

초등학생과 중학생의 과학긍정경험 향상 요인에 대한 질적 탐구

강훈식 · 이성희 · 이일[†] · 박영순 · 신영준 · 이수영 · 하지훈

Qualitative Inquiry on Factor for Improving Elementary and Secondary Students' Positive Experiences about Science

Kang, Hunsik · Lee, Sunghee · Lee, Il[†] · Kwak, Youngsun · Shin, Youngjoon · Lee, Soo-Young · Ha, Jihoon

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate the factor for improving elementary and secondary students' positive experiences about science (PES). In-depth interviews with 32 students and 8 teachers from 8 elementary and secondary Science Core schools were conducted to explore the factors for improving the student's PES. The analysis of the results reveal that the eight key factors which had a decisive impact on a student's PES were 'practice-centered exploratory activities', 'student-led class', 'positive and professional feedback', 'construction of knowledge through exploration', 'class considering student's interest and aptitude', 'use of materials related to real life', 'smooth communication and collaboration in group activities', and 'appropriate difficulty in learning content'. There were also five environmental factors that affected these key factors: 'teacher's professionalism for science classes', 'science class environment', 'teacher community in unit schools', 'change in curriculum', and 'scientific activities other than regular classes'. Based on these results, the practical implications for improving the student's PES are suggested.

Key words: positive experiences about science, key factor, environmental factor

I. 서 론

학생들은 과학수업 시간에 다양한 활동을 수행하며 재미와 신비함, 즐거움과 성공의 기쁨 등의 긍정적 정서를 느끼기도 하고, 실패감, 불안감, 분노의 부정적 정서를 경험하기도 한다(Han & Kim, 2018; Jaber & Hammer, 2016a; King *et al.*, 2017; Muis *et al.*, 2018). 과학수업에서 학생들이 느끼는 이러한 정서적 성취는 인지적 성취와 역동적으로 상호작용하며(Jaber, 2014), 단순히 인지적 성취를 위한 중재 요인에서 벗어나 수업의 성패를 좌우하는 수업의 목적이자 결과가 된다(Brun *et al.*, 2008; Ku *et al.*, 2017; Pekrun *et al.*, 2015; Schutz & Pekrun, 2007). 이와 마찬가지로 과학 및 과학 학습

에 관련된 학생들의 정서적 성취 중 하나인 과학긍정경험은 인지적 성과의 중재 요인으로 작용함으로써 과학 학습의 목적과 결과에 많은 영향을 미친다(Shin *et al.*, 2017). 또한 학생들이 과학긍정경험을 하는 것은 우리나라 과학교육의 질 제고뿐만 아니라, 학생의 삶의 질 향상 및 평생학습의 관점에서 매우 중요하다(Ku *et al.*, 2017; Kwak *et al.*, 2019b; Lee & Shin, 2019).

이러한 맥락에서 최근에는 학생들의 과학긍정경험 제고를 위한 다양한 연구가 진행되고 있다. 과학긍정경험 관련 연구들은 과학긍정경험 정도를 직간접적으로 지시해주는 척도 개발 및 실태 조사 연구(Shin *et al.*, 2017), 과학학습정서, 과학관련 자아개념, 과학학습동기, 과학관련 진로포부, 과학관

런 태도 등 과학공정경험 구성 변인¹⁾ 간의 경로모형 규명 연구(Kim *et al.*, 2017), 과학공정경험 측면에서 과학교육 선도사업 대상 학교(이하 과학선도학교) 및 특정 과학수업 프로그램의 효과성을 조사하는 연구(Kang *et al.*, 2019; Kim *et al.*, 2019; Lee & Shin, 2019; Mun & Shin, 2018), 학생의 과학공정경험에 영향을 미치는 교육과정 요소에 대한 교사의 인식 조사 연구(Kang *et al.*, 2019) 등의 양적 연구가 주로 진행되었다. 최근에는 학생들의 과학공정경험의 원인과 요인을 좀 더 구체적으로 파악하여 개선 방안을 모색하기 위한 질적 연구도 일부 진행되고 있다(Han, 2019; Kwak *et al.*, 2019a; Kwak *et al.*, 2019b). 그 결과, 긍정적 보상, 학생들의 기대가 충족된 실험 활동, 소외된 학생들의 특성을 반영한 전략, 학생참여형 수업, 개방형 탐구, 팀 프로젝트, 과학 관련 진로 활동 등이 과학공정경험에 촉진하는 요인으로 제시되었다. 그러나 질적 연구 대부분은 교사들과의 면담 결과나 학생들의 실험보고서와 일지 등을 분석하여 교수자의 관점에서 학생들의 과학공정경험 제고를 위해 필요한 것들이 무엇인지 밝혀내려는 방향으로 진행되어 과학공정경험의 주체인 학생의 목소리를 충분히 반영하지 못했다는 한계를 가진다고 할 수 있다. 또한 ‘학생들이 어떠한 측면에서, 무엇에 의해 과학공정경험을 갖는가?’에 대한 피상적인 수준의 간접 정보만을 수집하는 데 머무르게 되었다. 아울러 각 연구마다 특정 맥락의 과학공정경험 유발 요인을 산발적이고 단편적으로 제시하여 학생의 과학공정경험을 직접적으로 유발할 수 있는 핵심 요인과 이것에 영향을 주는 환경 요인 등에 대한 구체적이고 체계적인 이해가 부족한 실정이다.

수업의 주체로서 학습자의 목소리에 대한 중요성은 꾸준히 주장되어 왔다(Jenkins, 2006; Kang & Lee, 2012; Park & Song, 2009). 학생들의 과학수업에 대한 인식이 자신의 과학 학습이나 교사와의 상호작용, 교사의 교수 학습 행동, 과학이나 과학수업에 대한 태도, 과학자에 대한 이미지, 과학관련 진로선택 등에 중요한 영향을 미칠 줄 수 있기 때문이다(Han & Kim, 2017; Jaber & Hammer, 2016b; Ju *et al.*, 2009; Kwak, 2005; Lee *et al.*, 2009; Seo *et al.*, 2007; Yoo & Oh, 2016). 따라서 학생의 과학공정경

험 유발 원인이나 요인 등에 대한 체계적이고 심층적인 정보를 얻기 위해서는 교사뿐만 아니라, 경험의 주체인 학생들의 목소리를 듣는 것이 매우 중요하다.

한편, 공통 교육과정에 해당하는 초등학교와 중학교 시기는 기본적인 과학적 소양과 핵심 역량을 기르기 위한 기간이다(Ministry of Education, 2015). 또한 초등학생들은 과학 과목이나 실험에 대한 선호도가 매우 높은 편이내(Jeon *et al.*, 2003; Lee, 2013; Park *et al.*, 2007), 중학교에 진학하며 이러한 선호도와 긍정적인 정서는 낮아지는 등 과학과 관련된 정의적 측면에서 큰 변화를 겪는 것으로 알려져 있다(Kwak *et al.*, 2006). 그런데 지금까지 과학관련 정의적 특성과 관련된 많은 연구가 초등학교 교사와 학생, 중고등학교 교사와 학생을 분절적으로 나누어 분석했기 때문에, 과학관련 정의적 특성이 급격히 변화하는 십대 초중반 학생들을 대상으로 그 원인을 심층적으로 분석한 연구는 찾아보기 어렵다. 따라서 초등학교 및 중학교 학생과 교사와의 면담을 통해 어떠한 핵심 요인에 의해 초등학생과 중학교 학생의 과학공정경험이 유발되는지, 이 핵심 요인에 영향을 주는 환경 요인은 무엇인지 등을 밝혀내는 연구가 무엇보다도 필요하다.

이에 본 연구에서는 다양한 교육적 시도와 환경 개선을 통하여 일반 학교보다 과학공정경험 효과가 높은 과학선도학교(Kang *et al.*, 2019) 중에서 초등학교와 중학교의 학생과 교사를 모집하여 심층 면담을 실시하고, 이를 분석하여 과학공정경험 유발을 위한 핵심 요인과 환경 요인을 추출하였다. 이를 토대로 초등학생과 중학생의 과학공정경험을 향상시킬 수 있는 방안을 모색하여 과학선도학교뿐만 아니라, 일반 학교까지 확산할 수 있는 다양한 방안을 제안하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상 및 절차

이 연구는 보건복지부 지정 공용기관생명윤리위원회 승인(P01-201907-22-014)을 받은 후, 연구대상자의 동의를 얻어 진행하였다. 우선 이 연구에서는 초등학생과 중학생의 과학공정경험 향상과 관

1) 과학공정경험의 구성 변인별 정의와 하위 요소 및 이들의 관계는 선행연구(Kim *et al.*, 2017)에 제시되어 있다.

련된 요인을 분석하기 위해 교사 8인과 학생 32명으로 구성된 초점집단(FG)을 구성하였다. 학생의 과학긍정경험 수준이 지역에 따라 다르게 나타난 선행연구(Shin et al., 2017)의 결과를 고려하여 전국을 4개 권역(수도권, 충청권, 강원경상권, 호남권)으로 구분하였다. 그리고 각 권역별로 과학선도학교 중에서 창의융합형 과학실 모델학교와 학생참여형 과학수업 선도학교를 2년 이상 운영하고 있는 초등학교와 중학교를 각각 1개씩 선정하였다. 이때 지역 규모와 사업 유형 등을 가능한 균일하게 배분하여 학교를 선정하였다. 선정된 학교를 대상으로 과학선도학교 업무 담당 교사와 이 교사들이 직접 가르치는 학생 4명을 초점 집단으로 선정하고 심층면담을 진행하였다. 심층면담 참가자에 대한 구체적인 정보는 Table 1과 같다.

2. 면담 내용 및 방법

교사와 학생이 인식하는 과학긍정경험의 유발 요인을 탐색하기 위하여 같은 맥락의 질문을 교사와 학생에게 표현을 다르게 하여 질문하였으며, 구체적인 면담 질문지는 Table 2와 같다. 즉, 면담의 질문 영역은 크게 ‘과학수업 분위기’, ‘과학수업 실태’, ‘과학긍정경험에 도움이 되는 교수학습 경험’으로 구성하였다. ‘과학수업 분위기’와 ‘과학수업 실태’는 과학수업의 현황과 관련된 항목으로, 교사와 학생이 생각하는 과학수업의 모습과 분위기, 교수학습 전략과 자료 및 평가 전략 등의 활용 실태를 묻는 항목으로 구성하였다. ‘과학수업 실태’의 경우에는 학생의 과학긍정경험에 영향을 미치는 과학선도학교로서의 특성을 파악하기 위한 질문도

추가하였다. ‘과학긍정경험에 도움이 되는 교수학습 경험’은 본 연구의 연구 문제인 학생의 과학긍정경험 유발 요인을 탐색하기 위한 항목으로, 교사와 학생이 생각하는 과학긍정경험 또는 과학부정경험의 구체적인 경험과 사례, 그렇게 생각한 이유 등으로 질문으로 구성하였다.

면담은 2019년 7월 22일부터 10월 4일까지 연구자 중 1인 또는 2인이 오프라인 상태에서 교사와는 개별 심층면담을, 학생들과는 집단 심층면담을 1회씩 실시하였다. 이때 교사 개별 심층면담을 먼저 실시한 후 학생 집단 심층면담을 실시하는 것을 원칙으로 하였으나, 상황이 어려운 경우에는 그 반대로 진행한 경우도 있었다. 면담 시간은 40~90분이었으며, 반구조화된 면담 형태로 진행하였고, 면담 자료는 모두 녹음하였다.

3. 분석 방법

심층면담을 녹음한 자료를 전사한 후 전사본을 3명의 연구자가 개별적으로 계속 비교법을 적용하여 개방 코딩 작업을 실시하였다(Chae et al., 2018; Merriam, 2009). 개방 코딩 작업 결과물을 바탕으로 3명의 연구자가 각각 과학긍정경험에 영향을 준 요인을 귀납적으로 추출한 후, 모든 연구자들이 참여한 반복적인 세미나와 논의를 통하여 최종 요인을 도출하고 범주화하였다. 이때 면담 내용 중 과학수업 분위기 및 실태와 관련된 정보들은 ‘과학긍정경험에 도움이 되는 교수학습 경험’에 대한 학생의 응답을 이해하기 위한 기초 자료로만 활용하였고, 면담 예시에서는 제시하지 않았다. 연구진이 범주화한 과학긍정경험의 요인들을 기존 선행연구에

Table 1. The characteristics of participants

구분	심층면담 참가자		
	학교	교사(현 선도학교 근무경력)	학생
강원·수도권(강원·서울·경기·인천)	경기 Y초등학교	교사(3년)	5학년 4명(남 2, 여 2)
	인천 C중학교	교사(3년)	2학년 4명(남 2, 여 2)
충청권(충청·세종·대전)	대전 J초등학교	교사(3년)	5학년 4명(남 2, 여 2)
	충남 S중학교	교사(3년)	2학년 4명(남 2, 여 2)
경상권(경상·대구·울산·부산)	경남 H초등학교	교사(3년)	6학년 4명(남 2, 여 2)
	대구 D중학교	교사(1년)	1학년 4명(남 2, 여 2)
전라권(전라·광주·제주)	전북 H초등학교	교사(2년)	6학년 4명(남 2, 여 2)
	제주 D중학교	교사(3년)	2학년 4명(남 4)

Table 2. Questions of in-depth interviews

항목	질문
과학수업 분위기	(교사) 선생님이 생각하시는 과학수업 모습과 분위기는 어떤가요? (학생) 여러분이 생각하는 과학수업 모습을 말해주세요?
과학수업 실태	(교사) 선생님은 과학수업을 어떻게 진행하고 있으신가요? 구체적인 사례는? - 귀교의 과학선도학교 운영상의 특징은 무엇인가요? (학생) 여러분이 받는 과학수업(수업 활동, 자료, 평가 방법 등)은 주로 어떻게 진행되나요? 구체적인 사례는?
과학긍정경험에 도움이 되는 교수학습 경험	(교사) 선생님이 어떻게 과학수업을 진행할 때 학생이 과학수업에 대하여 긍정적인 경험을 가진다고 생각하시나요? 구체적인 사례는? 그 이유는? (학생) - OOO 학생은 과학수업을 좋아하나요? 어떤 활동이나 어떤 상황에서 과학수업이 좋았나요? 구체적인 경험을 말해주세요? 그 이유는? - OOO 학생은 과학수업이 재미없거나 싫었던 적이 있나요? 어떤 활동이나 어떤 상황에서 과학수업이 싫었나요? 구체적인 경험을 말해주세요? 그 이유는?

