

우리나라 학생의 과학긍정경험 추이 및 하락 원인 분석

김현정¹, 강훈식^{2*}, 이재원³, 김울⁴, 정지현⁴, 정은영⁵, 윤혜경⁶, 박지선⁷, 이성희⁸

¹공주대학교, ²서울교육대학교, ³한국교육과정평가원, ⁴한국과학창의재단, ⁵전남대학교, ⁶춘천교육대학교, ⁷이화여자대학교, ⁸서울계남초등학교

Analysis for Trends and Causes of the Decline in Korean Students' Positive Experiences about Science

Hyunjung Kim¹, Hunsik Kang^{2*}, Jaewon Lee³, Yool Kim⁴, Jihyeon Jeong⁴, Eunyoung Jeong⁵,
Hye-Gyoung Yoon⁶, Jisun Park⁷, Sunghee Lee⁸

¹Kongju National University, ²Seoul National University of Education, ³Korea Institute for Curriculum and Evaluation,
⁴Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity, ⁵Chonnam National University,
⁶Chuncheon National University of Education, ⁷Ewha Womans University, ⁸Seoul Gyeonam Elementary School

ARTICLE INFO

Article history:

Received 13 February 2022
Received in revised form
24 March 2022
12 April 2022
Accepted 19 April 2022

Keywords:

positive experiences about science, trend, cause of the decline

ABSTRACT

This study analyzed the trends and causes of the decline in Korean students' positive experiences about science (PES). To do this, 4th to 10th grade students were sampled by grade at general elementary, middle, and high schools in Seoul, and then a questionnaire was administered to ask the students about their PES and the causes for their decline. The results of one-way ANOVA for Test for Indicators of Positive Experiences about Science (TIPES) revealed that there were no statistically significant differences according to grade and school level in the overall mean of TIPES scores. However, the results were slightly different for each sub-component. That is, in 'science academic emotion,' the mean of elementary school students was statistically significantly higher than that of middle school students. In addition, the mean of 4th graders was significantly higher than the mean of middle school 1st graders, middle school 3rd graders, and high school 1st graders, respectively. The mean of high school students was statistically significantly higher than that of middle school students in 'science-related career aspiration.' In the 'science-related self-concept', 'science learning motivation,' and 'science-related attitude,' the differences in scores according to grade and school level were not statistically significant. The main causes of the decline in each sub-components of PES were somewhat different depending on the school level. Based on these results, the ways to improve students' PES were sought according to grade and school level.

1. 서론

우리나라는 최근 과학관련 인지적 성취가 하락하고 있고, 과학관련 정의적 성취는 계속 낮게 나타나고 있다(OECD, 2016; OECD, 2019). 정의적 성취는 과학 분야의 진로와도 밀접한 관련이 있으므로(OECD, 2019), 낮은 정의적 성취는 이공계열의 인력 부족으로 이어질 수 있어 이에 대한 우려의 목소리가 크다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 과학관련 인지적 성취와 더불어 주요 과학교육 성과이자 과학 학습의 원동력이 될 수 있는 정의적 성취 함양이 필요하다(Ku *et al.*, 2017; Kwak & Park, 2018; MSI, 2021; Shin *et al.*, 2020). 특히 학교 과학교육은 물론 학교 밖 과학 문화의 활성화와 과학기술인재 양성을 위해 서도 학교에서의 긍정적인 과학경험 제고를 통한 정의적 성취 함양은 중요하다. 그러나 최근 국제 학업성취도 평가(Programme for International Student Assessment; PISA)와 수학·과학 성취도 추이 변화 국제비교 연구(Trends in International Mathematics and Science Study; TIMSS) 같은 대표적인 국제 학업성취도 평가와 국내 국가수준 학업성취도 평가 결과에서 알 수 있듯이, 현재 우리나라 학생의 과학관련 정의적 성취 수준은 인지적 성취 수준에 미치지 못하고 있

으며, 학교급이 높아지면 과학관련 정의적 성취 수준이 감소하는 것으로 나타났다(Cho *et al.*, 2019; Lee, Ahn, & Kim, 2020; Sang *et al.*, 2020). 따라서 우리나라 학생의 과학관련 정의적 성취 향상을 위한 국가 차원에서의 적극적이고 지속적인 노력이 필요하다.

지금까지 과학관련 정의적 성취에 관한 연구로는 특정 교수-학습 방법이나 프로그램의 효과를 정의적 성취 측면에서 조사하거나, 정의적 성취 변인 사이 또는 정의적 성취 변인과 인지적 성취 변인과의 관련성을 조사하거나, 정의적 성취에 영향을 미치는 요인을 정량 및 정성적으로 조사하는 연구가 주를 이루고 있다(Hampden-Thompson & Bennett, 2013; Jiang & McComas, 2015; Ku & Koo, 2018; Lau & Ho, 2020; Park, Son, & Hong, 2018; Salchegger, Wallner-Paschon, & Bertsch, 2021; Shin *et al.*, 2020; Sung & Im, 2019). 이를 통해 과학관련 정의적 성취 측면에서 특정 교수-학습 방법과 프로그램의 효과성, 정의적 성취 변인들이 서로 긴밀하게 연관되어 있다는 것, 정의적 성취에 영향을 주는 요인, 정의적 성취가 학교급에 따라 달라진다는 것, 정의적 성취가 인지적 성취에 통계적으로 유의하게 영향을 준다는 것, 국가마다 과학관련 정의적 성취에서 보이는 경향이 다르다는 점 등이 밝혀졌다.

* 이 논문은 2021년도 교육부 재원으로 한국과학창의재단에서 수행한 연구(D22030029)의 자료를 활용하여 재구성하였음.

교신 저자: 강훈식 (kanghs@snue.ac.kr)

http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2022.42.2.215

하지만 이 연구들은 대부분 일부 학년만을 대상으로 과학관련 정의적 성취를 조사하고 있어, 학교급에 따른 정의적 성취의 차이와 정의적 성취에 영향을 주는 주요 요인 등과 같은 제한된 정보만을 제공하고 있다. 예를 들어, PISA의 경우 고등학교 1학년, TIMSS의 경우 초등학교 4학년과 중학교 2학년을 주요 대상으로 하고 있어, 참여국의 특정 학년과 학교급에 따른 정의적 성취의 실태에 대한 정보만을 제공하는 한계가 있다. 이 때문에 과학관련 정의적 성취가 학년에 따라 어떻게 변하는지, 정의적 성취의 변화가 나타나는 특정 학년이 있는지 또는 학교급에 따라 정의적 성취가 변하는지 등 정의적 성취의 추이에 관한 자세한 정보는 알 수 없었다. 또한 설문 과정에서 정의적 성취 변화의 원인이나 그 변화에 영향을 준 교수-학습 경험 등에 관한 질문이 동시에 제공되지 않아 명확한 변화 원인이나 요인을 직접적으로 확인할 수도 없는 상황이다. 따라서 다양한 학년을 대상으로 과학관련 정의적 성취를 조사하여 학년 또는 학교급에 따른 추이와 원인을 분석할 필요가 있다.

한편, 선행연구에서는 학생들의 과학관련 정의적 성취에 영향을 주는 요인으로 학생 참여형 수업이 강조되고 있다. 즉 교사 중심수업보다는 학생 스스로가 학습의 주체로서 학습에 능동적으로 참여하고, 학습의 성과와 산출물을 다른 학생들과 공유하며, 자신의 학습 과정과 결과를 성찰하는 기회를 얻음으로써 과학관련 정의적 성취가 향상될 수 있다는 것이다. 이러한 맥락에서 2015 개정 과학과 교육과정(KOFAC, 2015)과 제4차 과학교육 종합계획(MOE, 2020)에서는 과학에 대한 긍정적 경험 제고를 통한 학습의 질 개선을 주요한 목표로 설정하고 있으며, 이를 위해 다각적인 과학교육 정책을 시도하고 있다.

이러한 노력의 하나로 교육부는 최근 몇 년간 각종 과학선도학교 사업 운영을 통해 학생 참여형 수업으로 과학 수업의 변화를 유도하고 있다. 또한 이러한 정책의 효과성 제고 방안을 모색하기 위하여 과학관련 정의적 성취 측면에서의 교육적 효과를 검증하고자 하였다. 예를 들어, 문헌 연구를 통해 과학관련 정의적 성취의 주요 변인으로 구성된 ‘과학긍정경험’을 정의하고 이를 측정할 수 있는 도구와 지표를 개발(Shin *et al.*, 2016)하였다. 또한 과학선도학교 사업 참여 여부에 따른 학생의 과학긍정경험을 조사하여 비교함으로써 과학긍정경험 측면에서 과학사업 참여의 효과성을 검증하였으며(Shin *et al.*, 2018a, 2018b), 우리나라 초, 중, 고등학생의 과학긍정경험 향상에 도움이 되는 교수-학습 경험과 요인을 심층적으로 밝히려고 시도하였다(Shin *et al.*, 2020). 이 연구들을 통해 학교급에 따른 학생의 과학긍정경험 차이와 과학긍정경험을 향상시키는 교수-학습 경험 및 요인에 관한 정보 등을 알 수 있었다. 하지만 이 연구들은 과학선도학교 학생과 교사를 위주로 진행되었을 뿐만 아니라, 일부 학년을 대상으로

과학긍정경험과 유발 요인을 조사하고 학교급별로 비교함으로써 제한된 측면에서의 정보를 제공하는 한계가 있었다. 이로 인하여 일반 학교 학생의 학년에 따른 과학긍정경험의 추이에 대한 정보는 거의 없는 실정이다. 또한 학년이나 학교급에 따른 일반 학생의 과학긍정경험 변화, 특히 과학긍정경험의 하락 원인이나 요인에 대한 정보도 매우 부족하다. 과학긍정경험 향상 원인과 하락 원인은 서로 관련이 있을 수 있지만, 반드시 일치하는 것은 아닐 가능성이 크다. 즉 과학긍정경험 향상 원인 중 하락 원인이 아닌 경우도 있고 그 반대의 경우도 가능하므로, 인지적 성취 수준에 비해 정의적 성취가 낮은 우리나라 학생의 특성을 고려하여 과학긍정경험의 하락 원인 측면에 초점을 둔 연구가 필요하다. 따라서 가능한 한 과학을 배우는 모든 학년의 일반 학생을 대상으로 과학긍정경험을 조사하여 추이와 그 하락 원인을 분석할 필요가 있다.

