

PISA 설문에서 나타난 한국 과학교사들의 인식: 미국, 중국과 비교를 중심으로

김현정

공주대학교 화학교육과
(접수 2021. 10. 6; 게재확정 2021. 11. 19)

Korean Science Teachers' Perceptions in PISA Survey: Focusing on Comparison with the United States and China

Hyunjung Kim

Department of Chemistry Education, Kongju National University, Chungnam 32588, Korea.
E-mail: chem95@kongju.ac.kr

(Received October 6, 2021; Accepted November 19, 2021)

요 약. 이 연구는 PISA 2015에서 실시한 과학교사 설문을 분석하여 향후 한국 과학교육을 위한 시사점을 도출하는 것을 목적으로 하였다. 이를 위해 한국, 미국, 중국의 과학교사 설문 원자료를 분석하여, 설문 항목별로 기술통계와 차이 검정을 실시하였다. 연구 결과는 다음과 같다. 첫째, 한국 과학교사는 전문성 개발 활동에 의무적으로 참여해야 한다는 인식이 비교국들에 비해 낮았고, 학생 맞춤형 지도 방법과 다양한 평가 방법의 실제 등에서 개선이 필요한 것으로 나타났다. 둘째, 한국 과학교사는 대체로 교직에는 만족하고 있었으나, 현재 근무하는 학교에서 여러 가지 자원의 제한으로 과학교육 활동에 지장을 받는다는 응답이 비교국에 비해 상대적으로 높았다. 셋째, 한국은 과학 교육과정과 과학 수업에서 과학 탐구가 덜 강조되고 있었으며, 탐구의 교수 과정에서 과학교사의 자기 효능감도 상대적으로 낮게 나타났다. 넷째, 한국은 과학 수업에서 토의와 토론 수업, ICT 활용 수업 등이 적게 이루어지는 것으로 나타났다.

주제어: PISA 2015, 과학교사 설문, 과학교사의 인식

ABSTRACT. The purpose of this study is to draw implications for future Korean science education by analyzing the PISA 2015 science teacher questionnaire. To this end, descriptive statistics and difference tests were conducted for each questionnaire item, using raw data from science teacher surveys in Korea, the United States, and China. As a result of the analysis, first, the perception that Korean science teachers should participate in professional development activities was lower than that of comparative countries, and it was found that improvement was needed in the practice of adaptive instruction and various evaluation methods. Second, although Korean science teachers were generally satisfied with their jobs, the response that they were hindered in science education activities due to limitations in various resources at their current school was relatively higher than that of comparative countries. Third, scientific inquiry was less emphasized in science curriculum and science class in Korea, and self-efficacy in inquiry teaching process was relatively low. Fourth, in Korea, it was found that there were fewer classes for discussion and using ICT in science classes.

Key words: PISA 2015, Science teacher survey, Perception of science teachers

서 론

과학은 미래의 지능정보 사회를 선도하는 핵심 교과로,¹ 우리가 살아가는 세상을 이해하기 위한 기초 과목이며 다양한 분야로 진출하고자 하는 학생들에게 필수적으로 요구되는 주요 교과이다. 그러나, 학생들은 다른 과목에 비해 과학을 상대적으로 공부하기 어려워하며, 어려운 분야의 학업과 진로에 대한 기피 현상은 이공계열의 인력 부족

현상으로 나타나고 있다.² 한국 역시 이공계열로의 진로 기피와 인력 공백 현상을 극복하기 위한 노력을 지속하고 있다. 최근 발표된 4차 과학기술 인재 육성·지원 기본계획에서는 최근 하락하고 있는 국제학업성취도의 과학 역량과 지속적으로 낮게 나타나는 과학에 대한 정의적 성취를 끌어올려 미래의 불확실성을 돌파할 인재 양성을 목표로 제시하고 있다.³

최근 첨단 과학기술의 고도화와 코로나19 같은 팬데믹

으로 급격한 사회 변화가 이루어짐에 따라 향후 미래 사회를 살아가는 데 필요한 역량을 현재의 학교 교육으로 키워낼 수 있는가에 대한 고민이 지속되고 있다.⁴ 세계 각국은 미래 교육을 위한 교수·학습의 혁신을 위해 노력하고 있으며, 자국의 교육 성과를 점검하고 개선하기 위해 부단히 노력하고 있다. 자국의 교육 성과를 점검할 수 있는 대표적인 방법으로, 국제적으로 교육과정이 표준화되어 다른 국가와의 비교가 가능한 과목을 중심으로 PISA (Programme for International Student Assessment, 이하 PISA)와 TIMSS(Trends in International Mathematics and Science Study, 이하 TIMSS) 등의 국제 비교 연구가 실시되고 있다. 이 과정에서 참여국 학생들의 수학과 과학에 대한 인지적 성취를 조사하고, 각국의 교육 성과를 해석하기 위하여 학생 설문과 학교 설문을 실시하여 참여국의 교육환경 및 정책을 파악하고 있다. 이는 국제 비교 연구의 성취 결과가 교육에 대한 사회적 규범, 가치, 태도 등의 국가 교육적 맥락과 연계되기 때문이다.^{5,6}

그동안 한국은 PISA, TIMSS와 같은 국제 비교 연구에 꾸준히 참여해 왔으며, 주기별로 과학 영역의 인지적 성취와 정의적 성취가 주로 분석되었다. 그러나 평균 점수, 순위 등으로 각국에서 이루어지는 교육을 점검하는 데는 한계가 있으며, 실제 학생들이 경험하는 과학 수업의 질을 개선하기 위해서는 구체적으로 과학교육에 영향을 줄 수 있는 다양한 변인들을 조사할 필요가 있다. 이를 위한 효과적인 방법은 우리나라가 참여한 국제 비교 연구에서 참여국 학생들의 인지적 성취와 함께 수집되는 과학 관련 주요 변인들을 분석하는 것이다. PISA는 주기별로 읽기, 수학, 과학 순으로 주영역을 설정하여 주영역 중심의 평가를 시행하고 있으며, 주영역은 학생들의 인지적 성취를 해석하기 위하여 교수·학습 환경 등을 조사하는 학생 설문과 주영역 담당 교사의 설문이 추가로 진행된다. 과학은 PISA 2006과 PISA 2015에서 주영역이었으며, 특히 PISA 2015는 처음으로 표집 대상 학교의 과학교사를 대상으로 대규모 설문을 진행하여, 통계적으로 한국 과학교사를 대표할 수 있는 자료를 얻을 수 있다.