비추어 검토하였으며, 공통의 범주를 중심으로 면담 내용을 다시 분석하여 구체적인 사례를 추출하였다. 분석의 객관성과 타당성을 높이기 위해 삼각검증법(Denzin, et al., 1978; Kim, 2012; Lee & Lee, 2017)을 적용하였다. 즉, 3명의 연구자가 학생 면담, 교사 면담, 선행연구 등 수집된 자료를 확인하는 작업을 3회 이상 함께 실시하였다. 이러한 과정을 통해 최종적으로 학생의 과학긍정경험을 직접적이고 결정적으로 유발하는 핵심 요인 8가지와 이것에 영향을 주는 환경 요인 5가지로 범주화하였고, 각 항목별로 구체적인 사례를 들어 논의하였다. 또한 모든 연구진이 합의한 사항에 한해서만 연구 내용을 기술하였다.

III. 연구결과 및 논의

핵심 요인은 학생들과 교사들이 과학긍정경험의 직접적이고 결정적인 원인으로 지목한 내용들을 바탕으로 ‘체험 중심의 탐구 활동’, ‘학생 주도적 수업’, ‘긍정적이고 전문적인 피드백’, ‘탐구를 통한 지식 구성’, ‘학생의 흥미와 적성을 반영한 수업’, ‘실생활과 관련된 소재 활용’, ‘모둠활동에서의 원활한 협업과 소통’, ‘학습 내용의 적절한 난이도’의 총 8가지로 범주화할 수 있었다. 핵심 요인이 구현될 수 있는 토대를 제공하는 ‘환경 요인’은 ‘교사의 과학수업 전문성’, ‘과학수업의 환경 변화’, ‘단위학교 내 교사공동체’, ‘교육과정 변화’, ‘정규수업 이외의 과학 활동’의 5가지로 범주화할 수 있었다. 또한 8가지 핵심 요인은 독립적이라기보다 서

로 영향을 주고받고 있는 유기적인 관계를 형성하고 있으며, 5가지 환경 요인 역시 비슷한 특성을 나타내고 있었다. 환경 요인은 과학긍정경험에 직접적인 영향을 주기보다는 주로 핵심 요인이 발현될 수 있는 토대를 제공하는 역할을 수행한다고 볼 수 있으며, 이를 Fig. 1과 같이 도식화하였다. 이후에는 각 요인에 대하여 구체적으로 설명하고 논의하였다.

1. 과학긍정경험을 유발하는 핵심 요인

1) 체험 중심의 탐구 활동

초등학교와 중학교의 심층면담 참가자들은 공통적으로 장소나 정규 과학수업 여부와 관계없이 실험이나 활동 등의 탐구 활동을 직접 수행하고 체험할 때 과학긍정경험이 유발된다고 응답하였다. 다음 사례들을 보면 초등학생과 중학생이 과학실이나 교실에서 교과서에 나오는 실험을 직접 수행하는 활동 자체에 흥미와 재미를 느껴 참여도와 만족감이 높아지는 정서적 경험을 하고 있음을 알 수 있다.

대전 초등학생C: 곰팡이나 썩신벌레 그런 거 현미경으로 봤을 때 재미있었어요. 그냥 뭔가 그런 현미경으로 확대해서 그런 모습을 보는 게 신기해서 좀 재미있었어요. 또 그냥 실험하는 게 이론보다는 재밌고, 하면서 무슨 실험하는 게 재밌어요. 현미경으로 미생물이나 곰팡이나 이런 거 보는데, 잘 보이니까 현미경에서 그 세균을 막상 찾으려고 하면 안 보이는데 그걸 찾을 때마다 뿌듯하고 신기했어요.

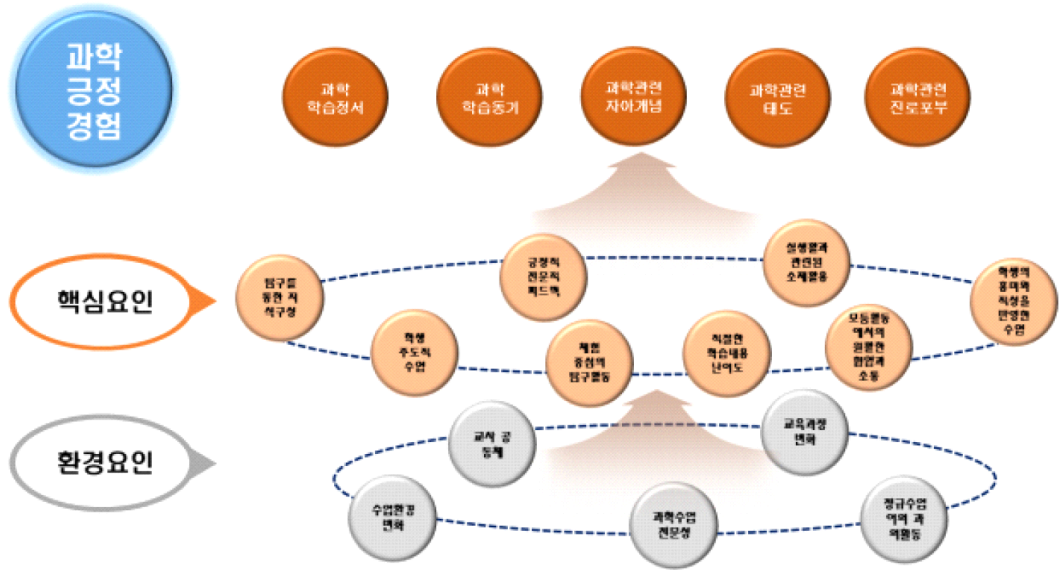


Fig. 1. Factors for improving the students' positive experiences about science.

인천 중학생A: 제가 작년에 일학년 때 그 뭐지 생물 다 양성을 배우면서 바지락 껍데기로 이제 무늬를 다 르게 관찰해서 하는 게 있는데, 그 과학이라 했을 때 그게 가장 떠오르는 것 같아요. 그게 저한테 되 게 어... 이런 독특한 특성이 있구나. 이러면서 무 늬가 각 바지락 껍데기마다 다르고, 그리고 그에 따라서 분류까지 하는 시간이 있었는데, 그게 되게 인상 깊어서 과학을 먼저 하면 그게 먼저 떠오르는 것 같아요. 그리고 또 과학수업이 재미있다고 생각 을 하고.

초등학생에게서는 교실이나 실험실이 아닌 야외 에서 진행되는 과학 수업이나 외부 기관 탐방에서 체험 중심의 탐구 활동을 직접 수행할 때 과학긍정 경험이 유발된 경우도 있었는데, 다음이 그 사례들 이다.

전북 초등학생A: 운동장에서 돌보기로 햇빛을 모아서 종이를 태워서 그림을 그리는 과학 실험이 있었는데 그건 반에서는 할 수 없었기 때문에 운동장에서 했는데 처음에는 더웠지만 그걸 만드니까 뿌듯했어요. 맨 처음에는 어려워서 잘 안 되었지만 갈수록 흥미 가 생기고 재밌어지니까 더 뿌듯했어요.

대전 초등학생D : 연구소, 천문대 갔다 왔어요. 별 같은 것도 보고 망원경도 만들고, 옥상에 별로 보고 저 희 반만 딱 저녁에 갔다 왔어요. 별을 직접 보고 화성을 직접 보고 하는 게 진짜 신기하고, 하늘에

레이저 같은 거로 설명해 주시고. 그리고 망원경으 로 달을 보니까 그냥 멀리는는 되게 작아 보이잖아 요. 이렇게만 해도 다 들어가고 하는데 딱 망원경 으로 보니까 되게 커 가지고. 눈도 부시고 그런 게 막 되게 신기하고 재미있고 그랬어요.

반면 일부 초등학생과 중학생들은 안전이나 시 간상의 문제로 탐구 활동을 동영상으로 대체하거 나 실험 활동이 원활하지 않을 때, 부정적인 정서 를 느꼈다고 응답하였다. 전북 초등학생A와 대전 초등학생D는 실험 재료나 도구가 부족하거나 안전 상의 문제로 실험을 제대로 하지 못한 상황에 아쉬 움이나 지루함 등을 표현하였다. 대구 중학생B는 과학 실험 시간이 부족하여 여유 있게 실험하지 못 할 때 초조함과 분노 등의 부정적인 정서를 경험했 다고 응답하였다.

대전 초등학생D: 실험 같은 거 재료가 없거나 너무 위험 하거나 그럴 때는 실험 안 하고 동영상으로만 보 는 데 그거 실험 같은 거 못하게 되면 그냥 기록으로 만 써요. 근데 그러면 정말 재미없고 실감도 안 나 고. 그냥 옆드려 잔적도 있어요.

대구 중학생B: 약간 실험 같은 거를 하면 시간이 딱 45 분 제한돼 있고, 앞에 이론 설명을 하면 한 10분에 서 15분 정도가 깎이는데 약간 그렇게 하니까 모듈 원이 행동이 느릴 때 화가 나더라고요. 그래서 좀

이거 빨리빨리 해야지 하면서 이렇게 하다 보니 어떨 때는 저 혼자 실험을 하고 있고 급하니까.

지금까지의 사례들은 ‘체험 중심의 탐구 활동’의 경험이 흥미, 재미, 만족감, 초조함, 아쉬움, 분노 등의 ‘과학학습정서’ 또는 수업 참여도 등의 ‘과학학습동기’ 영역을 통하여 과학긍정경험 유발에 영향을 미쳤음을 보여주고 있다. 교사들도 이를 뒷받침해주는 응답을 다양하게 개진하였으며, 다음은 그 사례들이다.

경기 초등학교 교사: 옹해와 옹액 실험 시 진하기에 따라 방울토마토가 물에 뜨는 실험의 경우 교사에게는 당연하게 보일 수 있으나, 학생들에게는 교과서의 모습과 별개로 ‘내가 녹인’ 각설탕에 따라 물에 뜨는 방울토마토를 보며 매우 신기해해요.

제주 중학교 교사: 이론적으로는 알지만 실제로 확인하는 그런 실험들도 많거든요. 해보기 같은 경우는 그런 것들이 많아서 그런 걸 했을 때 애들이 많이 느끼더라고요.

이상의 결과들을 종합해 보면, 과학수업 장소, 정규 과학수업 여부, 학교 급에 관계없이 ‘체험 중심의 탐구 활동’이 ‘과학학습정서’와 ‘과학학습동기’를 통하여 과학긍정경험을 유발할 가능성이 있음을 짐작해볼 수 있다. 이는 학생들의 긍정경험 유발을 위해 체험 중심의 탐구 활동이 중요함을 시사하는 결과라 할 수 있다.

2) 학생 주도적 수업

학생 주도적 수업에서 많은 초등학교와 중학교 학생들이 긍정적인 과학학습 정서를 경험한 것으로 나타났다. 즉, 학생들은 교사 주도의 수업보다는 학생들이 주도성을 갖고 자발적으로 참여하는 과학 활동에서 흥미와 만족감 등의 긍정적인 정서를 느끼고 있음을 확인할 수 있었다. 예를 들어, 학생들은 안내된 실험보다는 학생들이 주도적으로 실험을 설계하거나, 주제를 정해보는 활동에서 긍정경험을 느끼는 것으로 나타났다(경기 초등학교생A). 또한 중학생들은 교사가 개념을 설명하고 이를 확인하는 실험보다는 실험에 앞서 모듈원들과 충분히 토론하고 실험의 의미를 자발적으로 이해하는 활동에서 더욱 흥미를 느낀다고 응답하였다(대구

중학생D).

경기 초등학교생A: 저는 귀찮아서 1학기에는 내일은 실험왕(자유탐구)에 참여 안했지만 2학기에는 꼭 할 계획이에요. 재미있을 거 같아요. (중략) 재미있는 이유는 내가 하고 싶은 주제를 정하고 하고 싶은 실험을 마음껏 할 수 있어서 재미있다고 해요. 처음에 참여할 때도 내가 주제를 정하고 다양한 실험한다는 걸 알고 참여했어요. 안 하려고 했는데 친구가 해서 했는데 궁금하기도 하고 재미있기도 했어요. 주제가 정해져 있지 않고 실험 중 다양한 주제를 선택할 수 있어서 좋았어요.

대구 중학생D: 일단은 무조건 초등학교에서는 선생님이 일단 아직 좀 나이가 어리다보니까 개념을 먼저 설명을 해주시고 저희가 실험을 통해서 그것을 알아보는 걸 했다면, 중학교에서는 (실험하기에 앞서) 조금 더 모듈원들끼리 토의를 하면서 하니까, 먼저 저희가 알아볼 수 있어서 조금 더 재미있고 그런 거 같아요.