이에 이 연구에서는 우리나라 일반 학교에 재학 중인 초, 중, 고등학생을 대상으로 학년 및 학교급에 따른 학생의 과학긍정경험의 추이와 하락 원인을 조사하였다. 또한 이를 통해 얻은 정보에 기초하여 과학과 교육과정 운영 및 교수-학습 방법 개선을 위한 시사점을 도출하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

연구진은 논의를 통해 교육 특화지역을 제외하고 교육 환경과 규모가 유사하며 거리상 가까운 초·중·고등학교를 각각 1개씩 선정한다는 원칙을 정하고 참여 가능 학교를 물색하였다. 이 과정에서 서울특별시 영등포구에 위치하고 서로 172m 거리의 인접한 1개 공립 A중학교와 1개 공립 B고등학교, 이 중학교 및 고등학교와 3.7km 정도 떨어진 1개 공립 C초등학교를 선정하였다. 이 학교들은 과학선도학교 등의 과학 분야 중점 활동 등이 진행되지 않는 일반계 학교로, 한 학년의 학생 수가 180~200명 정도인 유사한 규모의 학교였다. 각 학교의 학급 평균 학생 수는 C초등학교는 21.6명, A중학교는 26.6명, B고등학교는 24.2명이었다. 학교에 연구의 취지를 설명하고 연구 참여를 요청하였으며, 연구 참여에 동의하는 과학 교사들을 통해 학생들에게 연구 참여 동의를 받아 연구가 진행되었다. 초등학교에서는 4학년부터 6학년까지 학년별 2개 학급, 중학교에서는 모든 학년에서 학년별 2개 학급, 고등학교에서는 1학년 3개 학급의 학생을 연구 참여자로 선정하였다. 설문은 대면으로 2021년 6월 말~7월 초에 진행하였으며, 설문에 참여한 학생 중 최종 분석에 포함된 368명에 대한 정보는 Table 1과 같다.

Table 1. The characteristics of the participants

구분	학교 수	학년 및 학급 수	남학생 수(%)	여학생 수(%)	합계(%)
초등학교	1	초4×2개 학급	23(52.3)	21(47.7)	44(100.0)
		초5×2개 학급	25(54.3)	21(45.7)	46(100.0)
		초6×2개 학급	26(57.8)	19(42.2)	45(100.0)
중학교	1	중1×2개 학급	33(61.1)	21(38.9)	54(100.0)
		중2×2개 학급	30(54.5)	25(45.5)	55(100.0)
		중3×2개 학급	26(51.0)	25(49.0)	51(100.0)
고등학교	1	고1×3개 학급	73(100.0)	0(0.0)	73(100.0)
	합계		236(64.1)	132(35.9)	368(100.0)

2. 검사 도구

학생의 과학긍정경험을 측정하기 위해 선행연구(Shin *et al.*, 2017)에서 개발한 ‘과학긍정경험 지표 검사(Test for Indicators of Positive Experiences about Science; TIPES)’를 사용하였다. TIPES는 과학학습정서, 과학관련 자아개념, 과학학습동기, 과학관련 태도, 과학관련 진로포부의 5개 하위 영역으로 구성되어 있다. ‘과학학습정서’는 과학 학습에 영향을 준다고 밝혀진 다양한 정서적 특징을 의미하며, 긍정 학습 정서(즐거움, 만족감, 흥미) 3문항과 부정 학습 정서(지루함, 짜증, 불안) 3문항으로 구성되어 있다. ‘과학관련 자아개념’은 과학 학습과 관련하여 학생이 자기 자신에 대하여 가지고 있는 생각과 자신감을 의미하며, 자아효능감과 자아존중감의 2가지 하위 요소에 대하여 각각 3문항으로 구성되어 있다. ‘과학학습동기’는 과학 학습에서 특정 과제를 학습하려는 마음 상태 혹은 의지, 추진력을 의미하며, 의지, 참여도, 주의집중, 관련성, 목표 지향의 5가지 하위 요소에 대하여 각각 2문항으로 구성되어 있다. ‘과학관련 태도’는 과학과 과학자의 역할, 과학에 대한 호기심과 흥미, 과학의 중요성과 가치에 대한 인지 및 행동 양식을 의미하며, 하위 요소로는 과학의 가치(3문항), 과학에 대한 인식(3문항), 과학에 대한 흥미(2문항)의 3가지가 있다. ‘과학관련 진로포부’는 이공계 진로 선택이라는 행동을 시작하고 유지하게 만드는 동기나 의지와 관련된 특성을 의미하며, 진로 인식(1문항), 진로 가치(2문항), 진로 흥미(1문항), 진로 의지(1문항)의 4가지 하위 요소를 포함하고 있다. 총 35문항을 4단계 리커트 척도로 구성하였으며, 이 연구에서의 내적 신뢰도(Cronbach's α)는 전체 0.95, 과학학습정서 0.85, 과학관련 자아개념 0.88, 과학학습동기 0.86, 과학관련 태도 0.82, 과학관련 진로포부 0.77로 매우 양호하였다.

이와 함께 과학긍정경험을 구성하는 5개 하위 영역별로 과학긍정경험의 하락 원인을 묻는 설문 문항을 추가하였다. 즉 각 하위 영역과 관련한 자신의 생각이나 감정이 부정적이거나 부정적으로 변했을 경우 그 원인에 해당하는 것을 중복으로 선택하도록 하였다. 하위 영역별 하락 원인 항목은 선행연구 분석 및 예비 면담을 통해 도출하였다. 예비 면담은 학교급별로 4~5명의 예비 면담 참여자(초등학생 5명, 중학생 4명, 고등학생 4명)를 대상으로 초등학교와 고등학교는 대면 면담으로, 중학교는 줌(zoom)을 이용한 온라인 면담으로 진행하였다. 면담은 면담 참여자에게 학년별 과학 수업에 대한 흥미 및 자신감

변화 그래프와 과학긍정경험 지표 검사로 구성된 면담지를 미리 배부하여 응답하도록 한 뒤, 면담자의 그래프와 과학긍정지표 검사 응답에서 보이는 특징적인 면과 하락 원인을 묻는 형식으로 진행하였다. 예비 면담 분석 결과와 선행연구 분석 결과를 통해 1차로 하위 영역별 하락 원인을 항목화하였다. 그 뒤 과학 정의적 성취와 관련된 연구 경험이 있는 과학교육 전공 교수와 초, 중, 고등학교 교사 및 한국과학창의재단 연구원 등으로 구성된 모든 연구진과 2명의 고등학교 교사가 참여한 세미나를 통해 과학긍정지표 하위 항목별 하락 원인을 묻는 문항 초안을 완성하였으며, 이후 2명의 초등학생과 3명의 중학생을 대상으로 한 예비 검사를 통해 원인 항목의 적절성을 점검한 뒤 문항을 최종 완성하였다. 하위 영역별 최종 원인 항목은 과학학습정서 14개, 과학관련 자아개념 9개, 과학학습동기 12개, 과학관련 태도 5개, 과학관련 진로포부 9개이며, 영역마다 ‘기타’ 항목을 추가하여 이 외의 원인을 자유롭게 기술하도록 하였다. Figure 1에 과학관련 태도의 하락 원인을 묻는 문항을 예로 제시하였다.

3. 분석 방법

학년 및 학교급에 따른 과학긍정경험의 추이를 살펴보기 위하여, 학년 및 학교급에 따른 일원 분산 분석을 과학긍정경험 지표 검사의 전체 및 하위 영역별로 시행하였다. 일원 분산 분석에서 주효과가 유의미한 경우에는 구체적인 집단 간의 차이를 확인하기 위해 사후검증(Tukey)을 시행하였다. 하위 영역별 하락 원인은 항목별 빈도 및 백분율(%)을 산출한 뒤 전체 및 학교급별로 제시하였다. 이때 중복 선택으로 인하여 응답의 총 개수가 전체 학생 수보다 많았기 때문에, 학교급별로 특정 하락 원인을 선택한 학생들의 비율을 명시적으로 나타내기 위하여 백분율은 학교급별 전체 학생 수를 기준으로 산출하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 학년 및 학교급에 따른 과학긍정경험 추이

과학긍정경험 지표 검사 점수에 대한 학년 및 학교급에 따른 일원 분산 분석 결과를 Table 2에 제시하였다. 또한, 학년에 따른 과학긍정경험의 하위 영역별 평균의 추이를 시각적으로 표현한 그래프를

과학이나 과학자에 대한 생각이 부정적이거나 부정적으로 변한 경우, 그 원인을 다음 중에서 골라주세요. (복수 선택 가능)

- ① 과학을 좋아하지 않아서
- ② 과학 성적이 좋지 않아서
- ③ 일상생활에 과학이 필요하지 않다고 생각해서
- ④ 과학관련 직업을 갖지 않을 예정이어서
- ⑤ 과학이 사회발전에 긍정적 영향을 주지 못해서
- ⑥ 기타 ()

Figure 1. The question about the cause of decline in ‘science-related attitude’

