.” (초등B 교사)
- “오롯이 처음부터 모든 자료를 제작하는 것은 시간상 가능하지 않다. 그래서 콘텐츠를 직접 제작할 때에도 [기존 자료를 수정하는] 과정을 거친 후에 **내 목소리로 녹음하여 나만의 수업을 만든다.**” (초등A 교사)
- EBS 강의 등을 링크해서 제공하면 고등학교 학생들, 특히 3학년 학생들은 대부분 시청하지 않는다; **교사 본인의 콘텐츠를 올려야** 수동적인 수준에서나마 댓글도 달면서 학습한다. (고등A 교사)
- EBS는 “국가적인 프로젝트”이므로 이를 기본적인 내용을 강의하는데 사용하고, “**중요하거나 강조하고 싶은 내용을 ... 교사가 색다르게** 개발하여 수업에 활용할 수 있을 것 (고등C 교사)

## 교사들은 요즘 과학 수업을 어떻게 체험하고 있을까?

### 3. 쌍방향 수업은 아무나 하나

- “수업의 피드백은 **단편적으로** 이루어집니다. ‘더 생각해 볼까요?’ ... 와 같은 사고 를 확장하고 심화시킬 수 있는 피드백은 쌍방향 의사소통이 불가능하기에 현실적으로 실시하기가 힘듭니다.” (초등B 교사)
- “온라인에서 학습이 이루어진 후 충분한 피드백이 이루어질 수 있는 방법이 무엇이 있을까 고민하다가, 1) 아이들[이] 학습 결과를 게시판에 업로드하면 그에 대한 피드백을 **댓글 형식**으로 운영하고, 2) ... 아이들의 의견이 한 눈에 보일 수 있는 형식을 활용하여 ...” (초등A 교사)
- “피드백을 위한 수단으로 □□□톡...을 사용한다. ... 1~6교시 수업이 있는 경우 과제의 개수는 10개 내외가 되는데, 26명의 과제를 꼼꼼하게 확인하는 데 **많은 시간**이 소요된다. ... 원격 수업 초기에는 ... 너무 엄격하게 ... 규정을 적용하지 말라는 지침이 있었다. 그러나 COVID19 상황이 길어지면서 ‘**불성실하게 과제의 일부만 해서 제출한 학생**’과 ‘**성실하게 모든 과제를 해서 제출한 학생**’이 **동등하게 과제를 수행한 것으로 간주되는 상황에 대한 교사들의 이의가 제기되면서 ...**” (초등D 교사)

## 교사들은 요즘 과학 수업을 어떻게 체험하고 있을까?

### 4. 과학 살리기

- “학생들이 실제로 해 보면서 즐거움을 느끼는 과학...의 경우에는 수업을 만들면서도, 학생들이 가만히 앉아서 이걸 보기만 하는 게 무슨 의미가 있나 싶을 때도 많습니다.” (초등B 교사)
- “과학 실무사들이 모인 커뮤니티에서 **실험 꾸러미**를 가정으로 발송한다는 아이디어를 얻게 되었다. ... 키트 형태로 제작된 것을 찾다 보니 비용도 비싸고 여러 가지 제약이 있었으나, 그래도 한번 시도해 보았다. 반응은 역시나, 너무 좋았다.” (초등A 교사)
- 과학 활동도 “**협동 학습**을 하면 효과가 굉장히 큰데 ... 개별로 하다 보면 못하면 못하[고 마는]” 학생이 늘어나고 있음. (고등C 교사)
- “이렇게 다들 강의 만들어서 제공할 거면, 강의 제일 잘 하는 한 명만 ... 교사 하면 되고 나머지는 필요 없지 않나?”는 이야기를 듣고 있으며, ‘**지식 전달**’ 외의 **과학 교사의 역할**(예: 학생들이 스스로 과학적 사고를 하게끔 유도하는 역할)을 고민하게 됨. (고등E 교사)
- **학교 시스템과 평가 체제가 바뀌어야** “지식[교육]은 [온라인 수업에] 맡기고, 아이들이 그것을 어떻게 활용하는지 ... 체험을 통해 배우거나 논리적인 사고력을 [키우는]” 과학 교육이 가능해 질 것 (고등D 교사)

## 교사들은 요즘 과학 수업을 어떻게 체험하고 있을까?

### 5. 교사는 늘 최선을 다한다.

- “아이들도, 나도 익숙하지는 않지만 하나하나 시도해 보고 있[다.] ... 그래도 이러한 고민을 하는 것, 의미 있는 일이라 생각한다. 이러한 고민을 해야 해결책도 나오고, 더 나은 대안이 제시될 수 있을 테니까.” (초등A 교사)
- “최신 기기를 사용한 수업에 대해 교사, 학생 모두 이전보다는 훨씬 열린 태도로 임하게 되었습니다. 특히 연차가 높이신 선생님들도 처음에는 수업 녹화에 굉장히 스트레스를 받으시고 ... 힘들어 하시다가 이제는 적응이 되어서 곧잘 수업을 올리시고 피드백을 진행해 주십니다.” (초등B 교사)

## 더 좋은 과학 수업을 위해 어떤 도움과 지원이 필요할까?

### 1. 온라인 교육용 플랫폼 및 관련 인프라 구축

- “쌍방향 수업 및 학생들의 학습을 관리할 수 있는 체계적인 시스템 구축이 우선되어야 [한다.] ... 현재는 쌍방향 수업은 △에서, 학습 관리는 e학습터에서 학습 중이어서 **두 가지 플랫폼...이 활용되는 상황**이어서 학생 및 학부모, 교사의 혼선이 야기되[고 있다.]” (초등C 교사)
  - “우리가 찾아내서 시작하게 된 △이나 ◇◇클래스 말고, 교육부에서 주관하여 만든, **우리 교육 현장에 맞는 안정적이고 안전한 쌍방향 플랫폼**이 제공되기를 바란다.” (초등A 교사)
  - “상용화된 화상 회의 프로그램[은] ... 수업이 끊기는 현상 발생, 양방향 수업 활동에 필요한 기능 부재, 보안 문제 등이 있기 때문에 학교 수업에 최적화된 학습 플랫폼...에는 **양방향 화상 수업** 뿐만 아니라 **출석 점검, 과제 제시, 과제 제출 및 점검, 더 나아가 평가 단계**까지 아우를 수 있는 기능을 포함[해야]한다.” (초등D 교사)
- ≠ 이미 잘 만들어진 플랫폼을 교사들이 자율적으로 여러 개 활용하는데 무리가 없다. (고등 교사들)

## 더 좋은 과학 수업을 위해 어떤 도움과 지원이 필요할까?

### 2. 교육부가 울타리가 되어 주세요!

- “**저작권에 관한 문제**까지 교사 개개인이 나서서 각 출판사에 개별적으로 연락을 하고 [있다.] ... ‘온라인 수업을 위해 선생님들은 수업에 열중하세요! 교육부에서 책임지겠습니다!’ 이러한 발표는 언제쯤 나올 수 있는 것일까.” (초등A 교사)
- “가장 필요한 것은 **예산 확대**입니다. 수업 촬영만 해도 녹화 프로그램 도구, 캠, 마이크 등등 기기 장치가 많이 필요하며 ... 한 교실당 수십만원의 예산이 필요한데 현장에서는 지원이 되지 않아서, 선생님이 본인의 돈으로 사시는 경우가 많습니다.” (초등B 교사)
- “학교 학생의 학습 결과를 가지고 어느 범위까지 학습 참여와 출석으로 인정할 것인가를 명확하게 규정할 필요가 있다. ... **출석과 과제 수행의 기준을 명확하게** 정하고 ... ” (초등D 교사)
- “학생들이 장시간 화상 수업에 집중할 수 없음, 화상 수업 프로그램이나 기기 사용을 꺼리거나 다루는 데 어려움을 겪는 학생들(또는 학부모)이 있음, ... 화상 수업을 위한 기기를 갖추지 않은 학생들이 있음, 형제 자매가 있는 가정에서는 기기를 함께 써야 하는 경우가 있음, ...” (초등D 교사)

## 더 좋은 과학 수업을 위해 어떤 도움과 지원이 필요할까?

### 3. 질 좋은 콘텐츠의 개발 및 공유

- “교육 콘텐츠의 개발이 요구된다. ... 디지털 교과서, 영상 자료, AR·VR ... 뿐만 아니라 **실험, 실습, 야외 체험, ...** 등의 **실천 계획까지 포함하는 것을 의미한다.**” (초등D 교사)
- “**질 좋은 콘텐츠를 찾아서 선택하는 능력도 길러야 한다.** ... **교사들이 이러한 자료를 업로드하는 공간을 제공하고, 이에 대한 저작권 문제도 교육부에서 해결해 주기를 바란다.**” (초등A 교사)
- “**키트를 나눠주[는] ... 경우가 있다고 하던데, 집에 [학생이] 혼자 있는 경우, 칼을 사용해야 하는 경우, 1인 1세트의 과학 실험 배부하려면 예산이 부족한 경우 등의 이유로 매시간 진행되지는 못합니다. ... 1인용 파는 실험 키트가 나오면 좋겠습니다.** .. 과학 선생님과 실무사님이 그 키트를 뜯어서 다시 1인용으로 소포장 하는 데만 많은 시간이 소용된다 ... **안전상의 이유로 대표 실험을 해야 할 때는 그 대표 실험을 고화질로 녹음해서 제공해 주면 참 좋겠습니다.**” (초등B 교사)
- “**지역 교사들이 네트워킹을 해서 그 지역의 아이들[에게] 어떻게 ... 수업을 할건가, 좀 더 효율적으로**” 함께 고민하는 구조를 만드는 등의 시스템적인 노력이 필요 (고등D 교사)