중학생들은 탐구 활동 이외에도 자기주도적으로 수업 내용을 복습하는 교수학습에서 만족감 같은 긍정적인 ‘과학학습정서’를 느끼는 것을 확인할 수 있었다(인천 중학생A). 또한 중학생들은 정해진 형태에 따라 응답하는 평가보다 자유로운 방법으로 자신의 생각을 표현하는 평가를 선호하는 것으로 나타났다(대구 중학생C).

인천 중학생A: 저희는 항상 수업 끝나면 과제로, 저희 학교에서는 워크북이란 게 있는데, 그 요점만 딱딱 나와 있어서 거기에서 저희가 정리하는 거예요, 저희가 그날 배운 거를. 그것을 사용하면서 저희가 한 번 더 복습이 되게 하니까 되게 좋은 거 같아요.

대구 중학생C: 과학 시험은요, 그냥 저희가 문제를 딱 내서 체크하는 게 아니라 선생님이 ‘중략과 뭐 이런 개념을 서술하시오’ 이렇게 내면 저희가 그 단원에서 배운 것들을 그냥 마구잡이로 그냥 다 써요. 포를 이용해도 되고, 그 ‘지구 내부구조를 설명하시오’ 이랬는데 이번에는 그냥 자기가 원하는 대로 그림을 그려서 나타낼 수도 있고 그렇게 내서 좋았던 거 같아요.

학생 주도적 수업을 통한 학생들의 과학긍정경험 유발 가능성은 교사들의 면담 결과에서도 확인

할 수 있었다. 예를 들어, 경기 초등학교 교사는 학생이 주도성을 가지고 능동적으로 참여하는 분위기에서 실험할 때 학생들이 과학수업을 기다리고 좋아하며 열심히 참여한다고 하였다. 또한 학생들이 주인 의식을 가지고 직접 실험을 설계할 때 흥미 등을 느낀다고 응답한 교사도 있었다(경남 초등학교 교사).

경기 초등학교 교사: 허용적인 분위기와 학생 주도성을 주는 것이 과학을 기다리고 좋아하는 이유예요. (중략) ‘저희는 실험 실패했어요’라고 학년 초에는 말했어요. (중략) 그런 일이 있을 때마다 망친 게 아니고 오차가 있을 수도 있고 이런 실수를 해서 그렇다고 짚어주고 죽거나 위험한 문제 아니면 틀려도 된다고 말해요. 그 결과 학생들이 죽이 되든 밥이 되든 자기들이 해요.

경남 초등학교 교사: 제가 안내를 구체적으로 할수록 학생들은 수동적으로 바뀌는 것 같아요. 웬만하면 기본적인 과정에 대한 설명만 간단히 안내하고 이 실험의 목적에 대해 이야기하고 전체적으로 실험을 설계해보는 거죠. (중략) 학생들한테 주어진 재료가 아니라 실험의 목적에 맞게끔 실험 설계를 좀 할 수 있게끔 유도를 하고 있어요. 그럴 때 흥미를 느끼는 것 같아요.

이상의 결과들을 종합해 보면, ‘학생 주도적 수업’이 ‘과학학습정서’와 ‘과학학습동기’를 통하여 과학긍정경험을 유발할 가능성을 확인할 수 있다. 특히 중학교에서보다 초등학교 학생 및 교사에게서 이러한 내용이 더 자주 나타났는데, 이는 면담에 참여한 초등학교 교사들이 학생 주도적 수업의 필요성을 중요하게 인식함은 물론, 학생이 주도적으로 이끌어가는 수업에서 발생할 수 있는 시행착오나 학습 결손에 대한 두려움이 상대적으로 덜하기 때문인 것으로 보인다.

3) 긍정적이고 전문적인 피드백

학교 급에 관계없이 학생들은 긍정적이고 전문적인 피드백이 학생의 과학긍정경험에 긍정적인 영향을 미친다고 응답하였다. 다음 사례에서 초등학교 학생들은 교사나 친구들이 제공하는 도장이나 상품 등을 통한 긍정적인 보상 경험을 통해 재미와 즐거움, 만족감 등의 ‘과학학습정서’, 자아효능감 등의 ‘과학관련 자아개념’, 학습 참여도의 ‘과학학

습동기’, 과학이나 과학수업의 유용성의 ‘과학관련 태도’ 등을 경험했다고 응답하였다(인천 초등학교 A, 대전 초등학교 A, 대전 초등학교 D).

인천 초등학교 A: 수업 시작할 때 앞에도 말했지만 복습을 하잖아요? 그럴 때마다 선생님이 야 이거 대답을 해봐라. 아니면 애들이 손을 들어서 짹거리 같이 대답을 하거나 그런 식으로 해서 도장을 주기도 하거든요. 그럴 때마다 되게 수업이 되게 재밌고 유익하다 그런 느낌을 많이 받아요.

대전 초등학교 A: 현미경할 때도 저희 선생님께서 막 대 학생하고 비교해 주시면서 대학생들은 이거 다 거의 다 실패했는데 저희는 다 성공했다고 하시고. 선생님도 어렸을 때 선생님 되기 전에 실패해서 되게 속상했다 그랬는데, 저희는 되게 잘한다고 운 되게 좋다고 그러시는 거예요. 그래서 비교를 하시면서 저희를 더 좋게 만드시는 것도 재밌었고.

대전 초등학교 D: 태양계와 별 거기 단원에서 그것을 저희가 단원을 먼저 시작했어요. 그래서 그걸 다 하고 나서 저희 반에 박물관처럼 만들어 놔어요. 장치 같은 거 하고. 그거 2일 동안에 다른 반 애들도 저희 반 들어와서 그렇게 막 볼 수 있게 하고, 선생님께서 음악도 틀어 주시고 창문에다가 별자리 같은 거 다 붙여 주어서 야광별 같은 것도 해 가지고 막 퀴즈 같은 거 냈어요. 그걸 맞추는 사람들은 이제 나갈 때 도장 개수를 따라서 마일리지나 아니면 먹거리나 주고 해서 다른 반 애들이 의경 남겼는데 그게 재미없었다는 애들은 못 봤어요. 다 재미있다고 해가지고 마음이 뿌듯했어요.

한편, 초등학교 학생과는 달리 중학생에게는 평가 결과를 통한 피드백이 과학긍정경험에 상대적으로 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 예를 들면, 제주 중학생들은 수행평가에서 좋은 평가가 나오면 인정받고 있고 잘하고 있다는 생각을 갖는 등 긍정적인 ‘과학관련 자아개념’이 형성되나(제주 중학생 A), 안 좋은 평가가 나오면 ‘내가 못하는구나’ 하는 부정적인 ‘과학관련 자아개념’이 형성되는 것으로 나타났다(제주 중학생 B). 대구 중학생 C의 응답을 통해 학생들이 점수 제공 형태의 평가 경험을 통하여 절망 등의 부정적인 ‘과학학습정서’를 경험하기도 하나, 자신의 우수하거나 부족한 부분에 대한 피드백을 받을 경우는 향후 과학 학습에 더 참여하고 노력하는 등 긍정적인 ‘과학학습동기’가 유발됨

도 확인할 수 있었다. 이는 초등학생보다 중학생들이 상급 학교 진학 문제로 인하여 평가 결과에 대해 좀 더 민감하기 때문으로 볼 수 있다.

제주 중학생A: 시험이 할 수 있는 부분을 수행평가가 대체할 수 있지 않아요? 수행평가를 통해서도 개념을 물어보면? 실험을 하면 그 결과가 좋게 나올 수도 있으니까, 이게 내가 잘한 거구나라고 성취감을 느낄 수도 있고.

제주 중학생B: 남들과 성적으로 비교 당하니까, 아 내가 예보다 못하니까, 과학을 좀 못하나보다 생각하는 것 같다. 성적 같은 것 때문에 그러다.

대구 중학생C: 점수 형식으로 나오면 절망할 거 같긴 한데, 낮게 나오면. 이게 서술 형식으로 하면 약간 이 학생은 이리이러한 부분에서 이렇게 이렇게 해서 잘 했다. 이런 식으로 하니까 그렇게 함으로써 더 공부할 수 있을 거 같아요. 내가 이런 게 부족해서 아 이런 게 부족하구나 하면서 이런 거에 집중해서 공부해야지. 아 이런 거는 내가 잘한다고 선생님이 느끼셨네 하면 이 부분도 내가 그래도 까먹기 전에 복습 예습을 해야겠다고 느낄 수 있을 거 같아요.

교사들도 교사와 전문가의 적절한 피드백과 보상이 학생들의 과학긍정경험에 도움이 된다고 응답하였다. 가령, 대전 초등학교 교사는 학생들이 포스트잇에 활동 내용을 적는 수업에서 재미있거나 어려웠던 점에 대하여 피드백을 제공한 결과, 학생들의 참여도가 좋아지는 경험을 했다고 응답하였다. 대구 중학교 교사는 활동에 대한 스티커 보상 제공으로 학생들이 ‘과학관련 자아개념’의 요소인 성취감을 느낀다고 하였다. 한편, 전북 초등학교 교사는 학생들이 수행한 과제를 전문 기관에 보내어 전문가의 피드백을 받았을 때 학생들이 감동을 느낀 사례도 언급하였다.

대전 초등학교 교사: 저는 수업 마친 다음에 활동한 내용에 대해서 다 포스트잇에 적어서 저한테 다 개인별로 제출하도록 하거든요. 그때 오늘 활동하면서 재밌었던 점, 어려웠던 점 이런 내용들을 많이 하는데 피드백을 계속 주다 보니까 아이들 참여율이 높아져서 긍정적으로 좀 더 높아지는 거 같아요.

대구 중학교 교사: 사실 그런 것도 좀 중요한 거 같더라

고요. 애가 이걸(스티커를) 받았을 때 애가 이거를 어느 활동을 할 때 어떻게 해서 받았는지. 그러면 이제 조금 아 이제 성취감도 좀 있는 거 같고요.

전북 초등학교 교사: 해저로봇이 바다에서 그렇게 빠르게 쉽게 뿔 수 있게 하려면 어떻게 하면 좋을까 하면서 생각해볼래? 이런 과제 문제 제기까지도 던져주는 피드백을 받았었어요. 그때도 아이들이 진짜 해저로봇을 만드신 분들이 저희에게 이런 피드백을 주셨어요! 이런 감동과 플러스 이것도 고민해 봐야겠네요.

이상의 결과들을 종합해 보면, 교사와 전문가, 동료의 긍정적인 전문적인 피드백, 특히 결과보다는 과정중심적인 피드백 제공이 재미, 즐거움, 부담감, 아쉬움, 절망 등의 ‘과학학습정서’, 성취감이나 자아효능감 등의 ‘과학관련 자아개념’, 학습 참여도와 노력 등의 ‘과학학습동기’, 과학이나 과학 수업의 유용성의 ‘과학관련 태도’ 등을 통하여 과학긍정경험을 유발하는 것으로 해석할 수 있다. 또한 성취에 대한 평가 결과가 ‘과학관련 자아개념’과 ‘과학학습동기’에 미치는 영향은 초등학생보다는 중학교 학생에게서 더 크게 작용할 가능성을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 향후 과학 수업에서 과정중심평가와 더불어 교사 이외의 전문가 및 동료 학생으로부터의 피드백을 도입하는 방안의 유용성을 뒷받침하는 주요한 논거가 될 수 있을 것이다.

4) 탐구를 통한 지식 구성

학생들은 탐구를 통해 새로운 지식을 알아가거나, 이미 알고 있던 지식을 확장하게 된 성공적인 학습 경험에서 긍정적인 정서를 느꼈다고 응답하였다. 먼저 탐구를 통해 새로운 지식을 알거나 확장하는 경우를 살펴보면, 경기 초등학교C는 조사 활동을 통해 새로운 사실을 알게 되었을 때 신기함 등의 긍정적인 ‘과학학습정서’와 수업 내용에 대한 관심 등의 ‘과학학습동기’가 유발되는 반응을 보였다. 또한 전북 초등학교A는 추론을 통하여 물체를 맞추는 활동 등과 같이 능동적인 탐구 과정을 통해 지식을 형성할 때 기쁨과 재미 등의 긍정적인 ‘과학학습정서’를 느꼈다고 응답하였다.

경기 초등학교C: 세균에 대해 친구들과 상의하고 말하면서 알고 서로 알려준 시간이 기억나요. 작은 생

물을 몰랐는데 갑자기 알게 되었을 때 새롭고 신기해서 계속 빠져서 관심을 가지게 되었어요. 세균으로 생명을 살릴 수 있거나 약을 만드는 것이 정말 신기했어요.

전북 초등학생A: 친구들과 서로 추론하고 알아내면서 성공하면 그 쾌감이 좋아서 다른 과목보다 흥미가 많은 것 같아요. 스토리 박스라고 아무도 모르는 상자 안에 어떤 물건이 들어 있는데 그 물건을 맞추는 거였는데, 아무도 모르는데 서로 알아가면서 이런 거 일거 같다고 추론하는 게 재미있었어요.