Table 2. One-way ANOVA results for TIPES

구분		평균(표준편차)							Total	F	p	Tukey HSD
		초4	초5	초6	중1	중2	중3	고1				
과학학습정서	학년	3.28 (.53)	3.15 (.44)	2.93 (.53)	2.90 (.63)	3.04 (.54)	2.84 (.59)	2.95 (.69)	3.00 (.59)	3.405	0.003**	초4 > 중1 초4 > 중3 초4 > 고1
	학교급		3.12 (.52)			2.93 (.59)		2.95 (.69)				
과학관련 자아개념	학년	2.58 (.62)	2.40 (.55)	2.38 (.62)	2.50 (.59)	2.51 (.63)	2.33 (.70)	2.35 (.77)	2.43 (.65)	1.044	0.396	-
	학교급		2.45 (.60)			2.45 (.64)		2.35 (.77)				
과학학습동기	학년	2.82 (.48)	2.66 (.45)	2.62 (.50)	2.75 (.47)	2.88 (.43)	2.65 (.63)	2.69 (.67)	2.72 (.54)	1.392	0.156	-
	학교급		2.70 (.48)			2.76 (.52)		2.69 (.67)				
과학관련 태도	학년	3.00 (.45)	3.04 (.42)	2.84 (.50)	2.90 (.57)	2.97 (.46)	2.78 (.46)	2.95 (.61)	2.93 (.51)	1.563	0.157	-
	학교급		2.96 (.46)			2.89 (.50)		2.95 (.61)				
과학관련 진로포부	학년	2.56 (.52)	2.56 (.53)	2.47 (.56)	2.48 (.51)	2.52 (.56)	2.48 (.57)	2.70 (.75)	2.55 (.59)	1.243	0.284	-
	학교급		2.53 (.54)			2.49 (.54)		2.70 (.75)				
전체	학년	2.87 (.43)	2.77 (.36)	2.66 (.46)	2.73 (.48)	2.81 (.42)	2.63 (.51)	2.74 (.58)	2.74 (.48)	1.445	0.196	-
	학교급		2.77 (.42)			2.72 (.47)		2.74 (.58)				

*: $p < .05$, **: $p < .01$

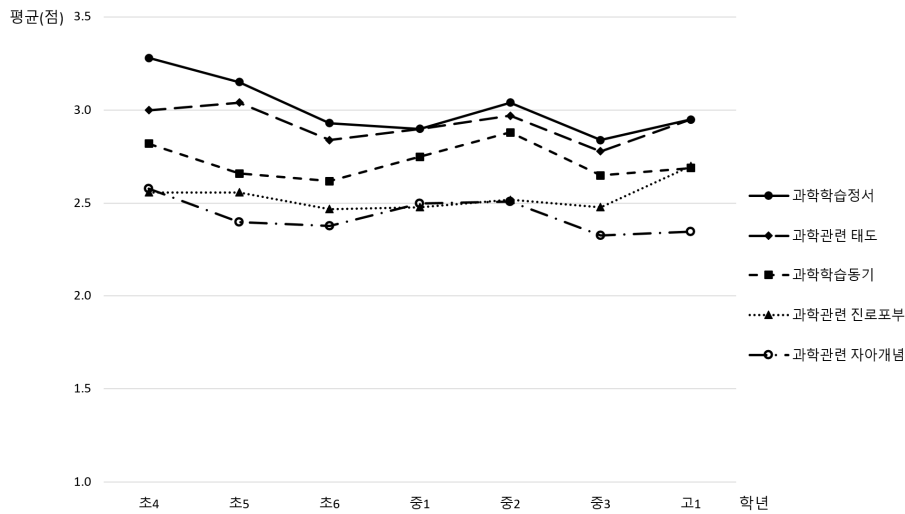


Figure 2. Graph of mean change for each subcategories of TIPES by grade

Figure 2에 제시하였다. 과학긍정경험의 5가지 하위 영역의 전체 평균을 살펴보면, 4점 만점 중 과학학습정서(3.00)와 과학관련 태도(2.93)의 평균이 비교적 높았고 과학관련 자아개념(2.43)과 과학관련 진로포부(2.55)의 평균이 비교적 낮았다. 학년 및 학교급에 따라 비교해보면, 전체 평균에서는 학년과 학교급에 따라 통계적으로 유의한 차이가 없었지만($p > .05$), 하위 영역별로는 결과가 다소 다르게 나타났다. 즉

과학긍정경험의 하위 영역 중 학교급에 따라 통계적으로 유의한 차이가 나타난 것은 과학학습정서와 과학관련 진로포부였으며, 이중 과학학습정서는 학년별로도 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($p < .05$). 그 외 과학관련 자아개념, 과학학습동기, 과학관련 태도에서는 학년과 학교급에 따른 유의한 차이가 없었다. 과학학습정서와 과학관련 진로포부에 대해 집단 간의 차이를 구체적으로 확인하기 위해 Tukey 사후

검정을 실시한 결과, 과학학습정서의 경우 학교급에서는 중학생보다 초등학생의 평균이 통계적으로 유의하게 높았다. 학년별로는 초등학교 4학년의 평균이 중학교 1학년, 중학교 3학년, 고등학교 1학년의 평균보다 각각 유의하게 높았다. 과학관련 진로포부에서는 학교급에서 중학생보다 고등학생의 평균이 통계적으로 유의하게 높은 것으로 나타났다. 이외 집단 간의 점수 차이는 통계적으로 유의하지 않았다.

과학학습정서는 과학긍정경험의 5가지 하위 영역 중 모든 학년에서 전체 평균이 가장 높았다. Figure 2를 통해 과학학습정서의 학년에 따른 추이를 살펴보면, 과학학습정서 평균은 초등학교 4학년에서 가장 높았고 학년이 높아질수록 점차 하락하다가 중학교 2학년에서 약간 높아졌으나, 중학교 3학년에서는 다시 낮아진 것으로 나타났다. 과학학습정서는 과학긍정경험을 촉진하기 위한 초기 변인으로서의 역할을 담당하는 것으로 나타났으므로(Kim et al., 2017), 초등학교 4학년 때 과학학습정서가 높게 형성된 것은 긍정적이라고 할 수 있다. 하지만 이후 학년이 높아지면서 점차 하락하다가 중학교 때 유의미하게 하락한 것은 우리나라 학생의 과학관련 정서적 성취가 낮은 것과 밀접한 관련이 있을 것으로 보인다. 따라서 이런 변화의 원인을 심층적으로 살펴볼 필요가 있다.

한편, 과학관련 자아개념과 과학관련 진로포부는 초등학교 4학년 부터 이미 평균이 낮았다. 이 하위 영역의 학년에 따른 추이를 보면 과학관련 자아개념은 중·고등학교에서도 크게 개선되지 않았지만, 과학관련 진로포부는 중학교에서 고등학교로 진학할 때 유의하게 증가했음을 알 수 있다. 이는 학생들이 일찍 비과학 분야로의 진로를 결정하는 것으로 해석되어 향후 지속적인 이공계열의 인력 부족으로 이어질 가능성을 보여주는 결과라 할 수 있다. 따라서 과학관련 자아개념이나 과학관련 진로포부에 관해서는 초등학교 때 학생들의 평균이 낮은 이유를 집중적으로 살펴볼 필요가 있다. 과학학습동기와 과학관련 태도의 경우에는 초등학교 4학년부터 고등학교 1학년까지 큰 변화 없이 약간 긍정적인 수준을 유지하고 있음을 볼 수 있다. 이 두 영역은 과학을 학습하는 내적동기와 관련되는 것으로서 과학관련 진로포부

에 직접 또는 간접적으로 영향을 미치고 있으므로(Kim et al., 2017), 이 영역의 향상에 부정적인 영향을 미치는 원인을 분석할 필요가 있다.

2. 학교급에 따른 과학긍정경험의 하락 원인

학년 및 학교급에 따른 과학긍정경험의 추이를 분석한 결과 학교급에 따른 변화가 두드러지게 나타났을 뿐만 아니라 하위 영역에 따른 결과도 다소 달랐으므로, 과학긍정경험의 하락 원인은 하위 영역 및 학교급에 따라 분석하였다. 이때 과학긍정경험의 각 하위 영역은 서로 밀접한 관련이 있어(Kim et al., 2017) 원인이 겹칠 수 있으며, 학교급별로 주요 원인이 다를 수 있다. 이를 고려하여 이후 결과를 이해하고 해석해야 할 것이다.

먼저 학교급별로 과학학습정서의 하락 원인을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 초등학교에서는 ‘탐구 활동에서 써야 할 내용이 많아져서(33.3%)’, ‘탐구 활동(실험실습 등)이 줄어들어서(29.6%)’, ‘학습 내용이 지루해서(25.2%)’, ‘외워야 할 내용이 많아서(24.4%)’, ‘내 응답이나 발표내용이 틀릴까 봐(19.3%)’, ‘학습 내용이 많아서(15.6%)’, ‘수업자료(교과서, 동영상 등)가 흥미롭지 않아서(14.8%)’ 등의 순으로 응답 비율이 높았다. 중학교에서는 ‘외워야 할 내용이 많아서(30.6%)’, ‘탐구 활동(실험실습 등)이 줄어들어서(27.5%)’, ‘학습 내용이 어려워져서(27.5%)’, ‘내 응답이나 발표내용이 틀릴까 봐(24.4%)’, ‘학습 내용이 지루해서(23.1%)’, ‘학습 내용이 많아서(16.9%)’, ‘수업자료(교과서, 동영상 등)가 흥미롭지 않아서(16.3%)’, ‘과학 성적이 좋지 않아서(16.3%)’ 등의 응답 비율이 비교적 높았으며, 고등학교에서는 ‘외워야 할 내용이 많아서(54.8%)’, ‘학습 내용이 어려워져서(45.2%)’, ‘과학 성적이 좋지 않아서(37.0%)’, ‘학습 내용이 많아서(30.1%)’, ‘학습 내용이 지루해서(23.3%)’, ‘탐구 활동(실험실습 등)이 줄어들어서(19.2%)’, ‘수업자료(교과서, 동영상 등)가 흥미롭지 않아서(15.1%)’ 등의 순으로 응답 비율이 높았다.

