



다양한 상호작용 기반의 멘토멘티 프로그램에서 나타난 인성 교육 가능성 탐색 -“과학 선생님 되어보기” 활동을 중심으로-

김선희¹, 신동희^{2*}¹서울상곡초등학교, ²이화여자대학교

Exploring the Possibilities of Character Education in Various Interaction-based Mentor Program: Focusing on “Becoming a Science Teacher” Activity

Sunhee Kim¹, Donghee Shin^{2*}¹Seoul Sanggok Elementary School, ²Ewha Womans University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 24 September 2018

Received in revised form

5 November 2018

2 January 2019

Accepted 3 January 2019

Keywords:

science education, character education, interaction, mentoring program

ABSTRACT

The purpose of this study is to clarify the possibility of the character education and the concrete implementation process in the field of science education in accordance with the social demand for character education. Based on this purpose, the researchers tried to understand the specific character elements appearing in various science learning situations and to understand the qualities of each specific character elements that can be emphasized through science learning and the aspect of expression process in related learning situations. The researchers selected 11 students from the 7th and 8th graders in Seoul and developed and applied the ‘Become a Science Teacher’ mentor program in 2014 and 2015. Data collection was conducted through class recordings, mentor teachers’ and assistant teacher’s journal, artifacts, student journals, student portfolios, class listeners’ essays for science class and analyzed qualitative data collected through constant comparison method. According to the result, we extracted 11 character elements and reorganized them into 16 specific character elements revealed in various learning situations based on the relationship between each character elements. The results of the study are eight specific character elements that can be emphasized through science learning and related learning situations. The eight specific character elements are ‘responsibility for teaching behavior due to hierarchy of scientific knowledge structure, communication for forming scientific concept, empathic concern based on science learning experience, cooperation for promoting rationality of inquiry method, positive perception of scientific endeavor, respect for scientists’ attitudes toward research, confidence in future scientific research, persistence in trial and error’. Based on the results of this study, we proposed the research methods of character in the field of science education in the future.

1. 서론

21세기는 지식 산업 사회, 정보화·세계화의 시대로 다양성과 복잡성을 띠고 있으며, 과학 기술 및 문화의 급속한 발달과 함께 경쟁이 더욱 치열해지는 동시에 협력이 이루어지는 사회(Woo, 2010). 우리 사회는 다양한 변화를 겪어오면서 학생 비행 문제의 증가뿐 아니라 크고 작은 윤리적 문제에 봉착해 있으며, 사회 측면에서의 문제도 점차 다양화되고 있다. 이러한 문제들을 해결하기 위한 노력 중 하나로 인성 교육에 대한 사회적 관심과 기대가 점점 커지고 있다(Choi *et al.*, 2009). 2013년 교육 여론 조사 결과, 시민들의 48%는 가장 시급히 해결해야 할 교육 문제로 ‘학생의 인성·도덕성 약화’를 지적했고, 초·중·고 학생들의 인성·도덕성 수준에 대해 응답자의 72.4%가 부정적으로 평가했다. 주요 교육 정책 중 가장 높은 관심과 동의를 보여준 것은 ‘인성 교육 중심 수업 강화’였다(KEDI, 2013b). 같은 해 초·중등 학생의 인성 교육 실태 조사에서도 학생들은 타인

배려 능력 결여, 학교 폭력 및 왕따, 긍정적 자아 개념 결여 상황에서 인성 교육이 필요하다고 느낀다고 답했다. 교사들은 배려, 성실, 절제가 학생들에게 가장 필요한 인성 덕목이라고 인식하고 있었으며, 인성 교육에 기여하는 교과 교육의 부합도와 기여도에 관한 질문에는 도덕/윤리 교과가 가장 높은 반면 수학/과학 계열의 교과가 가장 낮다고 응답했다(KEDI, 2013a). 2014~2017년에 이루어진 교육 여론 조사에서도 초·중·고 학생들의 인성 및 도덕성 수준에 대해 과반이 ‘낮다’고 응답했다. 특히 2014년에는 향후 초·중·고등학교 모두 현재보다 인성 교육을 중시해야 한다고 보았으며, 2015~2017년 모두보다 강화되어야 할 교육내용 1순위로 인성 교육을 주문했다(KEDI, 2014; 2015; 2016; 2017). 현장 교사들 또한 학력 신장을 지나치게 강조하는 사회와 학교 분위기, 인성 교육의 정의와 전략 방법의 제시 부족 등과 같은 인성 교육의 효율적 운영을 방해하는 실태적 상황에서 실질적으로는 인성 교육이 행사성 교육 프로그램이 소극적 처방 차원에서 이루어지거나 교사의 개별적 관심이나 역량에 의존하여 운

* 교신저자 : 신동희 (donghee@ewha.ac.kr)

** 본 논문은 김선희의 2017년도 박사 학위논문의 데이터를 활용하여 재구성하였음.

<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2019.39.1.13>

영되고 있다는 점을 지적한다(Um, 2014; Lee, 2016). 이와 같이 인성 교육 강화에 대한 사회적 요구와 기대에 발맞추어 정부에서는 2015년 7월부터 인성교육진흥법을 제정, 시행해 오고 있다(Jeon, 2016).

인성은 인간의 성격이나 성향, 인격 및 성품 등으로 인성의 개념 자체는 매우 포괄적 의미를 띠고 있다(Hong, 2014). 인성의 개념은 성격이나 인격과 거의 같은 의미로 사용되기도 하고, 혹은 전인(全人)의 특성을 의미하는 개념으로 이해하거나, 인간주의(humanism)적 의미로 사용하기도 한다(Kang *et al.*, 2008). 또는 강조하는 의미에 따라 인간의 보편적 본성, 사람됨, 바람직한 역량, 인간다운 품성, 사람의 성품 등의 정의를 포함한다(Lee, Park, & Park, 2010; Cha, 2013; Choi, 2016). 이러한 차이에도 불구하고 최근 들어 인성 교육의 핵심 가치 덕목과 관련하여 ‘인성은 가치 지향적이며 도덕적 성격이라 할 수 있으며, 인성의 구성 요소로서의 덕과 역량을 포함한다’는 점에 대해 부분적으로 합의를 이루어가고 있다(Son, 2016). 중핵적 가치와 핵심 역량을 포함한 인성 요소에 대한 연구로는 개인적 차원, 대인관계 차원, 사회적 차원의 관계적 측면에 따라 인성 요소를 구분하여 제시한 연구가 꾸준히 이루어져 왔다(Cho *et al.*, 1998; KEDI, 2000; KICE, 2006; KICE, 2010). 사회·정서적 측면에서 인성을 도덕성 뿐 아니라 자신과 관계되는 감성 차원, 타인 및 사회와 관계되는 사회성 차원을 포함하는 다차원적 관점(Kim, 2015)에서 접근한 연구도 활발히 진행되었다(MOE, 2013; MOE, 2014). KEDI(2014)는 인성의 구인으로 자기 존중, 성실, 배려/소통, 책임, 예의, 자기 조절, 정직/용기, 지혜, 정의, 시민성의 10개의 핵심 덕목 및 역량으로 설정했다. 2015년 1월에 제정되어 7월부터 시행된 인성 교육진흥법(2015)에서는 예, 효, 정직, 책임, 존중, 배려, 소통 협동 등을 핵심적 가치·덕목으로 제시하고 있다. 인성 교육은 교과 교육과 동떨어져 존재하는 새로운 교육 목표가 아니라 모든 교육을 통해 추구되어야 할 기본 목적이므로 도덕 외의 다른 교과를 통한 인성 교육은 충분히 가능하다(Kim, 2015). 따라서 앞선 연구를 통해 제시된 인성 요소 및 역량을 함양시킬 수 있는 교육이 어떠한 방식으로 과학교육과 통합될 수 있는지에 대해 고려할 필요가 있다.

이와 같이 과학 교과를 통한 인성 교육에 대한 외부적 요구뿐 아니라 학생들이 경험하는 과학 학습 상황과 과학이 가지는 고유한 특성과 같은 내부적 측면에서도 인성 교육의 의미와 필요성을 발견할 수 있다. 개념과 원리에 대한 이해가 중요한 과학 교과의 특성상 인지적 영역 중심 교육으로 야기되는 문제점에 대한 비판은 어제 오늘의 일이 아니다. 다양한 과학 교육 프로그램이 개발·적용되고 있음에도 불구하고 대부분의 학생들에게 과학은 지식 습득을 위해 배우고 이를 바탕으로 새로운 과학 지식을 학습하는 ‘지식을 통한 과학 학습’으로 여겨져 왔으며, 인성 교육 측면에서의 과학은 과학 탐구에 가려진 채 등한시 되어 왔다(Park, 2015; Kim, Jung, & Shin, 2015). 과학 지식의 구성과 실험, 과학적 원리와 관련된 경험에 초점을 두었던 기존의 탐구와는 달리 최근 탐구는 공동으로 과학을 경험하면서 과학 지식을 구성하는 데 필요한 사회성, 인성, 태도 등을 강조한다(Park, 2017). 탐구 과정에서 두 명 이상의 팀 단위로 활동이 이루어지는 경우에는 구성원 개인이 주어진 책임을 다할 때 공동의 목표를 달성할 수 있게 되며 개인 간의 소통과 협력은 성공적 연구 결과 도출에 있어 필수적이다. 과학자 집단에서 연구자들 사이의 긴밀한 상호작용은 인간 활동의 특성을 나타내는 과학 지식의 사회적 합의를 예측하

며, 현대 사회의 과학과 기술 발달에 크게 공헌한다(Chiappetta & Koballa, 2015). 이러한 인지적 측면에서의 치중으로 인한 문제, 협업이 요구되는 탐구 과정과 같은 과학 학습 상황의 특성들은 과학 교육 분야에서 인성 관련 교육의 필요성을 뒷받침 한다.

인성교육을 과학교육에 접목하여 인성, 도덕적 가치, 윤리 등의 규범적 의미 측면에 영향을 준 과학 교육 프로그램에는 인성 요소 및 가치를 직접적으로 드러낸 교육 프로그램과 간접적으로 인성 역량을 증진시키는 교육 프로그램이 있었으며 직·간접적 측면 모두에서 인성교육의 가능성을 제시하기도 했다. 직접적으로 사회과학적 문제를 드러내는 SSI(socio-scientific issues)를 중심으로 한 교육 프로그램은 미래 사회 시민으로서 태도, 과학적 소양, 집단 사회의 양심, 사회적 도덕적 공감 능력의 함양과 깊은 관련이 있었다(Zeidler & Kanh, 2014; Lee *et al.*, 2013; Lee, 2014). 환경 문제와 생명 존중을 다룬 교육 프로그램은 자연과 조화를 이루는 인성 교육을 통해 심리적 상처를 회복하고 식물을 재배하면서 근면, 유대감, 성취감 경험의 기회를 제공했으며(Lee, 2011; Lee, 2012; Jang, Kwak, & Park, 2015), 동물 매개 활동은 자아 존중감 및 사회성 향상에 효과적임이 드러났다(Baek & Lee, 2011; Her & Hong, 2013). 배려 윤리를 적용한 과학 교육 활동을 통해서도 학생들의 친사회적 기능 향상, 타인에 대한 고려와 같은 변화가 두드러졌다(Castano, 2012). 과학자의 연구 과정에서 드러나는 과학 윤리 문제 또한 인성 교육에 도움을 줄 수 있음이 확인되었다(Shin & Shin, 2012). 인성 및 도덕적 가치에 대한 강조 없이 다양한 학습 주제를 학습할 수 있는 통합 및 융합 기반의 과학 활동은 ‘인성’과 ‘창의적 인성’ 함양에 긍정적 영향을 준 것으로 나타났다. 이러한 프로그램은 학생들이 끈기, 존중, 성취감과 자신감 같은 도덕적 기질과 정서 측면에서 성장을 경험할 수 있는 기회가 되었고(Namgung, 2015; Song, 2015), 창의성 발현에 필요한 정의적 특성인 인내 집착, 개방성, 열정 등의 함양에 주요한 영향을 미쳤다(Lee & Kim, 2012; Park, 2013; Kim *et al.*, 2014; Choi & Hong, 2015). 특히 소집단 협력학습을 바탕으로 한 통합 및 융합 프로그램의 경우 학생들의 소통, 협력, 배려와 같은 인성 요소가 전반적으로 향상되었다(Seo, 2014; Lee, 2015; Kwon & Kwon, 2015). 협력적 문제 해결 중심의 교수 모델 및 논의 기반 탐구와 같은 전략 적용 결과 또한 책임, 존중, 협력 등의 인성 역량의 함양 가능성을 보여주었다(Cho *et al.*, 2017; Cho *et al.*, 2018). 이 외에 과학자에 대한 다양한 사례 활용 교육을 통해 과학자가 과학 문화와 상호작용하는 틀로 작용함으로써 인간의 가치와 정신에 대한 감성적 이해, 역사적 공감, 인간으로서의 과학자 이해의 가능성이 탐색되었다(Hadzigeorgiou, 2006; Guney & Seker, 2012; Hadzigeorgiou, Klassen, & Klassen, 2012; Lee & Shin, 2014).