특히 중학생들은 과학 교과서나 교사의 설명을 통해 새로운 지식을 접할 때 재미와 흥미, 성취감, 기쁨, 신기함 등의 긍정적인 ‘과학학습정서’ 반응을 느낀다고 응답하였다. 구체적인 사례를 보면, 인천 중학생A는 교사가 교과서에서 다루지 않는 사례와 정보를 제공하거나 이론 간의 연관성을 인식시켜 줄 때, 학생들이 만족감이나 성취감과 같은 ‘과학학습정서’를 경험한 것으로 응답하였다. 대구 중학생A는 자신의 미래 희망 직업인 의사와 관련된 책을 읽고, 교사에게 질문하여 궁금증을 해결했던 경험이 좋았다고 응답하기도 하였다. 즉, 과학 관련 직업에 대한 흥미나 의지 등의 ‘과학관련 진로포부’가 교사에게 능동적으로 질문하는 등의 ‘과학학습동기’를 유발하고, 교사의 설명으로 지적 호기심을 충족하고 느낀 만족감 등의 긍정적인 ‘과학학습정서’를 경험하였다고 할 수 있다. 이는 초등학교보다 더 학문적이고 체계적인 과학을 다루는 중학교 단계에서는 지적인 성취 그 자체를 통해 과학공정경험이 유발될 수 있음을 보여주는 사례라고 할 수 있다.

인천 중학생A: 저는 그냥 이론 수업도 재밌게 되게 잘 들어요. 이론 수업도 재밌다고 생각하는 편이라서 하긴 수업의 60%가 이론 수업이라서 막 특별히 재밌다는 건 아니긴 한데, 그 아무래도 과학 다른 제가 따로 알고 있던 자료에 나오지 않는 그런 정보들도 가끔씩 과학 교과서나 선생님 설명에서 얻고. 그리고 과학 교과서에만 있는 내용이 아니라 선생님이 그에 따라서 첨부해서 다른 내용들도 알려주시기도 하거든요. 그래서 그런 게 되게 좋고.

대구 중학생A: 제가 꿈이 의사인데, 그래서 제가 인체나 그런 책에 관심이 조금 있거든요. 그래서 그런

데서 뭘 물어보고 궁금했을 때 제가 저번에도 여쭙본 적이 있는데, 과학실에 와서 선생님께 질문을 드리면 그 부분에 대해서 알려주시니까 그 궁금증을 해결할 수 있는 게 좋았던 거 같고.

교사들의 응답 역시 이러한 맥락을 뒷받침하고 있었다. 예를 들어, 전북 초등학교 교사의 경우에는 운동장 실험 활동에 처음에는 소극적인 반응을 보이다가 실험에 성공하는 경험을 하면서 그 활동에 재미를 느껴 더 적극적으로 참여하는 긍정적인 ‘과학학습동기’를 보였다고 응답하였다. 대구 중학교 교사는 학생들이 오랜 기간의 실험 과정을 견뎌내고 좋은 결과를 얻었을 때, 지루함, 귀찮음, 두려움 등의 부정적인 ‘과학학습정서’를 극복할 수 있었다고 응답하기도 하였다.

전북 초등학교 교사: 운동장 가서 이거 그 초점 맞춰서 태우는 것도 처음에는 어떻게 할 지 몰라서 안 돼요. 그랬던 아이도 한두 명이 하고 자기들도 한 번 하다 보니까, 한 번 타기 시작하니까 너무 재밌어하는 거예요. 오히려 안 하려고 했던 아이들이 중간 중간에 수업하면서 ‘다시 하면 안돼요?’라고 이야기할 정도로 했던 것처럼 때로는 안 하고 싶은 것들도 한 번쯤은 안 해 봤던 거나, 안하고 싶은 것도 경험해 보게 하면 자기들이 몰랐던 것을 자기들만의 재미를 찾으면서 긍정경험이 나오기도 했던 것 같아요.

대구 중학교 교사: 결정 성장이라는 게 그게 한 7~8개월을 실험을 해야 돼요. 제가 뭐 꽤 오래 하긴 하나 시간이, 그걸 하려면 집중도 집중이지만 지루하고 귀찮고 그래요. 똑같은 걸 계속 반복해야 되니까. 근데 그걸 하면서 자기가 하나의 결정을 키울 때 자라나는 걸 보면 애들이 달라져요. 지치다가도 또 보고 또 하고 애들이 그런 실험을 하고 중장기 프로젝트로 그걸 진행을 하고, 나머지는 이제 짧은 건 짧은 거 이렇게 지금은 그걸 하는데 전에 할 때는 그거 하나만 할 때도 보면, 나중에 결과는 다 참고해서 결과마저 좋게 나오고 아이들이 그쪽에 대해서 좀 두려움이 없어졌다고 해야 될까요.

이상의 결과들은 탐구를 통한 지식 구성 경험이 ‘과학학습정서’, ‘과학학습동기’, ‘과학관련 자아개념’, ‘과학관련 진로 포부’ 등을 통해 과학공정경험을 유발할 가능성이 있음을 보여준다. 탐구를 통한 성공적인 실험 및 지식 구성 경험은 과학 학습에서

매우 중요한 역할을 담당하는 탐구 및 내적 학습 동기와 관련된 것으로, 학생들이 이런 경험을 통해 과학공정경험을 했다는 것은 고무적인 일이라 할 수 있다. 특히 교사보다 학생들에게서 이와 관련된 긍정적인 응답이 많이 나왔던 점으로 보아, 학생들이 탐구 중심의 과학수업을 통해 과학 본연의 가치를 충분히 느꼈을 가능성을 엿볼 수 있다.

5) 학생의 흥미와 적성을 반영한 수업

교수학습 전략 및 자료, 평가 전략 등 여러 측면에서 학생의 흥미와 적성을 반영한 수업 역시 학생들의 과학공정경험 유발의 핵심 요인이었다. 우선 교수학습 전략 측면의 경우, 학생들은 자신이 선호하거나 흥미를 보이는 교수학습 전략을 통해 학습할 때, 신기함, 재미, 만족감 등의 긍정적인 ‘과학학습정서’가 생겼다고 응답하였다. 예를 들어 자신이 몸을 움직이는 것을 좋아하기 때문에 실험하는 것 자체가 재미있고 좋았다는 응답이 있었다(경남 초등학교생B). 먹는 것을 좋아하여 요리가 포함된 과학 실험을 하면 학생들이 더 재미있어할 것 같다는 응답도 있었다(경기 초등학교생C). 자신이 좋아하는 노래가 수업에 인용되거나 노래를 활용한 과학수업이 신기하거나 좋았다고 응답하기도 하였다(인천 중학교생A). 학생들이 좋아하는 게임 요소를 활용한 평가 과정과 같이 학생의 선호도를 반영한 평가 전략이 재미와 만족감 등의 긍정적인 ‘과학학습정서’를 유발한 경우도 있었다(충남 중학교생A).

경남 초등학교생B: 수학이나 사회 수업은 솔직히 망해서 몸으로 움직이고 하는 게 없잖아요. 그런데 과학은 실험을 하니까, 제가 움직이는 걸 좋아하니까 실험을 하고, 그래서 더 재미있는 거 같아요.

경기 초등학교생C: 사이다랑 감자튀김처럼 요리로 하는 과학 실험을 많이 하면 좋아요. 먹는 걸 좋아해서 먹는 수업을 하면 학생들이 과학을 더 재미있어 할 것 같아요.

인천 중학교생A: 3단원 하면서 이제 그거하고 관련된 가요를 선생님이 가져오셔서 요즘 유행하고 있는 노래라면서 선생님이 들려주셨는데, 거기에 숨겨진 과학적 원리를 찾아내면서, 선생님이 이것은 무엇을 의미하고, 아 그리고 일단 우리가 먼저 직접 찾게 했고, 그 다음에는 이제 선생님이 이것은 무슨 의미가 있고, 저거는 무슨 의미가 있어서 이런 과

학적 원리를 담고 있다. 이렇게 하면서 이제 애들이 그 노랫말 가사 갖고, 아 이제 우리가 듣는 노래에도 이러한 원리가 숨겨져 있었구나 하면서 되게 신기했었던 경험이 있어요.

충남 중학교생A: 카훗에서 맞춰서 순위에 들었을 때 그게 진짜 기분이 좋은 거 같아요. 재미있어요.

학생들이 원하는 수업 주제나 소재, 자료, 도구 등을 활용하여 학생들의 과학공정경험을 유발하기도 하였다. 예를 들어, 전북 초등학교생C는 경우에는 학생들이 스스로 수업 주제를 정해서 공부하면 재미있을 것 같다고 응답하였다. 단순히 자신이 관심 있는 항공 우주, 생명공학 소재를 활용하면 좋겠다는 응답도 있었다(인천 중학교생B). 인체에 대해 배우는 과정에서 관련 직업을 가지고 싶다는 생각이 더 강해졌다는 진로 의지를 보인 학생도 있었다(전북 초등학교생D). 또한 전북 초등학교생B는 학생들이 좋아하는 스마트 기기를 활용하여 공부하면 재미와 집중도를 높일 수 있을 것이라고 응답하기도 하였다. 즉, 학생이 원하는 수업 주제나 직업 소재, 도구를 활용함으로써 재미, 만족감 등의 긍정적인 ‘과학학습정서’와 진로 의지와 같은 ‘과학관련 진로 포부’가 유발되었음을 알 수 있다.

전북 초등학교생C: 선생님이 수업 자료를 정하는 것이 아니라, 학생들이 집에서 조사를 하거나, 책에서 본 것을 주제로 정해서 거기에 각자에 맞게 공부도 하고 새로운 것을 같이 공부하면 재미있을 것 같아요.

인천 중학교생B: 제가 꿈이 생명공학 쪽이어서 일단 그런 쪽에 관심이 많이 있었는데, 아무래도 제가 요즘 관심 있게 보는 게 미술에 해부학 같은 게 표현되어 있는 그런 명화들에 요즘에 조금 관심이 생겼는데, 일단 그런 미술하고도 융합을 할 수 있을 것 같아서 그런 쪽으로 한번 도전해보고 싶다고 생각을 했었어요.

전북 초등학교생D: 의사를 하고 싶어 하는데 3학년 때인가 5학년 때인가 인체에 관해서 그런 게 있었는데, 그걸 배우면서 더 의학을 전공하고 싶다는 생각이 더 강해졌어요.

전북 초등학교생B: 아이들이 친구들이 휴대폰 같은 기기를 좋아하지, 책은 안 좋아하니까 좋아하는 것이

용하면 더 집중하고 흥미를 가지고 잘 할 수 있을 것 같아요.

이상의 결과들을 종합해 보면, 학생의 흥미와 적성이 반영된 수업 경험은 ‘과학학습정서’, ‘과학학습동기’, ‘과학관련 진로 포부’를 통하여 과학긍정경험을 유발하는 것으로 해석할 수 있다. 이는 학생의 흥미와 적성에 대한 고려가 학생 중심 수업 구현에서 매우 중요한 요소임을 보여주는 의미 있는 결과라 할 수 있다.

6) 실생활과 관련된 소재 활용

실생활과 관련된 소재의 활용도 과학긍정경험의 유발 요인으로 나타났다. 학생들은 과학이 실생활과 연계되어 있어 재미있고 가치 있다고 생각하였으며, 특히, 첨단 소재를 활용할 수 있는 기회를 가질 수 있어서 흥미로웠다고 응답하였다. 예를 들어, 대전 초등학생C는 혼합물의 분리 단원에서 배운 과학 개념을 실생활에 직접 활용하니 뿌듯하고 좋았다는 반응을 보였다. 중학생들은 생물의 다양성이 우리 생활과 밀접하게 관련되어 있어서 재미있었고(인천 중학생A), 놀이기구 속에 내포된 과학 원리를 알아보는 것과 같이 생활 속 과학 원리를 생각해보는 경험이 좋았다고 응답하였다(대구 중학생B). 이러한 결과는 실생활과 관련된 소재의 활용이 흥미, 재미, 만족감 등의 ‘과학학습정서’와 과학에 대한 흥미와 관심 등의 ‘과학관련 태도’를 통해 과학긍정경험을 유발했을 가능성을 의미한다.

대전 초등학생C: 공기 터졌을 때 그걸 자석을 딱 한 번 해 보고 튼에 집어넣고 뚜껑을 닫고 하면 부듯한데, 되게 간단한 거라고 생각이 되는데 그 단원 안 배우고 막 다른 거 배웠을 때 그런 일 생기면 이것 어떻게 한 번에 정리하지 이런 생각밖에 안 들어가 지고요. 배우고 나서 편해서 생활 속에서 많이 써야겠다는 걸 알았어요.

인천 중학생A: 생물 다양성 우리 생활하고 많이 겹쳐서 드러낼 수 있는 부분이기 때문에 많이 재밌었던 거 같아요.

대구 중학생B: 과학에서는 그것을 배우면 그것과 관련된 다른 생활 속에서 나타낼 수 있는 그런 것들을 좀 더 정복해서 다양하게 활동할 수 있는 거 같아요. 약간 그런 점이 좋은 거 같아요. 최근에 했던 뭐

놀이기구 만들거나 아니면 다른 것들도 있는데 그 놀이기구라는 것이 과학 시간에 책에 있는 것이 아니고 그 놀이기구 속에서 찾을 수 있는 힘을 평생 시에는 생각을 잘 안하고 넘어갔는데, 만들기를 하면서 한 번 더 생각하게 되고 그런 것을 책에서 읽었을 때 아 맞다 이런 식으로 생각이 들기 때문에 저는 과학수업이 좋아요.

