



## 21세기 과학 교육과정 개혁 논리로서의 과학적 소양 및 핵심 역량 담론 비교 연구

이경건, 홍훈기\*  
서울대학교

### A Comparative Study of Scientific Literacy and Core Competence Discourses as Rationales for the 21<sup>st</sup> Century Science Curriculum Reform

Gyeong-Geon Lee, Hun-Gi Hong\*  
Seoul National University

#### ARTICLE INFO

##### Article history:

Received 29 November 2021

Received in revised form

5 January 2022

Accepted 7 January 2022

##### Keywords:

scientific literacy,  
core competence, science  
curriculum, 21<sup>st</sup> century  
curriculum, 2022 Revised  
National Curriculum

#### ABSTRACT

The two most influential rationales for the 21<sup>st</sup> century science curriculum reform can be said to be core competence and scientific literacy. However, the relationship between the two has not been scrutinized but remained speculative – and this has made the harmonization of the general guideline and subject-matter curriculum difficult in Korean national curriculum system. This study compares the two discourses to derive implications for future science curriculum development. This study took a literature research approach. In chapter II, national curriculum or standards, position papers, and research articles were reviewed to delineate the historical development of the discourses. In chapter III and IV, the intersections of those two discourses are delineated. In chapter III, the commonalities of the two discourses are explicated with regard to crisis rhetoric, multi-faceted meanings (individual, community, and global aspects), organization of subject-matter content and teaching and learning method, and the role of high-stake exams. In chapter IV, their respective strengths and weaknesses are juxtaposed. In chapter V, it is suggested that understanding scientific literacy and core competence discourses to have a family resemblance as 21<sup>st</sup> century science curriculum reform rationale, after Wittgenstein and Kuhn. Finally, the ways to resolve the conflict between the two ideas from the general guideline and subject-matter curriculum over crisis rhetoric were explored.

### 1. 21세기 과학 교육과정 개혁의 두 논리

교육은 세계 안에서 살아가는 인간을 더 나은 존재로서 형성해나가고자 하는 지향을 갖는다(Cho, 1997). 그러므로 세계상과 인간상은 교육의 목표, 내용, 방법, 평가를 규정하는 근거가 된다. 그런데 시간이 흐름에 따라 우리가 살아가고 또 그러가는 세계상이 달라지며(DeBoer, 2000; Hurd, 1998), 교육을 통해 길러내고자 하는 인간상 또한 달라진다. 결과적으로 교육의 목표, 내용, 방법, 평가를 계획하는 논리는 끊임없이 새로운 옷을 입는다. 교육의 거시적 맥락으로서의 21세기가 단순히 물리적인 시간대를 지칭하는 데 머물지 않는 이유가 여기에 있다. 21세기는 교통·운송 수단의 발달, 정보통신 기술과 사회적 매체의 발달, 인공지능의 급격한 성능 향상, 다문화화, 초국가적 정치체제 및 기업의 영향력 증대, 기후변화의 지속 등으로 인하여 즉각적인 시간상과 지구적인 공간성을 지닌다(OECD, 2019a; KMOE, 2021; cf. Hodson, 2003). 이러한 21세기는 ‘빠르게 변화해가는’ 세계이자, 20세기까지의 산업사회와는 달리 미래에 대한 예측가능성이 현저히 떨어지는 ‘불확실한’(uncertain) 세계이다(cf. Hodson, 2003; Sinnema & Aitken, 2013, p. 144; So, 2017, pp. 146-149; Lee, 2018; OECD, 2019a; KMOE, 2021). 이러한 이해 하에, 21세기를

배경으로 삼는 교육과정 개혁(reform)의 논리들은 학생들이 미래사회에서 살아가면서 피동적인 방관자가 아니라 자신들에게 주어진 상황 또는 구조 안에서의 능동적인 행위자(agent)이자 책임 있는 민주사회 시민이 되어야 함을 강조한다(OECD, 2019a; cf. Hodson, 2003; KMOE, 2021; Biesta & Priestley, 2013). 그리고 이를 위해서 ‘단순히 지식만을 주입하는 것이 아니라’ 학생들이 실생활에서 무언가를 해낼 수 있도록 하는 연관성(relevance)이 강조된 교육과정이 요구된다(Stuckey *et al.*, 2013; Biesta & Priestley, 2013, pp. 40-41; OECD, 2019a). 이 때 과학기술의 빠른 발달은 미래사회의 변화를 촉발하여 학생들의 삶을 모양지우면서도(OECD, 2019a) 동시에 세계에 대한 상대적으로 안정적인 지식이라는 점에서 미래사회에서 학생들의 삶을 도울 수 있는 것으로 이해되므로(Lee, Han *et al.*, 2019), 학생들에게 과학을 가르치는 일이 21세기 교육과정 개혁 담론들에서 중요하게 여겨진다(cf. OECD, 2019a).

#### 1. 핵심 역량과 과학적 소양: 총론과 각론의 이념

21세기 교육과정 개혁 논리로서 근래 가장 주목을 받는 것은 역량 기반 교육과정(competence-based curriculum)이라고 할 수 있다.<sup>1)</sup> 역

\* 교신저자 : 홍훈기 (hghong@snu.ac.kr)  
http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2022.42.1.1

1) 2021년 10월 현재, 2022 개정 교육과정이 ‘역량기반’보다는 ‘역량함양’이라는 용어를 사용하며 개발되고 있는 것으로 보인다. 하지만 본 연구에서는

량 개념을 단일하게 정의하기란 후술할 바와 같이 결코 쉬운 일이 아니나, 이를 가능한대로 간략히 제시하자면 “바람직한 개인의 발달과 잘삶(well-being), 그리고 문화와 사회를 융성하게” 하려는 “복합적인 요구를 충족시키기 위한 지식, 기능, 태도와 가치의 동원”(the mobilisation of knowledge, skills, attitudes and values to meet complex demands) 정도로 이야기할 수 있다(OECD, 2019a, p. 109). 이러한 역량기반 교육과정의 정신은 1960년대부터 존재하여왔다고 할 수 있으나(Hodge, 2007), 21세기 들어 OECD라는 국제기구가 이를 재부각하는 주제로 등장함으로써(OECD, 2005; 2019a) 그것이 21세기 교육과정 개혁의 총론적 이념으로서 지구적인 영향력을 발휘하게 되었다. 우리나라에서도 2009 개정 교육과정에서 역량 개념이 언급되기 시작하였으며, 2015 개정 교육과정은 보다 본격적으로 ‘역량기반’(competence-based) 교육과정을 표방하였고, 2022 개정 교육과정 또한 ‘역량함양’(competence-fostering) 교육과정을 표방하며 총론 및 과학과를 비롯한 각론 수준에서 개발되고 있는 상황이다(KMOE, 2021; Shin, 2021; Hwang, 2021; Ohn, 2021).

그러나 다소 이상주의적으로 흐르는 경향이 있는 총론적 이념이 교과 교육과정의 각론적 실제에 적용되기까지는 적지 않은 노력이 필요하며, 총론과 각론 간의 괴리라는 문제가 우리나라 국가 교육과정 개정 시기마다 제기되어 왔다. 예컨대, 교육과정의 총론적 이념은 교과 내용을 조직하는 방법을 새롭게 제시하는 경우가 있으나 과학 교과 지식은 역사적으로 형성된 체계성, 위계성, 안정성을 지닐 수 있으므로 이를 새롭게 조직하거나 재구성하기란 쉬운 일이 아님을 쉽게 떠올려볼 수 있다. 그런데 과학 교육과정이 총론적 이념과 발맞추어 나가기 쉽지 않은 이유는 이러한 교과 지식의 구조 측면에만 머물지 않는다. 오히려, 과학 교육과정의 경우 교육과정을 구성하는 고유한 논리가 내재적으로 형성 및 발전하여 왔다는 점에 주목할 필요가 있다.

1950년대 이후 과학교육의 목적은 과학적 소양(scientific literacy)이라는 내재적 담론<sup>2)</sup> 하에 정리되어 왔으며(cf. Lang *et al.*, 2006), 과학 교육과정 개혁 및 구성의 논리 또한 이를 최대의 명분이자 이념으로 삼아 왔다(Hurd, 1958; Ryder & Banner, 2013; Millar & Osborne, 1998; DeBoer, 2000; KMOE, 2015b; KMOE, KMOSCIT, & KOFAC, 2019). 과학적 소양 역시 단일하게 정의하기란 거의 불가능에 가까우나(DeBoer, 2000; Roberts, 2007), 그것을 지닌 사람은 “과학적 개념, 과정적 기술, 그리고 가치를 일상에서 다른 사람 및 그가 처한 환경과 상호작용하면서 일상적인 의사결정을 내리는 데 사용하며”(uses science concepts, process skills, and values in making everyday decisions as he interacts with other people and with his environment) “과학, 기술, 그리고 사회적이고 경제적인 발달을 포함하는 사회의 다른 분야들 간의 상호관계를 이해”(NSTA, 1971, pp.

47-48; DeBoer, 2000, p. 488에서 재인용)할 것으로 상정되었다는 점을 언급할 만하다. 이처럼, 핵심 역량과 과학적 소양 모두가 학생의 지식, 기능, 태도와 가치, 일상생활에서의 문제를 해결하기 위하여 그것들을 활용하는 일 등을 두루 함의하고 있다는 점이 명백하다. 후에 상세히 논의할 바와 같이 핵심 역량과 과학적 소양 담론이 지향하는 교육 목표나 그 의미의 층위들은 매우 유사하며, 과학 교육과정의 개발 원리로서 양쪽이 동시에 활용될 수 있다.

예컨대, 2015 개정 과학과 교육과정에는 교육 목표로서의 과학적 소양과 핵심 역량에 대한 언급이 동시에 이루어졌던 바 있다(KMOE, 2015b). 과학 교육과정에서는 9학년까지의 공통 과학 및 ‘통합과학’ 등 10학년 이후의 대다수 교과의 성격이 “과학적 소양” 혹은 해당 교과와 관련한 “기초 소양”을 기르는 데 있다고 설명하고 있다. 특히, 개별 교과의 목표에서는 예외 없이 “[해당 교과] 핵심 개념에 대한 이해와 탐구 능력의 함양을 통하여, 개인과 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결하기 위한 과학적 소양을 기른다”는데 준하는 서술이 제시되어 있다. 이와 함께 과학 교과 역량이 교과의 성격 중 교수학습 및 지도의 차원에서 “과학과 핵심 역량을 함양하도록 한다”는 방식으로서 주로 “탐구 능력”과 연결되며 제시되고 있는 것이다. 이는 비단 우리나라에서만 나타난 현상이 아니다. Yao & Guo (2018) 또한 21세기 중국의 과학 교육과정 개혁에서 핵심 역량과 과학적 소양(core competences and scientific literacy)이 주요한 원리로서 작동하였음을 상세히 논한 바 있다. 곧, 과학적 소양과 핵심 역량은 21세기 과학 교육과정에서 추구하여야 할 두 가지 교육 목표이자 교육과정의 구성 원리로서 이해되어 온 면이 있으며(cf. Lee, Han *et al.*, 2019), 2022 개정 과학과 교육과정 또한 ‘역량함양 교육과정’이면서 동시에 “과학의 기초 내용에 대한 학습과 과학탐구 활동의 경험을 통해 과학적 소양 함양”을 이루는 교육과정으로서 개발되고 있다(Shin, 2021).

## 2. 개념의 유사성과 관계 설정의 문제

그런데 위에서 살펴보았듯이 과학적 소양과 과학 역량 모두가 비슷한 의미 층위를 지니면서 21세기 과학 교육과정의 개혁 논리로 작용할 수 있다면, 이들 간의 관계를 어떻게 설정할 것인가 하는 문제를 고찰해보아야 한다. 그래야만이 역량함양 교육과정이라는 총론적 기초 하에 개발되고 있는 2022 개정 교육과정 및 향후 우리나라 국가 교육과정에서 각론의 과학과 교육과정이 이론적 혼란 없이 개발 및 실행될 방향성을 모색할 수 있기 때문이다. 앞으로의 과학 교육과정은 지금까지와 같이 과학적 소양을 목표로 하여 개발하면 되는가? 그렇지 않다면 핵심 역량을 기반으로 하는 교육과정의 모습으로 탈바꿈해야 하는가? 이 둘은 서로 별개인가? 만약 그렇지 않다면 서로 상충되는 것인가? 이러한 질문에 답하기 위하여, 양자 간의 관계에 대해서 잠정적으로 다음과 같은 3가지 경우를 상정해볼 수 있을 것이다.

### 가. 핵심 역량이 과학적 소양의 상위 범주라고 보는 입장

총론적이고 일반적인 수준에서 핵심 역량을 도입하고자 하는 문헌들에서 이러한 사례가 발견된다. OECD (2001)는 Programme for International Student Assessment (PISA) 2000과 관련하여 과학적 소양이 “과학과 기술이 삶을 모양지우는(shape) 세계 안에서 과학적으로

지금까지 대다수의 국내 연구문헌 및 2015 개정 교육과정 시기에 널리 사용되어 온 면이 있는 ‘역량기반’이라는 용어를 주로 사용하도록 하겠다. 다만, 2022 개정 교육과정 개발이라는 맥락 하에서는 ‘역량함양’이라는 용어를 사용한다. 한편 전자는 ‘competence(-y)-based’의 번역어임이 분명하나, 후자의 경우 우리나라 2022 개정 교육과정의 개발 맥락에서 새롭게 제안하고 있는 용어라고 할 수 있다. 그러므로 본 연구자들이 필요하다고 여길 때에만 이를 ‘competence(-y)-fostering’이라고 표현하여 보았다.

2) 본 연구에서 사용하는 ‘담론’(discourse)이라는 용어는 관련 개념을 둘러싼 연구문헌 및 정책문서들의 내용과 함의를 총칭한다. 이를 Foucault적인 의미를 살리기 위한 의도에서 사용한 것은 아니다.

로 사고하는 능력(ability)”이자, “과학적 지식을 사용하여 문제를 규명하고 증거-기반의 결론을 도출하여, 자연 세계 및 그에 대해 인간 활동으로 만들어지는 변화를 이해하고 의사결정을 돕는 능력(capacity)”이라고 정의한다(p. 23). 이러한 과학적 소양은 학생들이 과학적 개념(scientific concepts)과 과학적 과정(scientific processes)을 과학적 상황(scientific situation)에서 사용하는 과정을 통해 함양할 수 있다(p. 24). 그런데 과학적 소양은 과학자뿐만 아니라 모든 시민들에게 필요한 것인 만큼, “과학적 소양을 삶을 위한 일반 역량(general competency)의 하나로서 포함하는 일이 갈수록 증가하고 있는 과학적이고 공학적인 질문의 중심성(centrality)을 반영한다”는 것이다(p. 24).

그런가 하면, Research Group of the Core Competences for Chinese Students' Development (2016)는 중국 학생들의 핵심 역량 함양을 위한 교육과정 개혁 프로젝트에서 인민의 완전한 발달(full development of people)을 위해 필요한 토대적 소양(fundamental literacy) 중 하나로서의 과학적 소양을 제시하여(Yao & Guo, 2016, p. 1919에서 재인용), 이것들이 핵심 역량 항목 중의 하나라는 이해를 드러내었다. Lottero-Perdue & Brickhouse (2002) 또한 개인들이 직장에서 수행하는 활동들은 과학적 소양 검사들에서 요구하는 최소한의 요구조건들을 훨씬 뛰어넘는(far exceeds) 과학적 추론 역량을 보여준다고 하여, 이에 준하는 인식을 드러내고 있다.

#### 나. 과학적 소양이 핵심 역량의 상위 범주라고 보는 입장

적지 않은 과학교육학자들은 이러한 입장에서 서 있다. Millar & Osborne (1998)은 *Beyond 2000: Science education for the future*에서 대중들이 매체에 등장하는 과학 관련 기사들을 읽고, 과학의 진보에 관한 TV 프로그램을 흥미를 갖고 따라가고, 그들이 갈수록 직면하게 될 중요한 사회적이고 윤리적인 쟁점들에 관해 의견을 제시할 수 있을 만큼 과학적이고 공학적인 것들에 편안함을 느끼고(comfortable), 역량을 지니고(competent), 자신감 있게(confident) 되도록 함이 과학적 소양의 달성이자 과학 교육과정의 목표 중 하나(aims of the science curriculum)라고 하였다(p. 12). Laugksch (2000)는 당시까지의 과학적 소양 개념을 정리하면서, 과학적으로 “소양 있다”(literate)는 말이 과학을 “배운”, 과학 “역량을 갖춘”(competent), “소비자와 시민으로서 최소한의 기능을 할 수 있는” 사람이라는 3가지 해석을 함의한다고 하였다.