학습 주제 및 내용에서 인성 요소를 명시적으로 제시하지 않은 과학 학습 상황에서의 인성 교육 가능성과 의미를 밝히는 과정은 그 자체로서 중요한 의미가 있다. 인성 관련 가치·덕목 및 역량이 강조되지 않은 과학 학습 내용과 방법의 총체적 측면에서 드러나는 구체적 인성 요소와 관련 학습 상황을 파악하는 것은 여러 분야를 학습하는 과학 교육 현장의 실제성과 관련이 있다. 무엇보다 결과 중심의 입시교육으로 인하여 인성교육이 등한시 되거나 비교과 영역에서만 실행되는 우리 교육 현장에서(Kwon & Nam, 2017) 과학 지식 및 탐구 기능의 습득과 동시에 인성 함양이 가능한 교육 활동은 효율성

면에서도 주목할 만하다. 그러므로 과학교과와 인성교육을 분리하지 않은 다양한 유형의 인성교육 전략에 대한 논의가 보다 확장되어야 하며, 전략 적용 결과 새롭게 드러난 인성 교육 요소를 교육 현장에 제시할 필요가 있다. 또한 인성 요소 간의 관련성과 각 인성 요소가 발현되는 학습 맥락에 대한 심도 있는 조명이 요구된다. 새로운 인성 교육적 효과에 대한 발견뿐 아니라 위의 선행 연구에서 결과로 제시한 인성 요소들과 유사한 특성을 지닌 요소들의 구체적 특성을 알아보고 인성 함양 대상 면에서 풍부한 다양성을 지닐 수 있음에 대한 이해와 논의가 필요하다. 최근 들어 과학 교과에서만 실천 가능한 인성 교육의 필요성이 제기되고 있음을 고려할 때(Park & Park, 2016; Kwon & Nam, 2017), 다른 교과보다 과학 교과 학습 내용 및 방법의 특성이 두드러지는 학습 상황에서 함양 가능한 인성 요소를 살펴봄으로써 상대적으로 과학교과에서 보다 풍부하게 실천할 수 있는 인성교육 전략에 대한 가능성을 탐색할 필요가 있다.

본 연구에서는 기존의 인성 관련 과학 교육 프로그램이 가지는 부분적 한계를 극복하고, 각각의 참여자가 교육 활동을 경험하면서 어떠한 방식으로 인성 요소를 드러내는지 알아보하고자 ‘과학 선생님 되어보기’ 멘토멘티 프로그램을 개발 및 적용했다. 도덕성 뿐 아니라 자신과 관계되는 감성 차원, 타인 및 사회와 관계되는 사회성 차원을 포함하는 다차원적 관점(Kim, 2015)에서 인성에 접근했다. 이 프로그램에서의 주요 교수 학습 방법인 멘토링, 동료 코칭, 동료 교수 활동은 새로운 방법이 아니며 오랜 기간 동안 다양한 방식으로 실행되어 오면서 인지적·정의적 측면에서의 교육적 효과를 검증 받아왔다. 교육 현장에서 교사 또는 전문가의 멘토링 후 나타나는 멘티의 정의적 측면에서의 긍정적 변화와 관련한 다수의 사례가 보고되었다(Kang & Park, 2009; Yoo & Ko, 2010; Ko et al., 2014). 동료 코칭은 두 명 이상의 동료와 함께 수업 실행을 되돌아보고, 아이디어를 공유하며, 서로를 가르치고, 현장에서의 문제를 해결해나가는 전문적 과정이다(Robbins, 1991). 동료 코칭을 통해 수업에 대한 교사의 인식 변화, 교수 기술 향상, 교실 내의 의사소통과 학생에 대한 이해도가 증진되었을 뿐 아니라(Park, 2011; Cho, 2011), 정서 측면에서의 지원(Koh & Park, 2013) 및 교사의 자신감 증진(Chester, 2012; Jhung, 2013)과

같은 긍정적 효과가 확인되었다. 학습에 초점을 둔 구조화된 지원이라는 특징을 가지는 동료 교수는(Kim, 2013) 예전부터 학습 우수자가 학습 발달이 다소 뒤처지는 학습자를 돕기 위한 방법으로 사용되어 왔으며(Jeong, 2006), 학생 개개인을 위한 개별화 학습의 가능성과 효과 측면에서 많은 지지를 받아왔다. 동료 교수자의 경우 특정 과목이나 과제 해결 기술에 대하여 개념 및 방법에 대한 이해를 더욱 정교화하고 적용 기술을 향상시킬 수 있으며, 동료끼리의 상호작용 과정에서 의사소통 기술, 교수 및 대인 관계 기술을 단련할 기회를 가질 수 있게 된다(Moon, 2005). 동료 학습자 또한 상급 학년 학생들이 가지고 있는 풍부한 경험을 체득할 수 있는 이점이 있다(Shin, 2014). 동료 교수 학습의 통합적 효과는 다양한 교육프로그램 적용 사례를 통해 밝혀지고 있다(Benard, 1990; Kim, 2012).

이에 본 연구에서는 두 가지 연구 문제를 설정하고 그 답을 찾고자 했다. 첫째, 다양한 상호작용 기반의 「과학 선생님 되어보기」멘토멘티 프로그램 적용 과정에서 나타나는 구체적 인성 요소는 무엇인가? 둘째, 과학 교과 학습을 통해 중점적으로 함양 가능한 구체적 인성 요소와 관련 학습 상황은 무엇인가?

II. 연구 방법

본 연구는 서울 소재 사범 대학에서 주관하는 학교 밖 과학 교육 프로그램을 연구 현장으로 삼았다. 이 프로그램에서는 총 4개의 멘토멘티 활동이 진행되었으며, 이 중 본 멘토멘티 프로그램에 참여한 중학생들은 자신이 평소 관심을 가지고 있었던 과학 주제를 선택하여 약 8개월에 걸쳐 친구 및 교사와 함께 깊이 있게 탐구하고, 적절한 학습 방법과 자료를 활용하여 초등학생들을 대상으로 과학 수업을 실행했다. 본 프로그램의 학습 내용 및 방법 측면에서 인성 교육과의 관련성에 대해서는 학생들에게 명시적으로 제시하지 않았으며, 참여 과정에서 자연스럽게 드러나는 학생들의 모습과 변화를 파악하고자 했다. 따라서 새로운 과학 활동에 관심이 있거나 과학 공부를 잘하고 싶은 “머리 아픈 공부”보다는 “쉽고 재미있게 과학”을 경험하고 싶은 학생들이 주로 이 프로그램에 지원했다. 지원 동기로는 “과학에

Table 1. Procedure for conducting study

계획 단계	인성, 인성 교육의 개념 이해		
	인성 교육 정책 동향 파악		
	과학 교육에서의 인성 교육의 의미와 필요성 탐색		
	인성 관련 교수 학습 방법의 활용 가능성 및 적용 방법 모색		
프로그램 개발 단계	↓		
	과학 선생님 되어보기 멘토멘티 프로그램 개발		
	프로그램 적용 환경 조성 · 과학 선생님 되어보기 멘토멘티 프로그램의 인성 교육적 의미 파악 · 프로그램 참여자 확보		
적용 단계	2014년 (1차년도)		2015년(2차년도)
	과학 교과서에 날개달기	생활 속의 비밀을 푸는 과학 열쇠	과거로 떠나는 과학 탐험
분석 및 결과 도출 단계	↓		
	수집한 자료 분석 결과를 바탕으로 사후 조사지와 면담 질문 구성		
	학습 상황 분석을 토대로 과학 선생님 되어보기 프로그램에서 나타나는 인성 요소 추출		
	인성 요소 간 관계를 바탕으로 구체적 인성 요소로의 재조직 과학 교과 학습을 통해 중점적으로 함양 가능한 구체적 인성 요소의 발현 과정 기술		

좀 더 쉽게 접근하고 싶어서”, “재미있을 것 같아서”, “학교에서 하는 이론만이 아닌 경험을 하고 싶어서” 등이 있었다. 본 연구 진행에 관한 전체적 연구 과정은 Table 1과 같다.

교 2학년 학생 5명이 본 멘토멘티 프로그램에 지원했으며, 8명 전원이 전 과정을 이수했다(Table 2).

1. 연구 참여자

1차년도(2014년)는 과학 선생님 되어보기 프로그램을 선택한 중학교 1학년 학생 6명이 2개의 팀에 각각 3명 씩 참여 및 수료까지의 과정을 마쳤다. 2차년도(2015년)에는 중학교 1학년 학생 3명과 중학

2. “과학 선생님 되어보기” 멘토멘티 프로그램

본 프로그램에서는 2014년도에 과학 교과서에 날개달기팀(이하 날개 달기팀)과 생활 속의 비밀을 푸는 과학 열쇠팀(이하 과학 열쇠팀)이, 2015년도에는 과거로 떠나는 과학 탐험팀(이하 과학 탐험팀)의 활동이 이루어졌다. 세 팀은 동일 스토리를 가진 팀을 기반으로 교사,

Table 2. Participants' background for the study

참여자	성별	학년	관심 영역	희망 진로	참여 팀		
					2014	2015	2015
					날개 달기	과학 열쇠	과학 탐험
SA	여	중1	· 거의 드러나지 않음	유치원 교사	○		
SB	여	중1/중2	· 동물과 식물의 특성과 생태 · 그리기 및 채색(미술)	생명 과학자	○		○
SC	여	중1	· 지구과학 분야 · 친구들과 이야기하기	현재 없음	○		
SD	여	중1/중2	· 다양한 장르의 영화 · 그림 그리고 휴대폰으로 찍기 · 과학 성적 올리기	약사, 치과 의사		○	○
SE	여	중2	· 디자인 및 그리기 · 실험 활동과 천문학	패션 디자이너			○
SF	남	중1/중2	· 신기한 과학 현상 · 수학, 과학 관련 이야기	현재 없음		○	○
SG	남	중1	· 컴퓨터 게임 · 축구 · 미술 동아리의 미술 활동	현재 없으나 이과를 생각하고 있음		○	
SH	남	중2	· 야구 · 컴퓨터 게임	야구 선수			○
SI	남	중1	· 수학, 과학, 컴퓨터 · 몸으로 하는 활동	프로그래머, 화이트 해커			○
SJ	남	중1	· 다양한 활동에의 도전과 참여 · 음악, 과학, 체육	창조 섭리 연구 및 전파			○
SK	남	중1	· 체력 단련	경찰관			○

Table 3. Each team's science class contents

	구성원	영역	학습 주제	학습 자료
날개 달기 팀	SA	물질	· 열대 과일 집중탐구	· 열대 과일, 접시, 과도, 종이컵, 돋보기
	SB	생명	· 콜라의 모든 것 · 우리 몸 속 이야기	· 콜라 원액, 설탕, 시트르산, 물, 얼음 탄산수소나트륨, · 다양한 색깔 점토, OHP 필름
	SC	지구와 우주	· 태양의 가족들 · 별자리 탐구하기	· 태양 및 태양계 행성 정보 카드 · 별 모양 스티커, 별자리 관련 자료
과학 열쇠 팀	SD		· 녹지 않는 눈, 어떻게 보이나요, 과학 퀴즈	· 스노우파우더, 염화칼슘, 착시 그림 자료, 과학퀴즈 카드
	SF	물질	· 매직펜플라이, 핸드 보일러, 터지지 않는 풍선, 폭탄 주사위	· 매직펜플라이 도구, 핸드보일러, 이쑤시개, 고무 풍선, 폭탄 주사위
	SG		· 플라즈마볼, 쏟아지지 않는 물컵, 동전 통과 미술, 레인보우칩	· 플라즈마볼, 물, 레인보우칩 도구 투명 컵, 종이, 동전, 고무 풍선,
과학 탐험 팀	SE		· 물리치자, 전염병!	· 6개의 단서를 푼 학생에게 주어지는 백신 모양의 상품
	SD	생명	· 측정의 과학	· 고막 체온계, 전자 체온계, 적외선 이마 체온계, 진자, 맥박 측정 앱(HeartRate)
	SB		· 독, 궁금하지 않나?	· 지렁이, 물, 친환경 페인트, 일반 페인트, 페트리접시, 핀셋, 실험용 장갑, 보안경,
	SH		· 동물 분류	· 동물 사진 카드, 우드라판
	SF		· 로켓	· 줄자, 풍선, 실, 빨대, 휴대폰(시간 측정, 속력 계산), 동영상 자료
	SI	지구와 우주	· 망원경	· 실제 망원경, 오목렌즈, 볼록렌즈, 학습 내용과 관련된 그림 및 문제 자료
	SK		· 블랙홀과 우주	· 스티븐 호킹 및 블랙홀 관련 동영상 자료
SJ		· 만유인력	· 전구, 동물 그림 모양, 하드보드지	

친구, 초등학생과 상호작용하며 개인의 과학 수업을 준비한다는 전체적 틀은 같지만, 학습 소재 면에서 차이가 있다. 날개 달기팀은 교과서의 과학 수업을 응용 및 확장시킬 수 있는 수업을 구상하며 초등학생들에게 좀 더 친숙하게 다가가고자 했다. 과학 열쇠팀은 학생들이 가장 흥미를 가지는 과학 활동 중 하나인 다양한 과학 마술 수업을 준비했다. 마술 공연 후 그 속에 담긴 과학 지식에 대해 알아보고 다양한 과학 퀴즈를 풀어볼 수 있도록 보드 게임도 제작했다. 과학 탐험팀은 각각 한 명의 과학자를 선정하여 연구 과정과 업적을 알아볼 수 있는 탐구 활동 중심의 과학 수업을 준비했다(Table 3). 과학 선생님 되어보기 프로그램은 약 8개월이라는 기간 동안 날개 달기팀 18회, 과학 열쇠팀 19회, 과학 탐험팀 21회로 진행되었다. 이 중 초등 학교에서의 수업 실행은 세 팀 모두 3회로 실행되었다.