## 더 좋은 과학 수업을 위해 어떤 도움과 지원이 필요할까?

### 4. [초등학교] 과학 전담 교사 제도의 제고

- “**과학 전담의 경우에는 과학을 전공한 사람들, 혹은 과학 관련 연수를 00시간 이상 이수한 사람들을 대상으로 할 수 있으면 좋겠다.**” (초등A 교사)
- “**현행과 같이 초등교사 자격증을 수여하고, 이후 이루어지는 현직 교사 자기 계발을 통해서 교과 세부 자격증을 추가적으로 취득할 수 있도록 하고, 이에 대한 전문성을 인정해 나가는 방안 ...**” (초등C 교사)

## 더 좋은 과학 수업을 위해 어떤 도움과 지원이 필요할까?

### 5. 장기적인 안목에서 과학 교육과 학교 교육에 관한 총체적인 고민과 노력이 필요

- 미래에도 온라인 수업이 사라질 가능성은 없으므로, **온라인 수업과 대면 수업의 기능과 각각의 수업에서 과학 교사의 역할에 대해** 진지하게 고민해야 (고등C 교사)
- 현재의 학교 시스템(예: 1교시부터 짜여진 시간표)과 평가 체제 내에서는 어떤 형태이든 교사가 지향하는 과학 수업이 이루어지기는 매우 어렵다; **“이런 것에 대해서 총체적인 고민을 하는 집단이 없는 거예요, 지금.”**; “당장 지금 온라인 수업 어떻게 할 것인가가 중요한 것이 아니라” 장기적인 안목의 준비가 요구됨. (고등D 교사)
- “온라인[수업]이 학교 현장을 대처할 수는 없[을]” 것이므로, 지적 측면 뿐만 아니라 **정의적·사회적 측면의 학교의 역할**을 바르게 정립해야 (고등F 교사)

## 더 좋은 과학 수업을 위해 어떤 도움과 지원이 필요할까?

### 6. 교사에게도 힐링(healing)이 필요하다.

- “science teaching cannot be reduced to technical competence” (van den Berg, 2002, p. 585)
- “teachers [are] more concerned about who they [are] than about what they [know]” (Beijaard et al., 2004, p. 121)
- “고민되는 선생님들, 문제가 있고 어려움을 느끼는 분들을 그냥 모이게 하는 거예요. 모이게 해서 서로 위로하고 격려를 ... 하는 그런 모임. ... 선생님들이 무엇이 고민인지 서로 위로 받고 싶은 마음을 나누게 ... 선생님들이 학교에서 ... 너무 힘들대요. ... ‘**뭐가 제일 필요하냐?**’ 했더니 ‘**힐링이 제일 필요하다.**’ 그러더라고요. 선생님들은 힐링을 원하는데, 저희는 자꾸 와서 머릿속에 집어넣으려고 하니까 탄 애기를 하고 있는 거예요.” (오필석 등, 2019, p. 96)

☞ 소위 4차 산업혁명 시대에 AI에 버금가는 teaching machine으로서가 아니라, **자신의 ‘선생님 됨’을 끊임없이 고민하고 실천하는 주체로서의 교사**를 돕고 지원해야

## 참고 문헌

- 오필석, 임희준, 송윤미, 김성호(2019). 미래형 학생융합체험 및 교원연수 증장기 방안 연구. 경기도융합과학교육원.
- Beijaard, D., Meijer, P. C., & Verloop, N. (2004). Reconsidering research on teachers' professional identity. *Teaching and Teacher Education*, 20, 107-128.
- van den Berg, R. (2002). Teachers' meanings regarding educational practice. *Review of Educational Research*, 72(4), 577-625.

## ‘과학 교사의 성장과 도전’에 대한 토론

정은영(전남대학교)

‘과학 교사의 성장과 도전’ 발표에서는 요즘 과학 수업을 ‘가상 과학 교육 또는 디지털 과학 교육의 강제적 수용기’라고 표현하고, 요즘 과학 수업의 운영 상황, 더 좋은 과학 수업을 위한 지원 등에 대해서 초등학교 교사들과 고등학교 과학 교사들의 생생한 목소리를 들려주고 있다.

최근에 전해 들은 중학교 과학 초임 교사의 이야기를 더해 본다.

“온라인 수업을 하는 초기 몇 주, 교무실은 마치 구글 클래스룸을 사용하는 법을 공부하고 동영상 제작하는 방법 등을 공유하는 연구실 같았다가, 학생들과의 전화가 끊이지 않는 콜센터 같았다. …… 임용 시험을 준비하면서 학습자의 의사소통 역량, 평생 학습 역량, 비판적 사고 역량 등에 대해서 이야기했는데, 온라인 수업으로 진정한 학습이 일어날 수 있을까?”

이 교사는 온라인 수업을 운영하면서 플랫폼에 대한 적응, 온라인 수업 연구와 제작, 그리고 수업 시간마다 학생들의 과제 확인과 피드백, 출석 확인, 평가 등 전반적으로 쉽지 않았고, 특히 학생들의 출석을 확인하는 부분이 가장 어려웠다고 했다.

이 발표에서 제시된 요즘 과학 수업의 운영은 다음과 같다. 온라인 수업의 경우 초등학교에서는 과학 전담 교사가 실시간 수업을 실시하지 않으므로 콘텐츠 활용 수업이나 과제 제시형 수업을 하고 있다. 고등학교에서는 프로젝트 형식, 교과서 문제 풀이, 그림 그리기 등의 과제를 부여하거나 영상을 찍어 업로드하거나 학생들의 조사 발표 활동을 온라인에서 수행하고 있다. 대면 수업의 경우 초등학교에서는 과학실을 포함한 특별실 사용이 전면 제한되고 모둠 활동도 제한되어, 모둠별 실험 활동을 시범 실험이나 동영상으로 대체하고 있다. 고등학교에서는 실험 활동의 비율이 줄었고 소규모 모둠별로 실험을 하거나 개인별 활동을 하고 있다. 교사들은 본인의 콘텐츠를 제작하는 데 어려움을 겪고 있고, 수업에서 피드백이 단편적으로 이루어지거나 과제를 확인하는 데 많은 시간이 소요된다는 점을 지적하고 있다. 그리고 학생들이 직접 실험 활동을 하지 못하고 협동 학습을 하지 못하는 것의 문제점도 지적하고 있다. 더 좋은 과학 수업을 위해서 초등학교 교사들은 우리 교육 현장에 맞는 안정적이고 안전한 쌍방향 플랫폼이 제공되기를 희망하는 반면에, 고등학교 과학 교사들은 이에 대한 요구는 없었다. 그리고 교사들은 질 좋은 콘텐츠가 개발되고 이를 공유하는 것이 필요하다고 하였고, 교사들이 제작한 콘텐츠에 포함되는 자료의 저작권에 관한 문제를 교육부에서 해결해 주기를 요청하였다.

교사들을 대상으로 교육과정 적용 실태 관련 설문 조사를 한 결과에서, 교사들은 교수·학습 자료의 제공에 대한 요구가 높게 나타났다. 이번 발표에서도 ‘질 높은 콘텐츠의 개발 및 공유’에 대한 요구가 있었다. 초등학교

교사 265명, 중학교 과학 교사 239명을 대상으로 설문 조사를 통해 2015 개정 과학과 교육과정 실행에 대한 교사들의 인식을 조사한 결과(배주경 등, 2019; 정은영, 2020)를 살펴보면, 초·중학교 교사들은 실험 수업과 관련된 어려움을 많이 겪고 있고, 교수·학습과 관련된 자료에 대한 요구가 많았다. 이는 2015 개정 과학과 교육과정뿐만 아니라, 그 이전의 과학과 교육과정의 현장 적용 실태 조사에서도 꾸준히 제기된 요구였다.

제4차 과학교육 종합계획의 추진 전략들 중 ‘과학교사의 성장과 도전 지원’ 내용을 살펴보면, 교사가 우수한 콘텐츠를 재구성하여 다양한 학습 자료를 쉽게 제작할 수 있도록 지원하기 위해 과학교육 데이터베이스를 구축하고 ‘학습자료 제작 플랫폼’을 운영하고 활용 연수를 추진한다고 명시되어 있다. 이러한 지원이 교사들의 교수·학습 자료에 대한 요구를 충족할 수 있게 되기를 기대한다. 콘텐츠 제공에 그치지 않고, 이를 활용한 연수를 일회성이 아니라 최소한 한 학기에 걸쳐서 운영하는 것을 제안한다. 교사들이 다양한 학습 자료를 제작하여 수업에 활용한 사례를 서로 소개하면서 더 나은 방안을 모색하고, 이를 수업에 적용해 보고 다시 논의를 함으로써 ‘학습자료 제작 플랫폼’ 운영의 효과를 높이고 교사의 수업 전문성이 제고될 것으로 기대한다.

한편 이 발표에서 더 좋은 과학 수업을 위해 초등학교의 경우 과학 전담 교사 제도에 대해 언급하고 있는데, 과학 비전공자가 과학 전담 교사가 되는 문제점을 지적하고 과학 전담 교사의 자격을 강화하는 것을 제안하고 있다. 과학과 교육과정 적용 실태 조사에서 초등학교 교사들은 실험 실습과 관련하여 어렵다는 의견을 많이 제시한 점을 고려할 때, 과학 전담 교사 제도를 효과적으로 운영할 필요가 있다고 보는데, 담임 교사가 과학 수업을 담당해야 하는 경우도 많으므로, 교육대학 교육과정에서 예비교사들이 실험 실습을 더 많이 체험하도록 할 필요가 있다.

과학 교사의 성장을 위해서 어떠한 노력이 필요할까?