한편, 일련의 PISA 2006을 통해 PISA 프로젝트 내에서 과학적 소양에 대한 이해를 확장하였던 OECD (2006)는 과학적 소양에 대한 과학교육학자들의 견해를 상당수 인용하며(e.g., Millar & Osborne, 1998) 과학적 소양이 과학교육의 목표를 대표하는 것으로 여겨짐을 인정한다(p. 22). 이와 함께, “종합적으로, 과학적 역량(scientific competencies)은 그 정의의 핵심상 과학적 소양을 위한 토대와 PISA 2006 과학 평가의 목적을 특징짓는다”고 명시하였다(p. 22). 결과적으로, PISA 2006에서 이해한 과학적 소양은 맥락(context), 지식(knowledge), 역량(competencies), 태도(attitude)라는 “상호연관된 4개의 측면들로 구성되어 있다고 특징지어질 수 있다”(p. 25). 그런가 하면 PISA 2015 및 2018에서는 과학적 소양이 “현상을 과학적으로 설명하기”(explaining phenomena scientifically), “과학적 탐구를 평가하고 설계하기”(evaluating and designing scientific enquiry), 그리고

“데이터와 증거를 과학적으로 해석하기”(interpreting data and evidence scientifically)의 3가지 역량으로 구성되었다고 파악하였다(OECD, 2017, pp. 20-24; 2019b, pp. 98-99)

국내 과학교육학자들 또한 이러한 이해를 바탕에 둔 연구를 보고하여 왔다. Choi *et al.* (2011)은 21세기 한국을 위한 과학적 소양의 다섯 가지 차원 중 하나로서 마음의 습관(habits of mind)을 들었는데, 이는 개인적, 공동체적, 지구적 문제를 협력적으로 풀어나가는 역량으로서 정의되었다. Park (2016)도 역량이 적절성(relevance) 및 범위(scope)와 함께 과학적 소양을 구성하는 3개의 축 중 하나라는 과학적 소양 모델을 제시하였다. Jeon *et al.* (2017)은 ‘미래 사회 한국인의 과학소양에 대한 요구 분석’ 과정에서 과학소양 정의에 과학과 핵심 역량을 포함하였다. 이러한 이해가 가장 두드러지는 공식 문서는 ‘미래세대 과학교육표준’ (Korean Science Education Standards for the Next Generation; KSES; KMOE, KMOSCIT, & KOFAC, 2019)이다. KSES에서는 “과학적 소양 나무(ToSL: Tree of Scientific Literacy) 모형”이라는 개념적 틀 하에서 과학교육 체계를 제시하고 있다(p. 10). ToSL에서는 과학적 소양을 “과학 관련 역량과 지식을 지니고 개인과 사회의 문제해결에 민주시민으로서 참여하고 실천하는 태도와 능력”으로 정의함으로써, 과학 역량, 지식, 참여와 실천이 종합되어 나타나는 것이 과학교육의 궁극적 목표로서의 과학적 소양이라고 제시하였다. 여기서, 역량이 지식이라든지 참여와 실천과 구별되어 제시되어 있다는 점에 주목할 만하다. 이는 역량이 “능력”(p. 12) 혹은 기능과 동의어로서 협의로 이해되고 있음을 방증한다.

#### 다. 과학적 소양과 핵심 역량이 사실상 같다고 보는 입장

양자를 교호적으로 사용하는 문헌들은 이러한 이해를 바탕에 두고 있다고 볼 수 있다. 예컨대, OECD (2000)에 따르면 “수학적으로, 과학적으로, 또한 공학적으로 “소양 있는”(literate) 시민들을 양성하는 일은 기본적인 수준의 성인 읽기 및 쓰기 역량을 달성해야 한다는 주장과 매우 유사(very similar)” (p. 9)하게 비추어진다. OECD (2000)에서 수학적 소양(mathematical literacy)이 수학적 역량(mathematical competencies)과 사실상 같은 것으로 제시되었다는 점(p. 13) 또한 그 안에서 과학적 소양과 과학 역량이 사실상 같은 것으로 이해되고 있었음을 방증한다. Harlen (2001)은 PISA 2000에 관한 논의에서 과학적 ‘소양’(literacy)이라는 용어는 일반 역량(general competence)을 의미하는 것으로서 메타포적으로 이해될 수 있다고 하였다(p. 87).

이와 유사하게, Hurd (1998)는 과학/공학 정보를 적합하게 활용할 줄 아는 인지적 역량(cognitive competencies)의 정도가 학생들이 과학적 소양을 지녔는지 여부를 결정한다고 보았다. 그러면서도 과학적 소양의 관념은 “사회적으로 책임을 지고 역량 있는 시민”(a socially responsible and competent citizen)을 기르기 위한 맥락들에 이식되어야 하며(p. 9), “과학적 소양은 개인적인, 사회적인, 정치적인, 경제적 문제들, 그리고 개인이 삶에서 만나게 될 이슈들과의 관계 속에서의 과학에 대한 합리적인 사고를 위해 요구되는 시민 역량(civic competency)으로 보인다”고 하였다(p. 10). Kortland (2002)는 과학적 소양을 위한 문제-제기 접근 교수법을 제안하면서, 포장 쓰레기의 사용 및 처리라는 문제 상황에서 학생들의 ‘의사결정 역량’(decision-making competency)을 사실상 과학적 소양과 동의어로 사용하였던

바 있다. Sadler & Zeidler (2009)는 PISA 2006의 온실효과 관련 개방형 문항에서 과학적 증거 사용(using scientific evidence) 역량을 측정하였던 것이 과학적 소양 및 과학관련 사회 담론에 대한 그들의 신념과 가장 부합한다고 평가하였다. 그런가 하면 Mun *et al.* (2015) 또한 호주, 중국, 한국 중학생들의 21세기 ‘글로벌 과학적 소양’(global scientific literacy) 검사에 기반한 국제비교연구를 수행하면서 이것이 곧 각국의 학생들이 어떻게 자신의 역량들을 인지하고 있는지를 평가한 것이라고 하였으며, 동시에 ‘글로벌 과학적 소양 역량’(global scientific literacy competencies)이라는 용어를 사용하기도 하였다.

### 3. 연구의 필요성

위에서 살펴보았듯, 선행 문헌만을 기반으로 과학적 소양과 핵심 역량의 관계에 대하여 명확한 답을 내리기는 어렵다. 선행 문헌들은 과학적 소양과 핵심 역량의 관계를 직접적인 연구 주제로 삼기보다는, 각자가 관여하는 담론의 내적 입장에서 다른 담론을 언급하는 정도에 그친 경우가 많았기 때문이다. 하지만 OECD (2006)는 PISA에서 개념화한 과학적 “소양”(literacy)과 Definition and Selection of Competencies (DeSeCo)에서 정의한 “역량”(competency)이 모두 지식(knowledge), 기능(skill), 태도(attitude)와 가치(value)를 포함한다는 면에서 서로 “비교할 만하다”(can be compared)는 점을 이미 제안하고 있었다(p. 44). Fensham (2007) 역시 당시의 시점에서 PISA에 의하여 점차 주목받고 있는 과학 역량 개념이 과학적 소양에 대한 새로운 도전과 가능성이라고 이해하며, 이에 관한 추후 연구를 제안하였다. Park *et al.* (2019) 또한 과학 역량 모델을 제안하고 이를 과학 교육과정에 적용할 방향을 탐색하면서, 그것과 기존에 과학 교육과정의 구성 원리로서 작용하여 온 과학적 소양과의 관계에 대한 논의가 필요하다고 하였다(p. 217). 곧, 과학적 소양과 핵심 역량 담론을 비교하여 이들 간의 관계를 상세히 논의하는 데 천착하는 연구가 요구되었던 것이다. 하지만, 국내외를 막론하고 지금까지 과학교육계에서 그러한 작업이 실제로 이루어진 사례는 매우 드물었던 것으로 보인다. 이에, 본 연구는 21세기 과학 교육과정 개혁 논리로서의 과학적 소양 및 핵심 역량 담론을 비교하여 향후 우리나라 과학 교육과정 개정에 대한 시사점을 제공하고자 하였다.

### 4. 연구의 방법 및 구성

본 연구는 문헌 연구 방법을 취하였다. 이에 과학적 소양 및 핵심 역량 담론들을 구성해온 주요 연구 문헌들과 정책 보고서들을 두루 참조하였다. 과학교육계 내재적으로 발전하여 온 면이 있는 과학적 소양의 특성상 이와 관련된 주요 문헌들은 학자들의 저작이나 연구 문헌이 상대적으로 많은 비율을 차지하였으며, 2000년대 이후 OECD에 의하여 주도되어 온 면이 있는 핵심 역량 담론의 특성상 이와 관련된 주요 문헌들은 DeSeCo 및 Education 2030 프로젝트와 연관된 정책 보고서들이 많은 비율을 차지하였다. 다만 2000년부터 시작해 3년마다 국제비교평가로서 시행되어 온 OECD의 PISA는 읽기 소양(reading literacy), 수학적 소양(mathematical literacy), 그리고 과학적 소양(scientific literacy)이라는 평가 요소를 유지하여 왔으면서도, 2006년 시기부터는 이를 역량이라는 틀 하에서 이해하고 있다. 곧,

과학적 소양과 핵심 역량 모두를 개념화하여 평가하고 있는 PISA 관련 문헌들 또한 주요하게 참조하였다. 한편으로 우리나라에서 과학적 소양 및 핵심 역량 관련 담론이 어떻게 전개되었는가를 살펴보기 위하여 2009 및 2015 개정 교육과정을 비롯한 국가수준 교육과정 문서들과 함께 교육부와 한국교육과정평가원과 한국교육개발원 등의 기관에서 발행한 보고서를 상당수 직간접적으로 참조하였다.

II장에서는 먼저 과학적 소양 및 핵심 역량 담론들이 역사적으로 형성되고 정교화되어 온 과정을 돌아본다. 여기서 2000년대 초반부터 담론의 전개 양상을 크게 달라지게 한 OECD의 역할에 주목할 것이다. 그리고 국내에서 해당 담론들이 어떻게 해석 및 수용되어왔는가에 또한 살펴본다. III장과 IV장에서는 과학적 소양과 핵심 역량 담론의 교차를 살펴본다. 우선 III장에서는 양자가 20세기 중반 이후 서로 유사한 역사적 사건들에 대한 위기 레토릭(crisis rhetoric)을 힘입어 등장하였음을 지적하고, 양자 모두가 학생 개인 차원(지식/기능/태도와 가치, 행위주체성과 존재론), 사회적 차원(지역사회 및 민주사회), 지구적 차원(세계시민성과 지구환경보전)을 고려함으로써 공통점으로서의 다층성을 고려하고 있다는 점을 보인다. 이들은 또한 실생활 연관성, 문제 중심의 학습, 간학문적 교과 구성, 빅 아이디어 중심성과 백워드 설계, 해석적 순환 등 교과 내용 조직의 논리 및 교과 학습 방법의 측면에서도 유사성을 지니며, 고부담 평가가 이러한 담론들의 전개에 기여한다는 점 역시 제시될 것이다. IV장에서는 과학적 소양과 핵심 역량 담론 각각이 과학 교육과정 개혁에 대하여 제공할 수 있는 차별화된 강점과 또 약점을 살펴보고 비교할 것이다. V장에서는 III장과 IV장에서의 논의를 후기 Wittgenstein과 Kuhn의 관점에서 바라볼 때 과학적 소양과 핵심 역량을 21세기 과학 교육과정 개혁 논리로서의 가족유사성을 지니는 언어로 이해할 수 있다고 제안한다. 그리고 향후의 과학 교육과정 개정이 과학적 소양이라는 내재적 접근을 포기하지 않으면서도 역량기반 교육과정의 논리로부터 전유하여야 할 요소는 무엇인지를 다시 한 번 정리하고자 한다.

### 5. 연구의 한계점

본 연구는 21세기 과학 교육과정 개혁 논리로서의 과학적 소양 및 핵심 역량 담론을 비교하는 데 초점을 둔다. 그런데 각각의 담론 규모가 상당히 큰 편이므로, 그와 관련된 대표적인 문헌들을 인용하되 모든 문헌을 연구에서 인용할 수는 없었다. 또한 여러 문헌들에서 정의한 각 용어의 의미 간에 어떠한 세부적인 차이 있는지에 대하여는 상세히 논하지 않는다. 한편, 본 연구에서는 핵심 역량을 영역-일반적인(domain-general) 역량과 영역-특수적인(domain-specific) 역량으로 나누어 생각할 수 있다는 점을 인지하면서도(Han *et al.*, 2018; Willbergh, 2015; KMOE, 2015a; 2015b), 양자를 용어상 엄밀하게 구별하지는 않는다(e.g., OECD, 2009). 과학과 교육과정을 염두에 두고 관련 문헌들을 포괄적으로 검토한다는 점에서 본 연구는 과학 교과 역량을 중점적으로 살펴보지만, 역량기반 교육과정 전반의 경향이 영역-일반적인 핵심 역량으로 향하여 있음도 사실이며(Willbergh, 2015; OECD, 2005; 2019a) 핵심 역량 담론의 주요 논지를 살펴보기 위해서는 총론적 수준에서의 논의를 참조할 필요가 있다. 영역-일반적인 핵심 역량과 영역-특수적인 교과 역량 간의 관계는 후속 연구의 주제로 남겨두고자 한다(cf. Lee, Park *et al.*, 2019). 이와 유사하게,

과학적 소양(scientific literacy)과 과학 소양(science literacy)의 구분 이라든지(Roberts, 2007) ‘competence’와 ‘competency’의 구분 등의 문제도 본 연구에서는 상세히 논하지 않는다. 마지막으로, 본 연구는 되도록 과학이라는 학문 또는 교과에 초점을 두되 그것이 공학(engineering) 또는 기술(technology)과 갖는 차이점을 엄밀히 따지지는 않으며, 수학(mathematics) 교과에 대한 논의 역시 부분적으로 참조할 것이다. 곧, 본 연구에서 인용한 문헌들에서 이루어진 STEM의 각 분야 소양에 걸친 논의들은 모두 어느 정도 과학과 교육과정에 대하여 갖는 함의가 있다고 여긴다. 이처럼 본 연구는 일말의 한계 안에서 이루어지지만, 그럼에도 불구하고 향후 과학 교육과정 개발에 작지 않은 함의를 지니는 이론적 작업이 될 수 있을 것이다.

## II. 과학적 소양 및 핵심 역량 담론의 역사적 전개

본 장에서는 과학적 소양 및 핵심 역량 담론의 역사적 전개를 살펴본다. 다만, 여러 문헌에서 정의한 각각의 의미를 살펴보는 일은 본고의 논지 전개상 필요한 각 부분에서 이루어지며, 본 장에서는 해당 담론들이 시기적으로 보인 특징 및 국내 수용 과정을 짚어보는 일에 더욱 중점을 둔다.

### 1. 과학적 소양

Hurd (1998)는 1600년대에 근대 과학이 출발하면서부터 지금까지 학문으로서의 과학을 학생들의 생활세계에 연결해야 한다는 관심이 지속적으로 있어 왔다고 하였다. 현대적 의미에서 과학 교육과정 구성 논리로서의 과학적 소양이 제안되기 시작한 것은 과학기술이 급속도로 발전하게 된 제2차 세계대전 이후 1950년대라고 할 수 있다(DeBoer, 2000). Hurd (1958)는 1957년의 Sputnik shock 직후 초중등 과학교육의 목표로서의 ‘과학적 소양’을 처음 제안한 논문에서 “자유 세계”(free world)로서의 미국 시민들을 양성하여야 한다고 하였는데, 이를 위하여 반드시 필요한 것이 과학적 소양 교육이라는 것이다. 여기서 과학적 소양은 대체로 대중이 과학적 지식을 습득하고 과학의 탐구 과정이 어떠한가를 이해하여 자신들의 실생활에 활용하도록 하는 데 중점을 두었으며, 이러한 논의는 1960년대의 ‘알파벳’ 과학 교육과정 개혁들에서도 중요한 정당화 논리로서 작용하였다(Klopfer & Champagne, 1990). 이는 곧 Jerome Bruner의 사상적 영향력 하에 지식교육을 중시한 담론들이다(Roberts & Bybee, 2014, p. 555). 이후에는 상술하였던 NSTA (1971)는 물론이고, *A Nation at Risk: The Imperative for Educational Reform*에서도 미국인들의 과학적 소양을 길러야 함이 주요하게 다루어지는 등(NCEE, 1983) 1970-80년대에 과학적 소양은 미국 내에서 국가적인 관심을 얻게 되었다(Bybee, 1997, pp.52-64).

그런가 하면 1980년대 이후에는 과학의 본성(Nature of Science, NOS) 및 과학-기술-사회(Science-Technology-Society, STS)가 과학 교육의 중요한 요소로 부각되면서 NOS 및 STS에 대한 학생들의 이해가 과학적 소양의 중요한 부분으로서 여겨지게 되었다(Turner, 2008). 이와 함께 20세기 말의 시점에서 21세기를 바라보며 과학적 소양 담론의 역사를 정리하거나(Shamos, 1995; Bybee 1997; DeBoer, 2000), 다시 한 번 규명하는 작업이 적지 않게 이루어졌다(e.g., Millar

& Osborne, 1998). 예컨대, *National Science Education Standards (NSES)*가 제시하는 과학적 소양 개념은, 요약하자면 ‘어떤 사람이 국가적이고 지역적인 결정의 근본이 되는(underlying) 과학적 쟁점을 발견하고(identify) 과학적으로 또한 공학적으로 식견 있는(informed) 입장을 표현하는 것’에 해당하였다(NRC, 1996, p.23). 그런가 하면 American Association for the Advancement of Science (AAAS, 1990)의 *Project 2061: Science for All Americans*는 과학자 사회의 입장에서 과학기술에 의해 모양지어지는 세계를 살아갈 시민들이 과학적 소양을 함양하여야 함을 역설하면서, NOS를 중요하게 다루었다. AAAS (1990)의 과학적 소양 정의는 다음과 같다.