그동안 국제 비교 연구에서는 주로 PISA와 TIMSS의 데이터를 활용하여 과학 영역에서 보이는 참여국 학생들의 성취 특징을 분석하거나, 인지적 성취와 함께 학생 설문 또는 학교 설문에서 조사되는 다양한 변인을 탐색하여 인지적 성취와의 관련성을 분석하는 연구가 주로 진행되었다.⁷⁻⁹ 한국을 중심으로 진행된 연구를 살펴보면, 최근에는 PISA 2018 과학 영역에서 나타난 한국 학생들의 성취 특성을 탐색하는 연구들이 이루어졌다.¹⁰⁻¹¹ 이 연구들에서 PISA 2009~PISA 2018 과학 영역에서 한국 학생들의 성취 수준별 비율과 성취 수준별 남녀 비율을

살펴보고, 평가를 하위 요소별 정답률을 PISA 2015와 비교한 연구가 진행되었으며,¹⁰ 과학 성취 수준 집단별로 영역 공통으로 조사되는 주요 변인들의 응답 평균을 비교하여 집단별 차이를 분석하고, 교육맥락변인의 영향력을 성취 수준 집단별 다집단 다층 분석을 통해 살펴보았다.¹¹ 과학이 주영역이었던 PISA 2006과 PISA 2015의 경우 과학에 대한 흥미, 자신감, 가치 등의 정의적 영역과 과학 교수법 등 과학 교수·학습과 관련된 변인을 추가로 분석할 수 있어, PISA 2015 데이터를 활용하여 각국의 과학교육 관련 시사점을 찾는 연구들도 이루어졌다.¹²⁻¹³ 이 연구들은 PISA 2015에서 한국을 포함하여 상위 성취 10개국을 대상으로 과학 교수법을 분석하고, 과학 교수법 유형별로 인지적 성취 사이의 관계를 분석하였으며,¹² 한국을 비롯한 상위 성취 5개국을 대상으로 과학 교수법 관련 학생 설문 응답을 비교 분석하여 한국 과학 수업 실태를 파악하였다.¹³ 과학 교수법의 경우 참여국의 과학 수업을 간접적으로 비교해볼 수 있다는 점에서 학생 설문에서 나타나는 과학 교수법 유형별로 참여국 전체의 교수법을 지표화하여 비교하고, 인지적 성취와의 관계를 살펴보기도 하였다.¹⁴ 그러나 이와 같은 선행 연구들에서 분석 대상으로 삼는 것은 주로 학생들의 인지적 성취와 학생 설문 자료이다.

과학교사는 과학 교수 및 학생의 학습 관련 전문가로 간주되므로, 과학교사를 대상으로 한 설문은 각국의 과학교육과 관련하여 객관성과 신뢰성이 높은 정보를 제공할 것으로 예상된다. 그러나 과학교사 설문은 PISA 2015에 처음 도입되었고 참여국의 필수 설문이 아니었으므로 참여 대상 국가가 한정적이어서 연구 결과로 거의 활용되지 않았다. 한국은 과학교사 설문에 참여하였으나, 과학교사 설문이 연구로 활용된 것은 과학 수업에서 이루어지는 교수법의 실태를 객관적으로 점검해보기 위하여, 과학교사 설문 중 교수법 관련 문항만을 뽑아 학생 설문과 비교하여 학생과 과학교사의 인식을 비교하여 해석한 연구가 유일하다.¹⁵ PISA 과학교사 설문을 통해 과학교사가 최근 참여한 전문성 개발 활동, 과학교육 환경, 과학 교육과정에서의 강조점, 과학 교수법, 과학 교수 관련 자기 효능감 등 다양한 변인들에 대한 과학교사의 인식을 살펴볼 수 있다. 따라서 과학교사 설문을 구성하는 대부분의 문항을 살펴보는 것은, 대규모 과학교사 응답을 바탕으로 한국의 과학교육의 현황을 점검할 수 있어 의미 있는 시사점을 제공해 줄 수 있을 것으로 판단된다. 또한, 국제 비교 연구의 목적을 살리고 한국 과학교육의 실태를 비교할 대상이 필요하므로, 비교국을 선정하여 과학교사의 인식을 비교해보고, 한국 과학교육의 현시점에 대한 진단과 향후 미래 교육을 위한 시사점을 도출해 보고자 한다.

연구 방법

연구 대상

본 연구는 PISA 자료 중 과학 영역이 주영역이었던 PISA 2015의 과학교사 설문 자료를 활용한 것으로, 한국, 미국, B-S-J-G(중국)의 과학교사 설문 원자료를 대상으로 하였다. 이 자료는 PISA 2015에 표집된 학교에서 근무하는 과학 교사의 설문 응답 자료로, 주로 고등학교 과학교사가 응답하였다. PISA가 만 15세 이상의 의무교육을 종료한 학생들이 참여하는 시험으로 주로 고등학교 1학년이 응시하기 때문이다. 한국 과학교사의 주요 인식을 살펴보기 위하여, 데이터가 공개된 국가 중 한국에 유의미한 시사점을 줄 수 있는 국가를 비교국으로 설정하였는데, 미국은 과학교사 설문 참여국 중 한국의 교육과 가장 연관이 큰 나라로 판단하였으며, 교육환경이 한국과 유사한 아시아 국가로 B-S-J-G(중국)을 추가로 선정하였다. 중국은 PISA 2015에서 베이징, 상하이, 장쑤성, 광둥성 지역 연합으로 참여하여 국제본부에서 B-S-J-G(중국)로 표시하였으며, 전 지역에서 표집된 다른 참여국과 차이가 있다. 그러나 PISA의 과학교사 설문은 참여국의 선택 설문으로 PISA 2015에 참여한 71개국 중 일부 국가만 참여하여, 호주, 브라질, 칠레, 타이페이, 콜롬비아, 체코, 도미니카공화국, 독일, 그

리스, 홍콩, 이탈리아, 한국, 마카오, 페루, 포르투갈, 스페인, 아랍에미리트. 미국, B-S-J-G(중국)의 원자료가 공개되어 있다. 이에 아시아 국가 중 B-S-J-G(중국)을 비교국으로 선정하게 되었다. 분석에 활용된 연구 대상의 기본 정보를 제시하면 Table 1과 같다.

자료 분석

PISA 2015의 과학교사 설문 중 배경정보, 학부모 관련 문항 등을 제외하고 과학 교수·학습과 관련이 있는 문항들을 분석하였다. 설문의 주요 내용은 Table 2와 같다.

분석은 SPSS 27.0 통계 프로그램을 이용하여 빈도 분석을 비롯한 기술통계를 실시하였으며, 한국 과학교사가 미국과 중국 과학교사와 응답에서 차이가 있는지 살펴보기 위하여, 설문 항목별로 국가 간 차이 검정을 실시하였다. 문항 유형이 ‘예/아니요’ 중 고르는 문항의 경우에는 2점 척도로 (예: 참여하지 않음=1, 참여=2), 리커트 문항은 4점 척도로 (예: 전혀 없다=1, 별로 없다=2, 어느 정도 있다=3, 많이 있다=4) 긍정적 인식이 숫자가 커지도록 코딩하였다. 보통 PISA 데이터의 경우 참여국들의 인원수가 같지 않아 국가 간 비교를 위한 가중치 변인을 제공하나, 과학교사 설문은 가중치 변인을 제공하지 않아 원자료를 기준으로 분석을 진행하였다.

Table 1. Basic information of participants

	Female		Male		Sum		Total working years
	Number	%	Number	%	Number	%	
Korea	1,537	50.4	1,510	49.6	3,047	100	17
United States	1,825	57.2	1,364	42.8	3,189	100	14
B-S-J-G (China)	3,615	57.6	2,663	42.4	6,278	100	16

Table 2. Main contents of the questionnaire

Category	Item	Sub-item (number)	Type
Initial Education and Professional Development	What proportion of your teacher education or training programme or other professional qualification was dedicated to each of the following areas?	4	Writing percentage
	During the last 12 months, did you participate in any of the following activities?	6	Yes/No
	During the last 12 months, what proportion of your professional development activities was dedicated to each of the following areas?	4	Writing percentage
	Are you required to take part in professional development activities?	-	Yes/No
Your School	Is your school's capacity to provide instruction hindered by any of the following issues?	8	4 Point Likert Scale
	How much emphasis is given to the following approaches and processes in the intended curriculum for?	8	4 Point Likert Scale
	To what extent do you disagree or agree with the following statements about regular cooperation among your fellow teachers and yourself?	8	4 Point Likert Scale
	We would like to know how you generally feel about your job. How strongly do you agree or disagree with the following statements?	8	4 Point Likert Scale
Science Teaching Practices	How often do these things happen in your lessons?	22	4 Point Likert Scale
	To what extent can (or could) you do the following?	4	4 Point Likert Scale
	To what extent can (or could) you do the following?	4	4 Point Likert Scale

연구 결과 및 논의

과학교사의 초기 교육 및 전문성 개발

과학교사들에게 본인이 이수한 교사 양성 과정과 지난 12개월 동안 참여한 전문성 개발 활동의 영역별 구성 비율을 각각 물어본 결과는 Fig. 1과 같다. 이 두 문항은 4개 영역을 하위 문항으로 구성하여 각 영역이 전체 중 차지하는 비율을 대략적인 숫자로 기술하는 문항이다.