과학 수업 준비 및 실행을 중심 과제로 설정한 본 프로그램의 전체적 진행 과정은 Figure 1과 같다. 이 과정에서 교사의 전문가 멘토링, 서로에 대한 지식과 협력을 기반으로 한 동료 코칭, 중학생들이 4~5학년의 초등학생들을 가르치는 상급생 동료 교수 활동이 적용되었다. 각 교수·학습 활동은 구체적으로 다음과 같이 이루어졌다. 과제 제시부터 최종 점검 및 실행 준비에 이르기까지의 교사는 멘토의 역할을 수행하며 다방면에서 학생 활동을 지원했다. 사전 조사와 다수의 비공식적 면담, 학생 관찰을 통해 개개인의 특성을 파악했다. 자유롭고 허용적인 수업 분위기를 조성하여 중학생의 관심 분야와 초등학생 수준을 고려한 수업 주제를 선정할 수 있도록 팀별 논의를 유도했다. 개인 및 팀별 탐구 활동 진행 시에는 학생들과 활발하게 상호작용하며 탐구 내용과 방법에 대해 조언하고 관련 자료를 탐색 후 제공하는 등 적극적 지원자, 활동 촉진자로서의 역할을 수행했다. 때때로 학생들이 한계에 부딪혀 어려움을 토로할 때에는 자신의 과제 수행 과정을 되돌아볼 수 있게 했으며, 팀원 간의 문제 발생 시 대화를 통해 원활하게 조정될 수 있도록 했다. 수업 시연 및 학습 자료에 대해서는 단계적으로 피드백을 해주었으며, 상황에 맞는 개입을 통해 팀원들 간 협력이 이루어질 수 있도록 했다.

팀 구성 후 과제 완료 전까지 전문가 멘토링과 함께 진행된 동료 코칭 과정에서 학생들은 자신의 수업 외에도 팀원들의 수업에 대해 함께 고민하여 팀 전체의 성공적 과학 수업 준비를 위해 협력했다.

수업 주제 확정과 팀 조직 후에는 팀 단위의 과학 캐릭터와 스토리를 구성했다. 무엇보다 수업 주제에 적절한 탐구 활동 설계를 위해 적극적으로 의견을 교환했다. 팀원의 수업 소재에 대해 가지고 있는 지식과 자료를 제공하고, 창의적이고 합리적 탐구 방법에 대해 논의했다. 다수의 수업 시연 과정에서는 동등한 입장에서 아이디어를 공유했으며, 시연 시의 상호 관찰 활동은 서로를 평가하는 동시에 도움이 되는 의견을 명확히 표현할 수 있는 기회를 제공했다. 개인의 수업은 팀 전체 스토리에 기반 한 수업의 일부였기 때문에 모두 책임 의식을 가지고 팀원의 수업 개선을 도왔다. 동일한 멘토멘티 프로그램 내에서의 유사한 경험은 학생들 간 깊이 있는 공감을 바탕으로 한 정서적 지원을 가능하게 했다.

중학생들이 준비한 과학 수업은 과제 완료 단계에서 초등학생을 대상으로 한 동료 교수의 형태로 적용되었다. 수업 실행이 최종 과제였기 때문에 교수자로서 중학생의 역할은 수업 내용과 방법 선정에도 지속적으로 영향을 주었다. 중학생들은 초등학생들이 재학하는 학교에 가서 선배와 함께하는 과학 수업 참여를 희망한 12명의 4~5학년 학생들에게 과학을 직접 가르쳤다. 교사의 역할을 하는 학생 외의 팀원들은 수업 보조자로 참여하여 실험 도구 준비 및 정리, 안전에 유의해야 하는 도구 사용, 배움이 느린 초등학생 활동 지원, 역할극 수행, 발표 자료 넘기기 등을 통해 적극적으로 수업을 도왔다.

3. 자료 수집 및 분석 방법

본 연구에서는 연구 관련 핵심 문제를 다각적으로 파악하고 (Kalmbach Phillips & Carr, 2006/2010), 연구의 타당성을 확보하기 위해 수업 관련 자료, 사전·후 조사지, 면담 자료와 같은 다양한 자료들을 삼각화(triangulation) 방법을 통해 수집했다. 매 수업을 촬영한 녹화 자료는 1시간을 50분을 기준으로 하여 날개 달기팀 57시간, 과학 열쇠팀 57시간, 과학 탐험팀 63시간으로 총 174시간 분량의 동영상 자료를 수집했다. 1명의 멘토 교사는 40개, 1명의 보조 교사는 37개, 11명의 중학생들은 총 44개의 멘토멘티 수업 일지를 작성했으며, 중학생들은 프로그램 수료와 더불어 과학 수업 보조 자료인 워크북, 보드 게임, 발표 자료를 완성하고 모든 활동과 관련된 자료를 종합하여 각자의

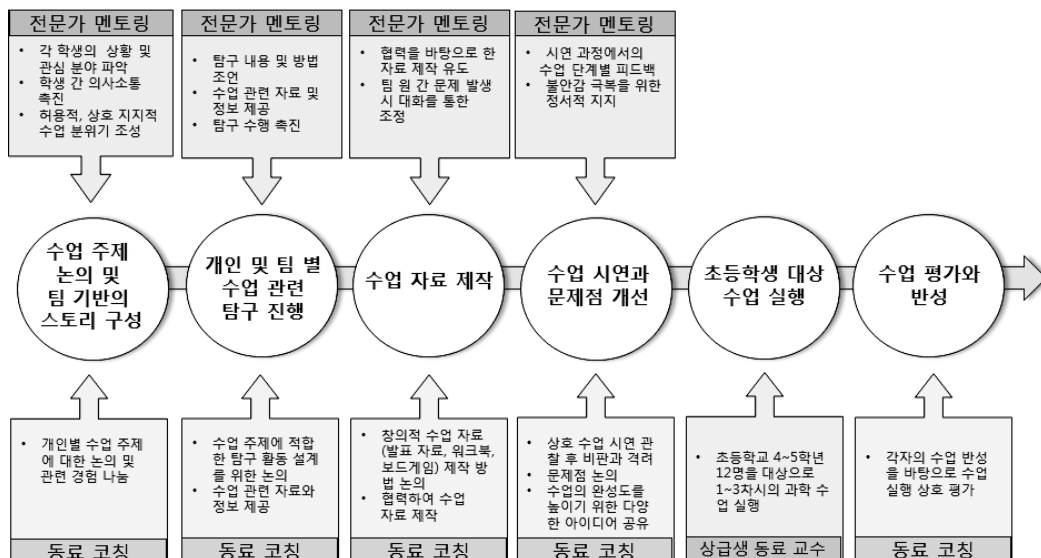


Figure 1. "Becoming a science teacher" Mentor program progress

포트폴리오를 제출했다. 과학 수업 청취자인 초등학교 2학년 학생의 소감문 23개도 분석 자료로 활용되었다. 중학생이 작성한 사전·후 조사지 자료는 각각 14개를 수집했다. 면담은 프로그램과의 관련 정도를 고려하여 다각적으로 이루어졌다. 면담을 통해 특정 인성 요소에 대해 직접적으로 질문하기 보다는 다양한 과학 학습 상황 및 생활 전반에 걸친 학생들의 모습에서 본 프로그램 참여 전, 참여 과정, 참여 후에 자연스럽게 드러나는 인성 관련 요소를 찾아내고자 열린 질문을 중심으로 진행했다(Table 4). 1시간을 60분 기준으로 하여 11명의 중학생 대상 면담 11시간, 2명의 학부모 면담 2시간, 1명의 보조 교사 면담 3시간, 2명의 수업 참관 교사 면담 1시간의 녹화 및 녹음 자료를 수집했다. 중학생 대상 면담은 연구에 참여한 중학생 11인을 대상으로 사전·후 모두 실시했으며 팀 또는 개별로 이루어졌다. 특히 팀 단위로 면담을 진행한 경우 팀 구성원으로서의 활동 과정에 대해 집중적으로 알아보고자 했다. 학부모 면담의 경우 1차년도와 2차년도에 연속 참여한 중학생들의 학부모 중 면담 요청에 긍정적으로 응답한 2인의 학부모를 대상으로 진행했다. 면담 과정에서 본 프로그램 참여와 관련하여 학생들이 평소 가지고 있는 생각, 가정에서의 태도, 본 프로그램 참여 후 변화된 점이 무엇인지 확인하고자 했다. 보조교사 면담은 과학 교육을 전공하고 2년 동안 꾸준히 멘토멘티 프로그램 활동을 도운 1인의 대학생 보조교사를 대상으로 하여 진행했다. 참관 교사 면담은 날개 달기팀과 과학 열쇠팀의 수업을 직접 참관한 각 3년, 12년의 교육경력을 가진 2명의 초등학교 교사를 대상으로 이루어졌으며, 과학 수업을 매개로 한 중학생과 초등학교 학생 간의 상호작용과 수업 참여 태도, 본 프로그램의 차별화된 특성은 무엇인지에 대해 질문했다.

자료 분석은 Glaser & Strauss(1999)가 제시한 질적 분석 방법으로 귀납적 접근 방식을 활용하여 수집한 질적 자료의 개념적 공통점과 차이점을 지속적으로 비교·분석하는 반복적 비교 분석법(constant comparison method)을 사용했다. 반복적 비교 분석법은 수집된 많은 자료 중 연구 문제와 관련된 중요한 자료를 구분하고 이에 이름을 부여하여 분류하는 개방 코딩, 코딩된 자료를 상위 범주로 분류하는 범주화, 구성된 범주를 코딩 전의 원 자료와 비교하며 확인하는 범주

확인 절차를 거친다(Yoo et al., 2012). 이러한 과정에 근거하여 본 연구에서는 프로그램 실행 전 사전 면담 및 사전 조사지를 분석하여 학생들의 과학 관련 경험 및 인성 전반을 파악했다. 질적 자료의 수집과 분석은 함께 진행되는 과정으로 연구 초기에 수집한 분석 결과를 바탕으로 연구 목적과 관련하여 좀 더 관찰하거나 질문하고 싶은 사항을 다음 자료 수집 활동에 반영할 필요가 있다(Merriam, 1998). 이에 따라 본 프로그램을 본격적으로 실행하면서 수업 관찰, 교사 및 학생 일지, 청취자 소감을 반복하여 읽어 나갔고, 특히 수업 관찰과 관련하여 당시의 수업을 최대한 회상할 수 있도록 빠른 시일 내에 전사한 자료를 정리·분석한 결과에 근거하여 이후 필요한 자료 수집의 방향을 설정했다.

자료 분석 결과를 바탕으로 사후 조사지와 중학생, 수업 참관 교사, 학부모, 보조 교사를 대상으로 한 면담 질문을 구체화했다(Table 4). 최종적으로 수집된 원 자료의 특성을 분석하고 이에 대한 이해를 바탕으로 개방 코딩을 수행했다. 수집한 자료를 반복하여 읽어 나가면서 인성 요소와 관련된 자료에 표시를 하고 각 자료가 포함하고 있는 중심 내용을 문장 및 어구의 형태로 정하여 코딩했다. 개방코딩 후 코딩한 자료들을 지속적으로 비교하면서 2회에 걸쳐 범주화를 과정을 진행했다. 1차 범주는 MEST(2012)의 인성 교육 비전 수립 및 실천 방안 연구의 도덕성, 사회성, 감성의 3차원 인성 체계를 기반으로 추출한 것으로 총 11개의 인성 요소다. 각 인성 요소에 속하는 코딩 자료를 재분석하는 과정에서 특정 인성 요소의 경우 드러나는 대상이 다르거나 서로 연관성을 가지는 인성 요소들이 있음을 발견했다. 따라서 학습 맥락을 고려하여 범주 간 관계를 정리 및 재구성하고 1차 범주에 속한 자료를 보다 효과적으로 표현하기 위한 재범주화 과정이 요구되었다. 2차 범주화 과정에서는 1차로 추출한 11개의 인성 요소가 함의되는 학습 상황과 각 인성 요소 간 관련성을 고려하여 16개의 구체적 인성 요소로 보다 구체화했다. 예를 들어 1차 범주 중 ‘책임’ 요소는 특정 학습 상황에서 역할 책임, 행위 책임, 과제 책임의 형태로 나타났으므로 2차 범주화를 통해 관련 학습 상황을 응축하여 ‘공동체 지향의 역할 책임’, ‘과학 지식 구조의 위계성으로 인한 가르침 행위의 책임’, ‘과제 책임으로 인한 자율성’이라는 범주로 표현했다. 동

Table 4. Major contents of the interview according to interview subjects

면담 대상	주요 면담 내용	면담 대상	주요 면담 내용	
중학생	<사전 면담> <ul style="list-style-type: none"> · 초·중학교 기간의 과학 수업에 대한 전반적 경험 · 다양한 과학 활동 및 행사 참여 경험 · 과학 교수 경험 · 본 활동에 대한 기대 	수업 참관 교사	<ul style="list-style-type: none"> · 중학생들의 과학 수업 실행 과정 관찰 결과 · 본 활동이 중학생에게 미치는 영향 · 본 활동의 장점과 단점 · 초등학교의 과학 수업 참여 관찰 결과 	
	<사후 면담: 사후 조사지에 근거함> <ul style="list-style-type: none"> · 본 활동의 목적에 대한 생각 · 활동 참여 요인(내부/외부) · 활동 참여 후 과학, 과학 교사, 과학 수업, 과학자에 대한 생각 · 과학자의 연구 과정과 본 활동과의 공통점과 차이점 · 본 활동과 유사한 방식으로 하는 과학 공부에 대한 생각 · 과학 수업 준비 과정에서 다양한 자료를 탐색, 비교, 수정 이유 · 팀 활동에서 팀원들의 역할 · 팀 활동 중 문제 발생 시 대처 행동 · 활동 참여를 통해 알게 된 자신/동료의 새로운 특성 · 과학 수업에서 스토리와 캐릭터의 역할 · 본 활동이 초등학교생들에게 미친 영향 · 중도에 포기하고 싶었는지의 여부와 그 이유 · 본 활동을 통해 배우고 느낀 점 · 본 활동과 다른 과학 관련 활동과의 차이점 		학부모	<ul style="list-style-type: none"> · 프로그램과 관련된 자녀의 현재 관심사 · 프로그램 참여 중 가정에서 보이는 변화 · 본 활동이 자녀에게 미친 긍정 또는 부정적 영향 · 본 활동과 다른 과학 프로그램과의 차이점
				보조 교사

시에 ‘공동체 지향의 역할 책임’의 경우 팀 구성원으로서의 역할 책임을 다하기 위해 서로 협력하는 과정에서 ‘책임’과 ‘협력’의 인성 요소가 서로 연관이 있음을 나타낸다. ‘과학 지식 구조의 위계성으로 인한 가르침 행위’의 책임’은 과학 교사로서 책임감을 인식해 나가면서 자신이 가르치게 될 과학 지식의 정확성을 점검하고 초등학생들에게 올바른 과학 개념을 전달하고자 하는 노력에서 ‘책임’으로 인한 ‘정직’을 동시에 포함한다. ‘과제 책임으로 인한 자율성’ 또한 과학 수업이라는 과제에 대한 책임감으로 적극적인 자기 주도성을 드러내는 과정에서 ‘책임’과 ‘자율’ 요소의 연관성을 2차 범주의 명명을 통해 표현하고자 했다. Figure 2를 통해 1차 범주화 과정에서 추출한 인성 요소와 2차 범주화 과정을 거쳐 구체화한 구체적 인성 요소 간의 관계를 확인할 수 있다.