과학적으로 소양 있는 사람은 과학, 수학, 공학이 상호연관적인 인간의 사업(enterprise)으로서 강점과 약점을 지녔음을 알고; 과학의 핵심 개념(key concepts)과 원리를 이해하고; 자연 세계와 친숙하며 그것의 다양성과 통일성(unity)을 인식하고; 개인적이고 사회적인 목적을 위해 과학적 지식과 과학적인 방법들(ways) 사용한다. - AAAS (1990, p. xvii)

과학적 소양 담론은 2000년대 초반에 이미 과학 교육과정 개혁의 논리로서 세계적인 영향력을 끼치게 되었으며(McEneaney, 2003), 21세기 이후의 주요 과학교육 관련 정책 문서들에서도 과학교육의 목표를 규정하는 핵심 담론으로서 견고히 유지되어 왔다. 예컨대 미국의 *Next Generation Science Standard (NGSS; NGSS Lead States, 2013)*가 의존하고 있는 *A Framework for K-12 Science Education* (NRC, 2012)은 NRC (2007)에서 규정한 과학적 소양의 4가지 가닥(strand)에 대한 이해를 계승하였다. 이는 곧 (1) 자연 세계에 대한 과학적 설명을 알기, 사용하기, 그리고 해석하기, (2) 과학적 증거와 설명을 만들기과 평가하기, (3) 과학적 지식의 본성과 발달을 이해하기, (4) 과학적 실천과 담론에 생산적으로 참여하기에 해당한다. 우리나라의 2015 개정 교육과정 전반의 ‘핵심 개념’ 중심 내용 체계 및 과학과 교육과정은 NGSS의 영향을 받았음이 알려져 있다(Lee & Hong, 2017).

Roberts (2007)는 학자별로 또는 정책문서별로 달라지는 과학적 소양의 의미에 대하여, 이를 Vision I 과학적 소양과 Vision II 과학적 소양으로 나누어 파악할 수 있다고 제안하였다(p. 730). Vision I 과학적 소양은 과학의 과정과 결과물, 곧 명제적이고 절차적인 지식이나 그 응용 방법에 초점을 두며 미래의 과학자를 양성하고자 하는 비전과 맞닿아 있다. 그런가 하면 Vision II 과학적 소양은 모든 학생들이 시민으로서 직면하게 될 과학을 요소로 포함하는 실생활 및 사회적 상황을 보다 중시한다. 물론, 이러한 이해는 특정 교육과정이나 학자가 둘 중 어느 한 쪽만을 지지함을 판단할 수 있게 해준다기 보다는 어느 쪽에 더 중점을 두는가를 가늠해보기 위해 필요한 개념적 틀이다. 그런가 하면, 2010년대 이후 근래에는 사회학과 교육철학의 분석틀을 차용하여 학생들의 “참여”(participation)와 “해방”(emancipation), “평등”(equality) 등을 더욱 강조하는 Vision III 과학적 소양이 제안되고 있기도 하다(Valladares, 2021). 이는 불의, 경제적, 문화적, 사회적 격차, 혐오와 폭력, 코로나19, 기후변화를 비롯한 환경 위기 등으로 제시되는 “21세기의 도전”을 극복하기 위한 “변혁적 비전”(transformative vision)으로서의 과학적 소양을 의미한다.

21세기 들어 PISA는 과학적 소양, 수학적 소양, 읽기 소양을 평가하는 국제비교평가로서 자리매김해왔다. 그런데 PISA에서 제시한 과

학적 소양 개념은 시간이 지남에 따라 조금씩 변화해왔다(OECD, 2017, pp. 24-25). PISA 2000 및 2003에서 제시한 과학적 소양 개념은 위에서 제시한 바와 같이 과학적 지식 또는 개념, 과학적 과정, 상황 또는 맥락이라는 3가지 축으로 구성되었다. PISA 2006에서는 다른 두 소양에 비하여 과학적 소양에 특히 중점을 두어(OECD, 2009, p. 12), 그 의미를 보다 확장시킨 면이 있다(OECD, 2006, p.24). 예컨대, 과학과 공학의 관계 등 과학의 특징적인 요소들에 대한 학생의 지식이 보다 강조되었으며(OECD, 2006, p. 25), 과학적인 쟁점에 대한 학생의 태도적 반응이 포함된 것 역시 주요한 혁신이었다(p. 42). PISA 2006은 위의 3가지 틀을 대체로 유지하되 Vision I과 II의 요소를 모두 포함하는 과학적 소양을 아래와 같이 정의하기도 하였으며, 이러한 정의는 이후의 PISA 2009, 2012에서도 유지되었다(OECD, 2009, p. 15; 2013, pp. 99-100).

과학적 소양: 개인의 과학적 지식과, 그 지식을 질문을 명확히하고 (identify), 새로운 지식을 얻고, 과학적 현상을 설명하고, 과학-관련 쟁점들에 대한 증거기반의 결론을 도출하기 위해 사용하기; 인간 지식과 탐구의 한 형식으로서의 과학의 특징적 요소들을 이해하기; 과학과 기술이 우리의 물리적, 지적, 문화적 환경을 어떻게 모양지우는지(shape) 자각하기; 과학-관련 쟁점들에 과학에 대한 생각을 갖고 반성적 시민으로서 참여하려는 의지

- OECD (2006, p. 12; 단, 4개 요소의 구별은 OECD (2009; 2013)에서 이루어진 것을 따름)

한편 PISA 2015와 2018에서는 과학적 소양을 보다 직접적으로 3개 역량을 통해 정의하였다(OECD, 2017, pp. 22-24; OECD, 2019b, pp. 100-102). 곧, 과학적으로 소양 있는 사람은 ‘현상을 과학적으로 설명하기’(explain phenomena scientifically), ‘과학적 탐구를 평가하고 설계하기’(evaluate design scientific enquiry), ‘자료와 증거를 과학적으로 해석하기’(interpret data and evidence scientifically) 역량을 가지고 과학-관련 쟁점들에 참여하는 능력을 지닌 시민인 것이다(OECD, 2017, p. 22).

국내에서 과학적 소양은 이르게 보면 1970년대, 늦어도 1980년대 부터는 소개 및 논의되어 왔던 것으로 보인다(cf. Jeong, 1985). 한국 과학기술단체총연합회(KOFST, 1979)는 군사정부 시기에 국민국가 건설을 위한 새마을운동의 일환으로 1973년부터 추진된 ‘전국민 과학화운동’을 지지하면서, “국민 모두가 과학적인 사고방식을 익혀 생활화함으로써 우리가 목표로 하고 있는 고도산업사회와 복지국가건설을 이룩”하기 위해 “국민전체가 과학기술의 소양을 길러 과학을 알고 한 가지 이상의 기술을 익혀야 할 것”이라고 언급하였다. 정책연구보고서 중에서는 Park *et al.* (1983)이 ‘국립 과학관의 종합 과학관 기본 계획 수립을 위한 연구 용역’의 보고서에서 “국가 지도자들에게 과학 풍토화를 위한 정책 및 행정자료의 제공역할”을 위해 과학관이 “과학에 관한 소양이나 정보를 제공하는 일이 매우 중요하고 절실”하다고 언급하였다(p. 7). 그런가 하면 과학교육론에 있어서 Park (1985)은 미국에서 “과학교육의 목적은 민주사회의 시민으로서 자주적이고 능동적인 유능한 역할을 할 수 있는 과학적 소양(scientific literacy)을 배양하는데 두고 있”음을 소개하였고(p. 181), 연구문헌 중에서 Kim (1989)이 학생들이 지닌 지구과학 분야의 직관적 개념(선개념)을 리뷰하는 과정에서 ‘전국민의 과학적 소양 함양’의 중요성을 언급하였

음이 확인된다. 이후 과학교육 연구에서 과학적 소양을 과학교육의 목표이자 과학 교육과정의 구성 및 개혁 논리로서 언급하는 사례는 지속적으로 증가하여 오늘에 이르고 있다(cf. Lee, 2009; 2014; Park, 2016).

국가수준 과학과 교육과정에서는 제4차 교육과정에서 국민학교 자연과 교과 목표가 “자연에 접하면서 과학에 대한 관심과 기초 소양을 가지게 한다”는 것으로 제시되면서(KMOE, 1981) 과학적 소양 담론이 점차 도입되기 시작한 것으로 보인다. 제5차 교육과정에서는 국민학교 자연과의 교과 목표가 “자연에 접하면서 과학에 관한 관심과 과학적 소양을 가지게 한다”는 것으로 변경되었으며(KMOE, 1988a), 과학 계열 고등학교(과학고등학교) 학생들의 교육 목표가 “장래 우수한 과학자가 될 수 있는 소양을” 기르는 것으로서 제시되었다(KMOE, 1988b). 과학적 소양에 대한 언급은 제6차 교육과정 시기에 삭제되었던 것으로 보인다. 21세기를 지향한 제7차 교육과정 시기부터는 과학적 소양이 비중 있게 다루어지기 시작하였다. 3학년부터 10학년까지의 학생을 대상으로 하는 국민공통기본교육과정의 과학 교과가 “국민의 기본적인 과학적 소양을 기르기 위하여 자연을 과학적으로 탐구하는 능력과 과학의 기본 개념을 습득하고, 과학적인 태도를 기르기 위한 과목”이라고 제시하였다(KMOE, 1997). 제7차 교육과정의 선택 교과목으로서 11-12학년 때 학습하게 되는 물리/화학/생물/지구과학 I 과목에서는 공통적으로 교과의 성격에서 민주사회 시민으로 살아가기 위해 필요한 ‘과학적 소양’ 또는 해당 교과에 대한 ‘기초 소양’을 언급하고 있다. 다만 II과목에서는 물리 교과의 평가와 관련해서만 ‘과학적 소양’이 언급되었다(KMOE, 1997). 2009 개정 교육과정에서는 제7차 교육과정에서와 유사하게 초등학교 3학년부터 중학교 3학년까지의 모든 학생들이 배우는 과학 교과가 “과학의 기본 개념을 이해하고 과학 탐구 능력과 과학적 태도를 함양하여 창의적이고 합리적으로 문제를 해결하는 데 필요한 과학적 소양을 기르기 위한 교과”라고 하였고, 고등학교 ‘과학’ 및 물리학/화학/생명과학/지구과학 I · II 선택 과목의 교육 목표 대다수에서 역시 ‘과학적 소양’ 또는 해당 교과에 대한 ‘기초 소양’을 언급하였다(KMOEST, 2011). 이러한 경향은 상술하였듯 2015 개정 교육과정에서도 여전히 유지되었으며(KMOE, 2015b), 2022 개정 과학과 교육과정에서도 그러할 것으로 보인다(Shin, 2021).

## 2. 핵심 역량

Hodge (2007)는 직업교육 및 훈련(vocational education and training), 특히 교사교육의 관점에서 역량기반 교육의 사회적이고 이론적인 기원을 살펴보고 있다. Hodge (2007)에 따르면 역량기반 교육 과정 담론 형성의 출발점 역시 1957년의 Sputnik shock으로 이해할 수 있다. 곧, 소련에 비하여 미국의 과학교육이 뒤쳐져 있다는 인식이 교사와 학생의 수행(performance)을 중시하는 역량 담론이 발달하는 계기가 되었다(p. 183). 여기서 Hodge (2007)가 사용하고 있는 용어가 ‘교육’(education)이기도 하지만 “역량기반 훈련”(competency-based training)이기도 한다는 점에 주목할 필요가 있다. 이는 역량기반 교육 과정이 행동주의(behaviourism)와 체계 이론(system theory)이라는 두 가지 넓은 이론적 지향 하에서 형성되었다는 점과 연관지어 이해하여야 한다(p. 179; cf. Williamson, 2013, p. 25). Hodge (2007)가

언급하듯이 역량기반 교육과정의 형성에 지대한 영향력을 끼친 American Association of Colleges for Teacher Education (AACTE)의 보고서는 학생들이 보여주어야 할 역량을 그들이 가진 지식의 증거로서 특정한 상황 하에 가시화된 행동과 사실상 동일시하였고, 이에 대한 평가가 이루어져야 한다고 하였다(Elam, 1971). 그리고 이러한 행동주의적 의미에서의 역량은 체계적인(systematic) 교수 방법에 의하여 결정론적으로 함양될 수 있는 것으로 이해되어(Hodge, 2007, p. 193), 상당히 ‘교육공학적’인 성격을 지니게 된다(p. 189). 곧, 20세기 중후반의 초기 역량기반 교육과정 담론은 행동주의 학습이론에 근거하여 학습자의 원하는 행동을 이끌어내기 위하여 제안되었고, 직업교육 맥락에서 정부, 기업, 군 등의 클라이언트를 위하여 개발 및 제공되던 교수체제와 깊은 연관이 있다(Park *et al.*, 2012, pp. 172-173; pp. 206-212; Lee, Park *et al.*, 2019; Biesta & Priestley 2013, p. 44).

이렇듯 초기에 행동주의적으로 정의된 역량 개념은 학생들에게 반드시 필요한 지식을 가르치지 못하게 한다는 강력한 비판에 직면하였다. 그러나 핵심 역량 개념이 이러한 행동주의적 측면에만 머물러 있던 것은 결코 아니다. 역량기반 교육과정 담론은 실천을 위해서라도 교과 지식이 여전히 중시하여야 한다는 논의 하에 그 의미를 확장하여 왔다(cf. Ewens, 1979; So, 2007; Lee, 2018; OECD, 2019a; Lee, Park *et al.*, 2019). 특별히 역량을 인문주의적-자유주의적으로 이해할 경우, 이는 자유교육(liberal education)에서 본래 의도하였듯이 살아 있는 지식을 학생들에게 가르치는 것의 적극적 실천으로 볼 수 있다(So, 2017, pp. 157-159). 결국, 역량기반 교육과정의 성격은 우선 20세기까지 경우 직업교육 맥락에서 수행중심의 행동주의적-교육공학 적 측면에서 이해할 수 있는 것이나, 일부 학자들의 경우 지식의 중요성 역시 강조하는 인문주의적-자유교육적 측면을 주장하기도 하였고, 21세기 들어서는 양자를 포괄하며 “지식과 수행 모두를 중시”할 뿐만 아니라 민주시민성이나 잘살과 같은 “존재론적 논의 등 새로운 특성들이 더해지고 있음”을 알 수 있다(Lee, Park *et al.*, 2019, p. 98; cf. Biesta & Priestley, 2013, pp. 40-41). 미국의 The Partnership for 21st Century Learning, 영국의 Opening Minds, 스코틀랜드의 Curriculum for Excellence, 그리고 Cisco, Intel, Microsoft라는 초국가기업들에서 주도하였던 Assessment and Teaching of 21st Century Skills 등은 모두 이러한 맥락 하에서 이해하는 데 무리가 없다(cf. Lee, Park *et al.*, 2019).

21세기 들어 역량 개념을 전 세계적인 교육과정 개혁 패러다임으로 탈바꿈시킨 OECD의 프로젝트들에 주목할 필요가 있다. OECD (2005)의 DeSeCo (Definition and Selection of Competencies) 프로젝트는 역량을 정의하면서, 본격적으로 ‘핵심 역량’(key competencies)이라는 용어를 사용하였다. 곧, 가장 중요한 소수의 핵심 역량만을 ‘선택’(select)하는 일이 필요하다는 것이다. 여기서 21세기 미래 사회를 위하여 필요하다고 규명한 핵심 역량들은 크게 보아 ‘도구를 상호작용적으로 사용하기’(use tools interactively), ‘비균질적인 집단 안에서 상호작용하기’(interact in heterogeneous groups), ‘자율적으로 행동하기’(act autonomously)의 3가지에 해당하였다. 그리고 이러한 DeSeCo 프로젝트의 결과는 우리나라 국가 교육과정을 비롯한 세계 각국의 역량기반 교육과정 동향에 영향을 미치게 되었다(Sinnema & Aitken, 2013; cf. Seo, 2020). 약 15년 후, OECD (2019a) Education 2030 프로젝트는

2030년이라는 근미래를 위한 학습 나침반(The Learning Compass 2030)을 제안하였다. OECD (2019a)의 학습 나침반은 (1) 핵심 토대(core foundation), (2) 변혁적 역량(transformative competencies), (3) 학생 행위주체성/공동-행위주체성(agency/co-agency), (4) 지식, (5) 기능, (6) 태도와 가치, (7) 기대-행동-반성 순환(anticipation-action-reflection cycle)으로 구성된다(OECD, 2019a, pp. 16-17). OECD (2019a)가 규명한 변혁적 역량은 크게 보아 ‘새로운 가치 창출하기’(creating new value), ‘긴장과 딜레마 중재하기’(reconciling tensions and dilemmas), 그리고 ‘책임지기’(taking responsibility)의 3가지에 해당한다. 여기서 기존의 DeSeCo 프로젝트에서 규명하였던 것이 “핵심 역량’(key competencies)이라면, OECD (2019a)의 에서 규명한 것은 “변혁적 역량’(transformative competencies)으로서 제시되었다는 점이 다소 다르다. OECD (2019a)에서 정의한 변혁적 역량은 “학생들이 더 나은 삶을 위해 사회를 변혁시키고(transform) 미래를 모양지우는 데 필요한” 지식, 기능, 태도와 가치의 유형(type)이다(p. 62).