과학교사가 이수한 교사 양성 과정에서 한국은 ‘과학과 과학기술에 대한 내용’이 차지하는 비율이 비교국에 비해 10%p 이상 많은 것으로 나타났다. 한국은 학교에서 이루어지는 평가 등 교육과 관련된 일반적 주제에 대한 비중이 가장 작았으나, 미국은 교사 양성 과정에서 이 부분이 한국과 중국에 비해 많은 비중을 차지하는 것으로 응답하였다. 중국은 교사 양성 과정의 교육과정 중 과학 교수법과 관련된 내용이 가장 많은 비율을 차지하였으며, 한국과 미국에 비해 약 10%p 이상 많은 것으로 응답하였다. Table 1에서 설문에 참여한 교사들의 근무 경력이 14~17년 정도로 대략 2000년 이전에 학부 과정을 경험했을 것으로 판단된다. 이 시기의 한국은 학부과정에서 화학교육론과 화학교재연구 및 지도법 정도의 과목을 주로 이수하던 시기로, 과학교사에게 필요한 수업 전문성 등을 함양하는 수업이 현장에서 절대적으로 부족한 시점이었다. 1주기(1998년~2002년) 교사양성기관 역량진단평가가 시작된 이후 5주기 평가까지 진행되면서,¹⁶ 사범대학의 교육과정도 과학 교수법과 수업 전문성 함양을 위한 다양한 교과 교육 과목들을 개설하고 있으므로 이는 지속적으로 개선될 것으로 판단된다.

지난 12개월 동안 참여했던 전문성 개발 활동에서 각

영역이 차지하는 비율을 물어본 결과, 한국은 ‘과학과 과학기술에 관한 내용’이 차지하는 비율이 비교국들에 비해 전체 구성 중 10%p 이상 많은 것으로 나타났다. 이는 교사 양성 기관의 교육과정에서 ‘과학과 과학기술에 관한 내용’이 차지하는 비율에 비해서는 작으나 여전히 지식의 전달과 관련한 내용이 전문성 개발 활동에서 차지하는 비중이 높은 것으로 보인다. 중국의 경우 교사 양성 기관에서 차지하는 비율과 거의 유사한 비율로 ‘과학 과목과 관련한 교수와 학습’ 분야에 대한 구성이 많은 것으로 나타났으며, 한국은 과학 관련 교수법과 관련하여 중국보다는 적게 다루고 있으나 미국보다는 많이 다루고 있는 것으로 응답하였다. 미국은 ‘평가 등 교육과 관련한 일반적인 주제’에 대한 구성이 가장 많은 것으로 나타났는데, 이는 교사 양성 기관에서의 비율보다도 약간 증가한 수치였다. 한국과 중국은 교육과 관련한 일반적인 주제에 대해 다루는 비율이 유사하였으나, 한국은 교사 양성 기관에서 다루는 비율보다는 전문성 개발 활동에서 다루는 비율이 증가하였다.

Table 3은 지난 12개월 동안 과학교사가 참여한 전문성 개발과 관련한 활동에 대해 물어본 결과이다.

한국, 미국, 중국 과학교사 모두 ‘동료 교사와 교수 향상을 위한 방법에 대한 비공식적 논의’에 대부분 참여하고 있는 것으로 응답하였으며, 학위 과정과 같은 ‘자격 프로그램’에의 참여가 가장 적은 것으로 나타났다. ‘공식적인 학교 계획에 따른 멘토링, 동료 관찰, 지도’에서 한국과 다른 국가 간 차이가 가장 많이 나타났는데, 미국은 한국보다 과학 교사의 참여가 적게 이루어지는 것으로 응답하였으며, 중국은 한국보다 많이 참여하는 것으로 나타났다. 또한, ‘교사들의 전문성 개발을 목적으로 형성된 교사 모임에 참여’와 ‘전문 서적 읽기(예: 학술지, 증거-기반 논문, 학위 논

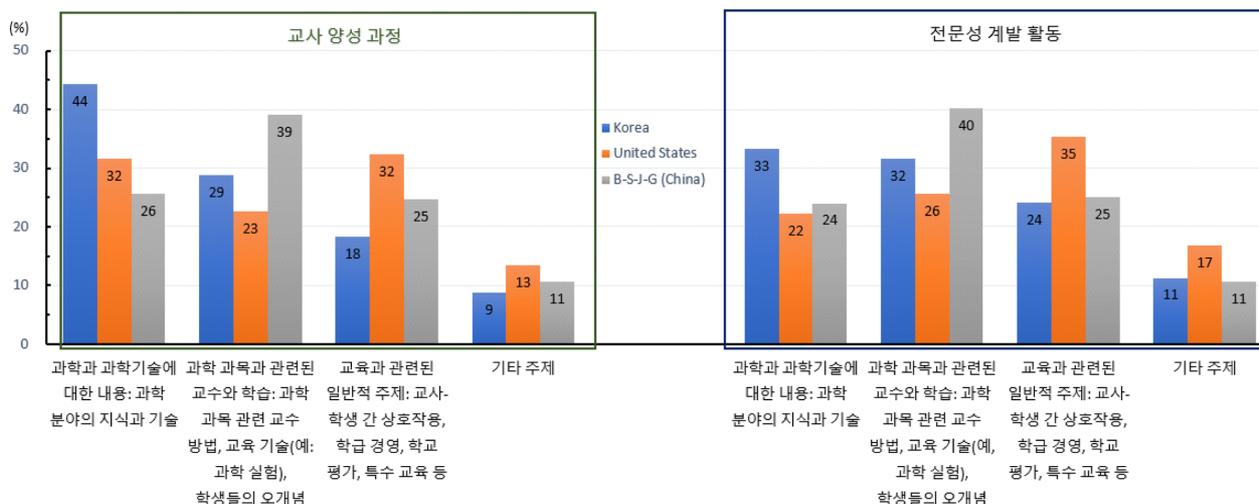


Figure 1. Proportion of ‘teacher education programme’ and ‘professional development activities’.

Table 3. The result about participation in professional development activities

During the last 12 months, did you participate in any of the following activities?	Korea	United States	B-S-J-G (China)	K-U		K-C	
	Mean(SD)	Mean(SD)	Mean(SD)	t	p	t	p
Qualification programme (e.g. a degree programme)	1.30(0.46)	1.19(0.39)	1.41(0.49)	10.318	0.00	9.635	0.00
Participation in a network of teachers formed specifically for the profes dev of teachers	1.60(0.49)	1.80(0.40)	1.72(0.45)	-16.841	0.00	10.965	0.00
Individual or collaborative research on a topic of interest to you professionally	1.56(0.50)	1.57(0.50)	1.71(0.46)	-0.970	0.33	13.458	0.00
Mentoring and/or peer observation and coaching, as part of a formal school arrangement	1.78(0.42)	1.57(0.50)	1.95(0.21)	17.121	0.00	26.096	0.00
Reading professional literature (e.g. journals, evidence-based papers, thesis papers)	1.64(0.48)	1.70(0.46)	1.86(0.34)	-4.657	0.00	24.010	0.00
Engaging in informal dialogue with your colleagues on how to improve your teaching	1.92(0.27)	1.96(0.19)	1.98(0.15)	-7.152	0.00	12.041	0.00

문)’에서 한국 과학교사가 미국과 중국 과학교사에 비해 관련 활동들에 더 적게 참여하고 있는 것으로 인식하고 있었다.