교사들의 성장은 개인의 문제의식이 공동체 안에서 공유될 때 더 큰 효과로 이어질 수 있다는 점에서 학습공동체 활동을 할 필요가 있고, 미래학교에서 요청되는 교사 전문성 함양을 위해서 학습공동체를 활용하는 방안이 제안되었다(곽영순, 2015). 청주교육대학교 교육연구원에서는 자기주도적 교수 역량 강화를 위한 PDS(Professional Development System) 모형을 개발하였는데, 교사공동체 중심의 PDS, 연수 프로그램 중심의 PDS, 단위 학교 중심의 PDS 등을 제시하였다. 교사공동체 중심의 PDS 모형은 대학과 교사공동체와의 역동적인 상호 협력을 기반으로 한다. 교육대학과 부설학교 간 협력에 기반한 과학과 학습공동체를 운영한 사례에서 교사들은 과학 수업에 대한 안목이 증진되었고 연구자는 초등 과학 수업의 실제와 어려움을 접할 수 있었다(심영택 등, 2019).

교사공동체 중심의 PDS 모형과 이를 적용한 사례를 고려할 때, 교사의 성장을 위해서 교육대학과 사범대학이 수행해야 할 역할에 대해 한번 더 생각해 보게 된다. 전남대학교에서는 전남교육청과 협력하여 2015년 3월~10월에 ‘교사 자기수업개선(Self-Study)을 통한 수업 혁신 연수’를 운영하였는데, 7개 교과의 교사 44명과 대학 교수 8명이 참여하였다. 과학과의 경우, 수업에 대한 고민을 나누면서 서로 조언을 하고 자신의 수업 경험을 소개하면서 다양한 활동 방법을 알게 되고, 이를 자신의 수업에 적용하고 그 결과에 대해 함께 논의하였다. 이러한 과정을 통하여 학생 중심의 다양한 활동이 포함된 과학 수업을 운영하게 되고, ‘좋은 과학 수업’에 대한 자신의 신념을 갖고, 학생들 입장에서 수업을 바라볼 필요성을 새롭게 인식하는 계기가 되었다. 이와 같이 의미있는 연

수가 2015년에만 운영되었고, 그 이후에는 운영하지 못했다는 점을 반성하게 된다. 교원 양성 기관에서 현장교육과의 연계를 강조하고 있는데, 그 일환으로 교사공동체와 대학의 협력 체제를 마련하고 지속적으로 운영하는 방안을 모색할 필요가 있다.

과학 교사의 성장을 위해서 교사의 학습공동체 운영 및 이를 위한 지원, 교원양성기관과의 협력 등이 필요함을 거듭 강조하면서 토론글을 끝맺는다.

### 참고문헌

- 곽영순(2015). 미래 학교교육 변화 및 교육과정 재구성에 필요한 교사 전문성 탐색. *교과교육학연구*, 19(1), 93-111.
- 배주경, 박소영, 김종윤, 김혜숙, 도종훈, 박윤경, 조진형, 라재주, 박지윤(2019). 2015 개정 교과 교육과정 실행 모니터링 연구(Ⅱ)-초·중학교 모니터링 및 결과 분석. *한국교육과정평가원 연구보고 RRC 2019-4-1*.
- 심영택, 구원희, 박영희, 나귀수, 황연주, 하정미, 김용, 박윤경, 김미혜, 장지은, 김남수, 이혁규, 김민조, 김남균, 김종원, 이현명, 김병수, 심승희, 윤옥경, 이선경(2019). 교사학습공동체의 이론과 실제. *교육공동체 벗*.
- 정은영(2020). 2015 개정 과학과 교육과정 실행에 대한 초·중학교 교사의 인식 조사. *교육과학연구*, 22(3), 29-52.



## ‘with 코로나 시대’의 과학 교사의 성장

경기도안성교육지원청 송윤미

코로나19로 지금까지 경험하지 못한 원격수업 상황은 교사와 학생 모두에게 어려운 도전이었으며, 이 도전은 현재진행형이다. 준비되지 않은 상태에서 맞게 된 원격수업의 상황은 교사에게는 엄청난 부담과 스트레스를 주었고, 학생들과 학부모 또한 원격수업이 지속되면서 불만의 목소리를 내고 있다. 몇 달 전 교육지원청으로 전화로 민원을 냈던 학부모는 과학 실험을 동영상으로만 하는 게 말이 되냐며 학교 과학 수업에 불만을 제기하였다. 학부모의 이야기가 무엇을 의미하는지 공감되었지만 한편으로는 그렇게 밖에 할 수 없는 학교의 사정도 충분히 이해할 수 있었다.

발제가가 언급한 요즘 과학 수업의 모습은 과학 수업의 전문성이 없거나 또는 열정이 없는 교사들의 수업이 아니다. 현재의 학교 상황에서 이루어지는 과학 수업의 혼란 모습이다. 원격수업 플랫폼의 안정화 문제나 수업 콘텐츠, 저작권 문제, 에듀테크 지원 등등 교사들의 원격수업을 힘들게 하는 여러 가지 문제들이 아직도 남아 있지만 원격수업의 상황은 올 초에 비하여 많이 개선되었다. 하지만 요즘처럼 일주일에 3-4번 학교에 나와 대면 수업을 하는 날이라도 과학실험실은 방역 문제로 사용할 수 없고, 대부분 모둠별로 제시된 탐구활동들은 교사의 대표 실험이나 동영상으로 대체할 수 밖에 없다. 그러다보니 가정에서 원격수업을 할 때나 학교에 나오는 날이나 과학 수업의 모습이 별반 크게 다르지 않은 것이 현실이다.

지금까지 당연하게 사용하고 자연스러웠던 일들이 모두 제약되는 상황에도 불구하고 초등학교 저학년 학생들을 위한 ‘학습꾸러미’에서 아이디어를 얻어 학생 개인별로 사용할 수 있는 실험재료를 키트 형식으로 만들어 ‘실험 꾸러미’를 보내는 과학 교사들도 있었다. 다만 교사들은 실험 꾸러미로 보낼 수 있는 탐구활동들이 그다지 많지 않은 것을 안타까워하고, 실험꾸러미를 개별 포장하여 가정으로 보내기까지의 번거로움은 대수롭지 않게 여겨야만 했다.

아직도 일부의 교실에만 무선 인터넷망이 구축되어 있고, 모든 학생들의 가정에는 온라인 학습을 할 수 있는 여건이 마련되어 있지 않은 상태에서 원격 수업에서 어떤 과학 수업을 해야 할지 고민하는 일이 사치로울 수도 있다. 실제 원격 수업의 현장을 자세히 들여다보면 교사들은 아침마다 학생건강상태자가진단 결과를 체크해서 자기 진단을 하지 않은 학생들에게 연락을 해야 하고, 온라인 수업에 참여하지 않은 학생들과 학부모에게 전화하여 자고 있는 학생을 깨우거나 온라인 접속을 독려해야 하는 일이 매일 반복되는 일상이기 때문이다.

원격수업과 대면수업이 병행되면서 대면수업이 있는 날에는 학생들의 발열체크와 교실 방역까지 교사들의 업

무가 된다. 2학기에 들어서면서 교육부에서는 온라인수업 방식 가운데 하나인 ‘실시간 쌍방향 수업’ 확대를 유도하였다. 그것은 원격수업의 질 제고를 위하여 원격수업 운영 시 학생과 쌍방향으로 소통하는 비율을 늘린다는 것을 의미한다. 이제 한 학기 동안 원격수업을 해왔으니 2학기에는 수업의 질을 제고하기를 바라는 것이다. 그렇다면 실시간 쌍방향 수업이 무엇인지 다시 한 번 생각해볼 필요가 있다. 교실에서 학생과 교사가 같은 공간, 같은 시간에 함께 대면 수업을 하고 있는 것은 쌍방향일까? ‘쌍방향’의 의미가 무엇이고, 그것은 무엇을 위한 것인지 생각해보아야 한다. 교실에서 이루어져 왔던 대면 수업을 온라인에서 라이브로 재연하는 것이 우리가 지향하는 과학수업의 모습인지 고민해보기를 바란다.

어떤 형태의 수업이 가장 좋다는 방식의 주장은 교사의 수업 전문성을 폄하하고 교사들의 다양한 시도와 도전을 막는 위험한 주장이다. 교사가 직접 녹음하거나 촬영한 수업은 좋은 콘텐츠이고, 다른 사람의 콘텐츠를 이용하는 것은 좋지 않다고 이분법적으로 단정하는 일도 마찬가지다. 오히려 교사는 각 수업의 목표를 달성하기 위해 여러 가지 방법들을 시도해보고, 그 과정에서 적절한 수업의 방식을 결정할 수 있도록 격려받아야 한다. 그러한 시행착오 속에서 각 수업에 알맞은 수업 방식을 선택하고, 어떤 콘텐츠를 언제, 어떻게 활용할 것인지, 그것에 대한 학생 상호간, 학생과 교사간의 피드백이 이루어질 수 있는지 생각할 수 있다. 이러한 교사의 고민이 다른 교사들과의 네트워킹을 통해 함께 이루어진다면 지치지 않고 지속되어 그 과정에서 성장할 수 있을 것이다.

지금 우리는 온라인 학습 환경으로 인해 가능한 것들을 찾고 이러한 환경의 변화에 따라 교사의 역할은 어떻게 달라져야 하는지 고민해야 할 시점에 놓여 있다. 빠르게 다가오는 교육적 변화 요구에 따라 과학 교사들의 역할은 어떻게 달라지며, 그 역할에 필요한 능력들을 어떻게 키울 것인지 고민하면서 연구자들과 정책입안자들은 과학 교사들을 지원할 수 있는 방법을 생각해야 한다. 오래전부터 과학 교사의 전문성에 대한 연구는 꾸준히 이루어져왔고, 관련된 정책들도 시행되어 왔지만 그 연구결과나 정책들이 과학 교사의 전문성 향상에 별다른 효과를 가져오지는 못했다. 지금까지 관련 연구물과 정책들은 과학 교사가 갖춰야 할 수 많은 요소와 기준을 제시하고, 교사들이 그 기준에 얼마나 부합하는지 가능하고, 특정 수준에 도달하게 하는 방법을 모색하였다. 이러한 접근 방식은 과학 교사의 생애주기적 과정에 대한 이해를 바탕으로 하고 있지 않기 때문이다. 한 명의 과학 교사가 처음 교사가 되어 학교 현장의 문화 속에서 어떤 도전을 하며, 어떻게 성장하여 전문성을 향상하는지 그 일련의 과정을 이해하지 않고서야 진정한 성장을 돕기는 어렵다.