이후 범주 확인 과정에서는 16개의 구체적 인성 요소를 코딩 전의 원 자료와 비교하는 연역적 과정을 통해 2차로 구성된 범주가 연구 문제와 관련하여 수집한 자료를 잘 설명하고 있는지 재확인했다. 이를 바탕으로 연구 결과를 도출했으며 전체 자료 분석 과정 및 세부

내용은 Table 5와 같다. 분석 과정의 신뢰도를 높이기 위하여 수집한 자료들을 연구자 2인이 공동으로 분석 및 해석하는 과정을 수십 차례 반복했으며 자료에 대한 해석이 다른 경우 원자료를 살펴보고 상호 합의하는 과정을 거쳤다. 또한 과학교육 전공 교사 2인 및 대학원생이 참여하는 집단 세미나를 통해 연구 결과 해석의 적절성과 타당성도 검토되었다.

III. 연구 결과

본 프로그램의 다양한 학습 상황에서 드러난 16개의 구체적 인성 요소의 특성은 Figure 2로 나타낼 수 있으며, 구체적 인성 요소 각각의 발현 과정을 고려하여 관련 인성 요소와 연계했다. Figure 2에서 빗금이 첨가된 5개의 구체적 인성 요소는 2개의 인성 요소를 동시에 포함하고 있다. ‘과학지식 구조의 위계성으로 인한 가르침 행위’의 책임’은 책임, 정직의 인성 요소와 관련이 있으며, 과학 교사로서 자신이 가르치게 될 과학 지식의 정확성을 점검하고 초등학생들에게 올바른

Table 5. Data analysis process

개방 코딩	범주화		범주 확인
	1차 인성 요소	2차 구체적 인성 요소	
<ul style="list-style-type: none"> · 과학 교사로서 수업 내용을 확실히 이해하고자 함 · 과학 수업 결과로서 과학 지식이 미치는 영향 인식 · 팀원들의 과학 수업 실행 보조 참여 · 자신이 선택한 것이므로 8개월 동안 포기하지 않음 · 팀 구성원으로서 역할의 중요성을 느낌 	· 책임	<ul style="list-style-type: none"> · 과학 지식 구조의 위계성으로 인한 가르침 행위’의 책임 	
<ul style="list-style-type: none"> · 자기 주도적 과제 수행 · 팀 활동 또는 수업을 스스로 이끌어나감 	· 자율	<ul style="list-style-type: none"> · 과학적 개념 형성을 위한 소통 	
<ul style="list-style-type: none"> · 수업 실행 시 학습 내용 및 방법 의 오류 수정 	· 정직	<ul style="list-style-type: none"> · 지식 습득으로 인한 성취감과 자신감 	
<ul style="list-style-type: none"> · 교사와의 지속적 상호작용을 통한 수업 개선 · 수업 시연 중 팀원 간 개방적 논쟁 · 과학 지식의 정확성 점검을 위한 노력 · 정답을 이끌어내기 위한 발문 	· 소통	<ul style="list-style-type: none"> · 다양한 분야의 지식 공유 · 인간의 과학적 노력에 대한 긍정적 인식 	
<ul style="list-style-type: none"> · 구체적 수업 실행 방법 상호 제안 · 팀별 워크북 및 발표 자료 제작 · 팀원들의 과학 수업 실행 보조 참여 	· 협력	<ul style="list-style-type: none"> · 연구에 대한 과학자의 태도 존중 	
<ul style="list-style-type: none"> · 동료에 대한 인지적· 정서적 지지와 수업 자료 지원 · 중학교 후배들과 초등학생에 대한 친절 · 초등학생의 눈높이에 맞춘 스토리와 캐릭터 구성 · 초등학생을 고려한 수업 내용 및 탐구 활동 선정 	· 배려	<ul style="list-style-type: none"> · 앞으로의 과학 탐구 참여에 대한 자신감 	<ul style="list-style-type: none"> · 2차로 구성된 범주 특성을 보다 확실히 뒷받침해 줄 수 있는 원 자료 새롭게 발견
<ul style="list-style-type: none"> · 과학 미술 실험의 성공 조건 탐색 · 보다 유익하고 재미있는 수업을 위한 실험 방법 개선 	· 끈기	<ul style="list-style-type: none"> · 시행착오 과정에서의 끈기 · 탐구 방법의 합리성 증진을 위한 협력 	<ul style="list-style-type: none"> · 2차 범주 명칭 일부 수정
<ul style="list-style-type: none"> · 과학 교사의 입장 이해 · 과학 학습자로서의 경험을 바탕으로 초등학생 이해 	· 공감	<ul style="list-style-type: none"> · 발표력 신장을 통한 자신감 	
<ul style="list-style-type: none"> · 다양한 분야의 지식의 공유 및 습득 	· 나눔	<ul style="list-style-type: none"> · 노력의 결실에 대한 성취감 	
<ul style="list-style-type: none"> · 과학자의 탐구 과정에 대한 존경 · 과학이 일상생활에 미치는 긍정적 영향 인식 · 인간의 노력에 의한 과학 기술의 발전 이해 	· 존중	<ul style="list-style-type: none"> · 공동체 지향의 역할 책임 	
<ul style="list-style-type: none"> · 공식적 말하기 대한 두려움 해소 및 발표력 신장 · 다른 과학 활동 참여에 대한 긍정적 의지 · 자신도 과학자가 될 수 있다는 가능성 인식 · 지식 면에서의 성장에 대한 자신감 · 가르치는 과정에서 느껴지는 보람 · 노력의 결과로서의 성공적 수업 실행 · 힘들었던 정도에 비례하는 뿌듯함 · 다양한 과학 지식을 알아가는 기쁨 	· 긍정	<ul style="list-style-type: none"> · 동료 상호간 배려 · 교사 및 학습자 역할 경험을 통한 공감 · 과제 책임으로 인한 자율성 	

과학 개념을 전달하고자 실수를바로 잡는 과정에서 발견되었다. 학생 교사로서 경험하는 목적성이 강한 교수라는 행위는 학생들의 학습에 대해 강한 동기 부여가 된다(Kim, 2012). 중학생들은 과학 수업을 준비하면서 교사로서의 역할 책임과 행위 책임을 인식했으며 과학 수업 실행 시 발생한 학습 내용 및 탐구 방법의 오류에 대해서는 자신의 실수를 정직하게 인정하고 이를 수정하여 다시 안내했다.

‘공동체 지향의 역할 책임’은 협력, 책임 요소와 긴밀한 관련이 있다. 팀 기반의 다양한 탐구 활동과 과학 수업 실행에서 팀원 모두의 성공적 수업 실행이라는 목표 달성을 위해 협력했다. 팀원 모두 구성원으로서의 역할을 인식하고 책임 있게 수행함으로써 적극적 협력이 이루어졌다. 동료와 협력하는 과정을 통해 이루어지는 과학 교육 활동은 자신의 학습과 행동에 대한 책임감을 증진시키며 사회성 발달에 도움을 준다(Berkowitz & Simmons, 2003). ‘과학 학습 경험 기반의 공감적 배려’는 상대적으로 과학 학습 경험이 풍부한 중학생들이 여러 측면에서 초등학생을 배려하는 것으로, 공감과 배려 요소가 선후 관계에 놓여 있다. 중학생 각자가 경험한 과학 학습 경험은 다른 교과의 학습 경험과 분명 다르다. 중학생들은 초등학생과 중학생으로서의 다양한 과학 수업을 경험했고 동료들의 수업 시연에 청취자로서 참여했기 때문에 과학 학습자로서의 초등학생의 입장을 공감할 수 있었다. 이를 바탕으로 초등학생의 눈높이와 흥미를 고려한 스토리 및 캐릭터를 구성하고, 과학 탐구 활동을 선정하는 배려의 모습을 보여주었다.

‘탐구 방법의 합리성 증진을 위한 협력’은 초등학생들이 경험하게 될 탐구 방법의 신뢰성을 확보해 나가는 과정에서 교사, 동료와 지속적으로 협력하여 소통함을 의미하며, 협력과 소통 요소의 특성이 복합적으로 나타난다. ‘과제 책임으로 인한 자율성’의 책임과 자율 요소 또한 선후 관계를 가진다. 학생들은 과학 수업이라는 자신이 선택한 최종 과제에 대한 책임을 바탕으로 본 프로그램에 끝까지 참여했다. 타인이 대신해 줄 수 없는 ‘수업’이라는 과제의 특성으로 인해 준비 과정의 여러 단계에서 수업 완성도를 높이기 위한 자율적 참여 태도

를 확인할 수 있었으며, 만족스러운 과제 수행을 위해 자신의 행동과 정서를 자발적으로 관리하는 모습도 나타났다.

Figure 2에서 제시한 16개의 구체적 인성 요소 중 다음의 8개의 요소는 과학 학습 상황에서 중점적으로 함양 가능한 요소들이다. ‘과학 지식 구조의 위계성으로 인한 가르침 행위예의 책임’은 위계적 과학 지식 구조의 특성을 전제하므로 과학 교과 학습을 통해 풍부히 함양될 수 있다. 학생들은 과학사를 통해 과학의 발달 과정에서 인간의 노력을 이해하고 일상생활에서 과학 기술의 혜택을 누리는 것로부터 과학의 유용적 가치를 인식했다. 따라서 국가와 시대를 초월한 ‘인간의 과학적 노력에 대한 긍정적 인식’은 과학 학습 상황에서 매우 강하게 드러날 수 있는 과학 고유의 특성이다. 과학자를 업적만으로 인식하는 것을 넘어 연구 과정에서 드러나는 과학자의 자질과 속성에 대해 학생들이 느낀 존경심은 ‘연구에 대한 과학자의 태도 존중’이라는 과학 교과 특성이 강조된 학습 상황에서 드러난 구체적 인성 요소로 분류했다. 과학자의 삶과 연구 과정의 조명을 통해 발견한 과학자의 특성과 이에 대한 존중은 과학 학습을 통해 특히 함양 가능하다. ‘앞으로의 과학 탐구 참여에 대한 자신감’은 자신과 주변의 모든 것을 통해 과학적 의문을 생성할 수 있음을 인식하여 자신도 과학자가 될 수 있다고 느끼는 정서로 과학 학습을 통해 분명히 드러난다.

중학생들의 과학 교과 특성이 반영되는 과학 학습자로서의 경험과 이를 기반으로 한 초등학생들에 대한 공감을 바탕으로 과학 수업을 설계했다는 측면에서 ‘과학 학습 경험 기반의 공감적 배려’ 또한 과학 학습 상황에서 뚜렷하게 드러날 수 있는 구체적 인성 요소로 해석했다. 새로운 탐구 활동에의 도전 과정에서 발견할 수 있었던 ‘시행착오 과정에서의 끈기’도 과학적 요소가 강하게 드러나는 학습 상황에서 드러난 구체적 인성 요소다. 초등학생들이 경험하는 탐구 방법의 신뢰성 확보를 위한 토의와 같은 사회적 상호작용은 과학의 특성 중 하나인 합리성 증진을 위해 이루어졌다. 따라서 ‘탐구 방법의 합리성 증진을 위한 협력’ 또한 과학 교과 학습 상황에서 강하게 나타나는