PISA는 2006년 시기부터 ‘과학적 소양’뿐만 아니라 ‘과학 역량’이라는 용어를 함께 사용하기 시작하였다. PISA 2006 에서 과학적 역량은 과학 및 과학적 탐구에 특징적인 것으로서(OECD, 2006, p. 43), 주어진 문제의 맥락 안에서 지식과 태도를 가지고 이를 활용하는 것으로서 그려진다. 이러한 과학적 역량은 각각 3개의 하위 역량을 가지는 3개의 상위 역량, 곧, ‘과학적 쟁점을 규명하기’(identifying scientific issues), ‘현상을 과학적으로 설명하기’(explaining phenomena scientifically), ‘증거에 기반하여 결론 이끌어내기’(drawing conclusions based on evidence)로 이루어져 있다(pp. 24-25). PISA 2009의 평가를 (assessment framework) 보고서는 제목에서 과학적 소양을 언급하지 않고 ‘핵심 역량’(key competencies)만을 언급하면서, 핵심 역량이 PISA 안에서 더욱 중요시되고 있음을 드러내기도 하였다(OECD, 2009). 역량은 단순한 지식과 기능 이상의 무엇으로서, 그 어떤 주어진 맥락에서든 인지적이고 비인지적인 자원들을 동원하는 능력을 의미하는 것으로 제안되었다(OECD, 2009, p. 126). 이후로 PISA는 역량 관련 영역들을 평가 요소로 추가하였다. PISA 2012에서는 기존의 과학적, 수학적, 읽기 역량 외에 재정적 소양(financial literacy)과 문제 해결 역량(problem-solving competency)이 평가 영역에 추가되었으며(OECD, 2013), PISA 2015에서도 협력적 문제 해결(collaborative problem-solving) 관련 역량이 평가되었다. 그런가 하면 PISA 2018에서는 협력적 문제해결 역량의 연장선상에 놓여 있다고 할 수 있는 ‘글로벌 역량’(global competence)이 평가 영역에 포함되었다(OECD, 2019b). 이는 다문화 공동체의 조화, 변화하는 노동 시장에서의 성공, 미디어 플랫폼의 효과적이고 책임 있는 사용, 지속 가능한 개발 목표를 지지하는 일 등을 위한 것으로서 제시되었다(pp. 166-167).

국내에서 역량은 1990년대까지 초중등교육보다는 교사교육의 맥락에서 ‘능력’과 유사한 의미로서 이해되어 왔던 것으로 보인다. 서울대학교 교육연구소의 교육학용어사전은(SNUERI, 1994) ‘역량’(competence)을 “능력 能力 ability, faculty, capacity”의 표제어 하에서 유의어로서 제시하고 있으며(p. 192), “컴피턴스 개발 — 開發 competence development”이라는 표제어 하에 역시 교사교육 맥락에서 역량을 논의하고 있다. 이는 역시 서울대학교 교육연구소에서 발간한 교육학 대백과사전에서도(SNUERI, 1998) 마찬가지로, 역량은 “능력중심 교사교육 能力中心教師教育 Competency-Based Teacher

Education”의 표제어 하에서 제시되거나(pp. 1007-1016) 특수교육의 맥락에서 “수행능력중심(competency-based) 교사교육”이 강조되고 있음을 제시하는 데 그치고 있었다(p. 2643).

우리나라에서 역량 개념이 초중등교육의 차원에서 본격적으로 다루어지기 시작한 것은 2000년대 중반 시기부터 교육과정학자들의 이론적 논의(e.g., So, 2004, p. 114; So, 2007)와 맞물려 한국교육과정평가원 및 한국교육개발원의 연구가 보고되면서부터로 여겨진다(Kwak, 2016, p. 9). 곧, 기존에 직업교육 맥락에서 수행 중심으로 이해되었던 역량 개념이 OECD의 DeSeCo를 기점으로 전 세계 학교교육에 영향력을 미칠 것으로 예상되는 시점에서, 이를 우리나라 학교교육 맥락에서 어떻게 이해하고 적용할 수 있을 것인가에 대한 탐색이 필요했던 것이다(So, 2007; p. 2). 그 초기적 결과물로서 “역량은 21세기 사회에서 개인이 성공적인 삶을 살아가는데 있어서 필요한 능력”으로 이해되었던 바, 역량 개념이 교과 지식 및 영역을 여전히 중시하면서 학교교육 맥락에서 전유될 수 있음이 논의되었다(So, 2007, p. 8). 그런가 하면 2007년부터 2012년까지 한국교육과정평가원과 한국교육개발원에서는 우리나라 미래 학교교육에서 핵심 역량 개념을 도입하기 위한 비전 설정, 핵심 역량 준거와 (하위) 영역 설정, 역량기반 국가 교육과정 설계 방안 구성, 해외 사례 조사, 교수·학습 및 교사교육 방안 구성, 평가모형 및 문항을 개발 등의 포괄적인 연구들을 수행하였다(Kwak, 2016, p. 11). 2013년 이후에는 한국교육과정평가원과 핵심 역량 관련 정책연구가 급증하였다. 2013년에만 적어도 13건의 연구보고서가 제출되었으며, 2014-2015년에도 적어도 9건의 연구보고서가 제출되었다. 해당 정책 연구의 주제는 과학과를 비롯한 각 교과 교육과정이 어떻게 역량을 중심으로 재구조화 및 개선되어야 하는지, 교육과정, 교수·학습 및 교육평가 연계의 방법은 무엇인지, 핵심 역량의 의미와 요소는 무엇인지, 총론 수준으로의 반영 방식은 어떠한지 등이었다. 이러한 연구들은 2015 개정 교육과정이 ‘역량기반 교육과정’으로서 개발되는 데 주요한 참조점이 되었다(Han et al., 2018).

우리나라 국가 교육과정에서 핵심 역량이 언급되기 시작한 것은 2009 개정 교육과정에서부터이다. 그러나 핵심 역량 개념이 본격적으로 영향력을 미친 것은 2015 개정 교육과정부터라고 할 수 있다. 2015 개정 교육과정이 개발 초기부터 ‘문·이과 통합형’으로 제시되었다는 점, 백워드(backward) 설계가 교육과정 개발 방식으로서 제시되었다는 점, ‘핵심 개념’(core concept) 또는 ‘빅 아이디어’(big idea)를 중심으로 교과 내용 요소가 조직되었다는 점 등은, 미래 사회를 살아갈 학생들이 맞닥뜨리게 될 문제를 해결하기 위해 필요한 핵심 역량을 먼저 선정하고 이에 기반하여 교과를 재구조화하여야 한다는 당위성과 밀접한 연관이 있었다(Lee & Hong, 2017). 결과적으로 2015 개정 교육과정은 총론 수준에서 ‘자기관리 역량’, ‘지식정보처리 역량’, ‘창의적 사고 역량’, ‘심미적 감성 역량’, ‘의사소통 역량’, ‘공동체 역량’이라는 6가지 일반 핵심 역량과 함께(KMOE, 2015a), 각론 수준에서 교과별 역량을 제시하는 방식을 취하였다. 과학과의 경우, ‘과학적 사고력’, ‘과학적 탐구 능력’, ‘과학적 문제 해결력’, ‘과학적 의사소통 능력’, ‘과학적 참여와 평생 학습 능력’이라는 5가지 과학과 역량이 제시되었다(KMOE, 2015b). 하지만, 일반 핵심 역량이 국가 교육과정 문서에서 차지하는 위치와 의미에 대한 이론적인 논의라든지 핵심 및 교과 역량 요소의 구체적인 의미와 구현 방식에 대한 논의가 국가

교육과정의 고시 또는 실행 이후에 이어지고 있었다(e.g., Han et al., 2018; Lee, 2018; Lee, Park et al., 2019; Park et al., 2019). 또한 역량기반 교육과정에 대한 교사들 및 학생들의 오해가 작지 않았다는 지 이로 인하여 교실 현장에서 역량을 함양하기 위한 수업이 이루어졌다고 하기는 힘들다는 점 등이 지속적으로 보고되어 왔다(e.g., Choi, 2018). 이는 곧 아직까지 우리나라 국가 교육과정이 진정으로 역량기반 교육과정으로서 개발되었다거나 실행되었다고 하기는 어렵다는 점을 보여준다(Seo, 2020). 현재 2022 개정 교육과정은 ‘역량함양’ 교육과정이라는 기조 하에 개발되고 있다(Shin, 2021; Hwang, 2021; Ohn, 2021).

과학적 소양 및 핵심 역량 용어의 역사적 의미 변천을 통해 알 수 있는 것은, 그 의미가 결코 단일하지 않고 변화하여 왔다는 점과 (Roberts, 2007; Lee, 2009; 2014; Valledares, 2021; So, 2007; 2017; Ufer & Neumann, 2018), 그러므로 그 용어의 의미는 구체적인 용례 안에서 명확해진다는 점일 것이다.

### III. 과학적 소양 및 핵심 역량 담론의 유사성

II장에서는 과학적 소양 및 핵심 역량 담론이 20세기 중반 이후라는 시기를 공유하며 등장하였고 발전되어 왔음을 논의하였다. III장에서는 이러한 두 담론이 갖는 유사성을 여러 측면에서 살펴본다.

#### 1. 세계상과 위기 레토릭

과학적 소양 및 핵심 역량 담론은 공통적으로 과학기술의 발달이 주도하는 미래 사회의 변화를 주요한 세계상으로 설정하고, 과학교육을 통해 그러한 변화를 따라잡지 못할 경우 발생할 수 있는 위기를 강조함으로써 과학교육의 정당성을 확보하고자 한다(cf. Snaza, 2009; Young, 2008). 양자 모두 1957년의 Sputnik Shock이 마치 논의의 출발점과도 같았다는 점은 위에서 다루었다. 그 대표적인 사례로서 Hurd (1958)는 냉전 시기에 “자유 세계”를 상징하는 미국의 교육이 직면한 “위기”(crisis)와 “복잡하고 긴급”(complex and urgent)한 문제를 그려내면서, 빠르게 발달하는 과학기술을 상징하기 위해 핵무기와 탄도미사일 등의 군사안보적 용어를 사용하였다. 비록 군사적인 뉘앙스는 점차 줄어들었다 할지라도, 과학기술에 대한 대중의 몰이해가 가져다 줄 심각한 문제를 부각하는 위기 레토릭은 ‘모든 사람을 위한 과학’(Science for All) 및 과학적 소양 담론과의 밀접한 연관 하에 1960년대 K-12수준 ‘알파벳’ 과학 교육과정들에서 활용되었다(Klopfer & Champagne, 1990). *A Nation at Risk* (NCEE, 1983)에서도 국가수준 평가에 대한 Hurd의 진단에 따라 미국인들이 과학에 대한 소양을 갖추지 못하고 있음(illiterate)을 지적하고, 역시 학교에서 과학교육을 강조하여야 함을 역설하였던 바 있다. 이러한 위기 레토릭은 과학적 소양 담론에서 꾸준히 유지되어 왔다(Shamos, 1995; DeBoer, 2000; e.g., Valladares, 2021). 한편으로 역량기반 교육과정 담론 역시 직업세계 혹은 생활세계에서 요구되는 지식과 기능을 갖추지 못한 학생들에 대한 우려를 기본적으로 전제한다(Biesta & Priestley, 2013, p. 42). 그런데 역량기반 교육과정의 위기 레토릭은 OECD가 주도하는 Education 2030 프로젝트와 관련하여 더욱 심화된 면이 크다. Lee (2018)는 영국의 교육철학자 Ronald Barnett의 틀을



참조하여, 역량기반 교육과정이 그려내는 세계가 높은 위험(high risk)을 지닌 곳이자 교육적 변혁이 요구되는 곳을 제시한 바 있다. Education 2030 프로젝트의 보고서에서 그려지는 세계 역시 빠르게 변화하는 불확실한 세계이다(OECD, 2019a). 이를 촉발하는 과학기술의 발달을 교육이 잘 따라온다면 인류의 복지가 증진될 것이지만, 그렇지 못한다면 큰 “사회적 고통”(social pain)이 따를 것이다(p. 5). OECD (2019a) 내내 기후변화의 심각성이나, AI로 인해 대체되는 일자리나, 낮은 출산율의 문제들, 심지어는 가짜 뉴스나 테러리스트의 공격이 21세기에 있을 주요한 사건에 대한 전망으로서 제시되고 있다. 이러한 OECD (2019a)를 인용하고 있는 2022 개정 교육과정 개발 추진안 또한 “미래 사회 불확실성 증가”, “저출산에 따른 학령인구 감소”, “최근 먹거리, 재난, 코로나19 등 일상생활 속 위험 요인 증가하면서 건강, 안전 등에 대한 국민들의 불안감 증대” 등을 언급하고 있다(KMOE, 2021). 여기서 우리는 과학적 소양 및 핵심 역량 담론이 사용하는 위기 레토릭의 심각한 분위기를 보게 된다.

## 2. 공통점으로서의 의미적 다층성

위에서 살펴보았듯이 과학적 소양 및 핵심 역량 개념은 각각 역사적으로 발전해오면서 결코 단일하지 않은 다층적인 의미를 갖게 되었다(Bybee, 1997; Roberts, 2007; So, 2007; 2017; Lee, 2018; Lee, Park *et al.*, 2019; Ufer & Neumann, 2018; Biesta & Priestley, 2013). 이처럼 용어의 정의가 어렵다면 일반적으로는 양자 간의 비교가 어렵게 될 것이다. 그러나 본 연구에서는 오히려 양자에서 의미적 다층성이 공통적으로 발생한다는 점에 주목하고, 이것이 오히려 양자 간의 비교를 가능케 할 수 있다고 제안한다. 그러므로 각각의 층위에서 양자가 어떠한 입장을 보이는지를 살펴보는 일이 의미가 있을 것이다.

### 가. 개인적-미시적 층위: 지식, 기능, 태도와 가치, 행위주체성과 존재론

과학적 소양 담론이나 핵심 역량 담론은 모두 학생의 지식, 기능, 태도와 가치를 고루 중시하는 면이 있다고 할 수 있다(NSTA, 1971; AAAS, 1990; NRC, 1996; KMOE, KMOSCIT, & KOFAC, 2019; OECD, 2019a, KMOE, 2021). 특히 Vision I 과학적 소양 담론은 학생들이 과학적 지식 그리고 과학에 대한 지식을 익히는 것을 중요시한다(e.g., AAAS, 1990; NRC, 1996; cf. Roberts, 2007). 상술했듯 핵심 역량 담론은 지식의 중요성을 간과하지 않는 방향으로 발달하여 왔다(Lee, Park *et al.*, 2019, p. 98; Lee, 2018; Biesta & Priestley, 2013, pp. 40-41). 대중교육을 지향하는 과학적 소양 담론은 과학적 개념 및 원리에 기반한 문제해결 기능(problem-solving skills)을 함양할 것을 중시한다(Klopfer & Champagne, 1990). 핵심 역량 담론이 기능을 특히 중시한다는 것은 20세기의 역량기반 교육과정이 직무능력을 중시하였다는 점과 함께, 21세기 들어서는 OECD의 Education 2030 프로젝트 문서의 제목이 “OECD Future of Education and Skills 2030”으로서 제시된다는 점에서 명백히 드러난다(OECD, 2019a). 그런가 하면 과학적 소양 담론이나(AAAS, 1990; NRC, 1996) 핵심 역량 담론은(OECD, 2019a) 학생들의 태도와 가치 또한 중시한다.

근래의 과학적 소양 및 핵심 역량 담론은 ‘변혁적’(transformative)

주체로서의 학생 행위주체성(agency)을 강조한다는 점에서(Valladares, 2021; OECD, 2019a; KMOE, 2021) 공통점을 지닌다. 곧, 비판이론적인 관점에서 사회적 상황을 변혁시켜나가는 학습자의 역할이 21세기 과학 교육과정 개혁 담론들에서 갈수록 강조되어 갈 것임을 예상할 수 있을 것이다.<sup>3)</sup> 한편 이러한 행위주체성 개념은 존재론적 지위와 긴밀한 연관이 있으므로, 각 담론이 존재론적 논의를 병행하고 있을 것을 쉽게 짐작할 수 있다. 상술했듯 OECD (2019a)의 Education 2030 프로젝트가 학생의 ‘잘삶’의 존재론을 도입하였다는 점이 잘 알려져 있으며, 우리나라의 ‘미래세대 과학교육표준’은 “어떤 인재(人材)가 아닌, 어떤 인간을 길러낼 것인가를 고민”하는 가운데(p. 10, 원문강조) “과학적 소양을 갖추고 더불어 살아가는 창의적인 사람”을 인간상으로서 설정하였다.

### 나. 사회적-중시적 층위: 지역사회 및 민주사회

과학적 소양 담론과 핵심 역량 담론은 지역사회와 민주사회에서 살아갈 학생들의 역할을 강조한다. 과학적 소양 담론은 민주사회에서 의사결정을 건전하게 할 수 있는 ‘과학적으로 소양 있는 시민’(scientifically literate citizen)을 양성하기 위한 목표가 지속적으로 유지되어 왔다(NCEE, 1983; AAAS, 1990; KMOE, KMOSCIT, & KOFAC, 2019 cf. NRC, 1996). 핵심 역량 담론 또한 학생들이 앞으로 사회의 민주적인 절차에 참여하는 시민으로서 살아갈 수 있도록 하는 역량을 기르는 것을 주요 명분으로 삼고 있다(OECD, 2005; 2019a; cf. Lee, Park *et al.*, 2019). 여기서 지역(local) 수준과 그보다 큰 국가적인 전체 사회(society) 수준이 구별되면서도 함께 강조되고 있음에 주목할 만하다.

### 다. 지구적-거시적 층위: 세계시민성과 지구환경보전

그런가 하면 21세기 들어 과학적 소양 담론과 핵심 역량 담론이 과학 교육과정 개혁 논리로서 세계적인 영향력을 발휘하게 된 만큼, 세계시민성(global citizenship) 논의가 각각에서 이루어지고 있음을 알 수 있다. 예컨대, Choi *et al.* (2011)은 21세기 한국을 위한 과학적 소양에서 글로벌 역량을 강조하였고, 이러한 논의가 근래의 Vision III 과학적 소양 논의에까지 계승되어 왔다(Valladares, 2021). OECD (2005; 2019a)에 의하여 주도된 핵심 역량 담론 역시 세계시민성 논의를 지속하고 있다고 할 수 있을 것이다. 여기서, 세계시민성과 함께 기후변화를 비롯한 환경 문제에 직면하여 지구환경보전을 위한 노력이 강조되고 있음을 알 수 있다(Valladares, 2021; OECD, 2019a; KMOE, 2021).