그런 의미에서 2020년 5월 교육부에서 ‘과학·수학·정보·융합 교육 종합계획(’20~’24)’을 발표함에 따라 과학교육발전협의체가 구성된다고 하여 매우 기쁘다. 과학교육발전협의체가 구성되어 기초 과학교육을 강화하고, 변화된 교육 패러다임에 맞춘 과학 교수학습 방법을 비롯한 교원의 역량 강화 등 국가의 중장기적인 과학교육 정책 실행 전략이 모색되기를 기대한다. 다만 과학교육발전협의체가 교육3주체의 목소리가 담길 수 있도록 구성하여 운영되기를 바란다. 교육의 중심이 되어야 할 각 학교급의 학생과 교사, 그리고 학부모의 이야기를 대변할 수 있는 전문가들이 과학교육발전협의체에 구성되어야 실질적인 실행전략을 도출할 수 있기 때문이다.

코로나 치료제나 백신이 개발된다고 하더라도 다시 이전과 같은 상황으로 돌아가기는 어려울 지도 모른다. 오히려 온라인 학습 환경의 구축으로 원격학습의 가능성을 더 커지게 될 것이다. ‘with코로나 시대’를 살아가야 하는 과학 교사에게 당장 필요한 것은 원격수업에 필요한 수업 역량이겠지만 긴 안목으로 본다면 교사들의 도전과 실패를 격려할 교육공동체가 아닐까 싶다.

## 온라인 수업의 불시착 그리고 생각의 전환

상장중학교 최의선

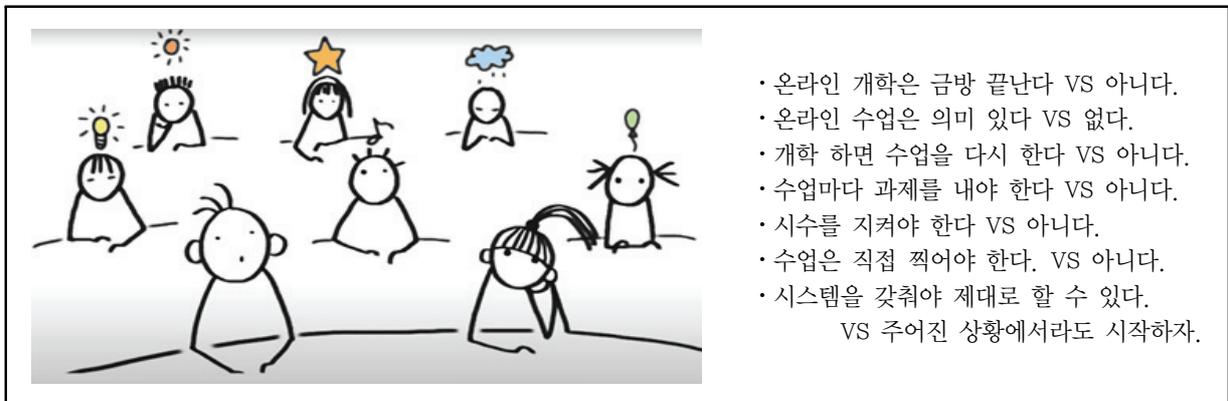
### I. 온라인 개학의 시작

#### (1. 과학 수업은 어떻게 진행되고 있을까?)

##### 1. 새롭고 낯선 길

###### 가. 4월 7일(화)

처음 시작하는 등교개학이 2틀 앞으로 다가왔다. 고3, 중3의 온라인 개학을 먼저 시작해야 했기 때문에 3학년을 맡고있는 책임 부장들의 부담이 컸을 것이다. 그리고 개학 2일 전날까지도 학교에서는 온라인 개학의 방향과 수업의 방법도 합의를 볼 수 없는 상황이었다. 마치 수업 시간에 같은 문제를 마주한 아이들의 모습과도 같았다.



[ 같은 상황 다른 생각 ]

이때까지 주변에서 들었던 학교의 상황은 모두 달랐지만 심각한 갈등을 겪은 학교도 있고, 힘을 모아 아무도 해보지 못한 온라인 수업의 방향을 찾기 위해 노력하는 학교도 있었다. 그리고 온라인 개학 이틀 전 학교마다 선택한 온라인 플랫폼을 활용하여 온라인 개학 사전 준비를 시작하였다.

###### 나. 4월 9일(목)

드디어 시작된 온라인 개학 각 학교마다 다양한 플랫폼을 활용하여 운영하였다. 우리나라의 경우 학습 관리 시스템(LMS-learning management system)이 학교나 지역별로 활성화되어 있지 않은 상황이다. 그렇기 때문에 일반적으로 사용할 수 있는 대표적인 온라인 플랫폼은 다음과 같은 정도였다.



[ 활용할 수 있는 LMS플랫폼]

많은 학교들이 플랫폼을 선정하는 과정에서 갈등이 있었다고 들었다. 다양한 이유 때문에 플랫폼을 결정하는데 의견을 쉽게 일치시킬 수 없었다. 그리고 초,중,고 급별로 플랫폼을 선택하는 기준이 달라져야 했기 때문에 쉽지 않은 선택이 되었다.

각 플랫폼마다 나름대로 장·단점을 가지고 있지만 아무래도 세계 최고의 기업에서 운영하는 클래스룸(Google)과 팀즈(Microsoft)가 여러 가지 면에서 온라인 수업에 가장 최적화 되어 있었다고 생각한다. 그리고 실제로 온라인 수업이 시작되었을 때 여러 가지 문제가 발생하기도 했다. 온라인 수업은 플랫폼 뿐 아니라 다양한 방식(밴드, 카카오톡, 문자, SNS 등)으로 소통하며 온라인 수업이 시작되었다.

## 2. 진화하는 온라인 수업

### 가. 온라인 수업의 3종족

시작은 비록 힘들었지만 온라인 수업이 운영되는 동안 많은 교사들이 노하우를 쌓아가며 수업을 만들어 갔다. 선생님들이 진행하는 모든 수업 방식을 다 알 수는 없었지만 가능한 범위 내에서 선생님들의 수업 방법을 아름 아름 알아보았고 그 결과 수업을 운영하는 교사의 방식이 크게 3가지 종족으로 나눌 수 있었다. 온라인 수업을 운영하는 교사의 3종족은 다음과 같다.



영상을 직접 제작해서 수업을 운영하는 형태, 실시간 쌍방향 프로그램을 활용하여 운영하는 형태 그리고 기존에 애니메이션이나 수업 영상으로 제시되어 있는 자료를 활용하여 수업을 제시하는 형태 이렇게 3가지로 나누어졌다. 그리고 이렇게 준비한 수업영상이나 수업 관련 자료를 학교에서 운영하는 다양한 온라인 플랫폼을 활용하여 아이들에게 제공되고 각자 나름의 방식으로 수업에 대한 피드백을 하였다. 어떤 수업이 옳고 그른 것인지, 학생에게 정말 도움이 되는 수업은 어떤 수업인지, 교사로서 최선을 다하는 것과 잘 하는 것의 차이는 무엇인지 등 답을 정할 수 없는 수업이 많은 문제들이 이 수업속 에 자리잡고 있었다. 가치 판단의 문제는 잠시 접어 두고 온라인 수업 기간 동안 운영되었던 다양한 수업 사례를 공유해 보도록 하겠다.

1) 영상제작 파

수업 자료	교사	수업 운영
	조*근 (성립초)	플랫폼 - 클래스팅 영상제작 - 모바비, 유튜브 활용장비 - 노트북, 휴대폰, 웹캠, 마이크
	최*선 (상장중)	플랫폼 - 구글클래스룸 영상제작 - 파워디렉터, 프리즘, 유튜브 활용장비 - 노트북, 휴대폰, 웹캠, 마이크
	정*기 (학생중)	플랫폼 - 구글클래스룸 영상제작 - 프리미어 프로, 유튜브 활용장비 - 노트북, 휴대폰, 전자칠판
	김*우 (명륜고)	플랫폼 - 온라인클래스, 클래스룸 영상제작 - 곰믹스 활용장비 - 와콤패드, 노트북, 웹캠
	이*섭 (대성고)	플랫폼 - 구글클래스룸, 온라인클래스 영상제작 - OBS, 유튜브 활용장비 - 노트북, ipad, DSLR, 캡처보드, 크로마키 스크린, 웹캠

2) 실시간 파

수업 자료	교사	수업 운영
	김*철 (가정중)	플랫폼 - 클래스룸, 유튜브 영상송출 - 유튜브 라이브스트리밍, OBS 활용장비 - 노트북, 탭, 휴대폰, 전자칠판
	도*미 (철암중)	플랫폼 - 네이버 밴드, 유튜브 영상송출 - 유튜브 라이브스트리밍, PRISM 활용장비 - 컴퓨터, 휴대폰, 웹캠, 마이크

	<p>김*옥 (철암중)</p>	<p>플랫폼 - 네이버 밴드 영상송출 - 밴드 라이브 활용장비 - 컴퓨터, 휴대폰, 외acom패드</p>
	<p>고*수 (정선고)</p>	<p>플랫폼 - 마이크로소프트 팀즈 영상송출 - 팀즈 실시간 쌍방향 프로그램 활용장비 - 노트북, DSLR, 빔프로젝터, 마이크</p>
	<p>김*섭 (사북고)</p>	<p>플랫폼 - 클래스룸 영상송출 - ZOOM 활용장비 - 노트북, 웹캠, 마이크, 칠판</p>

### 3) 영상활용 파

영상을 활용하는 부분에서는 개개인의 교사가 장비가 없는 상황에서 아무리 준비해도 EBS의 수업 영상을 따라갈 수 없을 것이라는 생각과 고등학교의 경우 입시에 대한 부담이 크기 때문에 가장 퀄리티가 높은 수업 영상을 제공해 주고 싶은 의도로 영상을 활용하여 수업을 하는 상황이 많았다.