과학교사들이 전문성 개발 활동에 의무적으로 참여해야 하는지에 대한 결과는 Table 4와 같다.

미국과 중국의 과학교사가 한국 과학교사에 비해 전문성 개발 활동에 의무적으로 참여해야 한다는 응답이 높았으며, 한국과의 차이도 크게 나타났다.

과학교사의 근무 학교

근무하는 학교에서 제시된 항목이 과학교육 활동에 어느 정도 지장을 주는지를 물어본 결과는 Table 5와 같다.

Table 5에서 한국 과학교사는 모든 항목에서 미국의 과학교사보다 응답이 부정적이었으며, ‘보조 인력의 부족’, ‘물리적 시설의 부족’, ‘부적합하거나 낙후된 물리적 시설’의 경우 응답 평균 차이가 0.81, 0.74, 0.71로 매우 크게 나타났다. 중국 과학교사의 응답도 한국 과학교사에 비해 긍정적인 것이 많았으며, ‘보조 인력의 부족’, ‘물리적 시설의 부족’, ‘부적합하거나 낙후된 물리적 시설’에서 중국과 한국의 응답 평균 차이가 큰 편이었다. 교사 및 보조 인력의 부족부터 교육 자료, 물리적 시설에 이르기까지 거의 모든 분야에서 한국 과학교사의 인식이 미국과 중국 과학교사에 비해 상대적으로 부정적으로 나타나 교육 여건 개선과 지원이 지속적으로 필요한 것으로 보인다.

Table 4. The result about compulsory participation in professional development activities

Are you required to take part in professional development activities?	Korea	United States	B-S-J-G (China)	K-U		K-C	
	Mean(SD)	Mean(SD)	Mean(SD)	t	p	t	p
Are you required to take part in professional development activities?	1.51(0.50)	1.97(0.18)	1.86(0.35)	47.548	0.00	35.028	0.00

Table 5. The result about problems due to limited resources

Is your school’s capacity to provide instruction hindered by any of the following issues?	Korea	United States	B-S-J-G (China)	K-U		K-C	
	Mean(SD)	Mean(SD)	Mean(SD)	t	p	t	p
A lack of teaching staff.	2.40(0.89)	1.95(0.97)	2.22(1.08)	19.028	0.00	8.646	0.00
Inadequate or poorly qualified teaching staff.	2.06(0.79)	1.59(0.70)	2.11(1.06)	24.699	0.00	-2.625	0.01
A lack of assisting staff.	2.78(0.86)	1.97(0.91)	2.12(1.02)	36.155	0.00	32.488	0.00
Inadequate or poorly qualified assisting staff.	1.97(0.77)	1.67(0.79)	2.05(1.00)	15.399	0.00	-4.229	0.00
A lack of educational material (e.g. textbooks, IT equipment, library or laboratory material).	2.47(0.81)	2.18(1.00)	2.28(1.10)	12.670	0.00	9.365	0.00
Inadequate or poor quality educational material (e.g. textbooks, IT equipment, library or laboratory material).	2.41(0.80)	2.06(0.98)	2.23(1.08)	15.164	0.00	8.749	0.00
A lack of physical infrastructure (e.g. building, grounds, heating/cooling, lighting and acoustic systems).	2.52(0.88)	1.78(0.94)	2.15(1.06)	32.002	0.00	17.994	0.00
Inadequate or poor quality physical infrastructure	2.54(0.88)	1.82(0.93)	2.11(1.04)	30.901	0.00	20.326	0.00

Table 6. The result about emphasis in science curriculum

How much emphasis is given to the following approaches and processes in the intended curriculum for?	Korea	United States	B-S-J-G (China)	K-U		K-C	
	Mean(SD)	Mean(SD)	Mean(SD)	t	p	t	p
Knowing basic science facts/principles	3.54(0.62)	3.61(0.55)	3.78(0.48)	-2.578	0.01	-10.655	0.00
Observing natural phenomena	3.11(0.72)	3.27(0.65)	3.72(0.53)	-5.114	0.00	-22.675	0.00
Providing explanations	3.54(0.59)	3.53(0.58)	3.54(0.63)	0.421	0.67	-0.024	0.98
Designing and planning experiments	2.77(0.77)	3.16(0.75)	3.57(0.64)	-11.213	0.00	-27.678	0.00
Conducting experiments or investigations	2.73(0.76)	3.39(0.67)	3.58(0.65)	-20.172	0.00	-29.404	0.00
Integrating science with other subjects	2.86(0.74)	2.84(0.76)	3.44(0.69)	0.645	0.52	-20.179	0.00
Relating what students are learning to their daily lives	3.27(0.64)	3.23(0.71)	3.74(0.52)	1.232	0.22	-19.400	0.00
Incorporation the experiences of different ethnic groups and cultures	2.13(0.78)	2.40(0.88)	3.05(0.83)	-6.966	0.00	-28.371	0.00

근무하는 학교의 고등학교 1학년 과학 교육과정에서 강조되는 점을 묻은 결과는 Table 6과 같다.

Table 6에서 한국 과학교사는 과학 교육과정 중 ‘기존 과학 사실과 원리를 이해하기’와 ‘학습 내용에 대한 설명 제공하기’를 주로 강조하는 것으로 나타났다. 과학 교육과정에서 강조하는 것에 대해서는 제시된 모든 영역에서 중국 과학교사의 응답이 전체적으로 크게 긍정적이었다. ‘실험 또는 조사를 수행하기’와 ‘실험을 설계하고 계획하기’의 경우 미국과 중국 과학교사의 응답 평균이 한국 과학교사의 응답 평균보다 크게 높게 나타나, 한국은 과학 교육과정에서 상대적으로 실험의 수행을 덜 강조하는 것으로 나타났다. 즉, 과학 과목에서 과학 탐구의 중요성은 지속적으로 강조되고 있으나,^{17,18} 한국의 과학 교육과정에서 실험으로 대표되는 과학 탐구 활동의 강조는 여전히 부족한 것으로 보인다.

중국은 ‘학습 내용에 대한 설명 제공하기’를 제외한 모든 항목에서 한국에 비해 응답 평균이 높게 나타났는데, ‘다양한 민족과 문화의 경험을 통합하기’의 경우 중국과 한국의 응답 평균의 차이가 0.91로 매우 컸다. ‘자연 현상을 관찰하고 이를 기술하기’, ‘과학과 다른 과목을 통합하기’, ‘학습 내용을 일상생활과 관련 짓기’의 경우에도 중국의

응답 평균이 한국에 비해 크게 높게 나타났다. Table 6에서 제시된 모든 접근과 과정이 과학교육에서 강조하고 있는 것이나, 한국 과학 교육과정에서는 여전히 과학 내용을 이해하고 설명하는 것을 주요하게 다루는 것으로 과학교사들은 인식하고 있었다. 주요 국가에서 STEM 교육을 강조하는 것에 발맞추어,^{19,20} 우리나라도 융합교육을 주요 교육 정책으로 시행하고 있으나¹ 여전히 과학 교육과정 차원에서의 융합적 접근은 부족한 것으로 인식하고 있었다. 국가 간 인식 차이가 없었던 항목은 ‘학습 내용에 대한 설명 제공하기’로 세 국가 모두 응답 평균이 유사하였으며, ‘과학과 다른 과목을 통합하기’는 미국과 한국의 응답 평균이 유사하게 나타났다.