초등학생들은 첨단과학과 관련된 소재를 다룬 수업이 재미있었다고 응답하기도 하였다. 예를 들어, 3D프린터, 레이저 커팅기, 3D펜, LED 등과 같은 첨단 제품을 활용한 수업이 재미와 참여도를 유발했다는 응답도 있었다(전북 초등학생B, 전북 초등학생C). 또한 나노 기술이나 탄소섬유 같은 첨단 기술의 활용에 대한 내용을 접한 후 관련 직업에 대한 관심이 생긴 경우가 있었다(전북 초등학생D). 이는 첨단 소재나 기술의 활용이 ‘과학학습정서’와 ‘과학학습동기’, ‘과학관련 진로포부’를 통해 과학긍정경험을 유발했을 가능성을 보여준다.

전북 초등학생B: 3D펜 수업을 했었는데 많은 친구들이 알지 못했던 3D펜을 가지고 물건을 직접 만들면서 감상을 했던 것이 재미있었어요. 생활에서 많이 쓸 수 없던 물건을 학교에서 자유롭게 쓸 수 있어서 좋아서 재미있었어요.

전북 초등학생C: 평소 일상생활에서는 하지 못했던 수업이어서 그런 것들을 선생님과 많이 해서 애들이 과학수업을 열심히 적극적으로 참여하고 좋아하게 된 것 같아요. LED 펴지시키는 평소에 할 수 없었고, 어떻게 하는지 몰랐는데 선생님이 그런 걸 알려주시니까 다음에 재료를 구해서 또 만들어서 써 먹을 수 있고 해서 좋았어요.

전북 초등학생D: 4학년 때 미래에 발전하는 기술이 생기면 어떤 직업이 생길까를 봤는데, 거기서 나노 기술이나 탄소섬유 같은 걸로 여러 가지 물건을 만드는 게 생긴다는 기술을 듣고 그런 직업을 더 어떻게 되는지 관심이 생겼어요.

교사의 면담에서도 실생활과의 연계 경험이 학생들의 과학긍정경험을 유발할 수 있다는 응답을 확인할 수 있었다. 예를 들어, 대전 초등학교 교사는 실생활에 연결될 수 있는 아이디어를 떠올리게 할 때 학생들이 흥미를 느꼈다고 응답하였으며, 경남 초등학교 교사는 과학 관련 뉴스를 단원 내용과

연결하여 설명하였더니 학생들이 천문학자에 대한 이해와 함께 적극적으로 관련 진로를 탐구하는 학생이 생겼다고 응답하기도 하였다. 전북 초등학교 교사는 학생들이 어렸을 때부터 지금까지 자신의 사진을 활용하여 영화 영상을 만드는 교과융합 활동을 통해 매우 높은 만족감을 느꼈다고 응답하였다.

대전 초등학교 교사: 그걸 가지고 발명품을 만든다거나 그걸 가지고 그런 실생활에 연결될 수 있는 아이디어를 떠올린 다거나, 아니면 어떤 특정한 소재나 뭐 그런 걸 배웠으면 그걸 이제 이거 비슷한 거 같아요. 발명 아이디어 내는 그런 거요. 그런 활동을 했을 때 재미있어하는 거 같아요.

경남 초등학교 교사: 뉴스나 이슈가 있을 때 단원과 관련된 내용을 얘기하면 천문학자가 뭐지 모르다가 그런 식으로 듣고 천문학자가 뭐지 느끼고 그걸 가지고 진로를 생각해 보는 친구들도 있어요.

전북 초등학교 교사: 인생 필름 이야기. 레즈 단원에서 뒷부분을 재구성해서 스티미랑 묶어서 했던 거데 아무래도 자기들 이야기랑 연결 지어지거나 자기들이 직접 무언가를 한 게 긍정경험을 한 사실을 가장 좋은 것 같아요. 아이들의 이야기를 들어보면, 제가 느끼기에도. (중략) 아이들이 자기들이 뭔가를 생각하고 나와 관계된 거를 아이들이라고 해서 정년이 아니라 진지하게 빠져드는 것 자체에 쾌감을 느끼더라고요.

이상의 결과들을 종합해 보면, 실생활과 관련된 소재의 도입은 학생들의 ‘과학학습정서’, ‘과학학습동기’, ‘과학관련 태도’, ‘과학관련 진로 포부’를 통하여 과학긍정경험을 유발했음을 알 수 있다. 이는 학생의 과학긍정경험 유발을 위해 과학 학습의 소재 또한 중요한 요소임을 보여주는 결과라 할 수 있다.

7) 모듈활동에서의 원활한 협업과 소통

초등학교와 중학교 학생들은 모듈원들과 원활하게 협업하고 소통할 때 긍정적인 정서를 경험했다고 응답했다. 이와 관련된 발언은 초등학생이나 교사 면담보다는 중학생과의 면담에서 많이 나타났다. 즉, 중학교에서는 모듈원들과의 협업과 소통이 긍정적인 ‘과학학습정서’를 유발하는데 상대적으로 더 큰 영향을 미친다고 볼 수 있다. 예를 들면 혼자

보다는 친구들과 논의할 때 문제가 더 잘 해결되어 재미있고 만족스러울 뿐만 아니라, 과학 수업의 효과가 높아진다고 언급한 학생들이 있었다(인천 중학생A). 또한 학생들은 과학에 대한 흥미나 집중도, 교우관계나 과학 성적 등을 고려한 모듈 구성이 과학수업의 집중도 등의 ‘과학학습동기’를 변화시킨다고 하면서 여러 의견을 제시하기도 하였다(경남 초등학생A).

인천 중학생A: 다른 수업시간에는 거의 선생님이 앞에서 설명하시고 그거에 대한 활동을 하는데. 과학시간 같은 경우에는 저희가 직접 모둠끼리 뭉쳐서 애들끼리 의견을 주고받으면서 대화해서 하나하나씩 헤쳐나가는 거 보며 저는 과학시간이 재미있어요.

경남 초등학생A: 자리를 뿔 때 1모둠과 2모둠을 남게 두고 거기는 집중을 잘하는 친구 몇몇과 과학에 흥미가 없거나 진짜 안하는 친구들을 앉히고, 나머지는 3,4,5 모둠에 앉히면 그 친구들이 조금 더 집중을 더 할 것 같아요.

위와는 대조적으로 모듈활동에서 원활한 협업과 소통이 원활하지 않을 때 부정적인 정서를 경험했다고 응답한 학생들도 있었다. 즉, 다음 사례와 같이 초등학생과 중학생 공통적으로 과학 모듈 내에 역할분담이 잘 안되어 특정 학생만 활동하거나 토론 기술이 부족하여 모듈원과 분쟁이 생긴 경우, 불만족감, 짜증과 분노, 부담감, 아쉬움 등의 부정적인 ‘과학학습정서’를 표출하기도 하였다.

경남 초등학생A: 실험을 할 때 역할분담이 되는 실험도 있고 안 되는 실험이 있으면 하는 애들만 계속하고 안 하는 애들이 있어서 그게 싫었고요.

전북 초등학생A: 세상의 모든 일이 그렇지만 제 맘대로 안 되니까 친구들과 의견 충돌이 있어서 많이 싸우기도 금세 친해지다가 말도 안 하다가 화날 때도 있어요.

충남 중학생B: 학생 주도 활동을 하다 보니까 모듈 활동 많이 하고, 그러다보니까 참여 안하는 모듈원 있잖아요. 그러면 역할 나눈다 해도 제가 주도하거나 아니면 옆에서 하는 애들 계속 도와주는 편이고. 그러다 보니까 부담이 좀 되는 편이죠.

인천 중학생A: 애들끼리 의견 주고받다 보면 조금 목소

리가 커질 수도 있으니까 근데 그러다 보면 또 자연 스럽게 떠드는 것처럼 묻혀려고 막 장난치는 애들이 있으니까, 그거는 살짝 좀 아쉬웠던 거 같아요.

이상의 결과를 통해 모둠 활동 경험은 ‘과학학습정서’와 ‘과학학습동기’를 통해 학생들의 과학긍정경험에 긍정적인 영향은 물론 부정적인 영향을 미칠 수 있는 핵심 요인임을 확인할 수 있었다. 즉, 학생의 과학긍정경험을 유발하기 위해서는 모둠 활동의 의미 인식, 토론 기술 습득, 적절한 역할 분담 등을 통해 학생들에게 원활한 협업과 소통의 경험을 제공하는 것이 중요함을 알 수 있다.

8) 학습 내용의 적절한 난이도

‘모둠활동에서의 원활한 협업과 소통 경험’과 마찬가지로 ‘학습 내용의 적절한 난이도’도 학생에게서 주로 나타난 과학긍정경험 유발 요인이었다. 특히 이 요인에 대한 언급은 초등학생보다는 중학교 학생들에서 주로 나타났다. 가령, 대구 중학생A는 과학 내용이 많아지고 어려워져서 이해가 안 되어 답답하고 과학이 싫어진다고 응답하였으며, 제주 중학생C는 과학 자체를 싫어하지 않지만 내용도 이해하기 어렵고, 성적도 불만족스러워 과학을 싫어하게 되었다고 토로하였다.

대구 중학생A: 조금 싫은 점이 있다면 가끔 좀 이해가 안 되는 부분들이 많을 때, 답답할 때 조금 가끔씩. (중략) 점점 가면 갈수록 이제 말이 점점 비슷한 것들이 점점 많아지고 점점 고이게 되는데 그게 머릿속에서 한편으로 정리가 안 될 때 그때 조금 답답해지는 거 같아요.

제주 중학생C: 과학을 싫어한다는 것이 과학이라는 것 자체를 싫어하는 게 아니라 과학이라는 과목 자체가 시험 성적도 안 나오고 뭐가 뭔지도 모르겠으니까 그런 걸 싫어한다는 거죠.

이와 관련하여 대구 중학교 교사는 과학이라는 학문 자체가 어렵기도 하고, 현재의 학습 내용 수준이 어려워 많은 학생들이 호감과 즐거움을 잃고 포기하고 있다고 응답하였다. 또한 대전 초등학교 교사도 어려운 용어가 많이 나오는 단위에서는 학생들이 흥미를 잃고 지루해하며 불편함을 느낀다고 응답하기도 하였다.

대구 중학교 교사: 과학이라는 거 자체가 사실은 과학수학이 어려운 거잖아요, 어려운 것을 이렇게 탐구해서 알아가는 과정도 있는데 (중략) 그런 쪽에 깊이 있게 이런 거다 하려고 하다보니까, 못하는 아이들이 완전히 포기해버리고 그냥 과학하고는 담을 쌓아버리게 만드는.

대전 초등학교 교사: 저는 이제 그 단어가 너무 익숙하니까 계속 사용하다 보면 아이들은 계속 무슨 생체계에 무슨 생물적 여기서 막 이런 걸 평소에 들어보지 못한 용어를 계속 들어야 되니까, 좀 이제 불편해하고 지루하고 와 닿지 않는 거죠. 그래서 그런 걸 할 때도 좀 재미없어 하더라고요.

이상의 결과를 토대로 과학 내용의 높은 난이도가 부정적인 ‘과학학습정서’와 ‘과학관련 자아개념’을 유발함으로써 과학긍정경험에 부정적인 영향을 미쳤음을 알 수 있다. 특히 초등학교보다 중학교의 경우 평가가 더 강조되어 학습 내용 난이도의 적정성이 과학긍정경험에 미치는 영향이 더 큰 것으로 해석할 수 있다.

2. 과학긍정경험 유발의 핵심 요인에 영향을 주는 환경 요인

1) 교사의 과학수업 전문성

학생들의 과학긍정경험을 유발하기 위해서는 그러한 수업을 설계하고 구현할 수 있는 교사의 전문성은 매우 중요한 환경 요인이다. 이와 관련된 초등학교 학생의 사례를 살펴보면, 교사의 유머러스한 질문과 허용적인 자세가 흥미 등의 ‘과학학습정서’, 수업에 대한 집중력 등의 ‘과학학습동기’에 긍정적인 영향을 유발하는 것으로 나타났다(전북 초등학생B). 또한 초등학생들은 과학 전담교사의 수업을 통해 담임교사 수업에서 경험하기 어려웠던 실험실 탐구 활동을 경험함으로써 수업에 대한 재미와 집중도가 높아졌다고 응답하였다(전북 초등학생C). 교사의 유머와 학생 존중 자세 등은 교사의 전문성 요소로 간주되고 있으며(Hur, 2009; Sung & Yeo, 2018), 초등학교의 경우 과학 전담교사들이 학생 주도적인 과학 탐구 활동을 통해 자신의 실천적 지식을 발달시키려고 노력하고 있다(Lim & Shin, 2014). 이런 점에서 볼 때 초등학교에서는 수업 분위기를 밝고 허용적으로 조성하는 교사의 수업 전문성과 과학 전

담교사의 탐구 중심 수업이 초등학생들의 과학긍정 경험을 유발하는데 기여하고 있음을 알 수 있다.

전북 초등학생B: 수업 분위기가 되게 좋고 모르는 거 있으면 질문도 되게 많이 해요. 선생님이 질문을 잘 받아주시는 편이에요. 선생님이 유쾌해요. 그리고 지루하지 않게 중간 중간에 농담도 섞어서 해서 그럴 때마다 집중도가 더 올라가고 재밌어요.

전북 초등학생C: 5학년 때는 담임 선생님한테 받으면 실험도 잘 못하고 과학수업을 많이 하지도 않고 재미가 없었던 경우가 많고 시험도 잘 못 쳤던 경우가 많은데. 6학년에 올라와서 과학 전담을 하니 수업도 공간이 바뀌면서 수업을 하니 집중도가 높아지고, 실험을 제일 좋아하는데 실험을 자주 하다보니까 시험을 봐도 실험했던 거라서 기억에 남았던 거 같아요.