모든 학교급에서 약 15% 이상을 차지하여 과학학습정서 하락의

Table 3. Analysis of the reasons for decline of 'science academic emotion'

항목	빈도(%) ¹			
	초등학교(n=135)	중학교(n=160)	고등학교(n=73)	합계(N=368)
외워야 할 내용이 많아서	33(24.4)	49(30.6)	40(54.8)	122(33.2)
탐구 활동(실험실습 등)이 줄어들어서	40(29.6)	44(27.5)	14(19.2)	98(26.6)
학습 내용이 어려워져서	18(13.3)	44(27.5)	33(45.2)	95(25.8)
학습 내용이 지루해서	34(25.2)	37(23.1)	17(23.3)	88(23.9)
내 응답이나 발표내용이 틀릴까 봐	26(19.3)	39(24.4)	8(11.0)	73(19.8)
학습 내용이 많아서	21(15.6)	27(16.9)	22(30.1)	70(19.0)
과학 성적이 좋지 않아서	17(12.6)	26(16.3)	27(37.0)	70(19.0)
탐구 활동에서 써야 할 내용이 많아져서	45(33.3)	13(8.1)	10(13.7)	68(18.5)
수업자료(교과서, 동영상 등)가 흥미롭지 않아서	20(14.8)	26(16.3)	11(15.1)	57(15.5)
모든 활동이 잘 이루어지지 않아서	16(11.9)	12(7.5)	7(9.6)	35(9.5)
문제풀이 활동이 많아서	15(11.1)	13(8.1)	5(6.8)	33(9.0)
이해하지 못한 부분에 대해 선생님의 도움을 받지 못해서	5(3.7)	11(6.9)	2(2.7)	18(4.9)
질문, 발표 등 수업에 참여하는 기회가 적어서	5(3.7)	1(0.6)	4(5.5)	10(2.7)
선생님의 칭찬, 격려 등을 잘 받지 못해서	2(1.5)	2(1.3)	1(1.4)	5(1.4)
기타	13(9.6)	5(3.1)	2(2.7)	20(5.4)

¹ 중복 선택으로 응답의 총 개수는 전체 학생 수에 비해 많으며, 응답 비율은 해당 총인원을 기준으로 계산한 것임

주요 원인으로 제시된 것은 ‘외워야 할 내용이 많아서’, ‘탐구 활동(실험실습 등)이 줄어들어서’, ‘학습 내용이 지루해서’, ‘학습 내용이 많아서’, ‘수업자료(교과서, 동영상 등)가 흥미롭지 않아서’ 등이었다. 이 중에서 ‘외워야 할 내용이 많아서’는 학교급이 올라갈수록 그 영향이 더 커져 중학생과 고등학생이 가장 많이 선택한 하락의 원인이었으며, 특히 절반 이상의 고등학생이 하락 원인으로 이 항목을 선택하였다. ‘학습 내용이 어려워져서’와 ‘과학 성적이 좋지 않아서’는 중학생과 고등학생에게는 과학학습정서 하락의 주요 원인이었지만, 초등학생에게는 과학학습정서 하락의 주요 원인은 아니었다. ‘내 응답이나 발표내용이 틀릴까 봐’는 초등학생과 중학생에게는 과학학습정서 하락의 주요 원인이었으나 고등학생에게는 과학학습정서 하락의 주요 원인이 아니었다. 특정 학교급에서만 주요 하락 원인으로 제시된 것은 초등학교의 ‘탐구 활동에서 써야 할 내용이 많아져서’였다.

이와 함께 초등학교보다 중학교에서 과학학습정서가 유의하게 하락한 원인을 더 면밀하게 파악하기 위해 초등학교와 비교해 중학교에서 응답 비율이 높아진 항목을 살펴보면 ‘학습 내용이 어려워져서(+14.2%p)’, ‘외워야 할 내용이 많아서(+6.2%p)’, ‘내 응답이나 발표내용이 틀릴까 봐(+5.1%p)’ 등이 있었다. 즉, 학습 내용이 어려워짐에 따른 학습 부담 증가가 초등학교에서 중학교로 진학할 때 학생의 과학학습정서를 가장 많이 하락시킨 원인이라 할 수 있다. 또한, 초등학교 학생의 과학학습정서를 하락시키는 가장 큰 원인으로 ‘탐구 활동에서 써야 할 내용이 많아져서’가 제시된 것도 주목할 만하다. 실험관찰 교과서의 경우 과학 수업의 효율적인 진행에 도움이 되나, 탐구 활동 자체보다 실험관찰 책의 빈칸을 채우는 것이 수업의 주 내용이 된다면 오히려 초등학생의 과학학습정서를 하락시킬 수 있으므로 주의할 필요가 있다. 또한, 과학 수업에서 탐구 활동이 줄어드는 것은 과학 수업 내용이 지루해지는 것과도 관련이 있으며, 탐구 활동의 감소와 이에 따른 수업 내용의 지루해짐은 중학생과 고등학생보다 초등학생의 과학학습정서에 부정적인 영향을 더 많이 주었던 것으로 보인다. 따라서 최근 코로나19로 인하여 학생들이 탐구 활동을 직접 경험할 수 없는 환경이 지속되는 것은 과학학습정서 측면에서 매우 우려되는 상황이라 할 수 있다.

한편, 초등학교보다 중학교에서 ‘응답이나 발표내용이 틀릴까 봐’의 응답 비율이 높아진 것은 학교급별 특성이라기보다는 과학 교사의 허용적인 수업 분위기 조성과 더 관련이 있었던 것으로 보인다. 그리

고 고등학교에서 ‘과학 성적이 좋지 않아서(37.0%)’ 등이 주요 원인으로 나타난 것은 대학 진학을 앞둔 고등학생이 과학 성적에 더 예민할 수밖에 없었던 것과 관련지어 이해할 수 있을 것이다.

학교급별로 과학관련 자아개념의 하락 원인을 분석한 결과(Table 4), 초등학교에서는 ‘학습 내용이 많아서(36.3%)’, ‘내 응답이나 발표내용이 틀릴 거 같아서(21.5%)’, ‘학습 내용이 어려워져서(20.7%)’ 등이 주요 원인이었다. 중학교에서는 ‘학습 내용이 어려워져서(36.9%)’, ‘내 응답이나 발표내용이 틀릴 거 같아서(30.0%)’, ‘학습 내용이 많아서(28.8%)’, ‘과학 성적이 좋지 않아서(18.8%)’ 등이 주요 원인이었으며, 고등학교에서는 ‘학습 내용이 어려워져서(56.2%)’, ‘학습 내용이 많아서(54.8%)’, ‘과학 성적이 좋지 않아서(41.1%)’, ‘내 응답이나 발표내용이 틀릴 거 같아서(20.5%)’, ‘탐구 활동에서 실패한 경험이 있어서(16.4%)’ 등이 주요 원인이었다.

모든 학교급에서 약 15% 이상을 차지하여 과학관련 자아개념 하락의 주요 원인으로 제시된 것은 ‘학습 내용이 많아서’, ‘학습 내용이 어려워져서’, ‘내 응답이나 발표내용이 틀릴 거 같아서’였다. 과학 교과에서 다루는 개념이나 원리 등은 일반적으로 학생들에게 생소하고 이해하기 어려운 내용이기 때문에, 모든 학교급에서 공통으로 학습 내용의 어려움과 많아짐이 학생의 과학관련 자아개념을 하락시키는 주요 원인으로 나타난 것으로 보인다. 특히 ‘학습 내용이 어려워져서’는 학교급이 올라갈수록 그 영향이 더 커졌으며, 절반 이상의 고등학생이 하락 원인으로 이 항목을 선택하였다. ‘학습 내용이 많아서’도 절반 정도의 고등학생이 하락 원인으로 선택하고 있었다. 한편 ‘과학 성적이 좋지 않아서’는 중학생과 고등학생에게는 과학관련 자아개념 하락의 주요 하락 원인이었지만, 초등학생에게는 과학관련 자아개념 하락의 주요 원인은 아니었다. 또한 ‘탐구 활동에서 실패한 경험이 있어서’는 고등학생에게는 과학관련 자아개념 하락의 주요 원인이었지만, 초등학생과 중학생에게는 과학관련 자아개념 하락의 주요 원인은 아니었다.

일반적으로 학교급이 올라갈수록 교육과정에서 다루는 과학 지식이 많아지며, 추상적인 과학 개념과 수식을 동반한 학습 등이 요구된다. 이와 같은 학교급 상승에 따른 학습 내용의 증가와 어려워짐은 학생들에게는 자신의 응답 내용이 틀릴 수 있다는 불안감과 만족스럽지 못한 과학 성적으로 나타날 수 있다. 하지만 초등학생의 경우에는 중학생과 고등학생과 비교해 시험의 횟수와 비중이 작아 시험이나 성적에 대한 부담감이 적어 과학관련 자아개념 하락의 주요 원인으로

Table 4. Analysis for the cause of decline in ‘science-related self-concept’

항목	빈도(%) ¹			
	초등학교(n=135)	중학교(n=160)	고등학교(n=73)	합계(N=368)
학습 내용이 많아서	49(36.3)	46(28.8)	40(54.8)	135(36.7)
학습 내용이 어려워져서	28(20.7)	59(36.9)	41(56.2)	128(34.8)
내 응답이나 발표내용이 틀릴 거 같아서	29(21.5)	48(30.0)	15(20.5)	92(25.0)
과학 성적이 좋지 않아서	19(14.1)	30(18.8)	30(41.1)	79(21.5)
탐구 활동에서 실패한 경험이 있어서	19(14.1)	9(5.6)	12(16.4)	40(10.9)
이해하지 못한 부분에 대해 선생님의 도움을 받지 못해서	8(5.9)	13(8.1)	10(13.7)	31(8.4)
질문이나 발표 등을 잘 못해서	8(5.9)	9(5.6)	10(13.7)	27(7.3)
모둠 활동 중 나의 의견이 잘 받아들여지지 않아서	9(6.7)	1(0.6)	3(4.1)	13(3.5)
선생님의 칭찬, 격려 등을 잘 받지 못해서	4(3.0)	2(1.3)	1(1.4)	7(1.9)
기타	7(5.2)	6(3.8)	3(4.1)	16(4.3)

¹ 중복 선택으로 응답의 총 개수는 전체 학생 수에 비해 많으며, 응답 비율은 해당 총인원을 기준으로 계산한 것임

는 나타나지 않았다고 볼 수 있다. 그리고 과학 탐구 과정이 학생 수준에 비해 어렵지 않으면 학생의 과학 지식 습득과 구성 과정을 도울 수 있지만, 과학 탐구 과정에서 실패를 경험하면 오히려 학생들의 과학관련 자아개념을 하락시킬 수 있다는 것은 주목할 만하다. 특히 초등학생과 중학생과는 달리 고등학생에게서 ‘탐구 활동에서 실패한 경험이 있어서’가 과학관련 자아개념 하락의 주요 원인으로 나타난 것은 고등학교 과학 교과서에서의 탐구 활동 수준에 대한 더 많은 고려가 필요함을 시사한다.