학교에서 이루어지는 과학교사의 정기적인 협의와 협력에 관한 질문한 결과는 Table 7과 같다.

Table 7에 의하면, 한국 과학교사는 동료교사와의 정기적인 협력에 관한 모든 문항에서 긍정적인 응답을 하였으며, 가장 응답 평균이 높은 항목은 ‘우리는 지필 시험의 채점 기준을 논의한다’였다. 과학교사들 사이의 협의와 협력에서는 한국 과학교사가 미국 과학교사보다 긍정적인 인식을 보인 문항이 많았으나, 한국과 중국은 차이가 크지 않거나 중국의 응답이 더 긍정적인 경우가 많았다. 한

Table 7. The result about regular cooperation among school science teachers

To what extent do you disagree or agree with the following statements about regular cooperation among your fellow teachers and yourself?	Korea	United States	B-S-J-G (China)	K-U		K-C	
	Mean(SD)	Mean(SD)	Mean(SD)	t	p	t	p
Discuss the achieve req for <school science> when setting tests.	3.39(0.57)	3.12(0.72)	3.43(0.56)	9.071	0.00	-1.594	0.11
To cooperate on what homework to give to our students.	3.28(0.62)	2.64(0.82)	3.35(0.58)	19.817	0.00	-3.350	0.00
We discuss the criteria we use to grade written tests.	3.57(0.55)	2.96(0.80)	3.42(0.57)	20.000	0.00	6.648	0.00
We exchange tasks for lessons and homework	3.29(0.62)	3.05(0.77)	3.27(0.63)	7.632	0.00	0.672	0.50
I prepare/teaching units with my fellow <school science> teachers.	3.30(0.62)	2.88(0.83)	3.45(0.60)	12.955	0.00	-6.701	0.00
We discuss ways to teach learning strategies/techniques	3.11(0.63)	3.16(0.69)	3.50(0.56)	-1.706	0.09	-16.553	0.00
<school science> teachers benefit from specif skills/interest	3.15(0.56)	3.10(0.64)	3.35(0.58)	1.767	0.08	-8.903	0.00
We discuss ways identify students' individual strength/weak.	3.11(0.60)	2.97(0.72)	3.39(0.60)	4.603	0.00	-12.035	0.00

국은 ‘우리가 학생들에게 내줄 숙제에 관해 협력하는 것은 당연한 일이다’, ‘우리는 지필 시험의 채점 기준을 논의한다’, ‘나는 동료 과학교사와 함께 수업 단원의 선정을 준비한다’에서 미국에 비해 응답 평균이 크게 높게 나타났다. 중국은 ‘우리는 학생들에게 학습 전략과 기술을 가르칠 방법에 대해 논의한다’에서 한국보다 응답 평균이 크게 높게 나타났으며, ‘우리는 학생들의 개인적인 강점과 약점을 더 잘 확인할 수 있는 방법에 대해 논의한다’에서도 한국에 비해 응답 평균이 높은 편이었다.

과학교사들에게 교직과 관련한 전반적인 만족도를 물어본 결과는 Table 8과 같다.

Table 8을 살펴보면, 세 국가 과학교사 모두 대체로 교사를 직업으로 선택한 것에 만족하고 있었으며, 대부분의 문항에서 미국의 과학교사가 한국 과학교사에 비해 더 긍정적이었고, 중국 과학교사와의 차이는 크지 않았다. 특히 ‘나는 이 학교에서 일하는 것이 즐겁다’와 ‘나는 나의 학교가 일하기 좋은 곳이라고 추천할 수도 있다’의 경우 미국 과학교사가 한국 과학교사에 비해 매우 긍정적이었으며, 중국

Table 8. The result about satisfaction with the current job and educational environment

How strongly do you agree or disagree with the following statements?	Korea	United States	B-S-J-G (China)	K-U		K-C	
	Mean(SD)	Mean(SD)	Mean(SD)	t	p	t	p
The advantages of being a teacher clearly outweigh the disadvantages.	3.14(0.60)	3.13(0.75)	2.99(0.74)	0.570	0.57	10.950	0.00
If I could decide again, I would still choose to work as a teacher.	2.86(0.80)	3.11(0.82)	2.90(0.81)	-12.068	0.00	-2.147	0.03
I regret that I decided to become a teacher.	1.85(0.71)	1.60(0.67)	1.93(0.72)	14.279	0.00	-4.773	0.00
I enjoy working at this school.	2.97(0.68)	3.38(0.65)	3.06(0.66)	-24.462	0.00	-6.560	0.00
I wonder whether it would have been better to choose another profession.	2.66(0.79)	2.23(0.91)	2.64(0.74)	20.217	0.00	1.228	0.22
I would recommend my school as a good place to work.	2.86(0.71)	3.26(0.73)	2.92(0.72)	-21.891	0.00	-3.851	0.00
I am satisfied with my performance in this school.	2.95(0.65)	3.35(0.60)	3.13(0.62)	-25.276	0.00	-13.128	0.00
All in all, I am satisfied with my job.	3.16(0.58)	3.28(0.64)	3.14(0.62)	-7.899	0.00	1.650	0.10

Table 9. The result about science instruction

How often do these things happen in your lessons?	Korea	United States	B-S-J-G (China)	K-U		K-C	
	Mean(SD)	Mean(SD)	Mean(SD)	t	p	t	p
Students are asked to draw conclusions	2.32(0.66)	2.94(0.72)	2.90(0.74)	-19.708	0.00	-21.767	0.00
Students are given opportunities to explain their ideas.	2.34(0.69)	3.22(0.69)	3.12(0.71)	-28.320	0.00	-28.476	0.00
I explain scientific ideas.	2.66(0.68)	3.35(0.68)	2.68(0.71)	-22.530	0.00	-0.473	0.64
A small group discussion between students takes place.	2.07(0.64)	3.07(0.77)	2.84(0.78)	-31.953	0.00	-29.169	0.00
A whole class discussion takes place	2.03(0.70)	3.11(0.80)	2.79(0.77)	-32.232	0.00	-26.966	0.00
Current scientific issues are discussed.	2.30(0.69)	2.73(0.80)	2.61(0.76)	-12.903	0.00	-11.240	0.00
Students make calculations using scientific formulas.	2.49(0.71)	2.79(0.90)	2.74(0.77)	-8.361	0.00	-8.430	0.00
I use an interactive white board.	1.28(0.62)	2.27(1.31)	2.35(0.99)	-21.925	0.00	-37.136	0.00
Students do their own scientific study/related research.	1.93(0.74)	2.11(0.82)	2.13(0.81)	-5.156	0.00	-6.742	0.00
I discuss questions that students ask.	2.79(0.75)	3.37(0.69)	2.76(0.71)	-18.012	0.00	1.076	0.28
Students carry out practical work.	2.12(0.54)	2.99(0.75)	2.43(0.78)	-29.723	0.00	-12.958	0.00
Students write up laboratory reports.	2.16(0.58)	2.50(0.83)	2.29(0.77)	-10.989	0.00	-5.587	0.00
I demonstrate an idea.	2.83(0.74)	2.99(0.71)	2.59(0.70)	-4.864	0.00	8.500	0.00
I discuss questions of practical relevance.	2.64(0.72)	3.15(0.68)	2.77(0.68)	-16.151	0.00	-4.636	0.00
Students read materials from a textbook.	2.70(0.82)	2.30(0.99)	2.99(0.74)	9.697	0.00	-9.351	0.00
Students take notes from the board.	2.83(0.83)	2.80(0.86)	2.90(0.86)	0.968	0.33	-2.149	0.03
Students discuss materials from a textbook.	2.38(0.76)	2.34(0.97)	2.85(0.73)	1.035	0.30	-16.347	0.00
Students watch videos.	2.21(0.70)	2.48(0.84)	2.57(0.70)	-7.727	0.00	-12.936	0.00
Students use the internet.	1.88(0.74)	2.65(0.88)	2.09(0.81)	-21.366	0.00	-7.035	0.00
The class corrects homework or a test.	2.54(0.74)	2.27(0.95)	2.28(0.83)	7.267	0.00	8.302	0.00
Students fill out worksheets.	2.71(0.75)	2.44(0.83)	1.98(0.84)	7.500	0.00	24.190	0.00
Students present something to the rest of the class.	2.35(0.68)	2.37(0.82)	2.35(0.80)	-0.605	0.55	-0.131	0.90