### 3. 5월 26일 까지-치열했던 온라인 수업

처음에는 시행착오도 많았지만 수업 준비에 있어서 교사들도 적응하기 시작하였고 주변에서 하고 있는 다양한 수업 방법을 공유해 가며 수업 운영 방법이 점점 진화하게 되었다. 그런데 온라인 개학에서의 복병이 기다리고 있었다. 아침 출석체크, 수업 시간 마다 학생 확인, 그리고 종례 까지. 이렇게 온라인 상에서 반복되는 생활에서 다양한 문제들이 발생하게 되었고, 기존에 없었던 문제들을 해결해 가기 위해 교육청에서도 다양한 문제들에 대응할 수 있는 메뉴얼을 지속적으로 내려 주었다. 그리고 아침마다 수업에 참여하라는 독려 전화를 시작으로 학교에서는 콜센터를 방물케 하며 끊임없이 아이들을 온라인 상으로 불러 모으며 온라인 수업을 했다. 처음에는 수업을 만드느라 상당한 시간을 소모 했는데 이것도 익숙해 지는지 촬영도 원샷으로 편집도 빠른 시간에 마칠 수 있게 되었다.

단계적 개학이 결정되면서 치열했던 두 달여 가량의 온라인 수업이 끝나게 되었다. 당연히 개학을 하지 못하는 지역이 있었고 온라인 수업은 계속 진행되었다.

백신이 개발되어도 모두가 안전해 질 때 까지 상당 기간 온라인 수업이 진행되지 않을까 예상하면서 이제 온라인 수업을 하나의 수업 방식으로 받아들여야 하는 생각을 시작하게 된 것 같다.

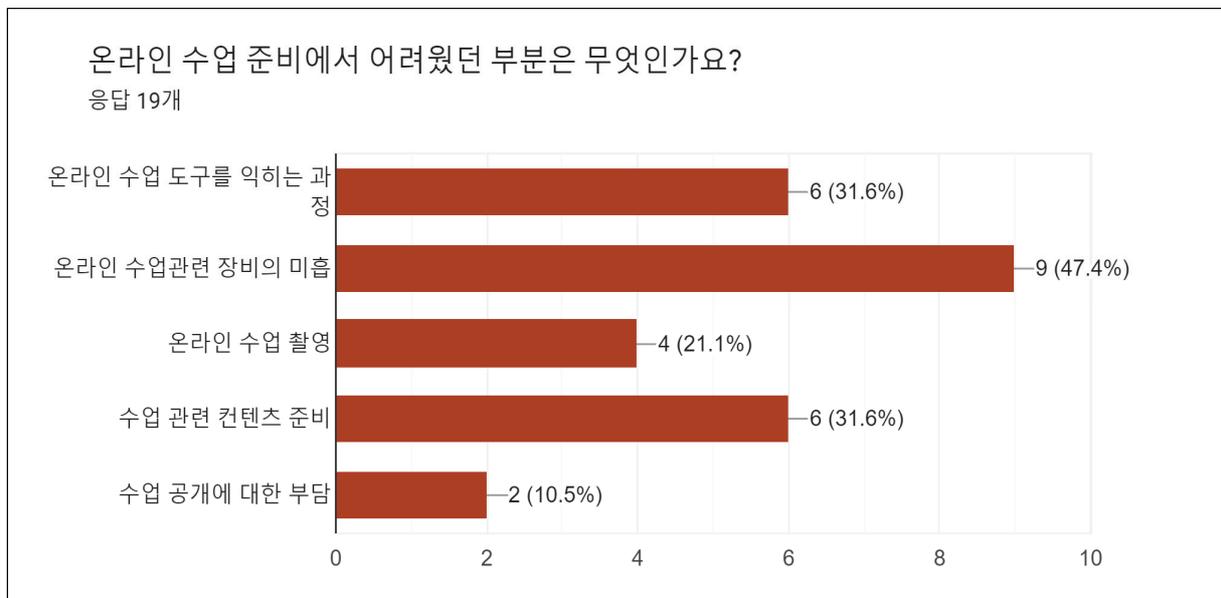
## II. 온라인과 오프라인 수업이 공존해야 하는 상황

### (2. 교사들은 요즘 과학 수업을 어떻게 체험하고 있을까?)

#### 1. 온라인 수업에 대한 고민

##### 가. 온라인 수업 방법에 대한 연수

매일 비슷한 콘텐츠를 만들어 수업을 이어 나가는 것이 학생과 교사 모두에게 쉽지 않았을 것이다. 이런 어려움을 해결하고자 학교 차원에서 그리고 교육청 차원에서 온라인 수업에 대한 연수가 많아졌다. 하지만 온라인 수업 방법에 대한 옳고 그름, 온라인 수업의 잘하고 못함 정도를 이야기 하는 것이 상당히 어려운 이야기 였기 때문에 연수를 준비하는 입장이나 연수를 받는 입장 모두가 조심스러운 상황이었다. 그래도 연수를 통해 다양한 수업 방식을 공유할 수 있었고 온라인 수업의 형태로 조금 더 나아가기 위해 노력하는 분위기가 형성되었다. 연수에서 얻은 설문중에 온라인 수업에 대한 설문 결과를 하나 보도록 하자.

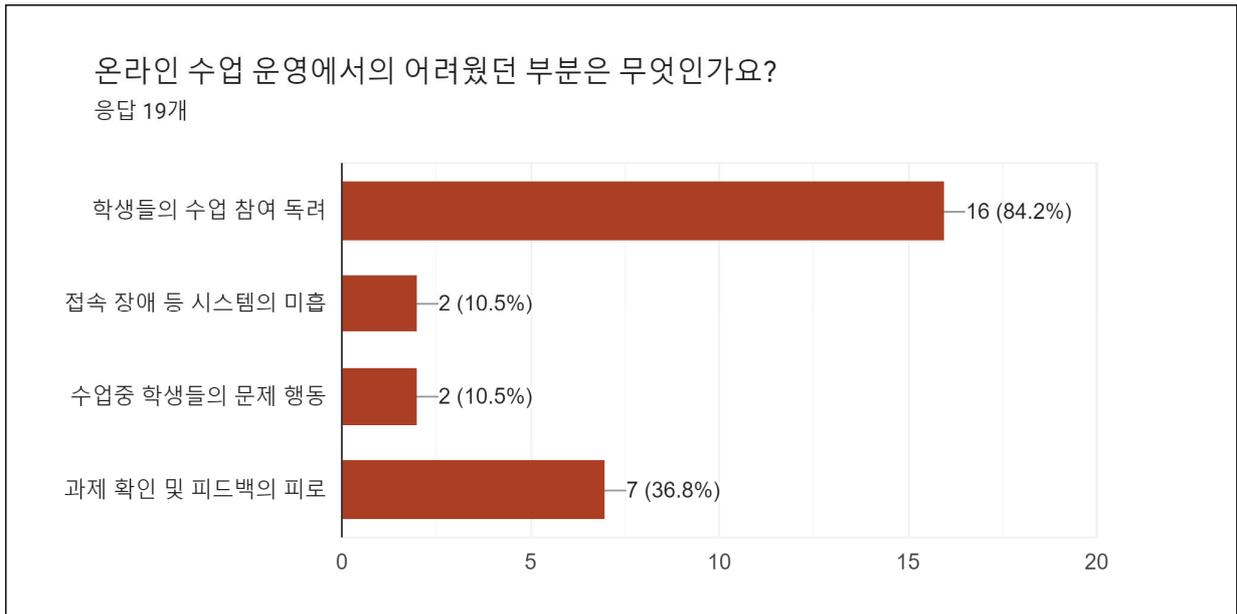


[ 강릉교육청 온라인 수업 연수에서 받은 설문 중에서 ]

온라인 수업 준비에서 어려웠던 부분에 대한 응답인데 가장 많은 비율을 차지하고 있는 것이 수업을 준비하는 도구와 장비에 대한 어려움이였다. 그런데 이렇게 장비를 잘 사용하고 그렇지 않은 부분이 수업의 결과에도 영향을 미쳤기 때문에 일부에서는 장비의 활용 능력이 수업의 질이 되었다는 시각도 있었다.

##### 나. 수업 운영에서의 어려움

수업 준비에서도 어려움이 있었지만 수업 운영 부분에서도 수업 구성 만큼이나 만만치 않은 어려움이 있었다.



[ 강릉교육청 온라인 수업 연수에서 받은 설문 중에서 ]

답이 먼저냐 달같이 먼저냐의 문제처럼 수업이 재미있으면 참여가 쉬울 것이라는 생각을 할 수 있지만 온라인 수업 운영은 학원 강의를 듣는 것처럼 단순히 수업만의 문제가 아니었던 것 같다. 의지가 본래 없었던 아이들까지 온라인 수업 속으로 끌어오는 것이 쉬운 일은 아니라는 것이다. 수업의 질을 높이는 것도 벅찬 상황에 모든 아이들을 온라인 속으로 끌어들이는 또 하나의 일이 생기게 된 것이다.

## 2. 다양한 형태의 온라인 수업 준비

교수 학습 방법의 이론적인 방법을 따라 수업영상을 제작하기 보다 아이들이 보는 수업 영상을 지루하지 않게 다양하게 촬영하는 방법이 필요했다.