과학에서의 성취 향상은 교사, 친구, 부모로부터 받는 긍정적인 피드백과 그와 관련된 긍정적인 감정을 통해 더 높은 수준의 자신감 또는 자아효능감으로 이어진다(Sheldrake, 2016). 자아효능감은 정의적 성취 관련 변인 중에서도 인지적 성취에 큰 효과를 주는 것으로 알려져 있으며(Lau & Ho, 2020), 자아효능감이 낮은 학생들은 충분한 역량을 가지고 있음에도 과학에서의 성취가 낮을 위험이 있다(Bandura, 1997). 따라서 교사들은 학생들이 과학에 대한 관심이 증가하면 과학 수업에 대한 참여도가 증가할 것이라고 가정하기 전에, 학생들의 자신감 부족 문제를 먼저 해결할 수 있어야 한다(Sheldrake, 2016). 특히 국제 학업성취도 평가에서 우리나라 학생들은 과학 학습에 대한 자신감이 지속해서 최하위 수준을 보이고 있으므로(Mullis et al., 2020), 향후 과학 수업에서 학생들의 자신감을 키울 수 있는 수업 전략이 요구된다. 이를 위해 교사는 과학 수업에서 학생들이 겪는 학습의 어려움을 파악하고, 학생 개별 맞춤형 피드백을 통한 긍정적인 경험을 제공하기 위해 꾸준히 노력해야 할 것이다. 가령, 교사는 과학 수업 시간에 학생들의 이해도와 학습 목표 도달 정도를 수시로 점검하고 적절한 피드백을 개별적으로 제공함으로써, 과학 학습 내용의 양과 어려움이 누적되지 않도록 조절할 필요가 있다. 또한 학습 내용의 어려움과 많아짐은 초등학생과 중학생의 과학관련 자아개념의 주요 하락 원인인 ‘내 응답이나 발표내용이 틀릴 거 같아서’로 연결될 수 있으므로, 교사는 학생들이 수업 중 틀린 응답을 하더라도 자신감을 잃지 않도록 긍정적인 피드백을 제공해야 할 것이다. 과학학습동기의 하락 원인을 학교급별로 살펴보면(Table 5), 초등학교에서는 ‘탐구 활동(실험실습 등)이 줄어들어서(31.1%)’, ‘학습 내

용이 많아서(28.9%)’, ‘탐구 활동에서 써야 할 내용이 많아져서(26.7%)’, ‘내 응답이나 발표내용이 틀릴까 봐(26.7%)’, ‘학습 내용이 지루해서(23.0%)’, ‘외워야 할 내용이 많아서(20.7%)’, ‘학습 내용이 어려워(15.6%)’ 등이 주요 원인이었다. 중학교에서는 ‘학습 내용이 지루해서(31.3%)’, ‘학습 내용이 어려워(30.0%)’, ‘외워야 할 내용이 많아서(29.4%)’, ‘탐구 활동(실험실습 등)이 줄어들어서(23.1%)’, ‘내 응답이나 발표내용이 틀릴까 봐(22.5%)’, ‘학습 내용이 많아서(21.9%)’ 등이 주요 원인이었으며, 고등학교에서는 ‘학습 내용이 어려워(52.1%)’, ‘외워야 할 내용이 많아서(47.9%)’, ‘학습 내용이 많아서(41.1%)’, ‘학습 내용이 지루해서(35.6%)’, ‘과학 성적이 좋지 않아서(30.1%)’, ‘탐구 활동(실험실습 등)이 줄어들어서(17.8%)’ 등이 주요 원인으로 나타났다.

모든 학교급에서 약 15% 이상을 차지하여 과학학습동기 하락의 주요 원인으로 제시된 것은 ‘외워야 할 내용이 많아서’, ‘학습 내용이 지루해서’, ‘학습 내용이 어려워’, ‘학습 내용이 많아서’, ‘탐구 활동(실험실습 등)이 줄어들어서’였다. 이 중에서 ‘외워야 할 내용이 많아서’, ‘학습 내용이 지루해서’, ‘학습 내용이 어려워’는 모두 학교급이 올라갈수록 그 영향이 더 커졌다. 과학학습정서와 유사하게 탐구 활동의 감소와 탐구 활동에서 써야 할 내용의 많음은 초등학생의 과학학습동기를 하락시키는 주요 원인이었으나 중학교와 고등학교에서 그 영향은 줄어들었다. 이와는 반대로 학습 내용의 어려움과 외워야 할 내용의 많음은 중학생과 고등학생의 과학학습동기를 하락시키는 주요 요인이었지만, 초등학교에서의 영향은 상대적으로 적었다. ‘내 응답이나 발표내용이 틀릴까 봐’는 초등학생과 중학생에게는 과학학습동기 하락의 주요 원인이었으나 고등학생에게는 과학학습동기 하락의 주요 원인이 아니었다. 특정 학교급에서만 주요 하락 원인으로 제시된 것은 고등학교의 ‘과학 성적이 좋지 않아서’였다.

일반적으로 학교급이 올라갈수록 학습 내용은 많아지며, 학생들이 외워야 한다고 판단하는 내용과 어려워하는 내용도 함께 많아진다. 이처럼 학습 내용이 많고 어려워지면 탐구 활동은 자연스럽게 줄어드는 경우가 많다. 그러나 학생들은 과학 탐구를 통해 과학의 절차적 지식을 향상시킬 수 있을 뿐 아니라 과학 지식을 스스로 형성하는

Table 5. Analysis for the cause of decline in ‘science learning motivation’

항목	빈도(%) ¹			
	초등학교(n=135)	중학교(n=160)	고등학교(n=73)	합계(N=368)
외워야 할 내용이 많아서	28(20.7)	47(29.4)	35(47.9)	110(29.9)
학습 내용이 지루해서	31(23.0)	50(31.3)	26(35.6)	107(29.1)
학습 내용이 어려워	21(15.6)	48(30.0)	38(52.1)	107(29.1)
학습 내용이 많아서	39(28.9)	35(21.9)	30(41.1)	104(28.3)
탐구 활동(실험실습 등)이 줄어들어서	42(31.1)	37(23.1)	13(17.8)	92(25.0)
내 응답이나 발표내용이 틀릴까 봐	36(26.7)	36(22.5)	9(12.3)	81(22.0)
탐구 활동에서 써야 할 내용이 많아져서	36(26.7)	16(10.0)	10(13.7)	62(16.8)
과학 성적이 좋지 않아서	16(11.9)	22(13.8)	22(30.1)	60(16.3)
모둠 활동이 잘 이루어지지 않아서	18(13.3)	9(5.6)	3(4.1)	30(8.2)
이해하지 못한 부분에 대해 선생님의 도움을 받지 못해서	5(3.7)	10(6.3)	5(6.8)	20(5.4)
질문, 발표 등 수업에 참여하는 기회가 적어서	5(3.7)	4(2.5)	2(2.7)	11(3.0)
선생님의 칭찬, 격려 등을 잘 받지 못해서	2(1.5)	2(1.3)	0(0.0)	4(1.1)
기타	11(8.1)	4(2.5)	4(5.5)	19(5.2)

¹ 중복 선택으로 응답의 총 개수는 전체 학생 수에 비해 많으며, 응답 비율은 해당 총인원을 기준으로 계산한 것임

과정에서 과학적으로 추론하고 증거에 기반하여 논의하는 역량을 향상시킬 수 있다(Osborne, 2014). 즉 과학 탐구 경험 등을 기반으로 학생 스스로 지식을 구성할 기회가 없으면 학생들은 많은 과학 개념과 원리 등이 단지 암기할 내용으로만 느껴질 수 있으며, 이는 학습 내용의 어려움과 지루함으로 인식될 수 있다. 하지만 Kim (2022)의 연구에 따르면, 우리나라 과학 교사들은 탐구 기반 과학 교수-학습 관련 항목 대부분에서 상대적으로 자기 효능감이 낮게 나타났다. 특히 실험 설계와 결과 해석 과정에서의 학생 간 토론을 장려하거나, 학생들의 개인적인 강점과 약점을 더 잘 확인하는 방법에 대해 논의하거나, 성취 수준이 가장 높은 학생에서부터 가장 낮은 학생에 이르기까지 맞춤형 과제를 제작하고 부여하는 것 등에서 자기 효능감이 낮게 나타났다. 따라서 학생들의 과학학습동기 하락을 줄이기 위해서는 과학 교사들이 학생들의 과학 탐구를 통한 과학 지식 구성 과정을 촉진하는 수업을 준비 및 실천할 수 있어야 한다. 또한 학생들의 과학 학습 과정에서 나타나는 강점과 약점 및 어려움 등을 구체적으로 파악하여 학생의 수준에 맞는 적절한 맞춤형 과제를 부여하는 등의 구체적인 교수-학습 전략을 펼칠 수 있도록 전문성을 함양하는 것이 필요하다.

과학관련 태도의 하락 원인에 관한 결과는 Table 6과 같다. 학교급별로 살펴보면, 초등학교에서는 ‘과학관련 직업을 갖지 않을 예정이어서(45.9%)’, ‘과학을 좋아하지 않아서(35.6%)’, ‘과학 성적이 좋지 않아서(16.3%)’ 등이 주요 원인이었다. 중학교에서는 ‘과학관련 직업을 갖지 않을 예정이어서(36.3%)’, ‘과학을 좋아하지 않아서(34.4%)’, ‘과학 성적이 좋지 않아서(20.6%)’가 주요 원인이었으며, 고등학교에

서는 ‘과학 성적이 좋지 않아서(67.1%)’, ‘과학관련 직업을 갖지 않을 예정이어서(45.2%)’, ‘과학을 좋아하지 않아서(39.7%)’, ‘일상생활에 과학이 필요하지 않다고 생각해서(26.0%)’ 등이 주요 원인이었다.