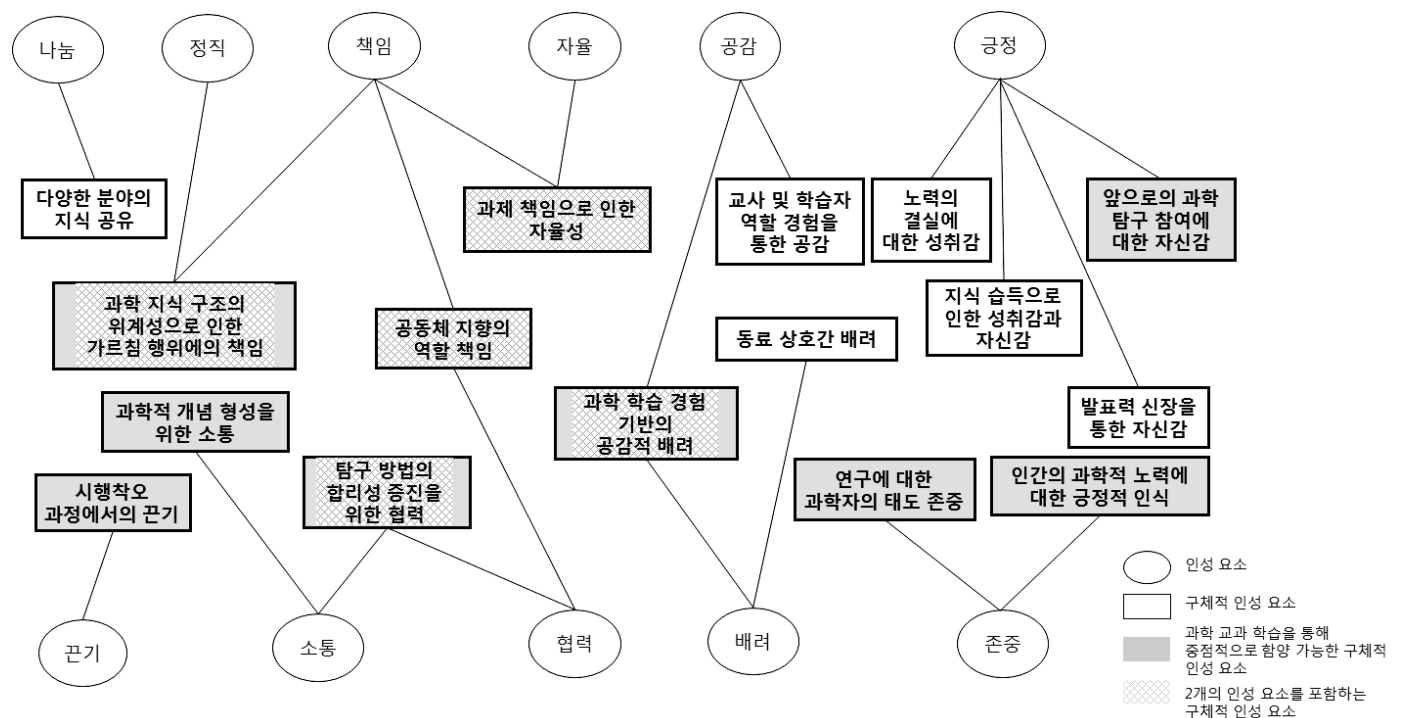


Figure 2. Specific character elements appeared in various science learning situations

Table 6. Specific character elements that can be emphasized through science learning and related learning situations

과학 교과 학습을 통해 중점적으로 함양 가능한 구체적 인성 요소	관련 학습 상황
· 과학 지식 구조의 위계성으로 인한 가르침 행위예의 책임	· 교사의 책무성과 과학 지식의 영향에 대한 수업 반성 · 자신의 수업 관련 과학 지식의 정확성 확보와 풍부성 강화 · 수업 중 과학 지식 및 탐구 방법의 오류 수정
· 과학적 개념 형성을 위한 소통	· 과학 지식 추론
· 인간의 과학적 노력에 대한 긍정적 인식	· 과학 발달 과정 탐색 · 일상생활 속의 과학 발견
· 연구에 대한 과학자의 태도 존중	· 과학자의 연구 과정 조명
· 앞으로의 과학 탐구 참여에 대한 자신감	
· 과학 학습 경험 기반의 공감적 배려	· 학습자 중심의 탐구 활동 선택 · 모형 기반의 스토리텔링 활용
· 시행착오 과정에서의 끈기	· 새로운 탐구 활동에의 도전
· 탐구 방법의 합리성 증진을 위한 협력	· 탐구 방법의 신뢰성 구현을 위한 토의

구체적 인성 요소로 해석했다. 과학 교과 학습을 통해 중점적으로 함양 가능한 구체적 인성 요소와 관련 학습 상황과의 관계는 Table 6과 같다.

1. 과학 지식 구조의 위계성으로 인한 가르침 행위예의 책임

본 프로그램은 초등학교 동생들을 대상으로 과학 수업을 준비하고 실행하는 것으로 계획되었다. 이로 인해 중학생들은 자신 및 팀 전체의 수업에 대해 예상되는 동생들의 반응을 고려하는 동시에 수업에 대한 책임을 인식하고 이를 실천하고자 노력했다. 본 활동에 참여한 중학생들의 교수 내용에 대한 교사로서의 역할 책임은 과학 지식의 특성으로 인하여 과학 교과를 가르치는 과정에서의 행위 책임과 밀접한 관련이 있다. 세부 분야와 무관하게 대부분의 과학 지식은 사실, 개념, 법칙, 이론, 가설 등이 포함되며, 이러한 요소들이 결합된 과학 지식은 구조적 전체를 이루고 있다(Song, 2016). 과학 지식으로 구성된 과학 학습 내용은 학년이 올라갈수록 누가적·위계적 구조로 제시되어 있다. 과학 교과는 각 학년에서 다루어지는 개념들이 유기적으로 연결되어 있어 전 단계 학습을 토대로 다음 단계의 학습이 이루어져야 하는 경우가 많다(Kim, 2014). 과학 교육 체계와 기준에서 이전 수업 내용을 학습했다는 것은 당연한 전제이므로, 특정 학년이나 학년 군에 해당하는 과학 지식이 빠지게 되면 이는 학생들이 핵심 아이디어를 이해하는 데 영향을 미치고, 이후 학년에서 가르칠 교사에게 추가적 부담이 된다(NGSS, 2013/2016). 하위 학교급에서 학습한 과학 지식은 상위 학교급에서의 학습 과정과 결과에 대해 중요한 영향을 끼치는 과학 지식의 특성상 지식의 영향으로 인한 가르침 행위의 책임은 과학 교과를 가르치는 과정에서 특히 강조될 수 있다.

SE는 에볼라 바이러스에 대한 수업을 준비하고 관련 자료를 탐색하면서 지속적으로 전염병이라는 개념에 노출되었고, 전염병이 곧 바이러스라는 생각을 하게 되면서 자신의 생각에 대한 사실 여부를 확인했다. 수업을 듣게 될 초등학교생들에게 의미 있는 단서를 제시하기 위해서는 바이러스와 혼동할 수 있는 과학 개념들에 대한 정확한 이해가 필요했기 때문이다. SE는 멘토 교사와의 대화를 통해 전염병, 바이러스, 세균의 개념과 상호 관계를 확인했다.

SE: 선생님, 전염병이란 바이러스랑 다른 거예요? 똑같은 거죠?

MT: 전염병이 바이러스에 의해 생길 수도 있고 세균에 의해 생길 수도

있고. 전염병은 전염이 되는 병이고 원인은 여러 가지가 있을 수 있는 거지. 똑같다고 할 수 없죠. 개념이 다른 거야.

SE: 그럼 에볼라는 바이러스잖아요. 그럼 바이러스가 전염이 되는 형식의 것이더라는 게 힌트 아닌가요?

MT: 음. 전염병에 대해 좀 더 찾아봐. 전염병은 무엇으로 인해 퍼지는 것? 이런 거야. 병에도 전염되는 게 있고 아닌 게 있어.

SE: 그러니까 전염병이 세균이나 바이러스로 인한 게 다 포함되는 건데 그 전염병 중에 바이러스의 일종이라고 하면은...

MT: 바이러스로 감염되는 거지.

SE: 아.

(수업 관찰-150912)

SC는 자신이 공부한 것에 그치지 않고 그것을 동생들에게 알려주는 상호적 활동이 예정되어 있었기 때문에 수업 준비를 위해 노력하는 과정에서 좀 더 적극적으로 지식을 습득할 수 있었다고 밝혔다.

SC: 내가 아는 것에 그치지 않고 동생들에게 수업하려고 더 찾아보고 공부하면서 내가 몰랐던 것도 알게 되고, 알려주면서 더 알게 된 것 같다. 수업을 받았던 아이들이 작은 것이라도 과학에 대한 지식을 알았을 것 같다.

(사후 조사-141108)

더 나아가 중학생들은 과학 수업을 통해 초등학교생들이 습득하게 되는 과학 지식에 오류가 있을 경우 발생 가능한 여러 부정적 영향에 대해 책임감을 느꼈다. 이는 자신의 행위 또는 행위 결과에 대한 책임으로, 수업을 듣는 초등학교생들이 잘못된 과학 지식을 가질 경우 나중에 그 사실을 알게 되었을 때 정서적으로는 자신들을 원망하거나 배신감, 창피함을 느낄 수 있다고 보았다. 인지적으로는 과학 지식 체계에 혼동이 오거나 시험을 볼 때 문제가 생길 수도 있으며, 제3자에게도 잘못된 지식의 피해가 나타날 수 있다고 인식했다.

MT: 왜 준비한 수업 내용을 계속 수정해 나가야 되죠?

SB: 제가 잘못 안 거를 애들한테 가르쳐주다가 애들이 집에 가서 진짜 이런가? 하고 찾아보다가 제가 말한 답이 틀렸으면 애들이 되게 막 잘못 알고 있던, 잘못 알.. 뭐라 하지? 저를 또 욕하겠죠.

MT: 그렇게 잘못되면 애들이 (SB를) 원망도 하겠지만, 또 어떤 영향도 줄까?

SB: 과학 세계에서 뭔가가 틀어지겠죠.

MT: 과학 세계에서 틀어진다, 그렇구나. 크게는 과학 세계에 혼동을 주는 거고.

SB: 수능.

MT: 수능 시험 볼 때? 음. 오개념을 가질 수도 있고.

SB: (배운 내용에 대해 누군가에게) 말을 하다가 2차 피해가.

MT: 아, 2차 피해가 발생할 수도 있고.

(사후 면담-151205)

수업 실행 중에는 탐구 방법 제시 및 결과의 제시에서 발생한 자신의 실수를 솔직하게 인정하고 이를 바로 수정하려고 노력했다. 수업을 위해 긴 시간 동안 준비했음에도 불구하고 교수자가 지나치게 긴장하거나 예상하지 못한 상황으로 인하여 실수가 발생할 수 있다. 이 때 교수자의 권위만을 중요하게 생각하는 경우, 실수가 있어도 스스로 인정하지 않고 자신의 의견이 옳다고 주장하거나 실수 자체를 회피하고 넘어가기도 한다. 수업 실행 과정에서 SH와 SJ는 본인의 실수를 정직하게 인정하고 이를 바로잡았다. SH는 동물의 분류 수업에서 동물 카드를 이용하여 정리하는 단계에서 오랑우탄아과와 사람 아과를 잘못 분류하여 알려주게 되었다. 수업 중 스스로 잘못된 부분이 있음을 알아차렸고, 수업이 끝나기 전 초등학교생들에게 바르게 안내할 수 있었다. SJ 또한 만유인력의 특성을 유추해 볼 수 있는 실험 중 일부 모듈에서 자신이 계획한 것과 다르게 진행하고 있다는 것을 발견한 후 자신이 실험 방법을 정확하게 설명하지 못한 것을 인정하고 바로 수정하여 안내했다.

책임 요소와 관련된 기존 연구에서는 SSI 프로그램에서의 과학 기술의 발달로 인한 환경 및 사회·윤리적 문제 해결에 대한 책임(Lee *et al.*, 2013; Zeidler & Kahn, 2014; Zeidler, Berkowitz & Bennett, 2014; Kim, 2014), 생명 및 환경 프로그램의 인간과 동·식물 등에 대한 책임을 전제로 한 보살핌(Park, 1999; Kim, 2004; Lee, 2011; Shin & Lee, 2012; Castano, 2012), 협력 활동 시 자신의 역할에 대한 책임 완수의 중요성에 대한 인식(Kwon & Nam, 2017; Cho *et al.*, 2017)에 대해 제시했다. 본 연구에서는 과학 지식 구조의 위계성으로 인한 가르침 행위에서의 책임이 발견되었다. 이는 위계성이 뚜렷한 과학 지식 구조의 특성이 가르침이라는 행위에 반영되었기 때문이라고 볼 수 있다. 대부분의 중학생들은 자신들이 가르치게 될 내용을 지속적으로 수정·보완하고 자신이 제대로 많이 알기 위해 노력해야 한다고 답했으며 교과서, 과학 도서, 교사 등 신뢰할 만한 출처에서 획득한 “정확한” 과학 지식을 가르쳐야 한다고 생각했다. 자신이 가르친 과학 지식이 초등학교생들의 선개념이 될 수 있고, 이것이 지속적으로 영향을 줄 수 있기 때문에 다양한 학습 상황에서 발생할 수 있는 부정적 영향을 최소화하기 위한 책임이 교사로서의 역할을 수행한 자신에게 있다고 인식했다.

2. 과학적 개념 형성을 위한 소통

한 번 획득된 개념은 항상 변하지 않고 고정되는 것이 아니라 학생들이 처한 맥락에 따라 달라질 수 있으며, 이것은 주체에 의해 학생들의 개념 변화를 이룰 수 있음을 의미한다(Kim, 2016). 서로 다른 배경과 관심사를 가진 중학생들도 교사, 친구와의 적극적 소통을 통해 과학적 개념으로 수정하는 동시에 새로운 과학 지식을 습득했다. 자신이 인식하고 있는 기정 사실이나 전제에 의거하여 추측하는 것을

추론이라고 하는데(Han, 2005), 타인의 의견이 제시됨으로써 개인의 추론이 영향을 받게 되면 이 과정은 언어적 상호 작용을 통해 사회적 행동으로 전환된다(Kim & Yoon, 2016). 특히 갈등 관계의 아이디어가 생겨나게 되면 문제 해결을 계속하기 위해 학생들 간에 이루어지는 의사소통과 상호작용은 더욱 중요해진다(Kim & Yoon, 2016). 이 과정에서 실증적이고 논리적인 근거를 기반으로 상대방의 주장을 반박하며 동시에 자신의 주장을 설득시키면서 과학적 사실에 접근하기도 한다. SE의 수업 시연 중, 수업 시연자인 SE의 주장에 대해 청취자인 SB와 SD가 반박하는 의견을 내놓는 구조로 대화가 이루어지는 과정에서 세 명의 구성원들은 능동적으로 상호작용하면서 에볼라 바이러스 예방을 위해 실질적으로 어떤 조치를 취할 수 있을지에 대해 활발히 논의했다. 이들은 에볼라 바이러스의 특징에 대한 의견을 근거로 전염을 최소화 할 수 있는 예방법에 대한 판단을 이끌어냈다.