과학교사의 응답도 한국보다 긍정적이었다. 한국 과학교사의 현재 학교에 대한 만족도가 교직 만족도보다 낮은 이유가 Table 5의 보조 인력의 부족부터 낙후된 물리적 시설에 이르기까지 다양한 자원들의 부족 상황과도 관련이 있을 것으로 판단된다.

과학교사의 과학 교수 실제

참여국의 과학 수업을 구체적으로 이해하기 위하여, 과학 수업에서 일어나는 다양한 활동의 빈도를 묻은 결과는 Table 9와 같다.

Table 9에서 한국 과학교사는 과학 수업에서 아이디어를 설명하거나 학생들이 판서 내용을 필기하는 활동 등 기존의 수업에서 많이 이루어지던 교수활동이 주로 이루어진다고 인식하고 있었으며, 상호작용이 가능한 쌍방향 전자칠판의 사용과 인터넷의 사용 등의 활동이 한국 과학수업에서 가장 적게 이루어지는 것으로 응답하였다. 제시된 대부분의 교수활동에서 미국과 중국 과학교사에 비해 낮은 응답 평균을 보이는 것이 많았으며, 한국 과학교사의 응답 평균이 비교국들보다 높은 것은 수업 중에 숙제 또는 시험에서 틀린 부분을 교정하거나 학생들이 활동지를 채우는 활동이었다.

교수활동에 따라 한국 과학교사의 응답 평균이 미국 또는 중국 과학교사들의 응답 평균과 1점 이상 크게 차이가 나타난 항목들이 있었다. ‘학생들 간에 소집단 토론을 한다’와 ‘나와 함께 전체 학급 토의를 한다’의 경우 한국은 미국보다 1점 이상 낮았으며, 중국보다도 0.7점 이상 낮은 것으로 나타났다. 과학교사가 쌍방향 전자칠판을 사용하는 것에서도 미국보다 약 1점, 중국에 비해서는 1점 이상 응답 평균이 낮았다. 그 외에도 ‘학생들로 하여금 그들이 수행한 실험에서 결과를 이끌어 낼 수 있도록 한다’, ‘학생들이 아이디어를 설명할 기회를 갖는다’, ‘현재의 과학적 이슈에 대해 토의한다’, ‘학생들이 실험 실습을 한다’, ‘학생들이 인터넷을 사용한다’ 등도 한국 과학교사와 비교국의 응답 평균 차이가 큰 편이었다. 이는 학생들의 응답 결과와도 유사하며,¹³ 학교 과학 수업에서 교과서와 수

업자료는 스마트 교육을 표방하고 있으나 실제 학교 여건은 이를 뒷받침하고 있지 못하다는 연구 결과와도 일치한다.²¹ 그러나 최근 학교 현장에 공공와이파이 설치와 지능형 과학실로의 변환 등이 이루어지고 있어,¹ 이는 빠르게 개선될 수 있을 것으로 생각된다. 국가 간 차이가 가장 적게 나타난 항목은 ‘학생들은 다른 학생들 앞에서 무언가를 발표한다’와 ‘학생들은 판서 내용을 필기한다’였다.

한국 과학 교육과정에서 실험의 설계 및 수행 등 과학 탐구가 강조되지 않는 것은(Table 6), 학교 현장으로 이어져 과학 수업에서 학생들의 직접적인 실험 수행이 적게 이루어지는 것으로 나타나고 있다. 학생은 실험으로 대표되는 과학 탐구 활동을 수행하는 과정을 통해 과학 지식을 얻거나 스스로 의미를 구성할 수 있으며,^{22,23} 과학 탐구는 학생들의 과학에 대한 인지적, 정서적 성취에도 영향을 주는 것으로 알려져 있다.²⁴ 그러나 과학 탐구의 중요성에도 불구하고 한국 과학 수업에서는 실험의 설계 및 수행 등이 적게 이루어지고 있으며,^{13,21} 이를 과학교사의 설문 결과에서도 확인할 수 있었다.

마지막으로, 과학교사에게 과학 교수 및 과학 내용에 대한 자기 효능감을 물어본 결과는 Table 10~11과 같다.

Table 10에 의하면, 한국 과학교사는 ‘탐구 중심 학습을 위한 실험과 체험 활동을 설계하기’부터 ‘실험 결과를 해석하는 방법에 대한 학생들 간의 토론을 장려하기’까지 과학 내용을 가르치는 것에 관한 모든 항목에서 미국과 중국 과학교사에 비해 응답 평균이 낮게 나타났다. 특히, 한국 과학교사는 ‘성취수준이 가장 높은 학생에서부터 가장 낮은 학생에 이르기까지 맞춤형 과제를 제작하고 부여하기’에서 응답 평균이 가장 낮았다. 미국 과학교사와 가장 큰 차이가 나타난 항목은 ‘다양한 평가 방법을 사용하기’였으며, 이 항목은 미국 과학교사의 응답 평균이 가장 높은 문항이었다. 중국 과학교사와 가장 큰 차이가 나타난 항목은 ‘성취수준이 가장 높은 학생에서부터 가장 낮은 학생에 이르기까지 맞춤형 과제를 제작하고 부여하기’로, 이는 한국 과학교사가 가장 자신 없어 했던 항목이며 다른 비교국에서도 상대적으로 가장 낮은 응답 평균을 보

Table 10. The result about self-efficacy related to teaching science content

To what extent can(or could) you do the following?	Korea	United States B-S-J-G (China)		K-U		K-C	
	Mean(SD)	Mean(SD)	Mean(SD)	t	p	t	p
Design experiments and hands-on activities for <inquiry-based learning>	3.02(0.66)	3.38(0.65)	3.25(0.68)	-12.455	0.00	-9.044	0.00
Assign tailored tasks to the weakest as well as to the best students	2.78(0.68)	3.16(0.67)	3.19(0.68)	-12.589	0.00	-15.522	0.00
Use a variety of assessment strategies	3.00(0.62)	3.52(0.57)	3.27(0.66)	-19.193	0.00	-11.199	0.00
Facilitate a discussion among students on how to interpret experimental findings	3.02(0.65)	3.43(0.64)	3.37(0.63)	-14.246	0.00	-13.992	0.00

Table 11. The result about self-efficacy related to teaching science content

To what extent can(or could) you do the following?	Korea	United States	B-S-J-G (China)	K-U		K-C	
	Mean(SD)	Mean(SD)	Mean(SD)	t	p	t	p
Explain a complex scientific concept to a fellow teacher	3.22(0.55)	3.54(0.64)	3.02(0.67)	-12.162	0.00	8.262	0.00
State and defend an informed position on ethical problems relating to <broad science>	3.11(0.55)	3.42(0.70)	2.94(0.70)	-11.244	0.00	7.420	0.00
Read state-of-the art papers in my scientific discipline	2.79(0.70)	3.37(0.72)	2.93(0.76)	-18.074	0.00	-4.843	0.00
Explain the links between biology, physics and chemistry	3.03(0.54)	3.49(0.64)	3.02(0.73)	-17.703	0.00	0.114	0.91

인 항목이었다.