모든 학교급에서 약 15% 이상을 차지한 원인은 ‘과학관련 직업을 갖지 않을 예정이어서’, ‘과학을 좋아하지 않아서’, ‘과학 성적이 좋지 않아서’였다. 즉, 학생들의 과학관련 태도 하락 원인은 주로 과학을 좋아하지 않고, 과학 성적이 좋지 않으며, 진로 희망이 과학관련 직업이 아니기 때문임을 알 수 있다. 특정 학교급에서만 주요 하락 원인으로 제시된 것은 고등학교의 ‘일상생활에 과학이 필요하지 않다고 생각해서’였다.

과학관련 태도는 PISA와 TIMSS에서 조사하는 과학에 대한 가치 인식과 관련된 것으로, 많은 학생이 학교에서 과학 과목을 공부하는 것이 가치가 있다는 것에 동의하며, 과학 학습에 대한 가치에 대해 긍정적으로 인식하고 있다(Mullis et al., 2020; OECD, 2019). 그러나 학생들은 과학이 일반적으로는 중요하지만 개인적으로는 덜 중요하다고 생각하며, 선호 대학의 입학이나 좋은 직업 등을 위해 과학관련 과목들을 선택하지만 향후 진로 선택에서는 업무의 어려움과 비용 등을 고려하여 과학관련 진로가 쉬운 길이 아니라고 인식하기도 한다(Bøe et al., 2011). 따라서 과학관련 태도를 긍정적으로 변화시키기 위해서는, 학생들이 과학의 유용성 및 다른 직업과의 연관성을 인식할 수 있는 교과 및 비교과 과정을 확대하여 구성할 필요가 있다.

학교급별 과학관련 진로포부의 하락 원인에 관한 결과를 Table 7에 정리하였다. 초등학교에서는 ‘내가 갖고 싶은 직업이 과학과 관련이

Table 6. Analysis for the cause of decline in ‘science-related attitude’

항목	빈도(%) ¹			
	초등학교(n=135)	중학교(n=160)	고등학교(n=73)	합계(N=368)
과학관련 직업을 갖지 않을 예정이어서	62(45.9)	58(36.3)	33(45.2)	153(41.6)
과학을 좋아하지 않아서	48(35.6)	55(34.4)	29(39.7)	132(35.9)
과학 성적이 좋지 않아서	22(16.3)	33(20.6)	49(67.1)	104(28.3)
일상생활에 과학이 필요하지 않다고 생각해서	10(7.4)	17(10.6)	19(26.0)	46(12.5)
과학이 사회발전에 긍정적 영향을 주지 못해서	6(4.4)	2(1.3)	8(11.0)	16(4.3)
기타	7(5.2)	10(6.3)	2(2.7)	19(5.2)

¹ 중복 선택으로 응답의 총 개수는 전체 학생 수에 비해 많으며, 응답 비율은 해당 총인원을 기준으로 계산한 것임

Table 7. Analysis for the cause of decline in ‘science-related career aspiration’

항목	빈도(%) ¹			
	초등학교(n=135)	중학교(n=160)	고등학교(n=73)	합계(N=368)
내가 갖고 싶은 직업이 과학과 관련이 없다고 생각해서	56(41.5)	66(41.3)	26(16.3)	148(40.2)
과학을 좋아하지 않아서	40(29.6)	52(32.5)	25(15.6)	117(31.8)
과학관련 직업은 오랫동안 공부해야 해서	41(30.4)	38(23.8)	29(18.1)	108(29.3)
과학 성적이 좋지 않아서	18(13.3)	34(21.3)	39(24.4)	91(24.7)
과학관련 직업이 다른 직업에 비해 힘들어서	39(28.9)	27(16.9)	15(9.4)	81(22.0)
수업에서 과학관련 직업을 다루지 않아서	20(14.8)	19(11.9)	14(8.8)	53(14.4)
과학관련 직업이 안정적이지 않아서	18(13.3)	5(3.1)	10(6.3)	33(9.0)
과학관련 직업이 돈을 많이 벌지 못한다고 생각해서	16(11.9)	5(3.1)	6(3.8)	27(7.3)
과학관련 직업이 사회적 지위가 높지 않아서	8(5.9)	3(1.9)	2(1.3)	13(3.5)
기타	12(8.9)	6(3.8)	6(3.8)	24(6.5)

¹ 중복 선택으로 응답의 총 개수는 전체 학생 수에 비해 많으며, 응답 비율은 해당 총인원을 기준으로 계산한 것임

없다고 생각해서(41.5%)', '과학관련 직업은 오랫동안 공부해야 해서(30.4%)', '과학을 좋아하지 않아서(29.6%)', '과학관련 직업이 다른 직업에 비해 힘들어서(28.9%)', '수업에서 과학관련 직업을 다루지 않아서(14.8%)' 등이 주요 원인이었다. 중학교에서는 '내가 갖고 싶은 직업이 과학과 관련이 없다고 생각해서(41.3%)', '과학을 좋아하지 않아서(32.5%)', '과학관련 직업은 오랫동안 공부해야 해서(23.8%)', '과학 성적이 좋지 않아서(21.3%)', '과학관련 직업이 다른 직업에 비해 힘들어서(16.9%)' 등이 주요 원인이었으며, 고등학교에서는 '과학 성적이 좋지 않아서(24.4%)', '과학관련 직업은 오랫동안 공부해야 해서(18.1%)', '내가 갖고 싶은 직업이 과학과 관련이 없다고 생각해서(16.3%)', '과학을 좋아하지 않아서(15.6%)' 등이 주요 원인이었다. 이와 함께 과학관련 진로포부가 중학교보다 고등학교에서 유의하게 증가한 원인을 살펴보기 위해 중학교와 고등학교에서 응답 비율이 낮아진 항목을 살펴보면, '내가 갖고 싶은 직업이 과학과 관련이 없다고 생각해서(-25.0%p)'가 가장 많이 감소한 것으로 나타났다.

모든 학교급에서 약 15% 이상을 차지하여 과학관련 진로포부 하락의 주요 원인으로 제시된 것은 '내가 갖고 싶은 직업이 과학과 관련이 없다고 생각해서', '과학을 좋아하지 않아서', '과학관련 직업은 오랫동안 공부해야 해서'였다. 비록 응답 비율에서는 학교급별로 약간의 차이가 있지만, 대체로 희망 직업과 과학 과목의 관련성 부족, 과학 과목에 대한 비선호, 과학관련 직업에 대한 이해 부족 등이 과학관련 진로포부의 하락 원인을 알 수 있다. 이 중에서 '내가 갖고 싶은 직업이 과학과 관련이 없다고 생각해서'와 '과학관련 직업은 오랫동안 공부해야 해서'는 학교급이 올라갈수록 그 영향이 적어졌다. '과학 성적이 좋지 않아서'는 중학생과 고등학생에게만 과학관련 진로포부 하락의 주요 원인이었고, '과학관련 직업이 다른 직업에 비해 힘들어서'는 초등학생과 중학생에게만 과학관련 진로포부 하락의 주요 원인으로 나타났다. 특정 학교급에서만 주요 하락 원인으로 제시된 것은 초등학교의 '수업에서 과학관련 직업을 다루지 않아서'였다.

많은 학생이 과학자는 실험복을 입고, 안경을 쓰고 있으며, 실험실에서 매우 위험한 실험을 하는 사람이라는 고정화된 이미지를 갖고 있다(Jung & Kim, 2014). 또한 초등학생들은 과학자를 과학기술 분야에 대해 대표적인 일부 직업의 한 가지 종류로만 인식하고 있으며(Kim, Lee, & Noh, 2009), 중·고등학교 학생들도 과학 분야 연구원처럼 순수 과학 연구를 하는 직업만이 과학관련 직업이라고 인식하는 것과 같이 과학관련 직업에 대해 다소 편협하게 인식하고 있다. 심지어 의사처럼 과학과 관련이 깊은 직업을 희망하는 학생도 본인의 진로 분야가 과학과 관련이 없다고 생각하기도 한다. 과학 진로 교육은 과학 방면에 뛰어난 적성을 보이는 학생들뿐 아니라 과학적 소양의 함양 차원에서 모든 학생에게 모든 일의 영역에서 과학적 지식과 방법 및 과학적 사고방식을 적용하고 활동하도록 가르치고 도와줄 수 있다(Yoon, Park, & Myeong, 2006). 따라서 학생들의 과학관련 진로포부를 향상시키기 위해서는 학생들에게 다양한 직업이 과학과 관련되어 있음을 체험하거나 생각해보게 하는 기회를 제공해야 할 것이다. 특히 자유학년제에서는 폭넓은 과학관련 진로 활동을 제공해야 하고 2022 개정 교육과정에서 학교급이 전환되는 6학년 2학기과 중학교 3학년 2학기에 진로연계 학기가 도입되므로(MOE, 2021), 이를 통해 효과적인 과학 진로 교육의 확대를 적극적으로 시도할 필요가 있다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 초등학교 4학년부터 고등학교 1학년까지 학생들의 과학긍정경험 추이를 살펴보고, 과학긍정경험의 하위 영역별로 하락 원인을 조사하여 학교급별로 비교하였다. 연구 결과, 과학긍정경험의 하위 영역 중 과학학습정서와 과학관련 태도의 평균이 비교적 높았고, 과학관련 자아개념과 과학관련 진로포부의 평균이 비교적 낮았다. 추이를 살펴보면 과학긍정경험 전체에서는 학년과 학교급에 따라 통계적으로 유의한 차이가 없었지만, 하위 영역별로는 다소 다른 결과가 나타났다. 즉 과학학습정서에서는 초등학생보다 중학생의 평균이 더 높게 나타났으며, 특히 다른 학년보다 초등학교 4학년의 평균이 높게 나타났다. 과학관련 진로포부에서는 중학생보다 고등학생의 평균이 더 높게 나타났다. 과학관련 자아개념, 과학학습동기, 과학관련 태도는 학교급별 또는 학년별로 차이는 없는 것으로 나타났다.