그러나 다음의 사례를 보면, 과학 전담교사가 정형화된 수업 자료만을 활용하거나 흥미를 유발하는 수업 요소에 대한 고민이 부족할 경우에는 오히려 초등학생들에게 부정적인 ‘과학학습정서’를 유발할 수도 있는 것으로 나타났다. 즉, 과학 전담교사의 수업 전문성과 열정이 뒷받침되지 않으면 과학 전담교사가 있다 하더라도 과학긍정경험의 유발의 실질적인 효과를 기대하기는 어렵다고 할 수 있다.

전북 초등학생D: 과학 전담 선생님께 바라는 점은 모든 친구들이 수업에 몰두할 수 있도록 지루하지 않게 재밌는 영상을 중간 중간에 넣었으면 좋겠습니다. 너무 딱딱한 아이스크림 프로그램을 너무 많이 안 이용했으면 좋겠습니다. 과학 교과서만 사용하는 수업보다는 스팀 프로젝트처럼 여러 가지 문제를 제시하면 학생들끼리 그 문제를 어떻게 해결하면 좋을지 토의 토론하는 게 좋을 것 같습니다.

일부 중학생의 경우, 전통적인 강의식 수업에서는 지루함과 아쉬움 등의 부정적인 ‘과학학습정서’를 표출했지만, 학생 참여 중심 수업에서는 만족감 등의 ‘과학학습정서’와 과제 몰입 등의 ‘과학학습동기’ 등을 통해 과학긍정경험을 느끼는 것으로 나타났다(대구 중학생C).

대구 중학생C: 학교 과학수업이 아니고 다른 전체적인 과학수업에서 보자면 모두 활동하면서 과정중심평

가 이런 활동은 저한테 잘 맞는데. 이렇게 강의를 주로 많이 하시는 선생님들도 계신데, 그런 수업을 들으면 많이 지루하고. 강의식 수업으로 좀 많이 가면 좀 지루해진다 이게 약간 아쉬워요.

교사들은 수업 전문성 향상을 위한 노력이 필요함에 공감하며 각자의 관점에서 전문성에 대한 고민을 털어놓았다. 대전 초등학교 교사는 과학실험실에 각종 스마트 기기나 실험 기구가 구비되어 있으나, 막상 그것들을 수업에서 효과적으로 활용하는 것이 생각보다 쉽지 않음을 호소하였다. 또한 과학 내용 지식의 부족, 탐구 기반 수업에 대한 경험 부족 등은 수업을 개선하는 데 큰 걸림돌이 되고 있다고 응답하였다. 반면, 중학교 교사들은 내용 지식보다는 교수학습 방법과 자료에 대한 언급이 많았다. 한 예로, 대구 중학교 교사는 학생들의 수업 참여를 높이거나, 양질의 교수학습 자료를 찾기 위한 교사의 꾸준한 노력이 학생들의 과학긍정경험을 촉진하는 데 효과가 있다고 응답하였다. 중학교 교사들이 유독 이러한 노력을 강조하는 배경에는 기존의 강의식 수업만으로는 중학생들의 수업 참여를 이끌어내고 과학긍정경험을 유발하기 어렵다는 고민이 있는 것으로 보인다.

대전 초등학교 교사: 창의융합교실 2년차를 하면서 이제 어느 정도 필요한 기구들도 많이 갖춰주고 근데 그 기구도 갖춰주고 연수도 받고 하는데 그걸 잘 사용하지 못하는 그리고 약간 그런 걸 사용한 부담을 가지는 자신의 모습을 좀 많이 봤다는 생각이 들었어요. (중략) 내용을 모르니까 바꿀 수가 없는 거예요. 이 내용을 깊이 있게 이해를 못 했으니까 물론 중고등학교 때 배웠겠지만, 저희는 왜 외우는 걸로 배웠고 관려해서 아이들이 탐구할 수 있는 실험 형식으로 배우지 못 했고 또 새로운 교육과정에서 원하는 대로 저희도 학습을 받아 본 적이 없기 때문에 뭐 어떻게 해야 되는지도 모르겠고. 좀 되게 애매하다는 생각이 많이 들어요

대구 중학교 교사: 즐거운 수업을 하려면 집에 가서 혼자 막 인터넷을 뒤지면서 자료를 찾아보거나 그렇게 해야지 만이 수업을 하고 나면 아이들도 만족하고 그렇게 만족한 모습을 보면서 교사도 행복하고, 만족감을 느끼고 이런 여건이 기본이 되었을 때 이런 것들이 조금 성과가 있지 않을까 싶어요.

위의 사례를 종합해 보면, 교사의 과학수업 전문

성은 ‘체험 중심의 탐구 활동’이나 ‘학생 주도적 수업’, ‘탐구를 통한 지식 구성’과 같은 핵심 요인의 토대가 되는 환경 요인임을 알 수 있다. 특히 초등학교의 경우 담임교사에 비해 과학수업 전문성을 발휘할 여건이 나은 과학 전담교사들이 학생들의 ‘과학학습정서’와 ‘과학학습동기’를 높이는 데 긍정적인 역할을 하고 있음을 확인할 수 있었다. 그러나 이러한 긍정적인 효과는 교사 스스로 과학수업 전문성을 높이려는 노력이 뒷받침할 때 가능하다는 점도 알 수 있었다.

2) 과학수업 환경

교실 수업 환경은 학생들의 과학수업에서 인지적 영역은 물론, 정의적 영역에도 긍정적인 영향을 미친다고 알려져 있다(Allen & Fraser, 2007; Fraser & Kahle, 2007; Han, 2019). 이 연구에서도 과학수업 공간, 특히 디지털 기기가 구축된 과학수업 공간은 학생들의 과학긍정경험 중 신기함과 참신함 등의 ‘과학학습정서’는 물론, 수업 참여도와 과제 몰입 등의 ‘과학학습동기’에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 다음의 사례에서 경남 및 대전 초등학생들은 태블릿 PC와 같은 스마트 기기를 충분히 구비하여 과학수업에 활용하는 것이 ‘체험 중심의 탐구 활동’, ‘학생 주도적 수업’ 등의 핵심 요인의 토대를 제공한다고 응답하였다. 이는 과학선도학교 예산을 통해 탐구 지향적으로 개선된 과학실실 환경이 ‘탐구를 통한 지식 구성’에 영향을 미쳐 학생들이 과제를 수행하고자 하는 ‘과학학습정서’와 ‘과학학습동기’에 기여했음을 보여주는 사례라 할 수 있다.

경남 초등학생 A: 저희는 1인 1 아이패드라서 한 주제를 검색할 때 조금씩 나누어서 하는 것도 좋고 아이패드를 이용할 때 정확도가 높고 해서 좋아요. 그리고 시간도 단축되고 각자 다 찾으니까, 그리고 개인별로 하는 게 오히려 시간도 빠르고 좋은 거 같아요.

대전 초등학생D: 거기 가면은 따로 준비물 같은 거 안 가지고 와도 되고 거기 다 세팅되어 있고 그러니까 뒤에도 관련 책도 있고, 찾아볼 수 있게 컴퓨터도 있으니까 거기가 재미있는 거 같아요. 반에서는 주로 반에서 활동하니까 다룰 게 없을 수 있는데 거기서는 환경이 다 달라서 재미있는 거 같아요.

초등학교 교사 역시 스마트 기기가 구축된 실험실 환경이 학생들의 과학긍정경험 유발에 도움이 된다고 응답하였다. 예를 들어, 스마트 기기의 다양한 기능을 활용함으로써 학생 중심의 혁신적인 탐구 활동과 협업 활동이 가능해졌고, 이를 통해 재미와 신기함 등의 긍정적인 ‘과학학습정서’를 유발할 수 있었다는 응답이 있었다(전북 및 경남 초등학교 교사).

경기 초등학교 교사: 창의융합 과학실이어서 가능하다고 생각하는 건 다양한 디지털 기기를 자유롭게 쓸 수 있다는 거예요. 창의융합 과학실이 전체 기자재가 들어와 미래 수업을 하는 게 아니기는 하지만 그런 활동을 할 수 있는 공간이 구성되다 보니 일반 교실에서 할 수 없는 하나를 던져 주더라도 다양한 디지털 기기를 활용한 자연스러운 협력학습 이루어 지더라고요.

경남 초등학교 교사: 어떻게 하면 빨리 과학수업에 대한 변화를 가져올 수 있을까라고 생각했을 때 시스템을 바꾸는 것이 필요하겠죠. 교육시스템이 아니고 수업시스템. 그래서 자원을 가지고 여러 가지를 샀어요. 모뎀별 유리칠판, 학생들이 매우 재미있어해요. 무선 투포기도 샀어요. 복면가왕에서 점수 매기는 것. 그 다음 태블릿은 다 있고요. 무선 인터넷 시스템 다 되어 있고, 이 정도만 바뀌어도 매우 재미있습니다.

전북 초등학교 교사: 태블릿 pc로 파일 전송하는 것만으로 신기해 하고, 자기들이 영상 찍는 거에도 유튜브 활용 수업, 유튜브가 되어 보는 거야. 한마디에 아이들은 새로운 수업을 한다고 생각하는 거예요. 애들도 그 전하고는 다른 수업을 받고 있는 것 같아요 라는 표현을 많이 쓰고요.

위의 사례를 종합하면, 탐구 지향적으로 개선된 과학수업 환경은 ‘체험 중심의 탐구 활동’, ‘학생 주도적 수업’, ‘모뎀활동에서의 원활한 협업과 소통’ 등의 다양한 핵심 요인과 긴밀하게 상호작용하며, 초등학생들의 ‘과학학습정서’와 ‘과학학습동기’에 직간접적으로 영향을 미치는 환경 요인임을 알 수 있다. 이는 초등학교에서 두드러진 것으로, 학교급이 낮을수록 실험실 환경과 기자재 접근성이 학생들의 과학긍정경험에 중요한 환경 요인임을 알려주는 사례라 할 수 있다.

3) 단위학교 내 교사 공동체

여러 교사가 같은 교과를 함께 가르치는 중학교의 경우, 같은 교과 교사들 간의 소통은 수업 설계 및 운영, 수업 전문성 향상에 있어 매우 중요한 요소이다. 다음 사례에서 알 수 있듯이, 중학교 교사들은 가르치는 내용과 수준, 진도 등과 같은 기본적인 사항부터 학생 참여 중심 수업이나 과정중심 평가 같은 혁신적인 시도에 이르기까지, 같은 교과 교사와의 협의를 거치며 수업의 질이 높아져 학생들의 수업 만족도가 높아졌다고 응답하였다(충남 중학교 교사). 또한 융합이 강조되고 있는 시대적 흐름에서 과학 교사들은 과학을 넘어 기술·가정을 비롯한 다른 교과의 교사들과도 소통의 범위를 넓히고 있는 것으로 나타났다(인천 중학교 교사).

충남 중학교 교사: 지금은 교사들과 수업에 대해 많은 이야기를 나누고 수업을 재구성한 후 학생들에게 적용하고 있습니다. 모든 수업을 재구성할 순 없지만 프로젝트나 융합 수업을 위해 사전에 같은 과학 교과 선생님이나 타 교과 선생님들과 수업 진행 및 방법에 대해 미리 협의를 하고 있습니다. 그로 인해 좋은 수업이 이뤄지고 학생들의 수업에 대한 만족도 또한 높아지는 것 같습니다.

인천 중학교 교사: 기술가정 선생님이랑 같이 전문적 학습 공동체를 운영합니다. 생식과 배설, 전기 욕의 법칙에 대해서 어느 수준까지 가르칠지 전문적 학습 공동체에서 논의했던 적이 있습니다.

반면, 중학교 과학 교사가 수업의 질을 높이기 위해 다양한 교수학습 평가를 시도하려고 해도 같은 교과 교사의 협조가 없어 진행하지 못한 사례도 확인되었다. 예를 들어, 제주 중학교 교사는 같은 교과 교사 중 일부가 새로운 교수학습이나 평가 방식의 도입을 거부하여 새로운 방식을 철회하고, 기존의 방식으로 돌아가야 했던 아쉬움을 토로하였다.

제주 중학교 교사: 이제 선생님들이 협의가 되어야 되는데 협의가 안 되면 이게 그렇다고 아무리 그렇다고 제가 이렇게 막 끌어갈 수는 없잖아요. 그러다보니 까는 그렇게 하는 경우는 한번 두 번 세 번 정도? 3년 정도 그렇게 해봤어요.

위의 사례들을 종합해 보면, 단위학교 내 교사 공동체 운영은 학생들의 과학긍정경험 유발을 위

한 환경 요인으로 대부분의 핵심 요인, 특히 과학 긍정경험을 촉진하는 수업 설계와 운영과 관련된 요인에 중대한 영향을 미침을 알 수 있다. 또한 단위학교 내 전문적 교사 공동체 운영은 소통의 장이 되어 과학 교사는 물론 다른 교과 교사와의 소통을 가능하게 하여 교사의 과학수업 전문성 신장에 기여할 수 있다. 다만, 교사 공동체에 대한 언급은 초등학교 교사와의 면담에서는 거의 나타나지 않았다. 이는 초등학교 교사들은 같은 학년 교사들과 학년 전체의 수업을 공유하고 조언을 주고받는 것이 일상적인 상황이므로, 과학수업만을 위한 교사 공동체나 소통의 중요성에 대해 특별히 언급할 필요성을 못 느낀 것으로 해석된다.