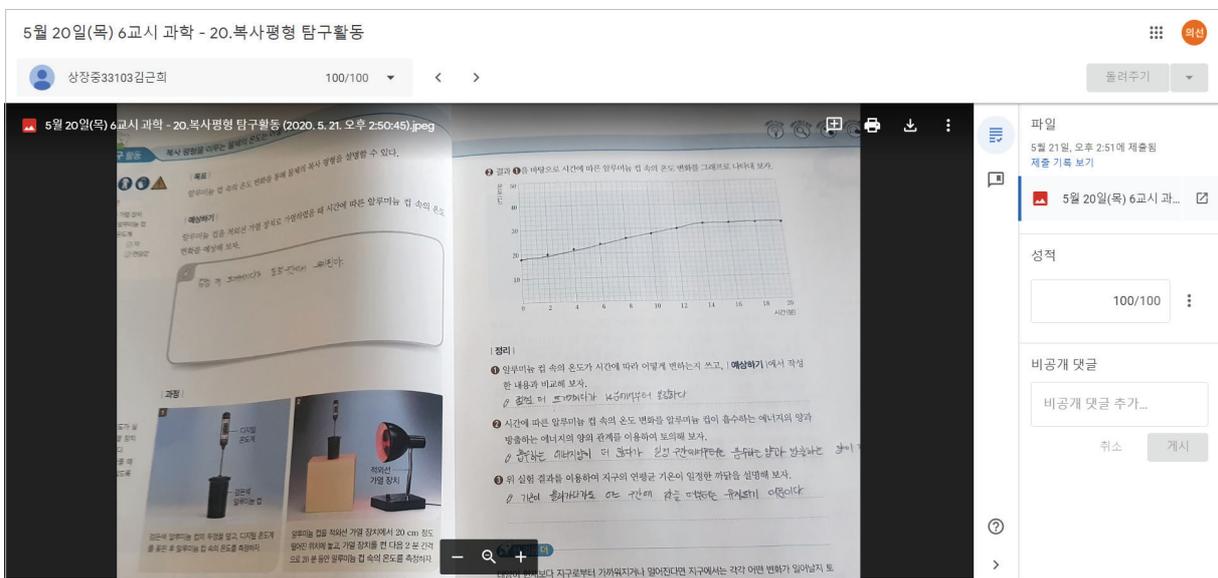


[ 다양한 형태의 수업 영상을 준비 하려는 노력 ]

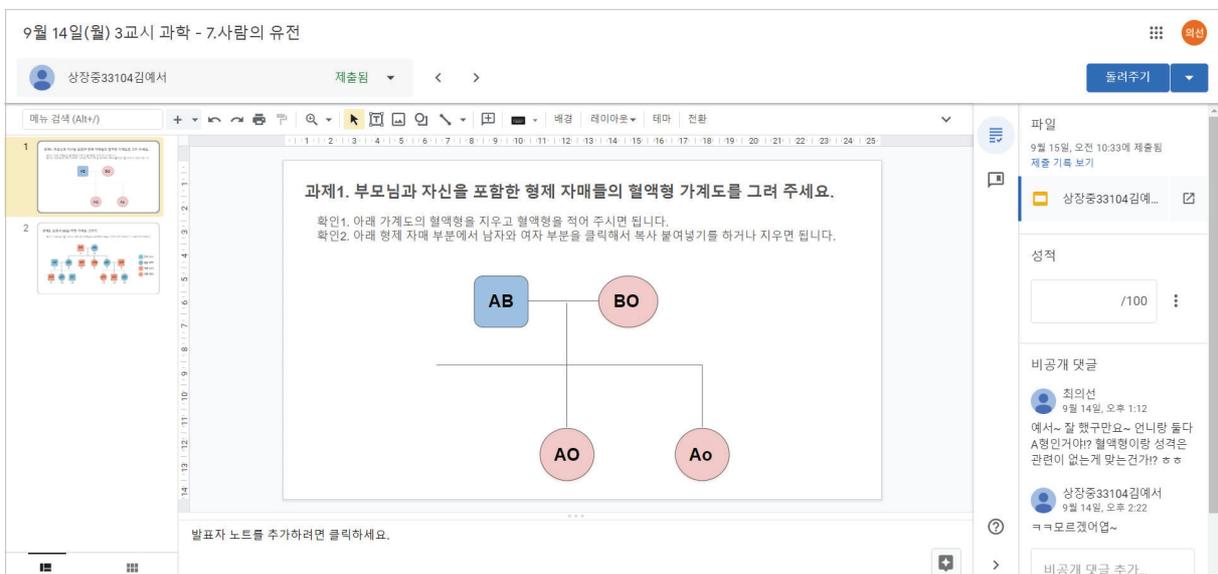
단순하게 영상을 다양하게 촬영하기 보다는 과학에서 중심이 되는 탐구활동을 온라인 상에서 어떻게 실현할수 있을가에 최대한 초점을 맞추었다. 시범실험의 형태라고 생각하고 아이들과 함께 진행하는 탐구활동을 교사가 진행하는 방식으로 수업을 구성하여 운영 하였다. 그런데 이렇게 영상을 준비하는 과정에서 많은 장비가 필요한 것이 아니라 기존에 사용하던 휴대폰과 영상편집 프로그램 정도만 있으면 충분히 준비가 가능했다. 물론 구상을 하고 준비를 하는 과정에서의 시간은 필요한 상황 이었다.

### 3. 탐구활동 과제를 받는 방법

우선 수업은 교과서를 활용하여 진행이 되었기 때문에 교과서의 내용을 휴대폰으로 사진찍어 과제로 제출 받았고, 그 이외의 활동들은 구글문서, 구글설문지, 구글프리젠테이션등을 활용하여 다양한 형태로 과제를 제출 받았다.



[ 구글 클래스룸으로 교과서의 탐구활동 결과를 과제로 받음 ]



[ 구글 클래스룸의 다양한 기능을 활용하여 과제를 제출 받음 ]

### Ⅲ. 함께 가야 할 온라인 수업

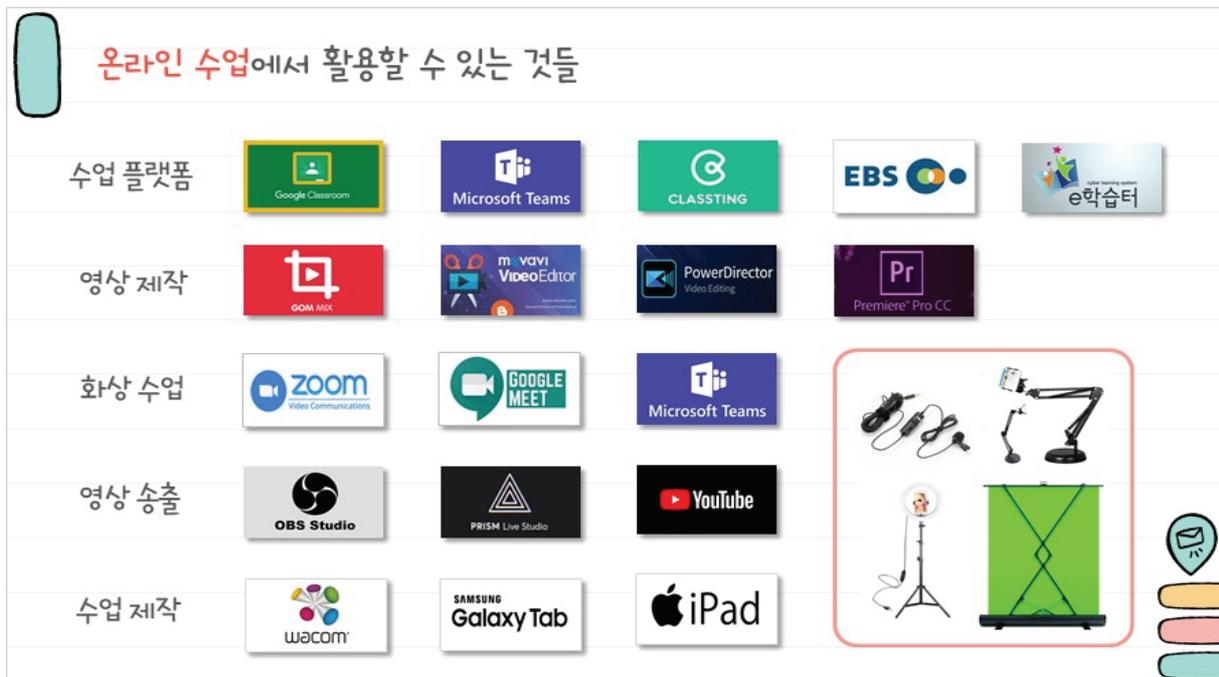
#### (3. 더 좋은 과학 수업을 위해 어떤 도움과 지원이 필요할까?)

##### 1. 온라인 수업의 업그레이드를 위한 노력

온라인 수업은 장기전으로 갈 수 있을 것이라는 전망이 나오고 학생들의 수업 참여를 독려하기 위해서라도 온라인 수업을 다양한 방법으로 업그레이드 해야 하는 상황이 되었다. 그리고 물론 온라인 수업에 활용할 수 있는 여러 가지 장비와 방법이 있겠지만 현실적으로 접근해서 활용 가능한 플랫폼, 장비, 프로그램등을 중에 어떤 것이 학교와 나에게 적합한지 찾아야 한다. 온라인 수업이 이제는 임시적인 형태의 수업이 되어서는 안되는 상황이 되었다.