과학긍정경험의 하위 영역별로 하락의 주요 원인은 학교급에 따라 다소 달랐다. 가령 초등학생의 경우에는 특징적으로 과학학습정서와 과학학습동기 영역에서 과학 탐구 활동과 관련된 내용의 비율이 중학생이나 고등학생보다 높았으며, 특히 탐구 활동에서 써야 할 내용이 많음은 초등학생에서만 주요 하락 원인으로 나타났다. 이는 탐구 활동과 관련한 경험이 중학생이나 고등학생보다 초등학생의 과학긍정경험을 부정적으로 변화시키는 데 주요한 영향을 주었음을 의미한다. 초등학교에서 주로 사용하는 과학 지식의 표현 양식은 작동적 표상과 시각적 표상이므로 초등학생들이 학습 과정을 행동과 시각 자료로 경험할 수 있도록 과학 탐구를 구성하는 것이 적절하다. 또한 과학 탐구의 주 활동이 실험관찰 책의 빈칸 채우기 등에 치우쳐 과학 탐구의 주 기능이 훼손되지 않도록 주의할 필요가 있다. 수업에서 과학관련 직업을 충분히 다루지 않는 것이 초등학생의 과학관련 진로포부의 주요 하락 원인으로 나타났으므로, 초등학생의 과학관련 진로교육을 활성화하기 위한 프로그램 개발 등에 관한 관심과 노력도 필요하다.

중학생의 경우 과학긍정경험의 주요 하락 원인 중 일부가 초등학생 또는 고등학생과 겹치는 특징이 있었으며, 중학교에서만 두드러지는 하락 원인은 없었다. 초·중학생에게서 함께 나타난 주요 하락 원인 중, 자신의 응답이나 발표내용이 틀릴 것에 대한 걱정은 초·중학생의 과학학습정서, 과학관련 자아개념 및 과학학습동기의 주요 하락 원인으로 나타났다. 또한 과학관련 직업이 다른 직업에 비해 힘들다는 인식도 초·중학생의 과학관련 진로포부의 주요 하락 원인으로 나타났다. 그리고 중·고등학생에게서 함께 나타난 과학긍정경험의 주요 하락 원인은 과학 성적이 좋지 않다는 것이었다. 특히 이는 중·고등학생의 과학학습정서, 과학관련 자아개념, 과학관련 태도, 과학관련 진로포부의 하락 원인으로 나타나, 중·고등학생의 과학긍정경험 전반에 부정적인 영향을 미치고 있었다. 초등학생들이 과학긍정경험의 주요 하락 원인으로 외워야 할 내용이 많고 과학 학습 내용이 어렵거나 지루하다는 것을 꼽았다면, 중학생과 고등학생들은 이러한 원인이 성적에 대한 부담으로까지 귀결되는 양상을 보였음을 알 수 있다. 이러한 결과는 학업 성적이 높은 비중을 차지하는 우리나라의 대학교 입시 문화가 중학교부터 반영되기 시작한 결과라 할 수 있다. 또한 중학교는 고등학교보다 토의와 발표 등 학생 중심 수업이 더 활발하게 이루어짐과 동시에 입자나 힘 등과 같은 추상적인 과학 개념 학습이 본격적으로 도입되는 시기이다. 이에 비추어 볼 때, 중학생

은 초등학생과 비슷하게 자신의 응답이나 발표내용이 틀릴 것을 걱정하는 동시에, 고등학생과 비슷하게 학업 성적에 대한 부담을 부정적인 감정이나 느낌으로 인식하는 경향이 있었다고 해석할 수 있다.

고등학생의 경우에는 중학생과 겹치는 항목을 제외하면 탐구 활동에서의 실패 경험과 일상생활에 과학이 필요하지 않다고 생각하는 것이 각각 고등학생의 특징적인 과학관련 자아개념과 과학관련 태도의 하락 원인으로 나타났다. 이는 고등학생이 경험하는 과학 탐구 결과가 과학 교과서의 내용과 일치하지 않거나, 실험 실패 시 다시 실험하거나 실패의 원인을 생각해보는 기회 등이 충분히 제공되지 않거나, 일상생활과의 연계가 부족한 현실과 관련이 있다. 과학 탐구는 과학의 절차적 지식을 다루는 주요 활동이며, 문제 인식부터 결론 도출에 이르기까지의 모든 탐구 과정뿐 아니라 반성적 사고를 통해 탐구 과정과 결론의 타당성과 신뢰도를 판단하는 활동 등이 중요하다. 따라서 교사는 고등학생이 과학 탐구 과정 자체를 즐기거나 탐구에 성공하는 경험을 충분히 제공하도록 해야 할 뿐 아니라, 학생들이 자신의 탐구 결과를 해석하거나 탐구 결과의 원인을 반성적으로 사고하는 과정, 탐구 결과를 일상생활과 연계하여 생각하는 활동 등을 촉진할 수 있는 전문성이 필요하다.

한편, 모든 학교급에서 공통으로 나타난 과학긍정경험의 하락 원인도 있었다. 예를 들어, 적성과 관련하여 자신이 과학을 좋아하지 않는다거나 과학관련 직업에 관심이 없다는 인식, 직업과 관련하여 과학관련 직업은 오랫동안 공부해야 한다거나 자신이 원하는 직업은 과학과 관련이 없다는 인식은 모든 학교급에서 과학관련 태도 및 과학관련 진로포부에 부정적인 영향을 미치고 있었다. 또한, 학습 내용과 관련하여 학습 내용이 많고 어려우며 지루하다고 생각하는 것, 외워야 할 내용이 많다고 생각하는 것은 모든 학교급에서 과학학습정서, 과학관련 자아개념, 과학학습동기 중 두 가지 이상의 주요 하락 원인으로 나타났다. 이처럼 과학관련 직업이나 과학 학습과 관련된 학생들의 부정적 인식은 이공계열 인력의 부족 현상으로 이어질 수 있으므로, 적극적인 개선이 필요하다.

이러한 과학긍정경험의 하락 원인 분석 결과를 토대로 과학긍정경험 제고 방안을 학교급 및 과학긍정경험의 하위 영역을 고려하여 구체적으로 제안하고자 한다. 첫째, 초등학교에서는 학생들에게 의미 있는 탐구 경험을 충분히 제공하려는 노력이 필요하다. 특히 코로나 19로 인한 온라인 수업 상황에서 학생들이 과학 탐구를 경험하지 못하는 경우가 많고, 코로나19 상황이 아닐 때도 과학 수업 시수 부족이나 수업 준비의 부담으로 과학 탐구 활동이 현장에서 활성화되지 못하고 있으므로, 이를 개선하는 방안에 대한 고민이 필요하다. 예를 들어, 온-오프라인 과학 수업에서 탐구를 활성화하기 위하여 시뮬레이션 기반 과학 탐구 프로그램을 활용하는 방법(Kim & Kim, 2021)이나, 과학 학습 지원 온라인 플랫폼과 첨단기술 활용 온라인 실험 콘텐츠를 제공하여 전통적인 과학 탐구를 보완하는 방법을 고려할 수 있을 것이다. 또한 초등학교의 과학 수업에서 실험관찰 교과서의 빈칸 작성에 치우치지 않도록 유의하여야 하며, 초등학생들이 과학 지식 발견이나 과학 탐구 자체에서 긍정경험을 느낄 수 있도록 하는 데 더 초점을 두어야 할 것이다.

둘째, 초등학생이나 중학생들이 자신의 응답이나 발표에 자신감을 가질 수 있도록 교사는 허용적이고 열린 과학 수업 분위기를 조성함은 물론 학생에게 긍정적 피드백을 자주 제공하는 것도 중요하다.

특히 우리나라는 다른 국가에 비해 학생 개개인의 과학 과목의 강점 등에 대한 피드백이 매우 부족한 것으로 나타났으므로(Kim & Koo, 2019), 과학 수업 과정에서 학생에게 맞춤형 피드백을 제공하기 위한 노력이 필요하다. 또한 학생들이 자신감을 가지고 주도적으로 과학 탐구나 학습을 수행할 수 있는 과학 탐구나 학습 환경을 구축하는 것도 필요하다. 나아가 학생들, 특히 중학생과 고등학생의 과학 학습에 관한 어려움이 누적되지 않도록 학년별 학습량 적정화 및 연계성 강화 등 교육과정 개선, 과정중심평가의 강화, 과학 기초학력 향상 지원 프로그램 운영 등과 같이 다양한 측면에서의 개선방안 마련도 필요하다.

셋째, 우리나라 학생들의 과학 및 과학관련 직업에 대한 인식을 제고하기 위해 과학 진로 교육을 개선해야 한다. 예를 들어, 과학과 교육과정 및 과학 수업 등에서 학생들에게 다양한 직업이 과학과 관련되어 있음을 교육해야 한다. 이를 위해 2022 개정 교육과정의 진로 연계 학기에서 과학관련 진로 탐색 및 체험이 의미 있게 이루어질 수 있도록 구체적인 프로그램의 구성 및 실행이 필요하다. 또한 교육과정 구성 시 과학관련 진로와 연계할 수 있는 성취기준이나 활동 등을 명시하여 학생들이 과학관련 직업을 접하는 시간을 확보하는 것도 필요하다. 이와 함께 과학과 관련한 창의적 체험 활동, 과학 분야 진로 탐색 활동, 과학문화 행사 등 학교 안팎에서 과학 학습 문화를 조성하기 위한 노력과 지원이 체계적으로 이루어져야 할 것이다.