Table 11에서 한국 과학교사는 과학 내용에 관한 모든 항목에서 미국 과학교사에 비해 인식이 부정적이었다. 한국 과학교사는 ‘동료 교사에게 복잡한 과학 개념을 설명하기’에서 가장 자신감을 보였으며, 이는 미국과 중국에서도 응답 평균이 가장 높았다. 반면에, 한국 과학교사의 경우 ‘나의 과학 분야에서 최신 논문 읽기’의 응답 평균이 가장 낮게 나타났는데, 이는 미국 과학교사와 차이가 가장 크게 나타나고 중국 과학교사에 비해서도 낮게 나타난 항목이었다. 생물학, 물리학, 화학 간의 연계성을 설명하는 것에서도 미국 과학교사와 응답 평균 차이가 크게 나타났는데, 이는 각 전공별로 양성되는 한국 과학교사들이 비전공 분야의 통합과학 과목 지도에 여전히 어려움을 겪고 있다는 연구 결과와도 연관되는 것으로²⁵ 향후 개선이 더 필요한 것으로 판단된다.

결론 및 제언

이 연구는 PISA 2015에 처음 도입된 과학교사 설문의 응답을 분석하여 한국 과학교육을 위한 시사점을 도출하고자 한 것으로, 비교 대상국인 미국과 중국의 응답 결과와 비교하여 밝혀진 내용은 다음과 같다.

첫째, 한국 과학교사는 전문성 개발 활동에 의무적으로 참여해야 한다는 인식이 미국과 중국 과학교사에 비해 낮았으며, 교사 양성 기관의 교육과정과 전문성 개발 활동에서 ‘과학과 과학기술에 대한 내용’이 차지하는 비중이 높았다. 이 연구에서 한국 과학교사는 ‘동료 교사와 교수 향상을 위한 방법에 대한 비공식적 논의’에 대부분 참여하며(Table 3), 학생들에게 학습 전략과 기술을 가르칠 방법에 대해서도 논의하지만(Table 7), ‘성취수준이 가장 높은 학생에서부터 가장 낮은 학생에 이르기까지 맞춤형 과제를 제작하고 부여하기’와 ‘다양한 평가 방법을 사용하기’ 등에서 자기 효능감이 매우 낮게 나타났다(Table 10). 이는 현재 한국의 전문성 개발 활동 중 과학 내용이 차지하는 비중이 크고 교수법이나 평가 방법 등에 관한 내용 비중이 비교국에 비해 적은 것과도 연관된다(Fig. 1). 따라서 한국

과학교사에게는 학생 맞춤형 지도 방법, 다양한 평가 방법의 실제 등 수업 전문성을 향상시키는 구체적인 프로그램이 필요한 것으로 판단된다. 2015 개정 교육과정에서 과정 중심 평가가 강조되면서 개별 맞춤형 피드백과 평가 전문성 향상 등을 위한 노력이 이루어지고 있으나,²⁶ 코로나 상황과 빠른 사회 변화 등으로 교육의 초점이 메타버스, AI 교육 등으로 옮겨가고 있다. 그러나 이는 교육을 구현하는 수단일 뿐 양질의 학교 과학교육이 이루어지기 위해서는 과학교사가 학생별 특성을 파악한 맞춤형 교수와 평가 전문성 등을 갖추는 것이 우선되어야 할 것이다. 더불어 중국 과학교사는 ‘우리는 학생들에게 학습 전략과 기술을 가르칠 방법에 대해 논의한다’와 ‘우리는 학생들의 개인적인 강점과 약점을 더 잘 확인할 수 있는 방법에 대해 논의한다’에서 응답 평균이 매우 높게 나타났는데(Table 7), 향후 한국도 학습 전략을 가르칠 방법, 학생들의 강점과 약점을 더 잘 파악하는 방법 등에 대한 논의가 더 강조될 수 있도록 하는 분위기 조성이 필요한 것으로 보인다.

둘째, 한국 과학교사는 교직에 대한 만족도는 긍정적이거나 현재 학교의 근무 만족도는 미국과 중국 과학교사에 비해 상대적으로 낮았으며, 현재 근무 학교가 보조 인력의 부족을 비롯하여 자원 대다수가 부족해서 과학교육 활동에 지장을 받고 있다는 응답이 상대적으로 높게 나타났다. 과학 조교로 대표되는 보조 인력의 부족은 실제 과학 수업에서 실험의 수행을 어렵게 하며, 부적합하거나 낙후된 물리적 시설은 과학 수업에서 쌍방향 전자칠판이나 인터넷의 사용 등을 어렵게 한다(Table 5). 과학은 추상적인 개념을 다루므로 학생의 이해를 돕고 흥미를 유발하여 구체적인 조작 경험과 활동을 제공하기 위해 모형이나 시청각 자료, 소프트웨어, 컴퓨터나 스마트 기기, 인터넷 등의 최신 정보통신기술과 기기 등을 과학 실험과 탐구에 적절히 활용하도록 하고 있다.¹⁸ 그러나 최근에서야 교실에서 학생들의 인터넷과 디지털 기기의 사용이 가능해지고, AR, VR, AI를 과학 수업에 활용할 수 있는 지능형 과학실의 구축 등이 이루어지고 있다.¹ 현시점에도 인프라의 확충이 이루어지고 있는 중으로, 대부분의 과학교사가 최신 기자재를 과학 수업에서 원활하게 사용할 수 있기까지 향

후 다양한 콘텐츠의 개발, 디바이스 교체 및 인프라 개선 등이 지속해서 이루어져야 할 것이다.

셋째, 한국 과학교사는 과학 교육과정에서 과학 탐구가 상대적으로 덜 강조되고, 과학 수업에서도 탐구 중심 수업이 적게 이루어지는 것으로 인식하고 있었다. 설문 분석 결과 한국 과학교사는 과학 교육과정에서 실험의 설계 및 수행 등이 상대적으로 덜 강조되는 것으로 인식하고 있었으며(Table 6), 실제 과학 수업에서도 실험의 수행과 관련한 활동이 상대적으로 적게 이루어지는 것으로 나타났다(Table 9). 또한, 탐구 기반 학습을 위한 실험 및 활동을 설계하거나 실험 결과를 해석하는 방법에 대한 학생들 간의 토론을 장려하는 항목에서 한국 과학교사의 자기 효능감이 낮게 나타났다(Table 10). 이는 교육과정, 과학 수업, 자기 효능감 모두에서 한국이 비교국들에 비해 과학 탐구를 중요하게 다루지 못하고 있으며, 한국 학생들이 과학적 탐구능력을 함양할 수 있는 양질의 과학 수업을 제공받지 못하고 있는 것으로 해석될 수 있다. 이는 컴퓨터 시뮬레이션 실험을 학생들이 수행하도록 하여 과학적 탐구능력을 구체적으로 측정하는 PISA 2015부터 한국의 과학 성취가 크게 하락한 것과도 관련이 있을 것으로 판단된다.¹⁰ 과학 성취의 하락과 기초 학력 미달 학생들의 비율 증가는¹⁰ 과학 소양이 제4차 산업혁명 시대의 기초 소양이라는 점에서 향후 국가의 미래와 밀접하게 연관되어 있다. 따라서 한국 학생들의 과학 소양 함양을 위해 과학 교육과정에서 과학의 내용 지식뿐 아니라 탐구의 강화가 필요하며, 과학 지식이 만들어지는 과정과 관련된 절차적 지식과 과학의 본성 등과 관련한 인식론적 지식까지 과학 수업에서 구현될 수 있도록 성취기준을 제공할 필요가 있다. 또한, 과학교사들이 탐구 기반 수업을 실행하기 위한 실제적인 지원이 필요하다. 실험 수행을 돕는 과학 조교를 비롯한 보조 인력의 부족 및 물리적 시설의 부족 등(Table 5)은 현장에서 탐구 기반 수업을 위한 일차적인 걸림돌이 되므로, 학교별로 과학 실험 보조 인력의 확보 및 탐구 수행을 위한 충분한 예산 확보 등이 필요하다.