온라인 연수를 진행하면서 들었던 많은 의견들 중에 크게 2가지로 나뉘는 부분이 있었다. 하나는 장비와 시설을 학교에 다 갖추어 주고 교사는 수업에만 집중하게 해야 온라인 수업이 정상적으로 이루어 질 수 있다는 의견과, 하나는 지금 주어진 상황에서 가능한 범위 내로 교사들이 서로 협력해 가며 문제를 차근차근 해결해 가야 한다는 것이었다. 당연히 두 의견 중 옳고 그름을 가릴 수는 없다. 단지 어떤 방향으로 마음이 더 가고 그러한 방향으로 하고 있느냐의 문제인 것 같았다. 그리고 중요한 것은 마음이 어디로 가야 하는가를 고민하기 앞서 온라인 수업을 당장 진행해야 하는 상황이다.

온라인 수업에 대해 관심을 가지면서 평범하고 일반적인 프로그램 활용 능력을 가진 사람들이 사용할 수 있는 것들을 추려 보았다.



[ 온라인 수업을 위해 활용할 수 있는 것들 ]

대부분이 수업을 위해 제작된 것은 아니지만 위 도구들을 활용하면 우선 가능한 범위 내에서 온라인 수업을 해 나갈 수 있는 상황을 만들어 갈 수 있다. 비용도 충분히 학교에서 충당할 수 있는 부분인 것 같았다. 2021년

에도 온라인 수업이 진행될 수도 있는 상황에서 남은 기간 학교는 어떻게 온라인 수업이 가능한 상태로 준비를 해 나가느냐의 결정을 해야 할 것 같다. 그리고 그러한 결정을 하는데 있어 위에 제시된 자료들이 충분히 도움이 될 것 같다.

우선 수업과 과제를 할 수 있는 공간인 플랫폼을 결정하고 플랫폼 상에서 실시간이나 수업 영상으로 교사가 수업을 구성해 갈 수 있는 방법을 결정해야 할 것이다. 줌으로 하는 실시간 화상 수업이 중요하다고는 하지만 줌 만으로는 수업에 필요한 다양한 것들을 구현해 낼 수 없기 때문에 영상제작 도구나 영상송출 도구를 반드시 활용해야 장기간에 걸친 온라인 수업이 가능해 질 수 있을 것이다. 그리고 너무나 양질의 매체에 익숙해져 있는 아이들이 볼 수 있을 정도로 수업을 만들어 주기 위해 다양한 부수적인 수업 제작 도구들도 활용해야 할 것이다. 이 모든 것을 준비해 줄 때까지 기다릴 것인가 만들어 갈 것인가는 마음과 선택의 문제인 것 같다.

## 2. 온라인 수업이 교육의 위기가 아닌 기회가 되는 방향으로

필자는 81년에 태어나 대한민국에서 초·중·고 그리고 대학교를 졸업했다. 돌이켜 보면 학교를 다니는 동안 다양한 매체의 변화를 경험한 세대인 것 같다. 초등학교때는 궤도를 사용한 수업이 기억이 난다. 그리고 중학교 때에는 칠판 옆 천장 아래 브라운관 TV가 설치되어 있었다. 수업에는 크게 활용하지 않았지만 방학 전에 영화를 보거나 캠페인 비디오 같은 교육자료들을 종종 보았던 기억이 난다. 고등학교때에는 선생님들께서 수업에 오버헤드 프로젝터(OHP)를 많이 사용하셨다. 그때는 OHP가 학교에서 활용할 수 있는 가장 좋은 수업 기자재였던 것 같다. 초·중·고등학교를 다니면서 수업 시간에 주로 활용했던 기자재가 이렇게 변해갔다. 그리고 대학교에 들어가 PPT를 처음 접하게 되었고 대부분의 강의나 발표를 PPT를 활용해서 했던 것 같다. 빔프로젝터가 점점 좋아지면서 이제는 다양한 형태의 빔 프로젝트와 PPT를 활용한 수업이 상당히 오랜 시간 동안 학교뿐 아니라 다양한 현장에서 활용되고 있다. 사실 코로나 사태가 학교에 찾아오기 전까지 PPT를 활용한 수업 이후에는 어떤 방법들로 학교에서 수업을 할까에 대한 고민이 크게 없었던 것 같다.

인터넷과 컴퓨터가 발달하고 다양한 형태의 교육이 만들어 지면서 일반 학교에서도 LMS(학습관리시스템-learning management system)에 대한 관심이 증가하고 있다. 실제로 미국의 경우 학교 자체의 LMS(학습관리시스템)가 있어 홈스쿨링과 같은 제도에 많은 형태로 활용되고 있다고 한다. 우리나라 같은 경우 이러한 것에 관심이 있는 사람들이 조금씩 나서서 수업에서 활용하고 있었다. 그리고 2020년 코로나의 출현으로 학교와 사회에 온라인 학습과 관련된 다양한 문제를 던져 주었고 학교에서는 이 문제를 해결해 가면서 많은 변화가 있었다.

미래에 학교는 어떤 수업을 해야 할까 천천히 고민하고 있었지만 이제 이 고민은 천천히 해야 할 고민이 아니라 지금 당장, 바로 오늘부터 해결해야 하는 과제가 되어 버렸다. 미래의 교육에 대해 조금 더 체계적으로 어떻게 발전해 가야 할까를 고민해 보면 좋겠지만 이제 시간적으로 차근 차근 의견을 모아 해결해야 하는 상황이 아니다. 코로나 사태로 시작된 온라인 수업을 살펴보면 이것이 미래의 학교와 어떻게 연결되어 가면 좋을지를 생각해 보고 바로 반응을 해가야 하는 상황이다. 정답이 무엇인지 모르지만 코로나로 시작된 온라인 수업은 앞으로 학교에서 함께 가야하는 것은 분명하다. 온라인 수업을 하는 동안 많은 변화가 있었다. 그리고 이러한 변화가 교육의 위기가 아닌 기회가 되었으면 하는 바람이다.



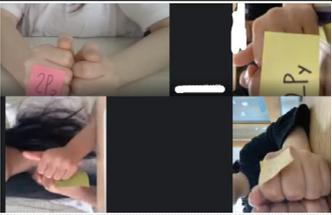
## 과학교사의 성장과 도전에 대한 검토 의견

성수고등학교 박수연

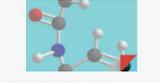
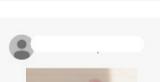
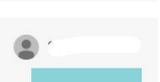
### 1. 요즘 과학 수업은..

온라인 수업: 프로젝트 형식의 과제를 부여하거나 온라인에서 조사 발표 활동을 진행하는 경우와 ppt로 수업을 진행하고 교과서 문제 풀이나 주어진 과제를 해결하는 식의 수업 진행하는 경우가 있으며 실시간 수업을 할 경우 모듈 활동이나 강의식 수업 등 다양하게 수업하며 오히려 대면 등교 수업보다 수업의 장이 넓어짐을 장점으로 삼을 수 있었다. 예를 들어 직접 연필과 색연필로 그리는 수업에서 다양한 이미지 프로그램을 활용하여 높은 질의 산출물을 얻는 새로운 경험을 하고, 다양한 앱(그림을 동영상으로 만드는 stop motion studio, 과학실험 시뮬레이션 앱, 화학연구원, 나사, 항공우주연구원, argo, 기상청 등)을 활용하는 것이 있었다.

<p>구글 슬라이드 과제 예시</p>	<p>구글 슬라이드 과제 예시</p>	<p>구글 설문지 과제 예시</p>
<p>구글 문서 활동 예시</p>	<p>구글 시트 활동 예시</p>	<p>구글 문서 활동 예시</p>
<p>망고보드 인포그래픽 활동 예시</p>	<p>패들렛 활동 수합 예시</p>	<p>PhET 활동 예시</p>

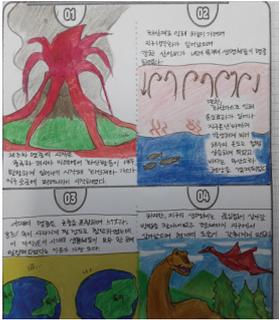
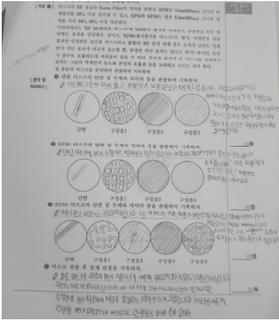



### 구글 행아웃 미트 활동 예시

<p><b>과학 활동지</b></p> <p>1. 가역 반응</p> <p>(1) 반응물이 생성물로 되는 반응</p> <p>(2) 생성물이 반응물로 되는 반응</p> <p>(3) 반응 반응 조건에 따라 생성물과 반응물이 모두 일어날 수 있는 반응</p> <p>▶ 열과 고압의 공존이 세 변화</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>▲ 피어낸 고압의 공존에 불꽃을 붙여라</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>▲ 불꽃을 붙여라던 열과 고압을 빼고도 불꽃이 계속된다</p> </div> </div> $\text{CuCl}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CuCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ <p>▶ 식혀 놓으면 생성</p> $\text{CaCO}_3(s) + \text{H}_2\text{O}(l) \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2(aq)$ <p>▶ 가열하면 생성, 식으면 생성</p> <p>2. 가역 반응</p> <p>▶ 반응의 예: <math>\text{Cl}_2 + \text{O}_2(g) \rightleftharpoons \text{CO}_2(g)</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 금속과 산의 반응: <math>\text{Zn} + 2\text{HCl} \rightleftharpoons \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2</math></li> <li>▶ 염산 생성 반응: <math>\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \rightleftharpoons \text{AgCl} + \text{NaNO}_3</math></li> </ul> <p>3. 가역 반응과 동적 평형</p> <p>(1) 가역 반응에서는 항상 정반응과 역반응이 동시에 진행되므로 반응물이 생성물과 같이 존재한다.</p> <p>(2) 반응 조건이 일정하게 유지되면 정반응 속도와 역반응 속도가 같아져 반응물이 생성물의 농도가 변하지 않는다. → 상태</p>	<div style="display: grid; grid-template-columns: repeat(3, 1fr); gap: 5px;"> <div style="text-align: center;">  <p>(화학1) 4차시 과제 제... 제출함</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>아세트아미노펜.png 제출함</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>첨부파일 2개 제출함</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>20200423_13192424... 제출함</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>첨부파일 2개 제출함</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>20200423_13241783... 제출함</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>첨부파일 2개 제출함</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(화학1) 4차시 과제 제... 늦게 제출함</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Capture+_2020-04-23-... 제출함</p> </div> </div>
--	---

<https://teachermade.com/> 학습지 예시
<https://classroom.google.com> 과제 수합

대면 등교 수업: 실험은 대면 수업에서 개인별로 실시하는 경우가 많으며, 실험 활동의 비율이 평소보다 축소되고 수행평가를 하는 간단한 실험만 실시하며 코로나 19로 인한 거리두기로 인해 학생들 간의 상호작용이 감소하게 되었다. 오히려 대면 등교 수업에서 온라인 수업에서는 활동할 수 있었던 각종 인터넷 기반 활동을 못하면서 강의식 수업 비중이 많아지고 단순해지는 모순이 생겼다.