## 3. 교과 내용 조직과 학습의 논리

과학적 소양 및 핵심 역량 담론의 교과 내용 조직과 학습의 논리 또한 매우 유사하다. 아래에서 제시할 5가지의 측면들은 서로 긴밀한 연관성이 있지만, 논지 전개 편의상 구분하였다.

3) 여기서, Valladares (2021)가 제안하는 ‘변혁적인’ 성격의 과학적 소양이 OECD를 비롯한 역량기반 교육과정 담론을 거의 인용하지 않고서 이루어지고 있다는 점에 주목할 만하다.

가. 실생활 연관성(relevance)

과학적 소양 및 핵심 역량 담론에서 가장 강조되는 단어 중 하나는 실생활 연관성(relevance)일 것이다(Klopfer & Champagne, 1990; Fensham, 2009; Stuckey et al., 2013; Lang et al., 2006; OECD, 2005; 2019a). 학교에서 배우는 교과 지식이 죽은 지식이 되지 않기 위해서는, 과학교육의 내용이 학생들의 삶에서 유리되어서는 안 되며, 그들이 실생활에서 경험하고 맞닥뜨릴 수 있는 것들과의 연관성 하에서 제시되어야 한다는 것이다. Ryder (2001)가 말하였던 기능적(functional) 과학적 소양은 이를 확연하게 드러내는 사례라고 할 수 있으며, 핵심 역량 담론이 제시하는 ‘21세기 학습’의 개념 역시 실생활 연관성을 매우 중요시한다(McPhail & Rata, 2016).

나. 문제 중심의 학습

과학적 소양 및 핵심 역량 담론은 공통적으로 문제 중심의 학습을 주요한 교수학습의 원리로 삼는다. 보다 정형화된 문제 기반 학습(problem-based learning, PBL)은 본래 의학 계열 학생들이 의학 지식은 있으나 실제 환자를 제대로 진단하고 치료하지 못한다는 문제 의식에서 출발하여, 환자의 증상이라는 문제에서부터 출발해 이를 해결해나가는 교육이 필요하다는 점에서 제안된 바 있다(Neville, 2009). 곧, 직업적 역량으로서의 의학교육이 문제 기반 학습의 기원과 밀접한 연관이 있는 것이다. 특정한 문제 상황을 해결하는 과정에서 학습이 이루어지도록 하는 교수학습 방법은 오늘날의 21세기 핵심 역량 담론에서도 행위주체성 개념과의 밀접한 연관 하에 학생들이 실생활 문제를 해결할 수 있도록 하는 교육 방법으로서 여전히 중요하게 여겨지고 있다(e.g., OECD, 2013; 2017; 2019a; KMOE, 2021). 비록 정형화된 면은 부족하지만, 과학적 소양 담론은 모든 이들이 일상에서 맞닥뜨릴 수 있는 문제(problem) 상황을 상징하고 학생들이 이를 해결할 수 있도록 하는 것을 목표로 한다(Klopfer & Champagne, 1990). Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS)의 경우 다소 탈맥락적인 개념적 지식을 묻는 반면에, PISA에서 평가하는 과학적 소양은 실생활 맥락에서 발생 가능한 문제를 상징하여 학생들의 문제해결능력을 측정한다는 점이 이를 여실히 보여준다(Harlen, 2001; Fensham, 2009).

다. 간학문적 교과 구성

과학적 소양 및 핵심 역량 담론은 공통적으로 간학문적(interdisciplinary) 교과 구성을 교과 내용 조직의 주요 논리로 삼는다. 학생들이 실생활에서 직면하게 될 문제들은 단일학문적으로 바라보아서는 해결하기 어려운 속성을 지니므로, 학교교육에서부터 간학문적인 접근이 반드시 필요하다는 것이다. 비록 확연한 성공을 거둔 것으로 평가받지는 못하나 과학의 여러 내용 요소들을 통합(integrate)하여 제시한 ‘일반 과학’(general science) 운동이 이미 1960년대에 영미권 국가들을 중심으로 과학적 소양 담론과의 연관성 하에 전개되었으며(Lee, 2004; Lang et al., 2006), 1990년대 캐나다 Ontario 주의 과학, 공학, 수학 통합 교과라든지 독일의 PING(Practice of Integrated Science Education) 등도 역시 과학적 소양을 위하여 시도되었던 것

로 이해할 수 있다(Lang et al., 2006). 한편 핵심 역량 담론은 간학문적 교과 구성을 더욱 중요시한다고 할 수 있다. 실생활 문제를 해결할 수 있도록 해주는 핵심 역량은 대체로 영역-일반적인 것으로서 이해되며, 이에 따라 핵심 역량을 중심으로 한 교과의 재구조화가 필요하기 때문이다(Kwak, 2016, pp. 46-48; So, 2017, pp. 145-152; OECD, 2019a; 2020). 우리나라에서 제7차 교육과정 시기까지 있었던 고등학교 1학년 ‘공통과학’은 과학적 소양 담론의 영향 하에 물리, 화학, 생물, 지구과학의 내용을 균등하게 소개하는 교과로 볼 수 있을 것이다(KMOE, 1997). 또한 2009 개정 교육과정에서 도입한 융합형 과학(KMOEST, 2011), 2015 개정 교육과정에서 도입한 통합과학(KMOE, 2015b) 교과들은 과학적 소양 및 핵심 역량 측면에서 간학문적 교과를 개발한 것으로 볼 수 있다.

라. 빅 아이디어 우선성과 백워드 설계

과학적 소양 및 핵심 역량 담론은 공통적으로 교육 내용의 우선순위로 빅 아이디어(big idea)를 설정하고 이와 함께 교육과정 설계의 방법으로서 백워드 설계(backward design)를 사용할 수 있다. 빅 아이디어의 중심성과 백워드 설계는 Wiggins & McTighe (2005)가 제안했던 내용이다. 여기서 빅 아이디어란 교육에 있어서 가장 우선순위를 지니는 것으로서, 지엽적인 것이나 교과외의 기초 개념보다도 상위의 핵심 아이디어이며, 오랜 시간의 학습을 통해 습득하여야 하는 깊은 이해에 해당한다. 빅 아이디어는 단일학문적으로 설정될 수도 있으며, 간학문적으로 설정될 수도 있다. 백워드 설계란 간략히 말해 교육 목표를 설정하고, 이를 평가하기 위한 기준을 개발하며, 그 함양을 위하여 필요한 빅 아이디어로서의 내용 요소를 선정하는 방식 정도로 이해할 수 있다. 우리나라에서는 2015 개정 교육과정이 ‘역량기반 교육과정’을 지향하며 그 개발 방법으로서 빅 아이디어 및 백워드 설계가 소개 및 논의되기 시작하였고, 빅 아이디어가 ‘핵심 개념’이라는 이름으로 내용 체계표에 도입되었다(KMOE, 2015a). 이러한 맥락에서 새로 도입된 ‘통합과학’ 교과 역시 빅 아이디어를 우선으로 조직화되어 역량을 기르기 위한 교과로서 인식되었다(Lee & Hong, 2017). 그런데, 이러한 빅아이디어 우선성과 백워드 설계는 핵심 역량뿐만 아니라 과학적 소양을 기르기 위한 교수학습 방법으로서도 여겨질 수 있으며, 이러한 시각에 기반한 연구들이 적지 않게 이루어져 왔음을 보게 된다(Millar, 2013; Auerbach & Schussler, 2017; cf. Lee & Yoo, 2020).

마. 해석적 순환

과학적 소양 및 핵심 역량 담론은 공통적으로 해석적 순환의 과정을 거치는 학습 방법을 중요시한다. 자연 현상으로부터 얻어지는 데이터와 과학적 설명 사이의 간극을 줄이는 과학 탐구 수행 기능은 과학적 소양을 이루는 데 중요한 요소로서 여겨져 왔다(Shamos, 1995, p. 139; AAAS, 1990). 대표적 탐구학습 모형인 Predict-Observe-Explain (POE) 모형에서는(White & Gunstone, 1992) 학생들이 실험 수행의 결과가 어떠할지에 대한 예상을 내어놓고(P), 실험 관찰을 통해 자신들의 기대와 일치하는 점과 일치하지 않는 점을 확인하여 인지적 갈등 상황에 놓이게 되고(O), 교수자 및 동료와의 인지적

상호작용을 통해 결과적으로 해당 현상에 대한 과학적인 설명을 내어 놓게 된다(E). 그런데 OECD (2019a)의 Education 2030에서 변혁적 역량을 함양하기 위한 방법으로 제시한 Anticipation-Action-Reflection (AAR) 순환은 이와 놀라우리만치 닮아 있다. AAR 순환에서 학생들은 자신들의 생각과 행동을 의도적으로 그리고 책임감 있게 계속적으로 개선해나간다. ‘기대’(anticipation) 단계에서는 오늘날 이루어지는 행동들이 미래에 어떤 결과를 가져올지에 대한 정보를 얻는다. ‘행동’(action)을 통해 학생들은 잘살아나가기 위한 의지와 능력을 함양하게 된다. ‘반성’(reflection)을 통해 학생들은 자신의 생각을 개선하여 개인적이고, 사회적이고, 환경적인 잘살을 위한 더 나은 행동으로 나아갈 수 있게 된다(p. 17). 이는 마치 AAR 순환이 POE 탐구 과정의 일반 맥락으로의 확장에 불과한 것으로 보일 정도의 유사성이 라고 하겠다.

#### 4. 고부담 평가의 역할

과학적 소양 및 핵심 역량 담론은 공통적으로 대규모 고부담(high-stake) 평가의 결과를 토대로 21세기 과학 교육과정 개혁 논리로서의 정당성을 강화하는 면이 있다. 미국에서는 이미 1970~1980년대에 체계적 과학 교육과정 개혁의 일환으로 NAEP(National Assessment of Educational Progress)와 SAT(Scholastic Aptitude Test) 등의 시험을 통한 역량 평가가 이루어져 왔다고 볼 수 있다(Kahle, 2007, p. 925). 과학과와 관련된 대표적 국제비교평가인 TIMSS나 PISA 모두는 해당 시험에서 평가하고자 하는 교육적 구인으로서의 과학적 소양을 개념화하는데 적지 않은 노력을 기울여 왔다(Roberts, 2007). 역사적으로 조금 더 이르게 시행되었던 TIMSS는 과학적 소양을 평가한다는 명목 하에 과학 교육과정 개혁의 정당성을 부여하는 데 작지 않은 역할을 하여 왔으며(Orpwood, 2001), 21세기 이후에 본격적으로 시행된 PISA는 이러한 국제비교평가의 결과로서 세계 각국에 *A Nation at Risk*와 유사한 위기 레토릭이 확산됨과 동시에 과학 교육과정의 개혁이 더욱 촉발되는 역할을 하였다(Takayama, 2007; Sadler & Zeidler, 2009). 여기서, 상술하였듯 PISA에서 과학적 소양 및 역량 개념이 매우 유사하게 사용되고 있음에 다시 한 번 주목할 필요가 있다.

### IV. 과학적 소양 및 핵심 역량 담론의 차별성

그런가 하면, 과학적 소양 및 핵심 역량 담론이 서로 다른 강점과 약점을 지니며 차별화되는 측면들 또한 적지 않음이 사실이다.

#### 1. 과학적 소양 담론의 강점과 약점

과학적 소양 담론의 강점들은 그것이 과학교육계에서 내재적으로 발전해온 역사가 짧지 않다는 데서 기인하며, 이는 당연하게도 과학 교육에서 중요하게 여겨지는 내용 요소들을 가르치는 데 정당성을 부여하는 역할을 해왔다. 과학적 소양은 과학교육의 목표를 규정하는 슬로건과도 같으므로(Bybee, 1997, p. 71; Roberts, 2007, p. 736), 과학교육학의 내재적 관점에서는 과학적 소양의 강점과 약점을 비평하 기란 쉬운 일이 아니다. 그럼에도 불구하고 이를 다음과 같이 설명해

보고자 한다.

먼저, Vision I 과학적 소양의 관점에서이다. 이러한 관점에서 과학적 소양은 과학 교과 지식(disciplinary knowledge), 곧 과학적 개념, 이론, 탐구의 과정 등을 잘 가르칠 수 있도록 하는 장점을 지니는 담론이 된다. 전문적인 과학자들이 만들어내는 과학적 지식이 세계에 대한 가장 나은 설명으로서 일반적으로 받아들여질 수 있다면, 이것을 학생들에게 가르치고 이해하도록 하는 Vision I 과학적 소양이 반드시 필요하다고 할 수 있다(AAAS, 1990). NSES의 경우에는 학생들이 과학 시간에 학습하여야 할 내용 표준(content standard)에 의하여 과학적 소양을 정의함으로써(p. 22), 과학적 소양 담론이 과학 교과 지식과 밀접한 연관이 있음을 보여준다. 심지어 1950-60년대에는 과학적 소양을 측정한다는 명목 하에 학생이 익힌 과학적 지식의 양을 그 척도로 삼기도 하였다는 점(Roberts, 2007; DeBoer, 2000), 그만큼 Vision I 과학적 소양이 학생들이 과학적 지식과 과정을 올바르게 익히는 데 관심을 두고 있었음을 보여 준다. 교육과정학의 관점에서 말하자면, Vision I 과학적 소양은 교과의 엄격성(rigor)을 추구할 수 있도록 해주는 담론이라고 할 수 있는 것이다.

그런가 하면 Vision II 과학적 소양은 일반 대중이 과학적 지식 및 과학에 대한 지식을 가지는 데서 출발하여 민중사회 시민으로서 사회적 문제를 해결해나갈 수 있도록 하려는 지향점을 갖는다(Roberts, 2007). 이는 대중이 NOS를 올바르게 이해해야만 가능한 일이므로, 과학적 소양 담론은 NOS 개념과의 밀접한 연관 하에 전개 되어 왔다(e.g., AAAS, 1990; NRC, 1996). 이 과정에서 과학적 소양 담론은 상술하였듯 1980년대 이후의 STS 교육을 정당화하였을 뿐 아니라(Turner, 2008), 과학 관련 사회 이슈(socio-scientific issues, SSI)를 통한 과학교육 또한 정당화하여왔다고 할 수 있다(Kolsto, 2001; Roberts, 2007, p. 771). 이를 통하여 Vision II 과학적 소양은 더 많은 학생들이 과학을 배우도록 하는 정당화의 기능을 충실히 수행하며(Roberts, 2007, 742-748) 과학교육의 외연을 확장해왔다. 교육과정학의 관점에서 말하자면, Vision II 과학적 소양은 교과의 적절성(relevance)을 추구할 수 있도록 해주는 담론이라고 할 수 있을 것이다. Vision III 과학적 소양은 Vision I 및 Vision II의 장점들을 포섭하면서도, 보다 비판적인 관점에서 변혁과 평등을 위한 문제 해결에 참여하는 과학적 소양 개념을 제안하고 있다(Valladares, 2021)

그런데 과학적 소양 담론은 그 역사가 상대적으로 오래된 만큼 그 성격이나 발전 방향이 일관적이지 않고 과거로 회귀하는 경우 역시 있었다. Roberts (2007)는 Vision II 과학적 소양의 관점에서 모든 학생들이 자신들의 진로에 무관하게 시민으로서 갖추어야 할 과학적 관점(scientific perspective)을 중시하면서, Vision I 과학적 소양은 이를 제공할 수 없다고 본다. 그런데 Roberts (2007)에 따르면 일부 학자들은 과학 관련 사회 이슈나 STS를 통해서 학생들이 과학을 배울 수 없다는 비판을 가하면서 암시적으로 Vision I 과학적 소양으로의 회귀를 요청하기도 하였다. 또한 교육과정이 Vision II 과학적 소양을 의무화하지 않을 경우, 호주, 캐나다, 네덜란드의 사례들처럼 Vision II 과학적 소양 기반의 교육과정이 Vision I 과학적 소양 기반 교육 과정에 밀려나는 현상이 발생할 수 있다(p. 771). 그런가 하면, Roberts & Bybee (2014)는 *A Framework* (NRC, 2012) 및 그에 기반한 NGSS (NGSS Lead States, 2013), 그리고 PISA 2015가 정의한 과학적 소양 이(OECD, 2017) 인지적인 측면에 보다 집중함으로써, 여타 과학의

사회적인 측면을 강조하지 못하고 결과적으로 Vision I으로 후퇴한 면이 있다고 평가하였다(pp. 549-553). 이는 Vision II 및 III 과학적 소양을 주장하는 입장에서는 상당히 비판받을 만한 일이라고 할 수 있다. 물론 이러한 Vision I으로의 회귀를 마냥 부정적으로만 볼 것은 아니다. 이는 나름대로의 합리적인 이유가 있는 회귀였다고 할 수 있으며(cf. Roberts & Bybee, 2014, pp. 555-556), 그에 대한 평가는 가치판단의 영역에 속한 것이다. 다만 교육과정학의 관점에서 비역사적(ahistorical) 순환은 대체로 비판받아 온 현상이다. 곧, 회귀의 방향이 Vision I이기 때문이라기보다는, 증거에 기반한 과학(science)으로서의 접근이 아니라 이념적인 인문학(art)으로서의 접근으로 비역사적 순환을 하게 될 경우(cf. Yager, 1992) 과학적 소양 담론의 전개 양상이 객관적으로 비판 받을 만한 요소가 있다고 하겠다.