넷째, 한국 과학교사들은 과학 수업에서 토의와 토론 수업이 매우 적게 이루어지는 것으로 인식하고 있었다. 이 연구에서 학생들 간의 소집단 토론이나 선생님과 함께 전체 토의를 하는 등의 수업이 잘 이루어지지 않으며(Table 9), 실험 결과를 해석하는 방법에 대한 학생들 간의 토론을 장려하기 등에서 한국 과학교사의 자기 효능감이 낮게 나타났다(Table 10). 학생들이 경험하는 토의 및 토론 활동은 논리적 사고력과 비판적 사고력을 신장시키고, 과학 개념의 이해 및 과학의 본성 등의 이해에 도움이 된다고 알려져 있다.²⁷ 학생들이 스스로 과학 지식을 형성하는 과정에서, 과학적으로 추론하고, 비판적으로 사고하며,

증거에 기반하여 논의하는 활동은 필수적이며,²⁸ 과학자들처럼 과학에 관련된 주제나 문제에 대해 해답을 찾으며 증거에 기반해서 추론하고 동료들과 비판적으로 토론함으로써 진정한 과학 학습을 하는 것이 가능하다.²⁹ 이런 이유로 2015 개정 교육과정에서도 8가지 기능 중 ‘증거에 기초한 토론과 논증’을 제시하고 강조하고 있으므로,¹⁶ 과학 수업 전반에서 학생들의 토의와 토론 수업의 개선 및 활성화가 필요할 것이다. 최근 교육 현장 전반에서 토의 및 토론 수업을 강조하기 위해 다양한 교과에서 시도되는 하브루타 수업과³⁰ 과학 교과에서 논의 기반 탐구 수업 전략 등을 통해 탐구 결과 해석을 바탕으로 각자 주장과 증거를 작성하고, 이후 모둠별 논의와 학급 논의로 확대하여 탐구 과정 전반에서 논의를 강조하는 수업³¹ 등을 참고할 수 있을 것이다.

마지막으로, 이 연구는 PISA 2015에 표집된 학교의 과학교사를 대상으로 하고 있다. PISA는 참여국의 표본 자료를 바탕으로 한 연구로서, 모집단을 대표하는 표본을 추출하기 위해 표준화된 절차에 따라 표집이 진행된다. 따라서 PISA 과학교사 설문은 한국 과학교사들을 대표할 수 있다고 볼 수 있으나, 설문 조사 결과는 고등학교 과학 수업과 고등학교 교사를 중심으로 한 결과로 해석할 필요가 있다. 또한, 과학교사 설문은 주영역일 경우에 얻을 수 있는 자료이므로, 이후 한국이 과학교사 설문에 다시 참여할 경우 PISA 2015 결과와 비교 분석하는 연구가 수행될 필요가 있다.

REFERENCES

1. Ministry of Education. *Science Mathematics Information Integrated Education Comprehensive Plan ('20~'24) - Cultivating People with Literacy for Intelligent Information Society and with Ability for Leading World*, 2020.
2. Banrd, B. R. *International Journal of STEM Education* **2020**, 7, 1.
3. Ministry of Science and ICT. *Establishment of the 4th Basic Plan to Support Science and Technology Talent Development ('20~'24) - Presenting the Vision and Goals of Talent Policy for the Next Five Years to Strengthen National Science and Technology Competitiveness*, 2021.
4. OECD. *Teaching and Learning for 2030*; OECD Press: Paris, 2020.
5. Mullis, I. V. S.; Martin, M. O.; Foy, P.; Kelly, D. L.; Fishbein, B. *TIMSS 2019 International Results in Mathematics and Science*; IEA Press: Boston, 2020.
6. Lee, J. *Non-cognitive Characteristics and Academic Achievement in Southeast Asian Countries Based on PISA 2009, 2012, and 2015*; OECD Press: Paris, 2020.
7. Ercan, C.; Omer, K. *Journal of Educational Issues* **2019**, 5, 209.

8. Lay, Y. F.; Rajoo, M. *Problems of Education in the 21st Century* **2020**, 78, 1107.
 9. Murat, O.; Serdar, C.; Mehmet, E. *Learning and Individual Differences* **2013**, 24, 73.
 10. Kim, H. *Journal of the Korean Chemical Society* **2021**, 65, 25.
 11. Lee, S.; Kim, H. *Journal of Research in Curriculum & Instruction* **2021**, 25, 94.
 12. Lau, K. C.; Lam, T. Y. P. *International Journal of Science Education* **2017**, 39, 2128.
 13. Kim, H. J.; Koo, N. W. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction* **2019**, 19, 849.
 14. Mostafa, T.; Echazarra, A.; Guillou, H. *The Science of Teaching Science: An Exploration of Science Teaching Practices in PISA 2015 (No. 188)*; OECD Press: Paris, 2018.
 15. Kim, H. *School Science Journal* **2021**, 15, 36.
 16. <https://necte.vedi.re.kr/standard.do>.
 17. National Research Council. *National Generation Science Standards*; National Academy Press: Washington, 2013.
 18. Ministry of Education. *Science Curriculum*; 2015.
 19. Kuenzi, J. J. *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: Background, Federal Policy, and Legislative Action*; 2008.
 20. Nadelson, L. S.; Seifert, A. L. *Integrated STEM defined: Contexts, Challenges, and the Future*; 2017.
 21. Kim, H. *School Science Journal* **2020**, 14, 307.
 22. Cakir, M. *International Journal of Environmental and Science Education* **2008**, 3, 193.
 23. Minner, D. D.; Levy, A. J.; Century, J. *Journal of Research in Science Teaching* **2010**, 47, 474.
 24. OECD. *PISA 2015 Results (Volume II): Policies and Practices for Successful Schools*; OECD Press: Paris, 2016.
 25. Kim, H.; Ahn, Y. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2019**, 39, 187.
 26. Ministry of Education. *2015 Revised National Curriculum*; 2015.
 27. Kuhn, D. *Science Education* **1993**, 77, 319.
 28. Osborne, J. *Journal of Science Teacher Education* **2014**, 25, 177.
 29. Duschl, R. A.; Osborne, J. *Studies in Science Education* **2002**, 38, 39.
 30. Kim, H.; Choi, I. *Journal of Curriculum and Evaluation* **2021**, 21, 209.
 31. Jang, K.; Nam, J. *Journal of the Korean Chemical Society* **2016**, 60, 39.
-