SE: 우리가 에볼라를 물리치기 전에 예방법을 알아야겠죠? 예방법에는 뭐가 있을까요?

SD: 아! 격리 조치를 해요.

SE: 그런데 격리를 하는 것도 약간 한계가 있어요.

SD: 왜요? 메르스는 격리했잖아요.

SB: 왜? 이걸 서로 체액이 닿지만 않으면 되잖아.

SD: 자기 혼자 기침하면, 어차피 옷 같은 것을 입으면 방어해 주는 거, 하얀색 같은 거.

SB: 마스크 같은 거.

SE: 그런데 그런 거 저런 걸로 다 가린다고 하는데. 니들 말하는 거 그거 아냐? 그 옷 입는 거.

SB: 격리를 해 놓는다고 아예, 딱 데로.

SD: 밥 주러 들어갈 때는 그걸 입고 들어가서 밥 주고, 나오고,

SE: 그런데 이게 잠복기라는 게 있어, 잠복기. 자, 처음에 걸린 사람이 있다고 치자, 그런데 그 전에 그 사람이 걸렸는지 안 걸렸는지 모르잖아. 잠복 기간이라는 게 있는데.

SB: 잠복기가 몇 일부터 몇 일까지인데?

SE: 아... (잘 모르겠다는 듯이) 애들이 이렇게 깊게 파고들 줄은 몰랐네.

SB: 그러면 체액을 뽑아서 보면 에볼라가 보일 거 아냐.

SE: 그런데 걸렸는지 안 걸렸는지 어떻게 알아?

SD: 그러면 증상을 보이겠지.

SB: 맞아.

SE: 잠복기라는 게 있다니까. (병에) 걸렸어, 그렇다고 바로 구토하고 설사하지는 않아.

SB: 아니, 구토보다 먼저 감기 증상이 있다고 했으니까 그러면 격리시키면 되지.

SD: 그런 비슷한 증상이 보이면 미리 일단, 딱 데로 가도록 해야지.

SE: 애들아, 현실적으로 생각을 해봐. 많은 사람들 중에 한 명이 걸렸어. 첫번째 감염자가. 그런데 그 사람이 걸리자마자 바로 찾을 수 있어? 아이들: (3초간 침묵) 그런 증상을 나타내는 사람을 찾아야지.

SE: 그 증상을? 봐봐, (병에 걸린 사람이) 병원에 가지 않는 이상 모르잖아.

SB: 우리가 가야지!

SD: 그 사람이 와야지. 뉴스에 알리는 거야.

SB: 아니면 그 나라를 다 격리시키든가.

SD: 안되면 어떤 지역이라고 알려줘야지.

(수업 관찰-151017)

SE의 수업 시연 중 제기된 문제에 대해 적극적으로 의사소통하게 된 세 명의 학생들은 사회적 과정을 통해 과학 지식을 추론해 나갔다. 이러한 추론 활동은 수업 시연이라는 계획적 학습 상황에서 자연스럽게 도출된 의문의 해결을 위해 이루어졌다. 이 과정에서 다양한 근거를 바탕으로 자신의 주장을 견고하게 하기도 하고, 비슷한 의견을 가진 친구의 지원으로 주장이 강화되기도 했다. 학생들은 타인의 의견을 존중하면서도 논리적으로 반박하면서 문제를 해결해 나갔고, 일부는 추론 후 새로운 과학 지식을 습득했다.

과학적 문제 해결 과정과 결과를 공동체 내에서 공유 및 발전시키기 위해 자신의 생각을 주장하고 타인의 생각을 이해하며 조정하는 것을 과학적 의사소통 능력이라고 할 수 있다(MOE, 2015b). Kwon & Nam(2017)과 Cho *et al.*(2018)의 연구에서 논의기반 탐구 수업 및 협력적 문제해결 과정에서 구성원들과의 소통을 통해 모둠의 문제해결을 이끌어 나가면서 소통 역량의 향상이 나타난 것과 유사하게 본 프로그램의 진행 과정에서도 공동 사고 활동을 기반으로 탐구 방법을 구상하고 과학적 의문을 해결해 나가면서 과학적 의사소통이 활발하게 이루어졌다. 중학생들은 사회적 과정을 통해 개인이 가지고 있었던 주관 개념의 오류에 빠지지 않고 자신의 과학 지식 구조를 재구성했다. 이러한 소통은 SD에게 “대화를 하면서 더욱 쉽게 과학에 다가갈 수 있는” 기회를 마련해주기도 했으며, SE에게는 “소통을 하면서 지식 공유와 친목을 다지고, 서로에게 부족한 점을 보충하고 지적하는” 과정으로 다가왔다. 이 과정에서 자신의 의견이 존중받는 것을 확인하고 그 의견이 친구에게 도움을 줄 수 있다는 성과를 직접 체험했다. 팀원 상호 간의 신뢰와 존중을 바탕으로 한 소통의 경험은 단계적으로 이어지는 이후 활동에도 긍정적 영향을 주었다.

3. 인간의 과학적 노력에 대한 긍정적 인식

학생들은 과학 개념이 일상생활과 사회에 어떻게 적용되는지 항상 깨닫지는 못하지만 그 관련성을 인식할 때 과학적 발견들의 가치를 인정하기 시작한다(Hammerman & Musial, 2008). SF는 과학 수업을 준비하면서 로켓 발사와 같이 평소에 흔하게 생각했던 것에도 뉴턴의 운동 법칙과 같은 여러 가지 과학 지식들이 연관돼 있고, 일상생활에서도 과학이 많이 사용되는 걸 알게 되었다고 말했다. SJ도 어떤 물체가 떨어져도 단순히 “위에 있으니까 떨어지겠다”라고 여겼으나 관련 과학 원리를 알게 된 후에는 물체가 아래로 떨어지는 이유가 만유인력 때문이라는 근거를 생각할 수 있게 되었으며 만약 뉴턴이 만유인력을 발견하지 못했다면 사람들은 지금까지도 물체가 떨어지는 이유를 알 수 없을 수 있다고 보았다. 2차년도에 구성된 과학 탐험팀은 과학사를 수업 소재로 활용하면서 과학자의 연구 과정이나 영향력 있는 업적과 실험을 학습 주제에 통합시키거나 과학자의 전기와 특정 일화를 첨가하는 방식으로 수업을 구성했다. 과학사는 과학의 주제와 과학 내의 학문 분야뿐만 아니라 다른 과목의 학문들과 연결시키며, 인간이 이룬 과학적 성취의 통합적이고 상호 의존적 면을 드러낸다(Matthews, 2014). 과학의 역사를 살펴보면, 여러 세대를 이어가는 과학자들의 꾸준한 실험과 연구를 바탕으로 발견된 과학 지식과 새로운 시대를 여는 결정적 실험들이 있으며, 학생들은 이러한 역사적 실험을 체험함으로써 과학이 자연 현상을 설명하려는 인간 노력의 산물이라는 과학의 본성을 인식한다(MOE, 2015b).

SI는 갈릴레이와 망원경 발달의 역사에 관한 자료를 수집하면서 망원경의 원리를 간단하게 탐구할 수 있는 활동을 고안했다. 이 과정에서 수세기에 걸친 지식의 점진적 축적의 결과 현재 망원경으로 “더 넓은 우주를 볼 수 있으며”, 역사적으로 많은 사람들이 과학 발달에 공헌하고 있음을 인식해 나갔다.

MT: ‘망원경이 상당히 짧은 기간에 굉장히 많이 발전했다’ 이렇게 적어줬는데 그런 과정이 있었기 때문에, 그런 면에서 과학 기술의 발달의 의미가 있다면 뭐가 있을까?

SI: 한 사람이 혼자서 처음부터 끝까지 만드는 게 아니라서. (여러 시대에, 여러 사람이 만들어왔기 때문에) 좀 더 빠르지 않았을까, 다양한 것도 나오고요.

(사후 면담-151205)

또한 후대의 다른 과학자에 의해 시야가 좁고 배율이 높지 않은 갈릴레이 망원경의 단점을 보완하기 위한 노력이 이루어졌던 사실도 알아나갔다. 이 때 SI는 새롭게 발명된 케플러식 망원경도 성능은 강화되었으나 불편한 점 또한 있다는 것을 친구들이 직접 체험하게 함으로써 앞으로 다른 망원경이 개발될 수 있음을 암시하기도 했다.

SI: 갈릴레이식 망원경은 가장 먼저 체계화된 망원경입니다. 갈릴레이가 1609년에 만들었으며 볼록렌즈 하나와 오목렌즈 하나로 이루어져 있고 물체가 거꾸로 맺히지 않는다는 장점이 있지만 멀리까지 볼 수 없는 단점이 있습니다. 이것을 보완하려고 만든 게 케플러식 망원경입니다. (중략) 케플러식 망원경은 갈릴레이식 망원경보다 59년 후에 개발되었고, 시야가 넓은 장점이 있으나 물체가 거꾸로 보인다는 단점이 있습니다. 여러분 잠시 일어나서 고개를 이렇게(시범을 보임) 거꾸로 해 보십시오.

아이들: (힘들다는 소리를 내며 거꾸로 보는 것을 조금 힘들어한다.)

SI: 네, 어려우실 겁니다. (아이들이 모두 웃자) 다시 앉아주세요.

SH: 이게 뭐야, 이거 왜 하는 거야?

SI: 케플러식 망원경으로 보면 세상이 이렇게 거꾸로 보여서 관측하는데 어려운 상황이 생기게 됩니다.

SH: 아.

(수업 관찰-151115)

지동설을 뒷받침하는 코페르니쿠스의 천구의 회전에 관한 주장과 브라헤의 실증적 관측 이후, 망원경을 이용한 갈릴레이의 천체 관측은 아리스토텔레스 우주관의 종말을 가져오게 된다. 동시에 인류 문화와 인간 이해에 대한 관점의 변화도 가져왔다. SI의 수업 내용에 포함된 천문학의 역사적 사실과 관련하여 중학생들은 지동설을 지지한 갈릴레이가 종교 재판에 회부되는 사례를 통해 과학 지식의 사회적 특성에 대해 생각해 보는 기회를 가질 수 있었다. 이를 바탕으로 특정한 과학적 발견이 당대에는 인정받지 못했을지라도 인간의 노력과 집념을 통한 공헌으로 과학 지식이 발달될 수 있음을 발견했다.

SI: 갈릴레이는 지동설, 즉 지구가 돈다는 결심을 가지게 되고 그것으로 인해 잡혀가서 종교 재판을 당하여 가택 연금 즉, 평생 집에서 갇혀 나오지 못하는 형벌을 받게 되고 결국 집에서 죽음을 맞이합니다.

SD, SE: 우어...

SB: 비극적이네.

SH: 지구가 도는 데 왜 잡혀갔어?

SI: 그 당시에는 그게 이단적인 생각이었기 때문에.
 SF: (내가) 알려줄까? 지구가 태양계의 중심이라고 하는 그것 때문에.
 (그 때에는) 지구가 태양 주위를 돈다고 하는 게 말이 안 되니까.
 SH: 아.
 SI: (발표를 이어감.) 갈릴레이의 발견은 그 당시에 쓸모없는 발견으로 취급당했지만, 사실은 현대 과학에 매우 한 획을 그은 매우 놀라운 발견이었습니다.

(수업 관찰-151115)

SE는 과거의 과학자의 연구 결과를 토대로 후대의 과학자들이 연구를 이어나가는 것을 일종의 ‘지식 공유’로 보았다. 이와 유사한 관점에서 SJ는 누적된 과학 지식을 바탕으로 좀 더 수월하게 아이디어를 생성했던 아인슈타인의 사례를 통해 이전 연구 결과에 이어 새로운 연구가 진행될 수 있다고 말했다. 기존의 과학 지식이나 관련 선행 연구에 대한 분석으로 출발하는 과학자의 연구 수행 과정의 특성으로 인해 어떤 과학자도 다른 과학자들의 연구 결과에 바탕을 두지 않을 수 없으므로, 과학 연구는 필연적으로 사회 속에서 진행되는 의도적 활동이라고 할 수 있다(Noh & Kang, 2014). 과학에서의 지식은 분산되어 존재하며, 개별 참여자는 진리에 도달하는 과정에서 하나의 역할을 수행하게 되므로, 개인적으로 고립되어서는 전체로서의 진리에 도달할 수 없다는 것이 과학사로부터 얻을 수 있는 교훈이다(Han, 2005). 중학생들은 과학사를 소재로 수업을 준비하면서 인간의 노력과 그로 인한 과학적 발견 및 발명, 시대와 나라를 뛰어넘는 지식의 공유 과정을 이해했다. 이를 통해 인간이 상호 의존하는 과정에서 과학이 발달해왔고, 당대에는 지식의 가치를 인정받지 못했던 상황에서도 과학과 관련된 사람들의 노력이 있어 왔기 때문에 현재의 우리는 그러한 노력을 해야 하는 수고를 덜 수 있다고 보았다.

또한 과학 탐험팀의 학생들은 과학사로부터 생활의 편리함이라는 과학과 기술의 유용성을 인식했다. 과학의 발달에 따른 불편함의 개선이 일종의 혜택이라고 보았다. 특히 SD와 SH는 모두 과학 기술의 발달로 인한 편리함을 인터넷을 통한 정보 검색에 비유하여 설명했다.