또한 과학적 소양 담론의 약점이 될 수 있는 사항 중 하나는, Hurd (1958)나 *A Nation at Risk* (NCEE, 1983), *Science for All Americans* (AAAS, 1990) 등에서 살펴볼 수 있듯이 그것이 적어도 1980년대 초까지는 미국의 국가안보 및 시장경제 체제의 유지와 연관되는 등 상당히 미국적인 맥락과 입장에서 제안되었다는 점이다(Laugksch, 2000). Roberts (2007) 역시 Vision I 과학적 소양이 미국에서 기인하였음을 말하였다(p. 730). 비록 Vision II 과학적 소양은 영국의 Public Understanding of Science (PUS)에 더 깊은 뿌리를 둔다고 할 수 있으나(p. 730), 여기서 다시 한 번 영미권이라는 문화적인 경계가 암시되고 있음이 명백하다. 이처럼 과학적 소양 담론은 국제적인 영향력을 끼치면서도 미국의 학자들에 의해 주도되는 면이 크다는 점에서 21세기의 지구화된 맥락에서 재해석이 필요할 수 있고(Vision III; Valladares, 2021), 그것이 우리나라 맥락에서 어떻게 이해되고 활용되어야 할지에 대한 고찰이 추가적으로 요구된다고 하겠다(e.g., Choi et al., 2011).

한편으로 과학적 소양은 흔히 ‘모든’ 사람들을 위한 과학교육 목표로 제시되지만(AAAS, 1990), Vision II의 관점에서 더 많은 대중들을 위한 과학교육을 지향하면서 역설적이게도 전문적인 과학자가 될 학생들에 대한 논의는 줄어들게 되는 것으로 보인다(cf. Fensham, 1985; Park, 2016). 이는 결과적으로 전문적인 과학자가 될 학생들과 일반 대중을 구별하게 됨으로써, 학교교육 안에서의 계열 분화를 촉발하는 결과를 낳을 가능성이 있다. 결과적으로 과학적 소양 담론은 대중교육과 전문기양성이라는 딜레마 하에 놓여, 자칫 어느 한 쪽을 과도하게 중요시할 경우 다른 한 쪽을 경시하게 되는 결과를 낳을 수 있으므로 이에 대한 면밀한 논의가 반드시 이루어져야만 한다(e.g., Klopfer & Champagne, 1990).

마지막으로, 과학적 소양 담론은 ‘literacy’라는 용어로 인해 그 논의의 확장성이 제한되기 쉽다는 약점을 지닌다. 물론, 과학적 소양에서 매체 비평가 관련된 ‘문식성’ 또는 ‘문해력’의 의미로서 ‘literacy’ 자체가 중요하다는 것도 사실이다(Millar & Osborne, 1998; Norris & Phillips, 2003), 그런데 동시에 ‘literacy’라는 용어는 총론적 입장이거나 여타 교과목의 입장에서 볼 때 마치 과학적 소양이 읽기(reading), 쓰기(writing), 연산(arithmetic)이라는 3R과 유사한 고전적이고 기초적인 수준의 인지적 교육 목표로 오해될 여지를 남긴다(Harlen, 2001; cf. Shamos, 1995, p. xi). 물론 이러한 좁은 이해는 과학적 소양이 오늘날 21세기 교육과정 담론을 주도하는 핵심 역량에 준하는 풍부한 사회적 의미를 지녔다는 점에 비추어볼 때 결코 바람직하지 않

으며, 필연적이지도 않다. 그럼에도 불구하고, 이러한 오해를 불식시키기 위해서라도 과학적 소양 담론이 끊임없이 그 외연을 확장하고 교육과정학에서의 지위를 공고히 해나가는 작업이 필요하다(e.g., Fensham, 1985; McEneaney, 2003; Lang et al., 2006).

## 2. 핵심 역량 담론의 강점과 약점

21세기 핵심 역량 담론은 38개에 달하는 OECD 회원국들을 중심으로 국제적이고 지구적인 시야 안에서 전개된다는 점이 가장 큰 장점이라고 할 수 있을 것이다. 물론 캐나다의 British Columbia주 등 핵심 역량 담론에서 특별히 부각되는 국가/지역이 없는 것은 아니지만, OECD (2019a; 2020)의 사례에서 보듯이 핵심 역량 담론이 세계 각국의 학자들이 참여하여 다양한 국가의 교육 사례들이 소개되는 장이라는 점을 부인하기는 어렵다. PISA를 통해 가장 분명하게 드러나듯이, 핵심 역량 담론은 지구적인 규모의 비교교육적 작업을 통해 오히려 각 국가의 교육 체제가 어떠한 장점과 단점을 지니는지를 살펴볼 기회를 제공해주는 면이 있다.

핵심 역량 담론은 학생의 행위주체성에 큰 방점을 두고, 교육과정과 행위주체성의 관계에 천착한 논의들을 생산해내고 있다. 특히 OECD (2019a)는 학생의 행위주체성과 함께 동료, 학부모, 교사, 공동체와의 공동-행위주체성을 개념화한다. 여기서 학생의 행위주체성은 OECD (2019a)가 그려내는 세계 안에서 발휘되는 것으로서, 그들의 변혁적 역량 발휘를 위하여 어떤 것을 어떻게 학습해나가야 할지 학부모, 교사, 공동체와 함께 길을 모색하는 과정과 연관이 있다고 이해할 수 있다. 기존 교육과정학에서 행위주체성이 교사 수준에서 논의된 면이 크다면, 이처럼 학생의 행위주체성이 교육과정과 관련하여 등장하게 된 데에는 OECD (2005; 2019a)가 주도한 핵심 역량 담론의 역할이 컸다고 하겠다. 2022 개정 교육과정과 맞물려 2025년에 전면 시행될 고교학점제 역시 이러한 학생의 “진로·적성·역량 중심의” 교과목 재구조화 및 학생 행위주체성 개념과 밀접한 연관 하에 추진되고 있다는 점에서, 핵심 역량 담론이 가진 힘이 드러난다(KMOE, 2021, p. 2).

한편 핵심 역량 담론은 시대의 흐름에 발맞추어 세부적인 항목들을 설정하는 데도 강점을 갖는다고 할 수 있다. 이는 핵심 역량 담론이 그만큼 시대적 변화에 탄력적이면서도 유연하게 대응할 수 있는 성격을 지니기 때문일 것이다. 예컨대, 2022 개정 교육과정의 개발을 위하여 교육부에서 그려내는 미래를 위해서는 “생태전환교육”, “안전한 삶, 생활”, “AI, SW교육 강화”, “민주시민교육” 등의 균형이 필요한데, 이는 그에 적합하게 설정된 역량의 함양을 통해 이루어나갈 수 있는 것으로 제시되고 있다(KMOE, 2021, p. 17).

하지만 위와 같은 핵심 역량 담론의 장점들은 양날의 검으로 작용할 수도 있다. 예컨대 OECD의 DeSeCo 프로젝트나 Education 2030 프로젝트가 우리나라 2015 개정 교육과정을 평가하는 잣대가 되거나 앞으로 우리나라 교육과정이 OECD의 권위에 기대어 정책을 펼쳐나가게 된다면, 이는 OECD의 글로벌 거버넌스에 대한 지나친 종속이 될 수 있으며 내부적인 정당성을 위한 숙의(deliberation) 과정을 간과하는 결과를 낳을 것이라는 비판이 지속적으로 제기되어 왔다(Seo, 2020). 또한 핵심 역량 요소들이 정의하기 어려운 것들로서 과도하게 많이 설정되거나, 지나치게 당시의 시대적 트렌드에 맞추어 설정될

가능성 또한 여전히 남아 있다(Lee, Park *et al.*, 2019).

이와 밀접한 연관 하에, 핵심 역량 담론의 가장 큰 단점은 그것이 직접적으로 교과 지식의 내용을 규정해주지는 않는다는 데 있다(Willbergh, 2015; Han, 2020). 비록 오늘날의 핵심 역량 담론이 지식의 중요성을 인정하는 것이 사실이나, 그렇다고 하여 구체적으로 어떤 역량을 위하여 어떤 내용 요소들을 가르쳐야 하는지를 곧바로 도출할 수는 없다. 예컨대 2015 개정 교육과정에서도 총론 수준의 ‘심미적 감성 역량’의 의미가 무엇인가에 대한 논의와 함께(Kim, 2019) 이를 학생들이 함양하기 위하여 어떤 과학적 지식을 어떻게 가르쳐야 할 것인지가(Kim & Kim, 2019) 교육과정의 고시 및 실행 이후에도 지속적으로 논의되어 왔던 바 있다. 각론 수준의 과학과 교과역량은 비교적 과학 교과 지식과의 연관성이 크다고 할 것이나, ‘과학적 참여와 평생 학습 능력’ 등의 역량 또한 학습 내용을 규정하기에 쉽지 않은 항목이다. 물론, 해당 역량들 자체는 과학교육의 입장에서 매우 바람직하고 지향할 만한 좋은 항목들이다. 그럼에도 불구하고 어떤 과학 교과 지식이 이를 함양하는 데 도움이 될 수 있을지에 대해서는 추가적인 논의와 연구가 요구되는 면이 많음도 분명하다.

이런 이유로, 역량기반 교육과정은 학생들에게 ‘힘 있는 지식’(powerful knowledge)<sup>4)</sup>을 가르치지 못하게 한다는 강력한 비판을 받아 왔다(e.g., McPhail & Rata, 2016). 여기서 ‘힘 있는 지식’이란 Young (2008)에 의하여 부각된 개념으로서, 지식의 상대성을 과도하게 강조하는 사회적 구성주의 인식론을 넘어서고자 지식의 사회적 속성을 인정하면서도 그것이 동시에 객관적일 수 있음을 주장하는 사회적 실재론의 관점을 상징적으로 보여준다. 여기서 ‘힘 있다’(powerful)는 것의 의미는 사회적으로 ‘누군가가 무언가 혹은 누군가에 대해 힘(power)을 갖는 것’을 의미하며, 그러한 힘이 발생하는 이유는 특정한 지식이 다른 것들에 비하여 인식론적으로, 도덕적으로, 미학적으로 ‘더 낫다’(better)는 것을 우리가 직관적으로 느끼기 때문이다(Young & Muller, 2013). 우리가 학교에서 학생들에게 가르쳐야 할 것은 실생활 맥락에 의존하기보다는 실생활 맥락을 넘어서는 ‘힘 있는 지식’이며, 이는 주변화된 학생들이 자신의 경험이나 지역적이고 환경적인 위치를 극복하고 적어도 지적으로나마 이동할 수 있는 평등의 가능성을 열어준다(Young, 2008; McPhail & Rata, 2016; cf. Cho, 2014). 그리고 이러한 ‘힘 있는 지식’의 대표적인 사례는 STEM 분야를 망라하는 과학 교과 지식인데(Young & Muller, 2015; Yates & Millar, 2016), 이는 STEM 과목들이 ‘다른 교과들에 비하여 자체적으로 더 힘 있기 때문이다’(intrinsically more powerful than others)(Young & Muller, 2013). 예컨대, 양자역학 이론은 입자-파동 이중성 등 우리의 실생활이나 직관적으로는 배치되는 내용을 포함함에도 우리가 살아가는 물리적 세계에 대한 가장 신뢰할 만한 지식이다(Young & Muller, 2013). 이에 비추어볼 때, 만약 역량기반 교육과정

에서처럼 실생활 경험에 기반한 교육 내용 선정을 과도하게 중시한다면 양자역학 등 가치롭지만 실생활에서 경험하기는 어려울 수 있는 과학 교과 지식을 주변화된 학생들에게 가르치지 못하게 될 수 있다는 우려가 가능한 것이다(Wheelahan, 2007).

한편으로, 경제개발을 그 지향점으로 삼는 OECD라는 국제기구 주도의 핵심 역량 담론이 무엇을 말하지 않는가를 영 교육과정(null curriculum)의 관점에서 비판적으로 검토하는 작업이 필요할 수 있다. 예컨대, 상술하였듯 OECD(2019a)의 Education 2030 프로젝트는 기존의 DeSeCo 프로젝트에 비하여 학생의 행위주체성 및 공동-행위주체성을 더욱 강조하면서, 동시에 학습의 결과 및 미래의 삶에 있어서 학생들의 책임(responsibility) 및 교사들의 책무성(accountability)을 강조하고 있다. 이러한 학생 행위주체성 개념은 Archer (2000) 등의 논의로부터 출발한 것이라고 볼 수 있을 것인데, 여기서 행위주체성은 자원 및 그 활용에 관련된 스키마(schema)로 이루어진 구조(structure) 하에서 발현되는 것이다. 이러한 학생의 행위주체성을 올바르게 이해하기 위해서는 그 맥락이 되는 구조에 대한 이해가 필요하다. 그리고 행위주체성과 구조에 대한 면밀한 이해는 양자 간의 변증법적 관계를 인식할 수 있게 해준다(Sewell, 1992). 곧, 학생의 행위주체성은 구조에 의하여 영향을 받을 뿐만 아니라 구조와 상호작용하며 더 나아가 이를 변화시키는 데까지 나아갈 수 있다는 시각이 과학교육에서 중요하다(Ha & Kim, 2019). 언뜻 보기에는 OECD (2019a)에서 제시하는 ‘변혁적 역량’은 이러한 의미에서의 학생 행위주체성을 지지하는 것으로 보인다. 그러나 OECD (2019a)를 면밀히 살펴볼 때 학생들이 처해 있는 사회경제적 구조가 어떠한가 누가 왜 그러한 구조를 만들었는지에 대한 논의가 결여되어 있음을 발견하게 된다. 여기서, 역량기반 교육과정이 요구하는 행동과 존재의 양상은 실제로 있는 그대로의 ‘세계’ 자체라기보다는 이를 바라보는 특정한 개인이나 집단에 의해서 틀지어진(framed) 세계 안에서 성립한다는 점에 유념할 필요가 있다(Biesta & Pristley, 2013, p. 41). 학생의 행위주체성이 발휘될 미래 사회의 사회경제적 구조가 상당 부분 OECD라는 초국가적인 기구에 의하여 만들어지는 면이 있다고 할 때, 이처럼 구조를 만드는 주체가 거꾸로 학생들의 행위주체성을 논하고 있다는 사실은 상당히 역설적이다. 말하자면, 이해갈등 문제를 배제할 수 없는 것이다. 곧, 핵심 역량 담론에서 제시되는 학생의 행위주체성 개념은 어떤 면에서는 상당히 제한적인 함의를 지니게 될 가능성이 없지 않다.

본 연구자들은 이처럼 과학적 소양 및 핵심 역량 담론 사이에 존재하는 차별성의 많은 부분이 담론 형성의 주체가 누구인가에 따라 형성되었다고 본다. 곧 전자는 미국 과학교육학계를 중심으로 내재적으로 전개되어 왔음에 비하여 후자는 21세기 이후 OECD라는 국제기구에 의하여 총론적 수준에서 전개되어 온 면이 크다는 점에서 위와 같은 차이점들이 기인한 것으로 생각된다.

## V. 가족유사성 관점에서 모색하는 새로운 가능성

지금까지 21세기 과학 교육과정 개혁 논리로서의 과학적 소양 및 핵심 역량 담론의 관계를 규명하기 위하여, II장에서는 그들의 역사적 전개를, III장에서는 그들의 유사성을, IV장에서는 그들의 차별성을 살펴보았다. 여기서 우리가 도출할 수 있는 명제가 몇 가지 있다.

4) 상당한 수의 국내 선행 문헌들에서 Young (2008) 이 말하였던 ‘powerful knowledge’에 대한 번역어로서 ‘강력한 지식’을 사용하여 왔다. 하지만, ‘powerful knowledge’를 ‘강력한 지식’으로 옮길 경우 이를 설명하면서 함께 도입되는 ‘knowledge of the powerful’ 등의 용어들(Young & Muller, 2013) 역시 ‘강력한 자들의 지식’ 등으로 어색하게 번역하거나 ‘권력을 가진 사람들의 지식’ 등으로 비일관적으로 번역하게 된다. 차라리 ‘powerful knowledge’를 ‘힘 있는 지식’으로 번역할 때, ‘knowledge of the powerful’ 등의 용어들도 ‘힘(권력) 있는 자들의 지식’으로서 더욱 자연스럽고 일관적으로 번역할 수 있을 것이다. 이에 본 연구자들은 ‘powerful knowledge’를 Seo (2020)에서와 같이 ‘힘 있는 지식’으로서 번역하여 사용할 것을 제안한다.

(1) 과학적 소양 및 핵심 역량은 그 의미의 역사적 변천과 다양성으로 인해, 용어가 사용될 때의 맥락 안에서만 그 의미를 올바르게 파악할 수 있다. (2) 과학적 소양과 핵심 역량은 세계상과 위기 레토릭, 의미의 다층성, 교과 내용 조직과 학습의 논리, 고부담 평가의 역할에서 매우 높은 유사성을 지닌다. (3) 과학적 소양과 핵심 역량은 전자가 미국 과학교육학계를 중심으로 내재적으로 발전하였음에 비하여 후자가 OECD라는 국제기구에 의하여 총론적 수준에서 주도되어 왔다는 점에서 기인하는 적지 않은 차이점 또한 지닌다. (4) 그럼에도 불구하고, 양자는 모두 우리나라 국가 교육과정을 비롯한 21세기 과학 교육과정 개혁 논리로서 확고히 자리매김한 담론임이 명백하다.