4) 교육과정의 변화

2018년부터 적용된 2015개정 교육과정에서 추구하는 역량 및 학생 중심의 교육과정과 학생 참여형 교수학습에서도 과학긍정경험은 매우 중요한 학습 변인이나 성과이다(Mun & Shin, 2018). 초등학교와 중학교 교사들은 이러한 교육과정의 변화에 발맞춰 다양한 학생 참여형 수업을 시도하고 있으며, 이를 통해 학생의 ‘과학학습정서’와 ‘과학학습동기’ 등에 긍정적인 결과를 유도하고 있는 것으로 나타났다. 다음의 사례를 보면, 초등학교 교사들은 학생 참여 중심, 과학적 태도, 역량 중심으로 대표되는 2015개정 교육과정 취지를 이해하고, 교수학습 환경 개선, STEAM 수업 실행을 시도하고 있음을 확인할 수 있다. 특히, 초등학교 교사는 교육과정의 변화를 교과서를 통해 실질적으로 체감하게 된다고 응답하였다.

전북 초등학교 교사: 2015교육과정은 태도를 중시하잖아요. 지식, 탐구, 태도 중에 목표를 태도를 가장 위로 올릴 정도로 학생들의 과학적 태도를 중요하게 여기는데, 거기에 대한 느낌이 있지요. 예전에는 과학적 지식을 어떻게 잘 가르쳐야 한다고 생각하다가 지금은 중심에서 학생들이 과학을 조금 즐겁게 하면 좋겠다고 생각하죠. 그래서 아까 유리컵 판, 태블릿, 전자투표시스템 등을 조금 손쉽게 만질 수 있게 노력하는 거는 교육과정 취지에 부합하는 것이라 생각됩니다. 교육과정이 바뀐다고 바뀌는 것보다 교과서가 바뀌는 거에 사람들이 바뀌는 것 같아요.

대전 초등학교 교사: 저는 교육과정이 영향을 사실 실제

적으로 영향을 미쳐야 되는데, 교과서가 영향을 미쳤다고 생각을 해요. 왜냐하면 교육과정의 핵심적인 부분들을 교사들이 역량강화 연수를 받아도 그 부분을 수업에서 그대로 실현하고 있다고 생각하지 않았거든요. 그 부분을 도와주는 게 교과서잖아요. 교과서에서는 예전에 잘 안됐던 실험을 일단 보안을 아주 잘 해주셨고. 그리고 다양한 첨단 기기나 어떤 자료들을 디지털 교과서 더 이번에 새로 나왔고 해서 그런 것 보장이 되었기 때문에 또 3 4학년 같은 경우에는 AR이나 VR 활용한 부분을 또 같이 넣었잖아요.

교육과정의 변화를 긍정적으로 수용하려는 초등학교 교사들과 달리, 중학교 교사들은 교육과정의 변화에 대해 다소 이중적인 의견을 표출하고 있었다. 다음의 사례를 보면, 대구 중학교 과학 교사는 새 교육과정에서 수업에서 다루어야 하는 내용이 쉬워지고 줄어들면서 학생 참여형 수업을 늘릴 수 있었고, 이로 인해 학생들의 즐거움 등의 ‘과학학습정서’와 수업 참여도 등의 ‘과학학습동기’ 유발에 도움이 되었다고 응답하였다. 반면, 대구 중학교 교사는 새 교육과정에서 내용의 위계성과 체계성이 약해진 점을 지적하고, 이로 인해 학문을 배워나가면서 느끼는 과학 자체에 대한 흥미 등의 ‘과학관련 태도’나 과학 학습에 대한 자신감 등의 ‘과학관련 자아개념’에 부정적인 영향을 미칠 수 있다는 우려를 표출하기도 하였다.

대구 중학교 교사: 2015에서 내용이 많이 줄어서요. 그 학생들 부담은 좀 적어지고 참여하는 활동이 늘어난 건 맞는데요. 그런 반면에 어떤 설명을 하기 조금 힘든 부분이라고 해야 될까요. (중략) 마찰력 할 때는 최대 정지마찰력이라던가 이런 저희는 알고 있다 보니까 그런 개념을 해야 되는데, 오개념도 많이 생기게 가르칠 수밖에 없는 거 같고요. 약간 결할기식으로. 그런 부분도 좀 있는 거 같아요. (중략) 그러니까 대다수의 아이들이 과학에 대해서 약간 호감을 가지고 즐겁게 하려고 하면 그 수준을 조금 낮추게 되니까 진정하게 어떤 학문을 추구하는 그런 쪽에서 멀어지는 거 같고.

정리하면, 초등학교와 중학교 과학 교사들은 새 교육과정의 취지를 이해하고 적극적으로 구현하여 대부분의 핵심 요인을 활성화함으로써 학생들의 ‘과학학습정서’와 ‘과학학습동기’를 유발하고자 노력하고 있음을 확인할 수 있었다. 특히 초등학교에서는 과학긍정경험 유발에 있어 교과서의 역할이

매우 중요함을 알 수 있었다. 또한 일부 중학교 과학 교사들이 학생 참여형 수업의 강조와 과학 내용 지식의 질적/양적 축소를 딜레마 상황으로 인식하는 것을 통해 과학교육의 새로운 흐름에서 과학 교사들이 느끼는 내적 갈등을 엿볼 수 있었다.

5) 정규 수업 이외의 과학 활동

학생들과 교사는 정규 수업 이외의 외부 체험 학습이나 방과 후 수업을 통해 학생들의 과학긍정경험을 느낄 수 있다고 응답하였다. 예를 들어, 대전 초등학생C는 천문대 체험학습에서 천체를 직접 관측하는 활동을 통해 신기함과 호기심과 같은 긍정적인 ‘과학학습정서’를 느꼈음은 물론, 관련 천문대에서 일하고 싶다는 ‘과학관련 진로 포부’가 유발되었다고 말하였다. 대구 중학교 교사도 위와 비슷한 맥락에서 과학에 흥미를 가진 학생들의 ‘과학관련 태도’를 강화하기 위해 외부 체험 학습 운영을 고려하고 있다고 진술하였다.

대전 초등학생C: 천문대 갔다 왔어요. 별 같은 것도 보고, 망원경도 만들고, 옥상에 별도 보고. 저희 반만 딱 저녁에 갔다 왔어요. (중략) 별을 직접 보고 화성을 직접 보고 하는 게 진짜 신기하고 하늘에 레이저 같은 거 해 가지고 설명해 주시고. 그리고 망원경 같은 걸로 달을 보니까 그냥 멀리서는 되게 작아 보이잖아요. 이렇게만 해도 다 들어가고 하는데 딱 망원경으로 보니까 되게 커 가지고 눈도 부시고. 그런 게 막 되게 신기하고 재미있고 그랬어요. (중략) 천문대 갔을 때 커서 이런 곳에서 직장을 다녀야겠다 했어요.

대구 중학교 교사: 요즘 메이커 교육해서 외부하고 연계해서 많은 학생은 아니지만. 그런 쪽으로 조금 이게 그 이런 쪽으로 과학에 대한 흥미를 가지게 하는 게. 뭐 다 가지면 좋지만. 그래도 더 많은 관심을 가진 아이들한테도 그런 기회를 제공하는 것도 의미가 있는 거 같아서 2학기 때는 그런 외부 체험 연계해서 조금 운영을 하려고 생각 계획하고 있어요.

대전 초등학교 교사는 전시회를 준비하면서 학생들이 자연스럽게 다양한 교과와 융합된 활동을 경험하게 되었고, 이를 통해 신선함 등의 ‘과학학습정서’와 과학 지식과 일상생활의 관련성 등의 ‘과학학습동기’가 유발되었다고 응답하였다. 제주 중학교의 경우 학생들이 자율적으로 방과 후 탐구 활

동에 참여하며 깊이 있는 탐구 경험을 하였고, 이로 인해 학생이 자신의 진로를 이공계 분야로 변경하는 ‘과학관련 진로포부’가 유발된 사례도 확인되었다.

대전 초등학교 교사: 어떤 전시회를 준비하면서 아이들이 토의를 하고 그런 걸 통해서 토의 과정을 전체적으로 배우고, 그리고 아이들이 그걸 걸 하면서 조사 학습을 배우고 학습을 하고 조사 활동을 하는 그 사회 교과와 영역들 그러면 조금 더 같이 배우고 하면서 ‘이것도 과학이야 어 이것도 사회야 어 국어를 지금 이 시간에?’ 아니면 관련된 어떤 노래를 불러 본다 하는 것도. 다양한 영역들을 섞었을 때 되게 신선하기도 하면서 뭔가 과학적 지식을 자기 주변에서 좀 참고하게 된 거 같더라고요. 그걸 또 견학이나 그런 프로그램이랑 같이 연결하게 되면 더 효과가 큰 거 같고요.

제주 중학교 교사: 남는 애들, 하고 싶은 애들 남고 그렇게 하는 거예요. 따로 수업을 하는 게 아니고요. (중략) 애가 진로를 그냥 일반 계열 생각하다가 저하고 작년에 활동을 하면서 어머니에게 문자가 왔더라고요. 이제 진로를 이제 과학 고등학교로 바꾸게 됐다고 이제 그 활동을 하다보니까 자기가 그쪽에 맞는다고 생각을 했나 봐요.

위의 사례를 통해, 정규 수업 이외의 다양한 과학 활동이 대부분의 핵심 요인을 자극하여 비교적 단기간에 변화시킬 수 있는 ‘과학학습정서’와 ‘과학학습동기’뿐만 아니라, 장기간의 학습 경험과 가치 변화를 통해 가질 수 있는 ‘과학관련 진로포부’와 ‘과학관련 태도’에 모두 긍정적인 영향을 미칠 가능성을 엿볼 수 있었다. 즉, 진로 결정에 대한 고민을 진지하게 시작하는 초등학교 고학년 및 중학교 시기에 깊이 있고 장기간에 걸친 과학 관련 방과 후 활동이나 체험 학습이 학생들의 긍정적인 학습 정서와 동기, 진로포부, 태도 등에 의미 있는 경험이 될 수 있음을 확인할 수 있었다.

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 초등학생과 중학생의 과학긍정경험에 영향을 미치는 요인을 학생과 교사와의 심층면담을 통해 질적으로 분석하고자 하였다. 이를 위해 전국을 4개 권역으로 나누고, 각 권역별로 초등

학교와 중학교를 1개씩 선정하여 교사 8명과 학생 32명을 대상으로 심층면담을 진행하였다. 심층면담을 분석한 결과, 학생의 과학긍정경험에 결정적인 영향을 미치는 8가지 핵심 요인과 이를 뒷받침하는 5가지 환경 요인을 추출할 수 있었다.

핵심 요인의 첫 번째는 ‘체험 중심의 탐구 활동’으로 학생들은 학교급과 관계없이 실험이나 활동 등의 탐구 활동을 직접 수행하고 체험할 때 과학긍정경험이 유발된다고 응답하였다. 또한 교사 주도의 안내된 수업보다는 학생들이 스스로 실험을 설계하거나 주도적으로 학습 내용을 복습하는 ‘학생 주도적 수업’에서 긍정적인 정서를 경험한 것으로 확인되었다. ‘긍정적이고 전문적인 피드백’은 교사나 동료로부터의 긍정적이고 세심한 평가 혹은 보상과 관련된 핵심 요인으로, 결과보다는 과정에 관한 피드백을 제공할 때 더욱 효과적인 것으로 나타났다. 학생들은 탐구를 통해 새로운 지식을 접하고, 이를 확장하는 ‘탐구를 통한 지식 구성’을 경험할 때 지적 호기심과 만족감, 성취감은 물론 과학 본연의 가치를 느낄 수 있는 것으로 확인되었다. 또한 학생들과 교사들은 공통적으로 수업과 평가에서 ‘학생의 흥미와 적성을 반영’하거나 ‘실생활과 관련된 소재를 활용’할 때 과학긍정경험이 촉진된다고 응답하였다. ‘모둠활동에서의 원활한 협업과 소통’ 역시 학생들의 과학긍정경험과 학습에 기여하는 것으로 나타났지만, 활동이 매끄럽지 않고 모둠원 간의 갈등이 유발된 경우 과학긍정경험에 부정적인 영향을 미치기도 하였다. 마지막으로 ‘학습 내용의 적절한 난이도’는 학습 내용의 난이도와 관련된 핵심 요인으로, 일부 중학생들은 어려운 내용 때문에 과학에 부정적인 정서를 갖게 되었다고 응답하였다.

다음으로 환경 요인을 살펴보면 ‘교사의 과학수업 전문성’은 과학긍정경험을 유발하는 수업을 설계하고 구현하는 요인으로 수업과 관련된 핵심 요인 대부분의 기초적인 토대를 제공하며, 특히 초등학생들은 과학전담 교사의 전문적인 수업에서 긍정적인 정서를 경험했다고 응답하였다. 탐구 지향적으로 구축된 ‘과학수업 환경’은 초등학생들에게는 그 자체로 신기함과 참신함과 같은 긍정적인 정서를 유발하며 다양한 핵심 요인이 발현 가능한 수업을 지원하는 것으로 나타났다. ‘단위학교 내 교사 공동체’는 과학긍정경험을 촉진하는 수업 설계 및 운영에 영향을 미치는 환경 요인으로, 교사들 간의

소통을 원활하게 함은 물론 수업 전문성 신장의 동기와 기회를 제공하는 것으로 확인되었다. 2015 개정 교육과정의 도입으로 인한 '교육과정의 변화'는 학교 현장에서 학생참여형 수업에 대한 인식을 제고함으로써 학생들의 과학긍정경험에 기여하는 것으로 분석되었다. 마지막으로 '정규 수업 이외의 과학 활동'은 정규 수업에서 경험하기 힘든 장기적이고 다양한 융합 활동을 제공함으로써 학생들의 과학 관련 진로나 포부나 과학 관련 태도 등을 변화시키는데 일조하는 것으로 확인되었다.