 <p>4컷 만화 그리기 활동 예시</p>	 <p>실험보고서 활동 예시</p>	 <p>분자모형 만들기 활동 예시</p>
 <p>개별 실험 활동 모습</p>	 <p>개별 활동 자료 예시</p>	 <p>개별 실험 준비물 예시</p>

## 2. 교사들은 요즘 과학 수업을 어떻게 체험하고 있을까?

담임교사로서 주어진 업무를 수행하며 아침에 학급 담임으로 출결을 확인하면서 자고 있는 학생들에게 문자나 전화하고, 연락이 안 되는 경우, 부모님께 연락하면서 하루를 시작했다. 쌍방향 수업의 가장 큰 어려움은 학생들이 수업에 출석하도록 하는 것이다. 학생들이 수업에 출석해야 조별 모둠 수업도 온라인 상에서 할 수 있는데, 제시간에 들어오지 않는 학생들을 찾는데 매 수업 시간마다 많은 시간이 사용되었다.

수업에서 직접 만든 것보다 질 좋은 콘텐츠를 찾아서 youtube에서 ted, 넷서널 지오그래픽, 다양한 유튜버를 찾아 다녔다. 1학년의 과학탐구실험은 일반적인 과학이 많아서 상대적으로 많은 자료를 찾을 수 있었는데, 2학년 일반선택 과목은 전문적인 내용이 있어 영어에 익숙하지 않은 학생들에게 전달하기 쉬운 자료를 찾는데 많은 시간이 들었다. 네이버의 주기율표 원소 관련 동영상<sup>1)</sup>은 학생들에게 반응이 좋았다. 한국화학연구원<sup>2)</sup>의 화학홍보동영상도 아이들이 좋아했다. 화학 1단원에서 학생들이 스스로 활동하는 장을 만들어 줄 수 있는 PhET의 화학반응식 계수 맞추기, 몰농도 활동<sup>3)</sup>을 하고, 2단원에서는 javalab에서 수소 원자의 선 스펙트럼을 살펴보고, 러더퍼드의 실험<sup>4)</sup>을 직접 실시해 보았고, 유튜브에서 오비탈과 보어의 원자모형 관련 동영상<sup>5)</sup>을 찾아 보여주었다. 3단원에서는 분자모형을 직접 만들어 볼 수 있는 molecular constructor 앱<sup>6)</sup>을 설치하여 활동하였다.

나만의 콘텐츠를 만들면서 수업 설명 동영상은 제작하여 유튜브에 일부 공개로 올려 학생들이 활용할 수 있도록 했다. 교사 본인이 나오는 동영상은 처음 수업에서는 만들어 보았으나 부담스러움과 많은 노력이 필요한 것을 깨닫고, 다음 동영상은 교사가 나오는 동영상이 아닌, 교사는 목소리만 나오고 수업 자료가 화면에 나오도록 간단하게 동영상을 제작하였다. 동영상 제작에 출판사에서 주어진 교사용 지도 자료와 펜이 부착된 갤럭시탭을 사용하였다. 동영상 제작에 큰 에너지를 사용하기 보다는 학생들의 활동을 관찰하고 독려하고 피드백 하는데 중점을 두었다. 유튜브의 장점은 동영상을 재생목록별로 분류하여 학생들에게 재생목록을 알려주면 목록별로 다시 보기를 할 수 있는 점이였다. 각 정기고사범위별로 재생목록을 만들고 안내해서 복습에 도움이 되도록 했다.

학생들이 수업에 잘 참여하고 있는지 질문에 대한 답을 위해서는 쌍방향 수업이 필요하다고 생각했다. 구글 클래스룸이 우리 학교의 온라인 수업 플랫폼으로 지정되어 직접 얼굴을 보는 쌍방향 뿐 아니라 학생들이 실시간 활동하고 있는 것을 확인할 수 있었기에 유익했다. 쌍방향이라고 꼭 zoom같은 화상회의 프로그램으로 얼굴을 보이지 않아도 실시간 채팅이나 목소리로도 소통할 수 있다고 생각했다. ebs 온라인 클래스에 서버 용량이 폭주될 때 구글 클래스룸은 안정적으로 작동할 수 있어서 큰 장점이었다. 또한 구글앱이 다양하게 활용될 수 있었다. 구글 문서, 구글 슬라이드, 구글 시트, 구글 행아웃 미팅의 소그룹 활동과 협업이 의미 있었다.

1) <https://tv.naver.com/periodictable>

2) <https://www.kriect.re.kr/>

3) <https://phet.colorado.edu/ko/simulations/browse>

4) [https://javalab.org/rutherford\\_scattering\\_and\\_size\\_of\\_nucleus/](https://javalab.org/rutherford_scattering_and_size_of_nucleus/)

5) <https://youtube/Ya2H3f-ftNE>

6) <https://youtu.be/AzyesdKfeJY>

### 3. 더 좋은 과학 수업을 위해 어떤 도움과 지원이 필요할까?

이번 시기를 겪으면서 혼자만의 힘으로 수업을 위해 노력하는 것보다 협업의 중요성을 인지하게 되었고 내가 만든 자료와 알고 있는 것을 함께 나눌 장이 필요함을 느꼈다. 그러한 장으로 과학교사가 모이는 카페(다음 카페 sedu21, 카카오톡 채팅방, 네이버카페) 활동과 다양한 유튜브 선생님들의 도움(열정김선생<sup>7)</sup>, 양서중 손\*\*<sup>8)</sup>, 미래 교실, 과학교사K<sup>8)</sup> 등)으로 모르는 것을 해결하고 따라하면서 큰 도움을 받을 수 있었다. 살고 있는 지역을 넘어 서서 다양하고 훌륭한 교사를 만날 수 있는 온라인 장을 만드는 것이 필요하다고 생각한다. 좋은 자료를 정리해서 활용할 수 있도록 하는 안정적인 서버가 필요한데 현재는 각 교사가 개인 비용으로 개인 계정을 만들거나 용량을 늘려서 사용하고 공유해 주는 형태(구글 드라이브, 패들렛 등)이므로 이에 대한 지원이 필요하다.

장기적으로는 외국의 공유 플랫폼을 빌려서 사용하는 형태가 아닌 우리나라의 공교육을 위한 공유 플랫폼 개발이 필요하다고 생각한다. 임시로 사용하는 ebs 온라인 클래스와, 구글 클래스룸을 사용하는 수많은 학교의 자료를 한국형 온라인교실로 전환할 필요가 있다. 한번 만들어진 자료를 안내하는 정보 제공형 사이트에서 확장하여 서로 협업으로 학습지를 개선하고 함께 쓸 수 있는 장을 만들고, 한국형 가상 실험 시뮬레이션 사이트를 함께 만들고 제공하는 일 또한 함께 지속되어야 한다.

단순히 노트북을 개별로 사서 가정으로 대여해 주는 방식에서 확장하여 매 수업시간마다 스마트 기기(크롬북 같은 한국형 수업용 컴퓨터)를 사용할 수 있도록 무선 인터넷 환경을 구축하고 전 학생이 수업에 컴퓨터를 사용하는데 어려움이 없도록 시스템을 구축하는 것이 필요하다.

과거보다 해야 할 일이 많아진 만큼 할 수 있는 범위도 넓어져야 한다. 해야 할 일만 많아지고 할 수 있는 일의 범위가 똑같다면 단순 반복만 될 뿐 발전은 어렵다. 저작권 문제로 초기에 커다란 혼란을 겪던 교사에게 저작권이 무엇인지 교육하면서 우리가 만드는 자료가 저작권에 위배되면 어떤 법적 분쟁을 초래하는지와 관련된 교육에 중점을 두는 것만큼, 교육부가 각종 출판사와 협약을 맺어 교과서의 사용에 관해 범위를 늘려주고 보호막을 만들어주는 활동을 하고, 저작권법에 위배되지 않는 자료를 구할 수 있는 구체적인 안내와 위배되지 않는 자료를 만들어 제공해 주는 역할도 하면서 교사를 보호해 주는 울타리가 되어 주기를 바란다. 또한, 교사에 대한 비난과 민원에 대해서 즉각적인 공문으로 지침을 내려 보내기보다, 민원에 다툼의 소지가 있는지 한 번 더 생각해 보는 신중함과 함께, 교원의 입장에서 교육 활동의 어려움으로 치유가 필요한 교원에 대해 세심하게 배려하는 모습을 보이길 희망한다.

7) <https://www.youtube.com/channel/UCGWBAY1kbaj8vTN1sH72kog/featured>

8) <https://www.youtube.com/channel/UCeGSVR15whuMDtkZdUIMlaA>





📍 08826 서울특별시 관악구 관악로 1 서울대학교 사범대학 13동 334호 (신림동)  
✉ [kase@koreascience.org](mailto:kase@koreascience.org)