본고에서는 이러한 과학적 소양 및 핵심 역량들의 관계를 Wittgenstein이 제안하였던 가족유사성(family resemblance) 개념에 근거하여 이해할 수 있다고 제안한다. Wittgenstein (2010)은 「철학적 탐구」(*Philosophical Investigation*; 1953)로 대표되는 그의 독특한 후기 언어철학으로 인해 이후의 철학사에 큰 영향을 끼친 바 있다. 그에 따르면 특정한 범주 안에 속하는 사례들 전체에 적용되는 공통적인 속성이나 또 그 범주에만 적용되는 속성이란 존재하지 않는다. 그런 면에서 범주와 범주 사이의 경계를 명확하게 설정하는 것은 불가능하다. 다만, 우리가 일상생활에서 사용하는 ‘언어 게임’의 쓰임 안에서 사례들 간의 가족유사성을 발견할 수는 있다. 마치 가족 구성원들이 특정 속성에서는 서로 유사하여도 다른 속성에서는 서로 다를 수 있음에도, 그들을 한 가족으로 범주화할 수 있다는 것이다. 이와 관련하여 Wittgenstein이 드는 주요 예시는 우리가 일상적으로 사용하는 ‘놀이’(game)라는 언어의 범주이다. ‘놀이’(game) 안에는 카드게임(card-games), 공놀이(ball-games), 올림픽 경기(Olympic games) 등이 모두 포함될 수 있지만, 그것들 안에서 우리가 발견할 수 있는 것은 모두에게 공통적인 것이라기보다는 유사성(similarity), 관계(relationship), 그리고 그 가운데 놓여있는 온갖 것들이다. 이처럼 가족유사성은 그 본질을 한 마디로 정의하기 어려운 사례들이라 할지라도 하나의 범주 안에서 이해할 수 있게 하는 단초를 제공한다. 한편 Kuhn (1970)은 그의 「과학혁명의 구조」(*The Structure of Scientific Revolutions*; 1970) 및 이후 저작에서 Wittgenstein의 가족유사성 개념을 보다 발전시켰다. 가족유사성 개념이 어떤 대상을 특정 범주에 포함되는지 그렇지 않은지를 모호하게 만들고 경계를 무한히 확장시킨다는 비판에 직면하여, Kuhn은 사례들을 비교할 때 그들 간의 유사성뿐만 아니라 차별성을 중요하게 고려해야 함을 역설하였다(Barker et al., 2003). 예컨대, 서로 대조되는 것들(contrast sets)을 두고 그 유사성과 차별성을 면밀히 검토할 경우, 특정한 사례들이 하나의 가족(범주) 안에 속하는지 그렇지 않은지를 비교적 명확하게 판단할 수 있게 된다. 이렇게 볼 때, 지금까지의 논의들에서 도출한 (1)-(4)의 명제들은 과학적 소양과 핵심 역량이라는 두 담론이 21세기 과학 교육과정 개혁 논리라는 하나의 범주 안에서 가족유사성을 지닌다고 볼 충분한 근거가 된다.

여기서 Kuhn이 개념 또는 범주의 분류체계(taxonomy)가 공시적으로(synchronic) 한 번에 형성된다기보다는 통시적으로(diachronic) 다음 세대에 전해진다는(transmission) 관점을 제안하였다는 점에 주목할 만하다(Anderson, 2000). 특정한 시점에서 완전한 분류체계(full taxonomy)를 명시적으로 나열하기란 불가능하지만, 특정한 시점에서 언어 게임에 참여하고 있는 구성원들 안에는 그러한 분류체계가 어떻

게든 존재할 것으로 볼 수 있기 때문이다. 그런데 시간이 지남에 따라 언어 게임에 새롭게 참여하는 구성원이 있을 것이므로, 그들이 사용하는 언어 안에서의 분류체계 역시 특정한 상황 아래서 점차 발달(develop)되어갈 수 있다. 곧, 범주를 이루는 분류체계는 정적(static)이지 않으며, 언어 게임에 참여하는 구성원들과 함께 변화하는 동적(dynamic)인 성격을 지닌다(Anderson, 2000). 이렇게 볼 때, 가족유사성 하에 있는 과학적 소양과 핵심 역량의 관계를 규정하는 주체는 결국 과거의 미국 과학교육학계도 근래의 OECD도 아닌 오늘의 우리이며, 우리가 처해 있는 상황에서 다음 세대를 위해 두 담론의 유사성과 차별성, 곧 그들을 범주화하는 속성들을 능동적으로 규명하면서 새롭게 설정하는 것이 가능해진다고 하겠다. 이에 본고에서는 과학적 소양 및 핵심 역량 담론이 21세기 과학과 교육과정의 개혁 논리로서의 가족유사성을 지니는 것으로 이해하고, 그들의 관계와 속성을 다음과 같이 설정할 수 있다고 제안하면서 2022 개정 과학과 교육과정을 위한 논의를 마무리하고자 한다.

첫째, 과학적 소양과 핵심 역량 담론 중 어느 한 쪽이 다른 한 쪽의 상위 범주라는 식의 이해를 피해야 한다. 특히, 핵심 역량이 과학적 소양의 구성 요소라는 관점은 역량이 과학적 지식을 포괄하지 못하고 기능에 준하는 층위를 지닌다는 협소한 이해에서 기인하는 면이 크고, 결과적으로 21세기 이후 다층화된 핵심 역량 담론의 함의를(OECD, 2005; 2019a; So, 2007; Lee, 2018; Lee, Park et al., 2019) 반영하지 못하는 한계가 있다. 아무리 늦게 잡아도 2010년대 이후 핵심 역량 담론은 지식과 반대되는 것이라기보다는 지식에 기반하고 지식을 활용하는 실질적 과제 수행 능력으로서 이해되어야만 한다(Kwak, 2016, pp. 48-52; So, 2007; 2017, pp. 157-159; Han, 2020; OECD, 2019a). 이처럼 역사적으로 변천해온 핵심 역량의 의미가 적어도 과학적 소양에 준하는 풍부성과 다층성을 지닌다는 점과 함께, 그것이 우리나라 국가 교육과정을 비롯한 세계 각국의 교육과정에 영향력을 미치고 있는 현 상황을 인정하는 일이 2022 개정 과학과 교육과정을 비롯한 향후의 과학 교육과정이 나아갈 바를 모색하는 올바른 방향이 될 것이다.

둘째, 과학 교육과정은 지금까지 내재적으로 발전하여 온 과학적 소양 담론을 유지할 수 있다. 가족유사성 관점에서 볼 때 과학 교육과정 개혁에서 과학적 소양을 명시하고 추구하는 것은 역량기반 교육과정의 총론적 체제와 모순된다고 하기 어려우며, 오히려 교과-일반적이거나 교과-특수적인 역량을 기르는 과학 교육과정을 구축하는 일과 일맥상통할 수 있다(Lee, Park et al., 2019). 핵심 역량 담론이 과학적 소양 담론과의 밀접한 연관을 맺기 시작한 2006년도 이후의 PISA에서 여전히 과학적 소양이 과학교육의 목표를 나타내는 용어로서 제시되고 있음이 좋은 사례이다(OECD, 2006; 2009; 2013; 2017, 2019b). 그렇다면 과학 교육과정은 양자 간에 어느 쪽의 개념들을 중시하여야 할 것인가가 문제가 되는데, OECD의 글로벌 거버넌스의 영향력을 받기보다는 과학교육학계에서 내재적으로 발전하여 온 과학적 소양 담론을 택하는 것이 바람직해 보인다. 이런 면에서, 2022 개정 교육과정이 기존 2015 개정 교육과정에서 사용하였던 ‘역량기반’ 교육과정이라는 용어 대신 ‘역량함양’ 교육과정이라는 용어를 사용한 것은 과학과의 입장에서 고무적으로 이해할 수 있다. ‘역량기반’ 교육과정에서는 구체적인 역량 항목에서부터 출발하여 이를 중심으로 교과 교육과정 전반을 재구조화하여야 하는 부담을 안게 되고(Hwang,

2017), 상술하였듯 학생들에게 교과 지식의 고유한 구조나 ‘힘 있는 지식’을 가르치지 못하게 될 수 있는 위험이 있다. 하지만, ‘역량함양’ 교육과정은 역량의 중심성이 이보다는 다소 완화되어 과학 교과 지식의 구조나 교육과정의 구성 논리를 어느 정도는 유지할 자리가 확보될 수 있을 것으로 예상된다.

셋째, 그럼에도 불구하고 과학적 소양 담론을 기반으로 하는 과학 교육과정은 OECD의 주도 하에 지구적 영향력을 미치고 있는 핵심 역량 담론으로부터 전유하여야 할 것들이 있다. 글로벌화된 세계상을 그려내고, 이에 따라 기후변화 문제 해결 등 세계시민으로서 살아갈 학생들이 도전하여야 할 교육 목표를 새롭게 설정하는 데는 핵심 역량 담론이 특장점을 지니는 것으로 보인다(OECD, 2019a; KMOE, 2021). 물론 과학적 소양 담론 또한 UNESCO와 OECD 등에 의하여 어느 정도 지구화된 것이 사실이고(Roberts, 2007, p. 734) 기후변화를 비롯한 글로벌 문제를 제시하는 Vision III 관점이 제안된 것도 사실이나(Valladares, 2021), 총론적 수준에서 세계 각국의 교육과정 동향에 영향을 미치고 있는 핵심 역량 담론의 규모에 비할 바는 아니다. 또한, 마치 2015 개정 교육과정에서의 핵심 역량 요소들을 2022 개정 교육과정 개발 중에 변화시켜 나가듯이(KMOE, 2015a; 2015b; Hwang, 2021; Ohn, 2021) 과학적 소양 개념 역시 21세기 미래 사회를 직면하여 새로워져야 할 필요가 있다. 그런 면에서, 21세기 과학적 소양에서 ‘글로벌’ 측면이 강조되면서 역시 역량과의 밀접한 관련성이 제시되어 왔다는 점(e.g., Choi *et al.*, 2011; Mun *et al.*, 2015; Yao & Guo, 2018) 어쩌면 필연적 귀결이면서도 바람직한 방향일 것이다. 또한 2022 개정 과학과 교육과정이 표방하는 과학적 소양이 그것이 기존에 함의하였던 개인적, 사회적, 지구적 측면의 제요소는 물론이고 ‘디지털 소양’ 등을 고려하면서 새로워진다면(Shin, 2021), 이는 과학 교육과정이 21세기 미래 사회를 위한 ‘역량함양’ 교육과정을 구현하는 우수한 각론 체제로서 자리매김하는 첫걸음이 될 수 있다. 이렇듯 2022 개정 과학과 교육과정이 과학적 소양 담론을 기반으로 핵심 역량 담론의 장점을 포섭하는 일은 우리나라 국가 교육과정 개발 시기마다 지적되곤 하는 ‘총론과 각론의 괴리’ 문제를 다소나마 해소하는 좋은 선례를 남길 수 있을 것이다.

마지막으로, 교육과정이 본질적으로 미래 사회에서의 학생들의 삶을 전망하고 염두에 둔다는 점에서, 과학적 소양 및 핵심 역량 담론이 위기 레토릭을 벗어나 밝은 미래를 향한 희망을 제시하는 방향으로 새로워져야 함을 제안한다. 학교에서 배우는 과학 지식의 실생활 연관성과 문제 상황에서의 적용을 중시하기 위하여 반드시 위기 레토릭을 사용할 필요는 없으며(cf. Snaza, 2009), 세계에 대한 낙관적인, 적어도 비판적이지 않은 전망을 내어놓는 것이 얼마든지 가능할 것이다(cf. Jeong, 1985; DeBoer, 2000; Biesta & Priestley, 2013). 21세기가 직면한 문제를 겸허히 인정하되, 이를 ‘불확실한’, ‘빠르게 변화해 가는’, ‘AI로 인해 일자리가 부족해질’ 디스토피아적 미래로만 그려낼 필요는 없다. 이런 면에서, 우리나라에서 문민정부 수립 이후 발족한 대통령자문 교육개혁위원회가 발간한 「신교육체제 수립을 위한 교육개혁보고서」(PCER, 1996)의 탁월함이 돋보인다. 20세기 말의 시점에서 21세기를 대비한 「교육개혁보고서」와 5.31 교육개혁의 논법은 ‘불확실한’ 미래를 부정적이고 위협적인 것으로 그려내는 위기 레토릭과 그 인상이 사뭇 다르다. 다가오는 “지식·정보화 사회”로서의 21세기라는 세계상에 대한 그들의 답은 “신한국 창조를 위한 교육개혁”이었

다. “21세기의 사회는 지금까지의 산업 사회와는 근본적으로 다른 정보화·세계화·다원화 사회로 변모되고, 남북한 통일이 실현될 것으로 예견”되는 가운데, “이러한 새로운 문명사회와 통일시대를 주도하기 위해서는 1) 질 높은 인인력 창출, 2) 기술 주권국과 문화 수출국의 지위 확보, 3) 다원화 사회에 걸 맞는 다양한 교육제도의 도입, 4) 민족 통일 공동체 의식과 문화적 정체성 확립 등이 절대적으로 요청되며, 이에 능동적으로 대처할 국가 발전 전략으로서의 『신교육』 체제를 구축할 필요가” 있다는 것이다(p. 5). 여기서, 당시보다도 경제적으로나 문화적으로 비할 바 없이 더 나은 여건에 있는 오늘의 교육과정 담론에 비하여 훨씬 긍정적으로 미래를 바라보는 시각을 엿볼 수 있다. 물론 해당 보고서에서 제시한 하나하나의 요소들이 모두 정확하였다고 하기는 어렵겠지만, 우리는 과거의 교육과정 담론으로부터 물려받을 유산이 무엇이며 또 우리가 다음 세대에 물려주어야 할 것은 무엇인지 고찰해볼 필요가 있다. 이를 통해, 2022 개정 과학과 교육과정을 비롯한 향후 우리나라 과학과 교육과정이 미래의 세상을 살아갈 학생들을 위하여 보다 희망적인 목소리를 담아내기를 고대한다.

## 국문요약

오늘날 세계적으로 영향력을 미치고 있는 21세기 과학 교육과정 개혁의 두 논리는 핵심 역량 및 과학적 소양이라고 할 수 있다. 그런데 양자 간의 관계는 아직 면밀히 규명되지 않고 모호하게 남아 있으며, 이로 인하여 국가 교육과정 총론 수준의 혁신적 교육과정 구성 논리와 과학 교과의 고유한 교육과정 구성 논리가 조화되는 데 어려움이 발생하고 있다. 이에, 본 연구는 21세기 과학 교육과정 개혁 논리로서의 과학적 소양 및 핵심 역량 담론을 비교하여, 향후 과학 교육과정 개정에 대한 시사점을 제공하고자 하였다. 본 연구는 문헌 연구 방법을 취하였다. 이에 과학적 소양 및 핵심 역량 담론들을 구성해온 주요 연구 문헌들과 정책 보고서들을 두루 참조하였다. II장에서는 먼저 과학적 소양 및 핵심 역량 담론들이 영향력을 발휘하게 된 역사적 경로를 돌아본다. 이 과정에서 2000년대 초반부터 각 담론의 전개 양상을 모양지운 OECD의 역할에 주목할 것이다. 그리고 국내에서 해당 담론들이 어떻게 수용되어왔는가 또한 살펴본다. III장과 IV장에서는 과학적 소양과 핵심 역량 담론의 교차를 살펴본다. III장에서는 양자 모두가 학생 위기 레토릭에 힘입어 성장하였다는 점, 개인 차원, 공동체 차원, 지구적 차원을 고려하는 다층적 의미를 지닌다는 점, 교과 내용 조직 및 학습 방법의 논리가 유사하다는 점, 고부담 평가가 교육과정 개혁을 추구한다는 점이 제시된다. IV장에서는 과학적 소양과 핵심 역량 담론 각각이 과학 교육과정 개혁에 대하여 제공할 수 있는 차별화된 강점과 함께 약점 역시 비교한다. V장에서는 후기 Wittgenstein 및 Kuhn의 관점에서, 과학적 소양과 핵심 역량을 21세기 과학 교육과정 개혁 논리로서의 가족유사성을 지니는 언어로 이해할 수 있다고 제안한다. 이를 통해 우리나라 국가 교육과정 개발에서 반복되곤 하는 ‘총론과 각론의 괴리’ 문제를 해소할 이론적 실마리와 함께, 2022 개정 교육과정을 비롯한 향후 과학 교육과정 담론이 위기 레토릭을 넘어 희망적인 목소리를 담아야 함을 제안한다.