마지막으로 이 연구에서 미처 밝히지 못했던 정보를 얻기 위한 추후 연구도 필요하다. 예를 들어, 이 연구에서는 과학관련 태도나 과학관련 진로포부의 주요 하락 원인이 과학관련 직업에 대한 부정적 인식이나 과학을 좋아하지 않기 때문으로 나타났다. 그런데 이러한 요인은 과학긍정경험의 하락 원인임과 동시에 다른 요인들로 인한 결과일 수도 있으므로, 추후 연구에서는 이에 대한 심층적인 분석이 필요하다. 그리고 과학관련 태도 등과 같이 학교급 사이에서만 아니라 같은 학교급 안에서도 학년에 따라 비교적 큰 차이가 나타나는 경우가 있었는데, 이는 학습량과 난도 증가가 학년이나 학교급을 올라감에 따라 점진적으로 상승하는 것이 아님을 의미한다. 따라서 추후 연구에서는 학년이나 학교급에 따라 큰 변화가 나타난 지점을 대상으로 과학긍정경험 하락 원인과 과학과 교육과정의 내용 구성 및 양, 탐구 활동의 종류와 수, 수행하는 탐구의 차이점 등의 관련성을 심층적으로 분석해볼 필요가 있다. 또한 이 연구는 학교급별로 서울특별시의 1개 학교에서 학년당 2~3학급의 학생이 참여하였고, 특히 고등학교의 경우 1학년 남학생만 참여하였다는 점에서 연구 참여자 수가 충분하지 못하다는 한계점을 지니고 있다. 따라서 추후 연구에서는 참여 학생의 수와 조사 범위를 확장하고, 성별에 따른 학생 수를 충분히 늘려 추이를 살펴볼 필요가 있다.

국문요약

이 연구에서는 우리나라 초·중·고등학교 학생을 대상으로 학년 및 학교급에 따른 학생의 과학긍정경험의 추이와 하락 원인을 조사하였다. 이를 위해 서울특별시에 있는 일반 초·중·고등학교에서 4학년~10학년 학생을 학년별로 표집한 후, 학생들의 과학긍정경험 및 하락 원인을 묻는 설문을 시행하였다. 과학긍정경험 지표 검사에 대한 일원 분산 분석 결과, 전체 평균에서는 학년과 학교급에 따라 통계

적으로 유의한 차이가 없었다. 그러나 과학공정경험의 하위 영역별로는 결과가 다소 다르게 나타났다. 즉 과학학습정서에서는 중학생보다 초등학생의 평균이 통계적으로 유의하게 높았으며, 초등학교 4학년의 평균이 중학교 1학년, 중학교 3학년, 고등학교 1학년의 평균보다 각각 유의하게 높았다. 과학관련 진로포부에서는 중학생보다 고등학생의 평균이 통계적으로 유의하게 높은 것으로 나타났다. 과학관련 자아개념, 과학학습동기, 과학관련 태도에서는 학년 및 학교급에 따른 점수 차이가 통계적으로 유의하지 않았다. 과학공정경험의 하위 영역별 주요 하락 원인은 학교급에 따라 다소 달랐다. 이러한 결과를 바탕으로 학년 및 학교급에 따라 과학공정경험을 향상시키는 방안을 모색하였다.

주제어 : 과학공정경험, 추이, 하락 원인

References

- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: W. H. Freeman.
- Bøe, M. V., Henriksen, E. K., Lyons, T., & Schreiner, C. (2011). Participation in science and technology: Young people's achievement-related choices in late-modern societies. *Studies in Science Education*, 47(1), 37-72.
- Cho, S., Koo, N., Kim, H., Lee, S., & Lee, I. (2019). OECD programme for international students assessment: An analysis of PISA 2018 results. Korea Institute for Curriculum and Evaluation Research Report RRE 2019-11.
- Hampden-Thompson, G., & Bennett, J. (2013). Science teaching and learning activities and students' engagement in science. *International Journal of Science Education*, 35(8), 1325-1343.
- Jiang, F., & McComas, W. F. (2015). The effects of inquiry teaching on student science achievement and attitudes: Evidence from propensity score analysis of PISA data. *International Journal of Science Education*, 37(3), 554-576.
- Jung, J., & Kim, Y. (2014). A study on elementary students' perceptions of science, engineering, and technology and on the images of scientists, engineers, and technicians. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 34(8), 719-730.
- Kim, H., & Kim, S. (2021). Development of simulation-based scientific inquiry program and exploration of implementation possibility. *School Science Journal*, 15(5), 423-436.
- Kim, H. (2022). Korean science teachers' perceptions in PISA survey: Focusing on comparison with the United States and China. *Journal of the Korean Chemical Society*, 66(1), 31-41.
- Kim, H., & Koo, N. (2019). Analysis of science instruction in Korea based on the results of PISA questionnaire. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 22(4), 85-104.
- Kim, H., Kwak, Y., Kang, H., Shin, Y., Lee, S., & Lee, S.-Y. (2017). A study on the structural equation model among components of positive experiences about science. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 37(3), 507-521.
- Kim, K., Lee, S., & Noh, T. (2009). The relationships among elementary school students' cognitive, affective, and behavioral characteristics related to science learning and their perceptions toward scientific and/or technological professions. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 28(2), 121-131.
- Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity [KOFAC] (2015). Development research of draft of 2015 revised subject curriculum II: Science curriculum. Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity Research Report BD15110002.
- Ku, J., & Koo, N. (2018). The analysis of characteristics and effects of contextual variables in terms of student achievement levels and gender based on the results of PISA 2015 science domain. *Journal of Science Education*, 42(2), 165-181.
- Ku, J., Cho, S., Lee, S., Park, H., & Ku, N. (2017). OECD programme for international students assessment: An in-depth analysis of PISA 2015 results. Korea Institute for Curriculum and Evaluation Research Report RRE 2017-9.
- Kwak, Y., & Park, S. (2018). Effect analysis of educational context variables on 8th grade science achievement among top-performing countries in TIMSS 2015. *Journal of Science Education*, 42(1), 66-79.
- Lau, K. C., & Ho, S. C. E. (2020). Attitudes towards science, teaching practices, and science performance in PISA 2015: Multilevel analysis of the Chinese and western top performers. *Research in Science Education*, 54(2), 415-426.
- Lee, J., Ahn, Y., & Kim, D. (2020). Analysis of 2019 national assessment of educational achievement (NAEA): Middle school science. Korea Institute for Curriculum and Evaluation Research Report ORM 2020-23-4.
- Ministry of Education [MOE] (2020). Science · mathematics · information · integrated education comprehensive plan ('20~'24): Cultivating people with literacy for intelligent information society and with ability for leading world. MOE press materials (2020. 05. 27.).
- Ministry of Education [MOE] (2021). Announcement of the main points of the '2022 revision curriculum'. Retrieved from <https://www.moe.go.kr>.
- Ministry of Science and ICT [MSI] (2021). 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. MSI press materials (2021. 02. 26.).
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., Kelly, D. L., & Fishbein, B. (2020). TIMSS 2019 international results in mathematics and science. Boston: IEA.
- Organization for Economic Co-operation and Development [OECD] (2016). PISA 2015 results (Volume II): Policies and practices for successful schools. Paris: OECD Publishing.
- Organization for Economic Co-operation and Development [OECD] (2019). PISA 2018 results (Volume II): Where all students can succeed. Paris: OECD Publishing.
- Osborne, J. (2014). Teaching scientific practices: Meeting the challenges of change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177-196.
- Park, H., Son, Y., & Hong, Y. (2018). The latent profiles of student perception of inquiry activities and teacher feedback in science classrooms: Individual and school factors and affective characteristics. *Korean Society for Educational Evaluation*, 31(3), 557-582.
- Salchegger, S., Wallner-Paschon, C., & Bertsch, C. (2021). Explaining Waldorf students' high motivation but moderate achievement in science: Is inquiry-based science education the key?. *Large-scale Assessments in Education*, 9(1), 1-23.
- Sang, K., Kim, K., Park, S., Jeon, S., Park, M., & Lee, J. (2020). The trends in international mathematics and science study (TIMSS): Findings from TIMSS 2019 for Korea. Korea Institute for Curriculum and Evaluation Research Report RRE-2020-10.
- Sheldrake, R. (2016). Students' intentions towards studying science at upper-secondary school: The differential effects of under-confidence and over-confidence. *International Journal of Science Education*, 38(8), 1256-1277.
- Shin, Y., Kang, H., Kim, H., Nam, K., Lee, S.-Y., & Lee, S. (2016). Research on index of students positive experiences about science. Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity Research Report BD17020012.
- Shin, Y., Kang, H., Kim, H., Nam, K., Lee, S.-Y., Lee, S., & Kwak, Y. (2018a). Research on ways to improve students' affective attitudes through monitoring of elementary and secondary science curriculum implementation. Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity Research Report BD18040004.
- Shin, Y., Kang, H., Kwak, Y., Kim, H., Lee, S.-Y., & Lee, S. (2018b). Research on ways to improve students' affectional attitudes through analyzing the effectiveness of student-participating science classes. Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity Research Report BD19020011.
- Shin, Y., Kang, H., Kwak, Y., Lee, S.-Y., Lee, S., Lee, I., & Ha, J. (2020). Research on ways to implement sustainable student-participating science curriculum to improve students' affectional attitudes. Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity Research Report BD20010018.
- Shin, Y., Kwak, Y., Kim, H., Lee, S.-Y., Lee, S., & Kang, H. (2017). Study on the development of test for indicators of positive experiences about science. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 37(2), 335-346.
- Sung, Y., & Im, S. (2019). Effect of science drama participation experience on students' science-related affective domain. *New Physics: Sae Mulli*, 69(2), 176-186.
- Yoon, J., Park, S., & Myeong, J. (2006). A survey of primary and secondary school students' views in relation to a career in science. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 26(6), 675-690.

저자정보

김현정(공주대학교 교수)
강훈식(서울교육대학교 교수)
이재원(한국교육과정평가원 부연구위원)
김율(한국과학창의재단 선임연구원)
정지현(한국과학창의재단 연구원)
정은영(전남대학교 교수)
윤혜경(춘천교육대학교 교수)
박지선(이화여자대학교 교수)
이성희(서울계남초등학교 교사)