본 연구의 결과를 바탕으로 초등학생과 중학생의 과학긍정경험 제고를 위해 도출한 시사점은 다음과 같다. 첫째, 핵심 요인의 관점에서 학생들의 정서적 경험을 질적으로 분석한 결과는 과학긍정경험 유발 과정에 관한 보다 세밀한 이론적 토대를 제공할 수 있다. 구체적으로 본 연구에서는 핵심 요인의 대부분이 '과학학습정서'와 '과학학습동기'를 통해 과학긍정경험을 유발하고, 일부 요인의 경우에는 '과학관련 자아개념', '과학관련 진로포부', '과학관련 태도'를 통해 과학긍정경험을 유발하는 것으로 나타났다. 이는 '과학학습정서', '과학학습동기', '과학관련 자아개념', '과학관련 태도', '과학관련 진로포부'가 과학긍정경험의 하위 변인임을 지지하는 결과라 할 수 있다. 또한 '과학학습정서'와 '과학학습동기'의 영향력이 비교적 크게 나타난 것으로 보아, 이 두 변인이 정의적 성취를 촉진하기 위한 초기 변인의 역할을 담당한다는 것을 밝힌 '과학긍정경험 하위 요소 간 경로모형'에 대한 선행연구(Kim et al., 2017)의 결과를 뒷받침한다고 할 수 있다. 하지만 핵심 요인별로 자극할 수 있는 과학긍정경험의 하위 요인이 다소 상이한 경우도 있으므로, 핵심 요인에 따라 과학긍정경험을 유발하는 경로가 상이할 가능성도 확인할 수 있었다.

둘째, 과학긍정경험의 핵심 요인들을 자극하고 환경 요인들을 강화하기 위한 교육 주체들의 노력과 지원 방향을 보다 체계적이고 구체적으로 제시할 수 있다. 먼저, 교사는 과학긍정경험 유발의 핵심 요인에 대한 이해를 바탕으로 바람직한 과학수업과 수업 전문성에 대한 인식을 전환할 필요가 있다. 즉, 교사들은 학생들이 교수학습 과정에서 겪는 정서적 경험을 이해하고, 이를 긍정적인 방향으로 이끌어 인지적 성취에 이르는 수업을 실현하는 것이 과학긍정경험 관점에서의 수업 전문성임을 인식해야 한다. 과학긍정경험과 관련된 수업 전문성

은 본 연구에서 제시한 8가지 핵심 요인과 깊게 연관되어 있으므로 교사들은 자신의 수업과 교과 활동에서 8가지 핵심 요인들이 자극될 수 있는 방안을 고민하고, 적극적으로 실천함으로써 전문성을 신장하려는 노력을 경주해야 한다.

하지만 이러한 교사의 과학수업 전문성은 교사 개인의 노력만으로 갖추기에는 한계가 있으므로, 학교, 교육청, 정부 등의 유관 기관들은 과학긍정경험의 환경 요인을 강화할 수 있도록 지원해야 한다. 먼저, 학교는 교사들이 학생들의 과학긍정경험을 유발하는 수업을 실행할 수 있는 환경 조성에 힘써야 한다. 구체적으로 교사들이 과학수업 준비와 실행에 매진할 수 있도록 수업을 우선시하고 다양한 수업 운영에 대한 보다 허용적인 학교 문화를 조성할 필요가 있다. 또한 탐구 지향적인 과학수업을 위한 환경을 구축하고, 교사 공동체 활동을 장려함으로써 교사들이 자율적으로 과학긍정경험 제고를 위한 수업을 고민하고 실행할 수 있도록 지원해야 한다. 특히, 초등학교의 경우 과학 전담교사가 학생들의 과학긍정경험에 미치는 영향이 큰 것으로 나타났다. 과학수업 전문성과 열정을 가진 교사가 전담교사로 배치될 수 있는 학교 문화 개선이 필요하다. 정부 역시 학생의 과학긍정경험 제고를 위한 교사 연수를 기획할 때 단순히 수업 사례를 소개하는 수준을 넘어 각 사례가 과학긍정경험의 어떤 측면을 어떤 방식으로 유발하고 있는지 구체적으로 제시하고, 이와 관련하여 실질적이고 심층적인 논의가 이루어질 수 있도록 지원해야 한다. 교육과정의 변화 역시 중요한 환경 요인이므로 교육과정 및 교과서 개발 단계에서부터 학생의 과학긍정경험을 제고하기 위한 노력도 필요하다. 특히, 중학교의 경우 학습 내용 난이도가 과학긍정경험에 상당한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 과학과 교육과정 및 교과서 개발 과정에서 내용 적정화 및 난이도 조절에 힘쓰는 동시에 교육과정의 내용 요소와 성취기준에 융통성을 부여할 필요가 있다. 과정중심평가가 중학생의 과학긍정경험에 미치는 영향을 고려하여, 중학교 현장에서 과정중심평가가 학생의 과학긍정경험 제고를 위한 방안으로써 정착되기 위한 다각적인 노력도 필요하다.

한편, 이 연구의 결과는 모든 상황에서 나타나는 결과라기보다 이 연구의 상황에 한정되어 나타났을 가능성이 있다. 즉, 다른 수업 환경과 학생들을 대상으로 할 경우 본 연구의 결과와 다소 다른 양

상으로 나타날 수 있을 것이다. 과학긍정경험의 제고를 위해서 더욱 다양한 상황과 맥락에서 과학긍정경험의 핵심 요인과 환경 요인을 규명하는 동시에 핵심 요인과 환경 요인의 관계 및 이 요인들과 과학긍정경험 하위 요소의 관련성을 살펴보는 연구를 지속할 필요가 있다.

참고문헌

- Allen, D. & Fraser, B. J. (2007). Parent and student perceptions of classroom learning environment and its association with student outcomes. *Learning Environment Research*, 10(1), 67-82.
- Brun, G., Doğuoğlu, U. & Kuenzle, D. (Eds.). (2008). *Epistemology and emotions*. Aldershot, UK: Ashgate.
- Chae, E., Shin, S. & Lee, J. (2018). A qualitative case study on the conflicts of science teachers encountering flipped learning classes. *Secondary Education Research*, 66(1), 359-395.
- Denzin, N. K. (1978). *The research act: A theoretical instruction to sociological methods* (2nd Ed). New York: McGraw-Hill.
- Fraser, B. J. & Kahle, J. B. (2007). Classroom, home and peer environment influences on student outcomes in science and mathematics: An analysis of systemic reform data. *International Journal of Science Education*, 29(3), 1891-1909.
- Han, M. & Kim, H. (2017). Elementary students' cognitive-emotional rebuttals in their modeling activity: Focusing on epistemic affect. *Journal of the Korean Association of Science Education*, 37(1), 155-168.
- Han, M. & Kim, H. B. (2018). An introverted elementary student's construction of epistemic affect during modeling participation patterns. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 38(2), 171-186.
- Han, M. (2019). Facilitating participation: A science subject teacher's practical knowledge for helping elementary students' construction of positive emotion. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 38(2), 244-262.
- Hur, Y. (2009). Educational effects of teachers' humor and conditions and strategies for effective use. *Korean Journal of Educational Methodology*, 21(1), 115-139.
- Jaber, L. (2014). *Affective dynamics of students' disciplinary engagement in science*. (Doctoral dissertation). Tufts University, MA.
- Jaber, L. & Hammer, D. (2016a). Engaging in science: A feeling for the discipline. *The Journal of the Learning Sciences*, 25(2), 156-202.
- Jaber, L. & Hammer, D. (2016b). Learning to feel like a scientist. *Science Education*, 100(2), 189-220.
- Jenkins, E. W. (2006). The student voice and school science education. *Studies in Science Education*, 42(1), 49-88.
- Jeon, W., Im, S. & Yoon, J. (2003). The preference for science of the elementary students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 22(1), 81-96.
- Ju, E., Lee, S., Kim, J. & Lee, J. (2009). Analysis of images of scientists and science learning drawn by third grade students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 28(1), 35-45.
- Kang, H. & Lee, J. (2012). Elementary school students images of science class and factors influencing their formations. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 30(4), 519-531.
- Kang, H., Kim, H., Shin, Y., Lee, S., Kwak, Y. & Lee, S-Y. (2019). The effects of national science leading school programs on students' positive experiences about science and teachers' perceptions of curriculum implementation factors affecting PES. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 39(2), 279-294.
- 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, Y. (2012). *Qualitative research methodology I: Bricoleur*, Paju: Academy Press.
- Kim, Y., Kim, N., Lee, H. & Kim, Y. (2019). The effect of UDL based science instruction on science positive experience of middle school student. *Journal of Special Education & Rehabilitation Science*, 58(1), 49-79.
- King, D., Ritchie, S. M., Sandhu, M., Henderson, S. & Borand, B. (2017). Temporality of emotion: Antecedent and successive variants of frustration when learning chemistry. *Science Education*, 101(4), 639-672.
- Ku, J., Cho, S., Lee, So., Park, H. & Ku, N. W. (2017). *OECD programme for international students assessment: An in-depth analysis of PISA 2015 results* (Research Report RRE 2017-9). Seoul: KICE.
- Kwak, Y. (2005). Research on the current science teaching evaluation system and directions for improving teaching evaluation. *Journal of the Korean Association of Science Education*, 25(4), 494-502.
- Kwak, Y., Kim, C., Lee, Y. & Jang, D. (2006). Investigation on elementary and secondary students' interest

- in science. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 27(3), 260-268.
- Kwak, Y., Lee, S., Kang, H., Shin, Y. & Lee, S-Y. (2019a). Qualitative inquiry of features of science education leading schools on students' positive experiences about science. *Journal of Korean Elementary Science Education*. 38(3), 317-330.
- Kwak, Y., Shin, Y., Kang, H., Lee, S-Y. & Lee, S. (2019b). Qualitative inquiry of features of science core schools on students' positive experiences about science. *Journal of the Korean Association of Science Education*, 39(4), 525-534.
- Lee, J. & Lee, H. (2017). A qualitative case study of science core school curriculum management. *The Journal of Sustainable Design Educational Environment Research*, 16(3), 37-50.
- Lee, J., Kim, H., Joo, E. & Lee, S-Y. (2009). The relationship between students' images of science and science learning and their science career choices. *Journal of the Korean Association of Science Education*, 29(8), 934-950.
- Lee, S. (2013). Development of eco-STEAM educational programs based on smart learning. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 32(3), 250-259.
- Lee, Y. & Shin, Y. (2019). The effect of 'science level-up' science classes with applied gamification factors on positive experiences about science (PES). *Biology Education*, 47(1), 97-106.
- Lim, C. & Shin, G. (2014). Study of the elementary science teacher's practical knowledge. *Research of Mathematics Education*, 37, 51-80.
- Merriam, S. B. (2009). *Qualitative research: A guide to design and implementation*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Ministry of Education (2015). Science curriculum. MOE Notification No. 2015-74 [supplement 9].
- Muis, K. R., Chevrier, M. & Singh C. A. (2018). The role of epistemic emotions in personal epistemology and self-regulated learning. *Educational Psychologist*. 53(3), 165-184.
- Mun, J. & Shin, Y. (2018). The effect of science-centered STEAM program on science positive experience: Focused on the "Earth and Moon" unit in elementary school science. *Journal of Science Education*, 42(2), 214-229.
- Park, C., Dong, H. & Shin, Y. (2007). An analysis of preferences for science and the role gender differences plays in determining preferences for it amongst elementary school students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 26(2), 216-225.
- Park, D. & Song, J. (2009). When do science lessons appeal to students?-Secondary school students' views on the value of school science and the appealing aspects of science lessons to students. *Journal of the Korean Association of Science Education*, 29(6), 593-610.
- Pekrun, R., Vogl, E., Muis, K. R. & Sinatra, G. M. (2015). Measuring emotions during epistemic activities: The epistemically-related emotion scales. *Cognition and Emotion*, 31(6), 1268-1276.
- Schutz, P. A. & Pekrun, R. (2007). *Emotion in education*. Amsterdam: Academic Press.
- Seo, H., Park, H., Won, J. & Paik, S. (2007). The effects of elementary school students' evaluation regarding science classes on teachers' teaching activities. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 26(1), 12-23.
- 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 Research in Science Education*, 37(2), 335-346.
- Sung, S. & Yeo, S. (2018). The perceptions of the students about professionalism on the elementary teachers' science teaching through network analysis of keyword. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 37(1), 27-38.
- Yoo, Y. & Oh, P. (2016). Effects of modeling-based science inquiry instruction on elementary students' learning in the unit of seasonal changes. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 35(2), 265-276.

강훈식, 서울교육대학교 교수(Kang, Hunsik; Professor, Seoul National University of Education).

이성희, 서울강서초등학교 교사(Lee, Sunghee; Teacher, Seoul Kangseo Elementary School).

† 이 일, 경기광명고등학교 교사(Lee, Il; Teacher, Gyeonggi Gwangmyeong High School).

박영순, 한국교원대학교 교수(Kwak, Youngsun; Professor, Korea National University of Education).

신영준, 경인교육대학교 교수(Shin, Youngjoon; Professor, Gyeongin National University of Education).

이수영, 서울교육대학교 교수(Lee, Soo-Young; Professor, Seoul National University of Education).

하지훈, 새금초등학교 교사(Ha, Jihoon; Teacher, Saengeum Elementary School).