MT: 몸의 다양한 현상을 체온이든 맥박이든, 또 혈압, 그런 현상들 측정하는 게 무슨 의미가 있는 것 같아?
 SD: 의료 기술을 발전시킬 수 있고, 사람들이 그렇게 불편한 게 있으면 과학이 시작된다고 말하잖아요, 그것처럼 불편한 것도 편리하게 만들 수 있는 것 같아요. 그런 걸 연구하면.
 MT: 불편한 게 뭐 있지?
 SD: 사용하면서 불편한 거 같은. 일상생활 속에서. 아마 체온계도 너무 커서 들고 다니지 못하니까 그것도 작게 만든.
 MT: 좀 더 편하게 해주는 게 있지. 그런 것을 어떤 것으로 비유할 수 있을까?
 SD: 아! 전자 사전.
 MT: 전자 사전?
 SD: 그것도 원래 (단어를) 책에서 찾아야 되는데 단어 치면 딱 나오잖아요. 아니면 컴퓨터? 모르는 거 있으면 그 장소를 찾아가서 사전 답사랑 다 해야 되잖아요. 그런데 요즘엔 검색해보면 다 나오니까.
 (사후 면담-151205)

통제된 상황 속에서의 실험과 실증적이고 객관적인 추론에 의해 결론을 도출하는 과학의 특성은 대부분의 사람들에게 과학은 어려우며 자신과는 거리가 먼 것이라는 인식을 갖게 한다. 이러한 인식은

과학이 전문가인 과학자들만이 공유하는 학문이라는 오해를 불러일으킨다. 그러나 누가 과학과 수학을 하든지 혹은 어떤 것을 발명하든지, 혹은 어디서 하든지 간에 결과적 지식과 기술은 궁극적으로 현재 세계의 많은 사람들이 이용할 수 있게 되었다(AAAS, 2013). 현대 사회에서는 이러한 과학과 기술의 영향력이 더욱 강조되고 있으며, 사회 발전과 혁신의 추동력으로 작용한다. 중학생들은 수업을 위해 탐구 활동을 진행하거나 과학의 발전 과정을 조사하면서 자신의 주변의 많은 것들이 과학과 관련이 있다는 것을 발견할 수 있었다. 이러한 과정에서 생활에서의 불편함과 사회적 문제 해결 관련 과학의 핵심 가치를 깨닫고 이에 대한 고마움을 느끼게 되었다고 할 수 있다.

4. 연구에 대한 과학자의 태도 존중

일부 교과서에 도입된 과학사가 과학자의 업적이나 실험, 가설 위주로 편성되어 있어 학생들의 개념 변화에 도움을 줄 수 있는 역사적 사례가 없거나(Kim, 2000), 과학 지식이나 과학적 발견을 단순하게 언급했다는 지적이 있어 왔다(Choi, 2004). 본 활동을 통해 중학생들은 자신이 선택한 과학자의 삶과 업적, 연구 과정에 대해 자세히 조사하면서 과학자들의 연구에 대한 노력 측면을 존중하게 되었음을 밝혔으며, 수업을 통해 자신이 과학자에 대해 느낀 점을 초등학생들과 나누었다. SE는 사후 면담에서 과학자의 연구 과정이 일반 사람들에게 줄 수 있는 의미에 대한 질문에 “사람들이 (연구) 과정을 잘 알지는 못하니까 현실적으로는 (연구) 결과를 더 중요시해서”라고 답변했다. SE는 세계보건기구의 에볼라 대응 책임자였던 피터 피오트 박사 본인의 건강이 위협받을 수 있음에도 전염병이 창궐한 지역에 직접 뛰어들어 에볼라 바이러스에 대해 연구했던 그 ‘과정’에 대해 존경을 표했다.

SE: 피터 피오트 박사님에 대한 제 개인적인 생각을 말씀드리자면 피터 피오트 박사님은 정말 자랑스러운 일을 하신 거라고 생각을 해요. 오직 혼자만의 힘으로 알아낸 것은 아니지만 그 병에 대해 연구하고, 알아보고 아직 미숙했을 때 그런 것들을 다 해냈다는 것도. 제가 아직 어린 학생으로서 존경스럽고 대단하다고 생각해요. 여러분들을 위해 이런 내용을 공부하면서 제일 기억에 남는 부분이 있다면. 에볼라라는 존재에 대한 내용과 박사님에 대한 내용을 알게 되고 지금 이 순간이 앞으로 가장 기억에 남을 것 같네요.
 (과학 수업-151114)

SD는 산토리오가 쉽게 실행하기 어려운 방법으로 30년 동안 자신의 몸무게의 변화를 잴 것이 열정적이고 끈기 있다고 생각했다. 수업을 마무리하는 단계에서 산토리오에 대한 초등학생들의 의견을 묻고 답하면서 이것이 명확하게 드러났다.

SD: 좀 거부감이 들 수도 있는데, 산토리오는 음식을 먹고 난 후 (대사 저울을 사용하여) 대소변도 측정을 했다고 해요. 이런 것에 대해 어떠한 생각이 들어요? 이 과학자의 연구에 대해서?
 학생3: 너무 더러운 것 같아요.
 학생5: 더러운데 좀 기발한 것 같아요.
 학생1: 대단하다.
 학생8: 힘들 것 같아요.
 학생9: 용기가 있기 때문에.

SD: 네, 용기가 있죠? 저는 30년 동안 자신의 연구에 열정을 보인 모습이 정말 끈기 있다고 생각해요.

(과학 수업-151114)

일반적으로 학생들이 과학자를 존경하는 이유 중 그 사람의 의지, 인내, 끈기 등을 드는 경우가 많다(Park, Jang, & Song, 1992). 마찬가지로 Lee(2006)의 연구에서도 과학적 업적 다음으로 정의적 특성인 열정, 인내/노력, 인격 등을 존경한다는 결과를 확인할 수 있다. 예비 과학자들은 과학자에게 윤리 의식, 포기하지 않는 노력과 끈기, 연구에의 몰입, 자연 현상에 대한 호기심이 필요하다고 보았다(Lee, 2008). 본 활동에 참여한 중학생들은 과학자와 과학자에 대한 자료를 탐색하고 과학자의 업적 관련 수업을 구상하면서 과학자들이 연구에 쏟는 노력과 열정, 의지와 같은 특성에 주목했다. 프로그램 참여 전과 후에 실시된 사전·사후 조사지 분석 결과 과학자에 대한 학생들의 관점은 Table 7과 같이 나타났다. 즉, 과학자의 모든 면을 존중하기보다는 주로 연구에 대한 태도를 언급했으며, 이는 과학자의 자질인 본질적 속성과 관련이 크다. 중학생들은 ‘~의 법칙’, ‘~의 이론’ 등 업적을 중심으로 과학자를 기억했던 것과는 달리, 과학자 소재의 수업을 준비하면서 과학자의 인간적 면을 탐색하거나 일부 연구를 간접적으로 경험했다. 그 결과 과학자의 삶과 연구 과정에서 발견한 특정한 속성을 자신이 본받을 만한 요소로 인정하고 이를 수업 실시 과정에서 초등학생들과 나누었다.

5. 앞으로의 과학 탐구 참여에 대한 자신감

SE는 활동을 모두 마치고 면담을 하던 중 과학자에 대해 “몰랐던 사실을 발견해 내도, 아주 똑똑하지 않아도, 과학자가 될 수 있다”고 생각하게 되었다고 답했다. 이전에는 과학자가 일반인보다 월등히 뛰어난 천재라고 생각했지만, 과학자의 연구 과정을 살펴보면 다양한 목적을 가지고 의문을 직접 해결해 나가는 것 자체가 과학자가 하는 일임을 인식하게 된 것이다. 학생들에게 탐구를 경험하도록 하면 주위의 현상이나 대상에 대해 합리적 관점을 갖게 되고 스스로 자신의 지식을 개발하게 되면서 과학은 과학자들만 하는 것이 아니라 자신도 할 수 있는 것으로 인식한다(Collette & Chiappetta, 1989; as

cited in Kim *et al.*, 2014). SD의 사후 조사지에서 “우리도 과학자가 될 수 있다”는 내용을 발견할 수 있었다. 이번 기회를 통해 어렵지만 한 주제가 아니라 자신이 탐구했던 체온계와 같이 일상생활과 가까운 것도 연구할 수 있으므로 자신도 “과학자가 될 수 있다”라는 생각을 하게 되었다고 답했다.

MT: 어떤 면에서 우리도 과학자가 될 수 있다고 썼어요?

SD: 그러니까 과학자는 자기가 연구한 거를 가서 발표를 하잖아요. 어려운 거 가지고 주제를. 그런데 꼭 그런 주제로만 안하고 우리도 쉬운 걸 가지고 연구해서 발표하는 그런 걸 (생각하고) 썼던 것 같아요. 굳이 어려운 주제로 안 하고도 이런 (어렵지 않은) 주제로도 (연구) 할 수 있죠?

MT: 그렇지. 탐구도 하고. 나도 할 수 있다는 생각을 하게 된 거네?

SD: (이전에는) 너무 멀리 있다고 생각했던 것 같아요.

(사후 면담-151205)

보조 교사는 중학생들이 과학자의 연구 과정을 고찰하면서 문제 인식과 해결 방법의 탐구 면에서 자신감을 습득할 수 있다고 보았다. 의미 있는 과학 수업 방법에 대해 고민했던 과정은 넓은 의미에서는 탐구라고 볼 수 있다고 답했다.

MT(A): 아이들이 이런 이론이나 설이 나오기 위해서는 과학자들이 이 러이러한 과정을 거쳤구나 라는 것을 과학사를 통해서 알았으니까, 나도 이제, 내가 어떤 것을 알고 싶다, 그러면 과학자들이 거쳐 왔던 과정을 비슷하게 밟는다면. 아, 이 과학자는 이러한 과정을 통해서 이거를 발견해 냈는데 이 과정이 나에게도 쓸모가 있겠구나, 나도 이런 식으로 하면 되겠구나 라는 것을 조금 알 수 있었던 것 같아요. 그리고 똑같이 밟아가는 거죠 어떻게 보면. (중략) 저는 과학자를 과학의 어떤 현상을 알고 싶어서 그걸 탐구하는 사람들은 다 과학자라고 생각을 하거든요. 좀 이상적으로 하면 그럴 거라고 생각해서 저는 아이들도 충분히 과학도로서 역할을 경험할 수 있는 기회가 아니었나 싶어요.

(보조 교사 면담-151226)

Table 7. Change participants' perspective toward scientists

학생	프로그램 참여 전	프로그램 참여 후
SB	· 정말, 되기 힘든 직업, 위대하네.	· 머리를 쥐어짜면서 이런 생각을 했구나. · 파라셀수스의 업적을 알 수 있었고, 아연은 그냥 저절로 현대에서 밝혀진 줄 알았는데 파라셀수스라는 사람이 밝혀냈다는 게 대단했다.
SD	· 하얀색 머리카락, 하얀 가운, 약품 등, 어려운 걸 연구하는 사람	· 산토리오라는 과학자가 30년 동안 몸무게의 변화를 쟀 게 자신의 연구에 열정적이고 끈기 있다고 생각한다.
SE	· 대부분 천재들이 모인 직업	· 무엇을 발견하고 만들며 과학 기술에 도움이 되는 사람
SF	· 새로운 과학적 사실을 발견하는 사람, 이상한 생각하는 사람	· 아무나 하는 것이 아니다. · 그(고다드)는 로켓만 연구하고 모든 것을 쏟아 부은 것이 대단하다.
SH	· 실험에 논문, 인류 발전을 보낸 사람	· 다양한 사회 활동과 우리 생활에 편리함에 기여 · 린네는 과학의 열정이 넘치고 멋있는 거 같다.
SJ	· 무언가를 만들어내는 사람	· 과학자는 이름만 알았었는데 과학자들도 더 많이 알게 되었고, 과학자들이 무엇을 발견, 발명했는지(업적)도 알게 되었다. 그리고 과학자 안에 여러 가지 물리학자, 생물학자가 따로 있는 것을 알게 되었다.
SK	· 실험이나 연구를 하는 사람	· 과학자는 이렇게 실험 하나를 힘들게 하는구나, 연구 하는데 많은 시간이 걸리는구나 등을 생각했다.

과학자들이 과학적 개념에 이르기까지 겪었던 다양한 경험에서 나타나는 논리적 과정을 알아보면서 학생들은 실제적 맥락 속에서의 과학적 사실들을 배울 수 있다. 또한 과학사를 통해 여러 시대의, 다양한 과학자의 시행착오를 학습하면서 과학의 발전이나 개념 변화에서 나타났던 역사적 난점들을 인식할 수 있다(Matthews, 2014). 이 과정에서 하나의 과학 개념이 수많은 시행착오 과정을 겪는 것을 통해 과학을 어려워했던 학생들이 과학 탐구에 대한 자신감을 가질 수 있다(Kwon et al., 2015). 학생들은 과학자의 연구 과정과 일상을 다룬 다큐멘터리를 통해 과학자도 좌절하며 감정기복을 겪는 평범한 사람임을 인식하기도 한다(Lee & Mun, 2018). 과학자의 연구 과정을 가시화한 학습 프로그램의 경우 참여 학생들의 과학진로를 보다 확고히 하는 등 긍정적인 영향을 주었다(Shin et al., 2010). Lee & Shin(2014)은 학생들이 과학자의 희로애락(喜怒哀樂)이 담긴 과학사 활용 교육에 참여하면서 과학자도 일반인과 다른 사람이 아님을 인식하며 나도 과학자가 될 수 있다는 자신감을 형성했다고 보았다. 본 연구에서는 과학자 또는 과학 교사로서의 탐구 활동 경험이 스스로도 과학자가 될 수 있다는 포부, 앞으로의 과학 탐구 활동과 과학 행사 참여에의 자신감으로 이어질 수 있음을 밝혔다. 중학생들은 과학자에 대한 관점 변화와 더불어 과학자도 또한 처음부터 현재의 과학적 지식을 완전하게 구성한 것이 아니라 이전 연구 결과를 바탕으로 치열한 탐구의 과정을 거친다는 것을 체혔다. 단기적 과학 체험 활동이나 과학 수업 중 이루어지는 10분 내외의 실험 활동과는 대조적으로 8개월 동안 탐구하며 참가한 본 프로그램의 특성이 앞으로의 과학 탐구에 대한 자신감 형성에 중요한 작용을 했다. 무엇보다 일상생활 속에서 쉽게 접하는 현상과 대상에서도 과학적 요소를 발견할 수 있음을 깨닫게 된 학생들은 과학 탐구 활동을 보다 가깝게 인식하게 되었다.