**주제어 :** 과학적 소양, 핵심 역량, 과학 교육과정, 21세기 교육과정, 2022 개정 교육과정

## References

- American Association for the Advancement of Science [AAAS]. (1990). *Science for all Americans*. New York: Oxford University Press.
- Anderson, H. (2000). Kuhn's account of family resemblance: A solution to the problem of wide-open texture. *Erkenntnis*, 52(3), 313-337.
- Archer, M. S. (2000). *Being Human: The Problem of Agency*. Cambridge University Press.
- Auerbach, A. J., & Schussler, E. E. (2017). Curriculum alignment with Vision and Change improves student scientific literacy. *CBE—Life Sciences Education*, 16(ar29), 1-9.
- Barker, P., Chen, X., & Andersen, H. (2003). Kuhn on concepts and categorization. In T. Nickles (Ed.), *Thomas Kuhn* (pp. 212-245). Cambridge: Cambridge University Press.
- Biesta, G. & Prestley, M. (2013). Capacities and the curriculum. In Prestley, M., & Biesta, G. (Eds.). *Reinventing Curriculum* (pp. 35-49). Bloomsbury Academic.
- Bybee, R. W. (1997). *Achieving Scientific Literacy: From Purposes to Practices*. NH: Heinemann.
- Cho, C. -K. (2014). Revision of geography national curriculum in UK and debates about knowledge. *Journal of the Korean Geographical Society*, 49(3), 456-471.
- Cho, Y. (1997). *Socialization and Education*. Seoul: Kyoyookbook.
- Choi, K., Lee, H., Shin, N., Kim, S. -W., & Krajcik, J. (2011). Re-conceptualization of scientific literacy in South Korea for the 21st century. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(6), 670-697.
- Choi, S. (2018). Practices of competency-based curriculum: Cases at the high school level. *The Journal of Curriculum Studies*, 36(1), 169-196.
- DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601.
- Elam, S. (1971). *Performance-based teacher education. What is the State of the Art?*, Washington: American Association of Colleges for Teacher Education.
- Ewens, T. (1979). Analyzing the impact of competence-based approaches on liberal education. In Grant, G. (ed.). *On Competence: A Critical Analysis of Competence-Based Reforms in Higher Education*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Fensham, P. J. (1985). Science for all: A reflective essay. *Journal of Curriculum Studies*, 17(4), 415-435.
- Fensham, P. J. (2007). Competences, from within and without: New challenges and possibilities for scientific literacy. In C. Linder, L. Östman, & P. Wickman (eds.), *Promoting scientific literacy: Science education research in transaction. Proceedings of the Linnaeus Tercentenary Symposium held at Uppsala University* (pp. 113-119). Uppsala: Uppsala University.
- Fensham, P. J. (2009). Real world contexts in PISA science: Implications for context-based science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 884-896.
- Ha, H., & Kim, H. -B. (2019). A theoretical investigation on agency to facilitate the understanding of student-centered learning communities in science classrooms. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 39(1), 101-113.
- Han, H. (2020). A study of the relationship between subject knowledge and competence by revisiting P. H. Hirst's curriculum theory. *The Journal of Curriculum Studies*, 38(3), 131-155.
- Han, H. -C., Kim, K. -C., Lee, J. -Y., Chang, K. -S. (2018). Exploring issues for effective implementation of competency-based curriculum through analysis of domestic research trends. *The Journal of Curriculum and Evaluation*, 21(3), 1-24.
- Harlen, W. (2001). The assessment of scientific literacy in the OECD/PISA project. *Studies in Science Education*, 36(1), 79-103.
- Hodge, S. (2007). The origins of competency-based training. *Australian Journal of Adult Learning*, 47(2), 179-209.
- Hodson, D. (2003). Time for action: Science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25(6), 645-670.
- Hurd, P. DeH. (1958). Scientific literacy: Its meaning for American schools. *Educational Leadership*, 16, 13-16.
- Hurd, P. DeH. (1998). Scientific literacy: New minds for a changing world. *Science Education*, 82(3), 407-416.
- Hwang, G. (2017). Critical review of issues in general competence education. *The Journal of Curriculum Studies*, 35(3), 241-271.
- Hwang, G. (2021). Research for setting major features of the general guideline of the 2022 Revised National Curriculum. In *Proceedings of the Public Hearing for Research for Preparing Major Features of the General Guideline of the 2022 Revised National Curriculum* (pp. 3-32).
- Jeon, S. -J., Kwak, Y., Koh, H. Y., Lee, Y. S., & Choi, S. Y. (2017). The needs analysis of science literacy required for Koreans in the future society. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 37(3), 441-452.
- Jeong, Y. T. (1985). *Today and Tomorrow of Science Education*. Seoul: Korea Broadcasting System.
- Kahle, J. B. (2007). Systematic reform: Research, vision, and politics. In Abell, S. K., & Lederman, N. G. (Eds.), *Handbook of Research in Science Education* (pp. 911-941). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Kim, C. -J. (1989). Students' intuitive ideas in Earth Science. *Journal of Korean Earth Science Society*, 10(2), 229-235.
- Kim, H., & Kim, J. G. (2019). Development of science-art convergence STEAM education program for aesthetic sensibility competency: Making illustrated poem using pressed flower. *School Science Journal*, 13(4), 431-440.
- Kim, L. -J. (2019). Exploring the concept of "aesthetic sensitivity competency". *The Journal of Curriculum Studies*, 37(3), 1-28.
- Klopfer, L. E., & Champagne, A. B. (1990). Ghosts of crisis past. *Science Education*, 74(2), 133-154.
- Kolsto, S. D. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, 85(3), 291-310.
- Korea Ministry of Education [KMOE] (1981). *Elementary School Curriculum*. Korea Ministry of Education [KMOE] (1988a). *Elementary School Curriculum*. Korea Ministry of Education [KMOE] (1988b). *High School Curriculum*. Korea Ministry of Education [KMOE] (1997). *Science Curriculum*. Korea Ministry of Education [KMOE] (2015a). *General Guideline of the 2015 Revised National Curriculum*.
- Korea Ministry of Education [KMOE] (2015b). *Science Curriculum*. Korea Ministry of Education [KMOE] (2021). *Plans for proceeding future curriculum with peoples*.
- Korea Ministry of Education, Science and Technology [KMOEST] (2011). *Science Curriculum*.
- Korea Ministry of Education, Korea Ministry of Science and ICT, & Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity [KMOE, KMOSCIT, & KOFAC] (2019). *Korean Science Education Standards for the Next Generation: Scientific Literacy for All Koreans*.
- Korean Federation of Science & Technology Societies [KOFST] (1979). *Proceeding strategies for the movement of scientifying all people. The Science & Technology*, 12(7), 6-7.
- Kortland, J. (2000). A problem-posing approach to teaching for scientific literacy: The case of decision-making about packaging waste. In O. de Jong, E. R. Savelsbergh, A. Abblas (Eds.), *Teaching for Scientific Literacy: Context, Competency, Curriculum* (pp. 15-25). Utrecht: CD-β Press.
- Kwak, Y. (2016). *Competency-Based Curriculum in Science*. Paju: Kyoyookbook.
- Kuhn, T. S. (1970). *The Structure of Scientific Revolutions* (2nd ed.). Chicago: University of Chicago Press.
- Lang, M., Drake, S., & Olson, J. (2006). Discourse and the new didactics of scientific literacy. *Journal of Curriculum studies*, 38(2), 177-188.
- Laugksch, R. C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 84(1), 71-94.
- Lee, G. -G., Han, S. -R., Bae, C. -H., & Hong, H. -G. (2019). Hilary Putnam's internal realism and its implications for science curriculum. *The Journal of Curriculum Studies*, 37(1), 1-27.
- Lee, G. -G., & Hong, H. -G. (2017). A comparison of 'Integrated Science' and 'Converged Science' of the 2015 Revised National Curriculum through core concepts. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 37(6), 981-992.
- Lee, G. -G., Park, J., Lee, S. -K., Hong, H. -G., Shim, H. S., & Shin, M. -K. (2019). Exploring multi-faceted understandings and issues regarding science subject matter competency: Considering the relationship with general core competency. *Journal of Science Education*, 43(1), 94-118.
- Lee, H. -S., & Yoo, P. K. (2020). The effects of the science lesson applying the backward design model on science core competency of 2015 Revised Science, science process skills, and scientific communication ability. *Journal of Fisheries and Marine Sciences Education*, 32(1), 211-221.
- Lee, M. -J. (2004). The issues in the current studies on the science curriculum reform. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 24(5), 916-929.
- Lee, M. -J. (2009). Toward the definition of 'scientific literacy'. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 28(4), 487-494.
- Lee, M. -J. (2014). Characteristics and trends in the classifications of scientific literacy definitions. *Journal of the Korean Association for*



- Science Education, 34(2), 55-62.
- Lee, S. E. (2018). Exploring an alternative direction for a competence-based curriculum in an age of uncertainty: An "ontological approach." *The Journal of Curriculum Studies*, 36(1), 45-69.
- Lottero-Perdue, P. S., & Brickhouse, N. W. (2002). Learning on the job: The acquisition of scientific competence. *Science Education*, 86(6), 756-782.
- McEaney, E. H. (2003). The worldwide cachet of scientific literacy. *Comparative Education Review*, 47(2), 217-237.
- McPhail, G., & Rata, E. (2016). Comparing curriculum types: 'Powerful knowledge' and '21st century learning'. *New Zealand Journal of Educational Studies*, 51(1), 53-68.
- Millar, R. (2013). Improving science education: Why assessment matters. In Corrigan, D., Gunstone, R., & Jones, A. (Eds.). *Valuing Assessment in Science Education: Pedagogy, Curriculum, Policy* (pp. 55-68). Springer, Dordrecht.
- Millar, R., & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science education for the future: The report of a seminar series funded by the Nuffield Foundation*. (Retrieved September 30th, 2021 from <https://www.nuffieldfoundation.org/wp-content/uploads/2015/11/Beyond-2000.pdf>)
- Mun, K., Lee, H., Kim, S. W., Choi, K., Choi, S. Y., & Krajcik, J. S. (2015). Cross-cultural comparison of perceptions on the global scientific literacy with Australian, Chinese, and Korean middle school students. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(2), 437-465.
- National Commission on Excellence in Education [NCEE] (1983). *A nation at risk: The imperative for educational reform*. *The Elementary School Journal*, 84(2), 113-130.
- National Research Council [NRC] (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council [NRC] (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8*. Washington, DC: National Academies Press.
- National Research Council [NRC] (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: National Academies Press.
- National Science Teachers Association [NSTA] (1971). *NSTA position statement on school science education for the 70's*. *The Science Teacher*, 38, 46-51.
- Neville, A. J. (2009). Problem-based learning and medical education forty years on. *Medical Principles and Practice*, 18(1), 1-9.
- Next Generation Science Standards [NGSS] Lead States (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Washington, DC: National Academies Press.
- Norris, S. P., & Phillips, L. M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87(2), 224-240.
- Ohn, J. D. (2021). Research for preparing criteria for the development of the 2022 Revised National Curriculum. In *Proceedings of the Public Hearing for Research for Preparing Major Features of the General Guideline of the 2022 Revised National Curriculum* (pp. 67-84).
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD] (2000). *Measuring Student Knowledge and Skills: The PISA 2000 Assessment of Reading, Mathematical, and Scientific Literacy*. Paris: OECD.
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD] (2001). *Knowledge and Skills for Life: First Results from the OECD Programme for International Student Assessment (PISA) 2000*. Paris: OECD.
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2005). *The Definition and Selection of Key Competencies: Executive Summary*. Paris: OECD.
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD] (2006). *Assessing Scientific, Reading, and Mathematical Literacy: A Framework for PISA 2006*. Paris: OECD.
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD] (2009). *PISA 2009 Assessment Framework: Key Competencies in Reading, Mathematics, and Science*. Paris: OECD.
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD] (2013). *PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy*. Paris: OECD.
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD] (2017). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving* (revised ed.). Paris: OECD.
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD] (2019a). *OECD Future of Education and Skills 2030: OECD Learning Compass 2030 - A Series of Concept Notes*. Paris: OECD.
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD] (2019b). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. Paris: OECD.
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD] (2020). *Curriculum Overload: A Way Forward*. Paris: OECD.
- Orpwood, G. (2001). The role of assessment in science curriculum reform. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 8(2), 135-151.
- Park, J. (2016). Discussions about the three aspects of scientific literacy: Focus on integrative understanding, settlement in curriculum, and civic education. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 36(3), 413-422.
- Park, J., Yoon, H. -G., & Kwon, S. (2019). Suggesting a model of science competency and applying it to science curriculum. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 39(2), 207-220.
- Park, S. I., Lim, C. I., Lee, J. K., Choi, J. I., Lim, J. H., ..., Lee, J. E. (2012). *Principles and Applications of Educational Technology*. Paju: Kyoyookbook.
- Park, S. J. (ed.) (1985). *Science Education*. Seoul: Kyoyookbook.
- Park, S. J., Kim, D. S., Kim, Y. S., Woo, K. H., Lee, J. Y., & Han, B. S. (1983). *Educational anticipation of general science museum and its proceeding methods*. National Science Museum.
- Presidential Commission on Education Reform [PCER] (1996). *Education Reform Report for Establishing New Education System*. (Seoul: PCER).
- Research Group of the Core Competences for Chinese Students' Development (2016). *The Core Competences for Chinese Students' Development [中国学生发展核心素养]*. Beijing: Beijing Normal University Press.
- Roberts, D. A. (2007). Scientific literacy/science literacy. In Abell, S. K., & Lederman, N. G. (Eds.), *Handbook of Research in Science Education* (pp. 729-780). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Roberts, D. A., & Bybee, R. W. (2014). Scientific literacy, science literacy, and science education. In Lederman, N. G., & Abell, S. K. (Eds.) *Handbook of Research on Science Education, Volume II* (pp. 559-572). Routledge.
- Ryder, J. (2001). Identifying science understanding for functional scientific literacy. *Studies in Science Education*, 36(1), 1-44.
- Ryder, J., & Banner, I. (2013). School teachers' experiences of science curriculum reform. *International Journal of Science Education*, 35(3), 490-514.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2009). Scientific literacy, PISA, and socioscientific discourse: Assessment for progressive aims of science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 909-921.
- Seo, K (2020). Dilemmas of competency-based curriculum. *The Journal of Curriculum Studies*, 38(4), 5-31.
- Seoul National University Education Research Institute [SNUERI] (1994). *The Dictionary of Educational Studies* (revised ed.). Seoul: Haudongsul.
- Seoul National University Education Research Institute [SNUERI] (1998). *The Encyclopedia of Education*. Seoul: Haudongsul.
- Sewell Jr, W. H. (1992). A theory of structure: Duality, agency, and transformation. *American Journal of Sociology*, 98(1), 1-29.
- Shamos, M. (1995). *The Myth of Scientific Literacy*. Rutgers University Press.
- Shin Y. (2021). The process of competence-fostering science curricular restructuring and ways of elementary-secondary science curricular content. In *Proceedings of the Public Hearing for Competence-fostering Science Curricular Restructuring Research* (pp. 2-14).
- Sinnema, C., & Aitken, G. (2013). Emerging international trends in curriculum. In Prestley, M., & Biesta, G. (Eds.). *Reinventing Curriculum* (pp. 141-163). Bloomsbury Academic.
- Snaza, N. (2009). Thirteen theses on the question of state in curriculum studies. In Malewski, E. (Ed.). *Curriculum Studies Handbook - The Next Moment* (pp. 61-80). Routledge.
- So, K. -H. (2004). *Curriculum Development - Major Issues and New Approaches -*. Seoul: Kyoyookbook.
- So, K. -H. (2007). 'Competency' in the context of schooling: It's meaning and curricular implications. *The Journal of Curriculum Studies*, 25(3), 1-21.
- So, K. -H. (2017). *Understanding Curriculum*. Paju: Kyoyookbook.
- Stuckey, M., Hofstein, A., Mamluk-Naaman, R., & Eilks, I. (2013). The meaning of 'relevance' in science education and its implications for the science curriculum. *Studies in Science Education*, 49(1), 1-34.
- Takayama, K. (2007). A nation at risk crosses the Pacific: Transnational borrowing of the US crisis discourse in the debate on education reform in Japan. *Comparative Education Review*, 51(4), 423-446.
- Turner, S. (2008). School science and its controversies; or, whatever happened to scientific literacy?. *Public Understanding of Science*, 17(1), 55-72.

- Ufer, S., & Neumann, K. (2018). Measuring competencies. In Fischer, C. F., Hmelo-Silver, S. G., & Reimann, P. (Eds.), *International Handbook of the Learning Sciences* (pp. 433-443). New York, NY: Routledge.
- Valladares, L. (2021). Scientific literacy and social transformation. *Science & Education*, 30(3), 557-587.
- Wheelahan, L. (2007). How competency-based training locks the working class out of powerful knowledge: A modified Bernsteinian analysis. *British Journal of Sociology of Education*, 28(5), 637-651.
- White, R. & Gunstone, R. (1992). *Probing Understanding*. London. The Falmer Press.
- Wiggins, G., & McTighe, J. (2005). *Understanding by Design* (expanded 2<sup>nd</sup> ed.). VA: ASCD.
- Willbergh, I. (2015). The problems of 'competence' and alternatives from the Scandinavian perspective of Bildung. *Journal of Curriculum Studies*, 47(3), 334-354.
- Williamson, B. (2013). *The Future of the Curriculum - School Knowledge in the Digital Age*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Wittgenstein, L. (2010). *Philosophical Investigations*. John Wiley & Sons.
- Yager, R. E. (1992). What we did not learn from the 60s about science curriculum reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(8), 905-910.
- Yao, J. X., & Guo, Y. Y. (2018). Core competences and scientific literacy: the recent reform of the school science curriculum in China. *International Journal of Science Education*, 40(15), 1913-1933.
- Yates, L., & Millar, V. (2016). 'Powerful knowledge' curriculum theories and the case of physics. *The Curriculum Journal*, 27(3), 298-312.
- Young, M. (2008) *Bringing Knowledge Back in: From Social Constructivism to Social Realism in the Sociology of Education*. Routledge.
- Young, M., & Muller, J. (2013). On the powers of powerful knowledge. *Review of Education*, 1(3), 229-250.
- Young, M., & Muller, J. (2015). *Curriculum and the Specialization of Knowledge*. London, Routledge.

## 저자정보

이경건(서울대학교 학생)  
홍훈기(서울대학교 교수)