6. 과학 학습 경험 기반의 공감적 배려

본 활동에 참여한 중학생들은 과학 지식 자체에 대해 학생들이 체감하는 어려움과 이론 중심의 수업으로 인해 발생하는 과학 학습에 대한 부정적 인식을 지적했다. 지금까지의 과학 수업에 대해 대부분의 학생들이 “과학이 너무 지겹고 문제만 푼다, 의미는 잘 모르지만 암기만 한다, 실습이나 실험을 잘 안한다, 이론 수업을 주로 한다, 졸린다” 등과 같이 답했다. 초등학생들은 자신이 직접 활동에 참여하기를 원하며 호기심과 흥미를 유발하는 수업 소재에 긍정적 자극을 받는다. 훌륭한 교수자는 학생들의 문화에 대한 지식을 토대로 가르칠 내용을 학생들의 능력과 흥미에 연결시킨다. 학생들의 흥미와 문화적 배경을 고려한 교육 과정의 부분적 수정은 학생들의 행동을 긍정적이고 적극적인 방향으로 변화시킬 수 있다(Chiappetta & Koballa, 2015). 중학생들은 자신들의 초·중학교 과학 수업 경험을 바탕으로 교과서에 제시된 실험을 하지 않고 건너뛰었던 아쉬운 경험이나 재미있게 수행했던 활동을 떠올렸다. 이를 바탕으로 동생들이 활동적으로 참여할 수 있는 탐구 과정을 포함시키고자 했으며, 쉽고 재미있게 느낄 수 있는 요소들이 포함된 탐구 활동을 선택했다. 일상생활에서 쉽게 접하여 친숙하게 느낄 수 있는 대상을 활용하여 실험을 하거나 (SB) 학습자 스스로와 관련 있는 것을 바탕으로 탐구하고 구체적 활동 안내를 위해 동영상 제작하기도 했다(SC). 학생들이 직접 탐정이 되어 사건을 추적해 나가는 방식으로 수업을 전개하기도 하고(SE),

수업 중 교실에서 자유롭게 움직이고 협력하면서 탐구 결과를 활용하여 학습한 내용을 확인하는 기회를 마련하여 학생들의 집중도를 높이기도 했다(SI).

수업에 대한 몰입도 증진을 위해 1, 2차년도의 세 팀 모두 스토리텔링 기반의 과학 수업을 진행했으며, 팀 공통의 스토리를 만들 때도 자신의 관심 분야보다는 수업을 받는 학생들의 입장을 고려했다. 스토리텔링은 또한 학습에 대한 동기 부여와 학습을 용이하게 하는 잠재성이 있으며(Hadzigeorgiou, 2006), 상황 맥락적 구성을 통해 흥미, 긴장, 연민/동정 등의 다양한 정서를 촉발함으로써 주의를 집중시킨다. 중학생들은 자신과 초등학생들이 자주 접했던 과학 학습 만화와 영화, 책 등의 이야기를 바탕으로 ‘문제 발생-모험과 발견-문제 해결’의 구조를 기본 플롯으로 삼아 팀별 스토리를 구축했다. 스토리 기반의 과학 수업 자료에 대해 청취자인 초등학생들은 “재미있는 책을 읽으며 배우는 듯한 느낌이 들어서 좋았다”며 긍정적으로 반응했다.

중학생들이 초등학생들과 같은 학생이라는 공통점이 중요하게 작용했으며, 동료의 수업 시연 과정에서 학습자로서의 역할을 경험했기 때문에 전반적으로 학습자의 흥미와 배경 지식을 고려하면서 공감을 바탕으로 한 과학 수업 구성이 가능했다. 1차년도에 참여한 동생은 선생님과 하는 활동과 비교했을 때 “더 잘 이해가 된다. 같은 세대층이어서”라고 답변했다. 2차년도에도 다수의 초등학생들이 중학생들과 함께하는 수업에 대해 “우리와 말이 잘 통한다, 좀 더 친근하다, 같은 청소년이 가르쳐 주는 건 색달랐다”와 같은 인식을 드러냈다. 수업 참관 교사 또한 교사와 초등학생과의 사이에 비해 차이가 작은 학생들 간의 관계가 공감대 형성에 도움이 되었을 것이라고 보았다.

교사B: 선생님과 아이라는 차이의 갭(gap)보다는 형이나 누나와의 차이는 되게 짧잖아요, 선생님이 설명해주는 것 보다는 형이 하나까 미찬가지로 눈높이가 맞아서 재미있게 듣기도 하고, 참여하기도 하고, 학생 특유의 재치를 가지고 (수업을) 하더라고요. 초등학교 애들 입장에서도 약간 더 신선했던 것 같아요. 중학생 형님, 오빠들이 나에게 이렇게 해 준단니까. 그러한 신선한 점들로 인해서 더 집중력이 좋아지고, 학생끼리 공감할 수 있는(면이 있었던 것 같다).

(참관 교사 면담-141206)

보조 교사는 아이들이 ‘나’ 중심의 수업이 아닌 ‘타인’을 위한 수업을 구성하면서 다른 사람의 입장에서 서서 어떤 것이 도움이 될지, 어떤 영향을 미칠지 생각해 볼 수 있다고 답했다. 내가 아닌 초등학생들이 관심을 가질 만한 주제, 도움이 될 수 있는 학습 내용에 대해 생각해 보는 것 자체가 ‘배려’를 경험할 수 있는 기회가 되었다고 보았다.

MT(A): 그리고 남을 생각하는 능력도 약간 생기는 것 같아요. 무작정 주제를 고르는 게 아니라 이거를 내가 다른 사람한테 가르쳤을 때 그 사람한테는 어떤, 어떻게 도움이 될까? 이런 것까지 생각할 수 있게끔 하는데도 이런 수업이 도움이 많이 되었던 것 같고.

(보조 교사 면담-151226)

교사는 교실의 효율적 관리자로서의 역할을 넘어 다양한 배경과 특성을 가진 과학 학습자들을 배려하는 공동체 건설을 위한 협력자다(Chiappetta & Koballa, 2015). 중학생들은 그동안의 과학 학습자로서

의 경험과 협력자로서의 수업 리더라는 역할 인식을 바탕으로 초등학교 학생들의 과학 학습 상황을 고려하여 과학 탐구 활동을 설계했다. 이 과정에서 학습자인 초등학교 학생들을 수업의 중심에 두고 학습 동기를 증진시키는 동시에 학습 목표 달성을 위한 다양한 탐구 활동을 고안했다. 초등학교 학생들은 권위적 학습 환경과는 대비되는 친근한 분위기 속에서 과학 수업에 참여할 수 있었고, 중학생들의 노력과 열정에 대한 고마움을 드러냈다. 공감과 배려 요소는 주로 협력 기반의 모둠 활동 과정에서 다른 친구를 배려하고 상대방의 입장을 이해하고자 하는 노력에서 드러난다(Kwon & Nam, 2017; Cho *et al.*, 2017). SSI 교육 활동에서는 과학 기술의 혜택에서 소외되었거나 과학 기술의 발전으로 인해 나타나는 사회·윤리적 문제로 인해 어려움에 처해 있는 사람들 또는 피해를 입은 자연에 대한 공감과 배려가 확인되었다(Jang *et al.*, 2012; Lee, 2014; Kim, 2017). 본 연구에서는 과학을 가르치는 과정 면에서 중학생들이 학습자로서의 경험을 바탕으로 초등학교 학생을 공감하고 배려하는 모습을 보여주었다.

7. 시행착오 과정에서의 끈기

완성도 높은 마술 공연을 위해 과학 실험을 준비한 과학 열쇠팀의 활동에서는 시행착오를 통해 최적의 과학 마술 조건을 탐색하는 과정에서 학생들의 탐구 의지가 드러났다. SD는 ‘녹지 않는 눈’이라는 과학 마술을 준비했다. 일명 마법의 가루라고도 불리는 고흡수성 수지인 스노우파우더(인공눈)에 물을 부으면 물을 순식간에 흡수하면서 원래의 크기에 비해 많게는 100배 이상으로 팽창하게 된다. 이 물질은 촉감 면에서 눈과 매우 유사한 특징을 보이거나 온도가 올라가도 눈처럼 녹아 없어지는 않는다. SD는 스노우파우더가 갑자기 부풀어 눈처럼 변하는 현상을 보여주는 것에만 만족하지 않고, 좀 더 재미있고 풍부한 마술을 구성하기 위해 수업 실행 일까지 노력을 기울였다.

SG: (녹지 않는 눈이 시간이 지난 후 굳은 걸 보며) 이거 어떻게 다시 돌아와?

SD: 우리 그거 처음에 물 부었을 때부터 둔 건데 색깔이 점점 노래지는 것 같지 않나?

SG: 이거 한 번 쓰면요, 다시 안 돌아와요?

MT: 이거 영화 촬영할 때. 여름에 눈이 안 오죠? 그럴 때, 겨울의 눈을 만들어야 할 때 일시적으로 쓰는 거야. 다시 돌아오는지는.

SD: 얼마나 그걸 복구시키려고 노력했는데. 부질없는 짓이었구나.
(수업 관찰-140816)

SD는 녹지 않는 눈을 만들어 집으로 가져가서 물이 증발되면 원래의 가루 상태로 돌아올 것이라고 생각하고 2주 동안 변화가 있는지 관찰했다. 그러나 색깔이 약간 변하면서 부피가 줄어든 데다, 굳은 젤리처럼 딱딱해졌을 뿐 가루가 되지 않았다. 시간이 지난 후 원래의 가루로 다시 돌아오는 것도 마술과 함께 보여 주려고 했으나 예상과 다른 결과가 나타나자 영화촬영을 활용하여 또 다른 변화를 주고자 했다.

SD: (녹지 않는 눈 마술할 때) 아, 그 영화촬영도 있으면 괜찮을 것 같아요.

MT: 그래요?

SD: 그, 합치면(스노우파우더와 물) 원래 상태로 못 돌리잖아요. 그런데

영화촬영 붓고 이렇게 저어서 주면 분리된대요.

MT: 그래서 제설 작업할 때 영화촬영 뿌리잖아요.

SD: (감탄하며) 아, 괜찮다!

(수업 관찰-140913)

제설 작업에 쓰이는 영화촬영을 눈이 된 스노우파우더에 뿌리자 눈이 녹는 듯한 현상이 나타났다. 과학 열쇠팀은 SD의 실험에 함께 참여하며 현상을 관찰한다. 실제의 눈은 액체인 물로 상태가 변화하지만, 스노우파우더는 녹아내리면서 가루와 물이 분리되는 것이 확인되었다. 이후 미술사 선생님과 함께 한 수업에서는 팀원 중 과학 마술에 대한 준비가 가장 많이 된 SD가 시연을 진행했다. 영화촬영과 스노우파우더가 반응하는 것을 본 미술사 선생님은 가루가 부풀어 오르는 현상 이상의 것에 대해 탐구한 SD의 노력에 놀라기도 했다. 스노우파우더라는 물질과 부풀어 오름에 대한 이해를 확장할 수 있는 비슷한 예와 원리에 관한 추가 설명이 이어졌다.

SG: (미술사 앞에서 SD가 영화촬영을 부으며 젓자) 그, 영화촬영 쉽게 구할 수 있어요?

미술사: 동사무소에서도 구할 수 있어요. 영화촬영을 붓는 건 처음 봤어요. (중략) 저희 같은 경우는 약간 쇼 형식으로 먼저 마술을 진행을 해요. 그리고 PPT를 통해서 원리하고 관련된 개념을 설명해 주고 해요. 그리고 나와서 아이들도 조가 있죠? 그럼 비커 같은 데에 조별로 그만큼 준비를 해서 갖다 주고..., 내용은 저희가 하는 고흡수성 수지랑 비슷해요. 기저귀, 생리대랑, 그 다음에 핫팩이랑... 그리고, 아이스팩(에 쓰여요).

MT: 핫팩이랑 아이스팩은 어떤 원리에요?

미술사: 이 고흡수성 수지가 팽창을 하고 나면 열을 유지하려는 게 있는 데요, 그래서 아이스팩이나 핫팩에도 쓰여요. 그리고 농업에도 쓰이거든요. 토양에 고흡수성 수지를 깔아 놓고, 고흡수성 수지가 물을 많이 가지고 있을 수 있기 때문에 가뭄이 심할 때 (사용 하죠).

(수업 관찰-140921)

SD는 ‘녹지 않는 눈’ 마술 공연을 위해 처음의 실험을 바탕으로 하여 점진적으로 완성도 높은 마술을 위해 부족한 점을 보완해 나가는 실험을 추가하고, 과학 지식 설명을 위한 자료도 탐색했다. 녹지 않는 눈이라는 마술을 2개월 넘는 기간 동안 자신의 시행착오 경험과 전문가의 의견을 바탕으로 개선했기 때문에 마술 공연을 성공적으로 실행할 수 있었다.

SG는 SF와 함께 자신이 주도적으로 공연하게 될 ‘쏟아지지 않는 물’ 마술을 준비했다. 물을 담은 컵을 종이로 덮고 거꾸로 해도 물이 쏟아지지 않는 현상은 아이들의 흥미를 자극할 수 있다. 물의 표면장력으로 인한 영향도 있지만 아래에서 위로 받쳐주는 대기압의 힘이 종이판이 아래로 떨어지려는 힘보다 더 세기 때문에 물이 쏟아지지 않는다. 대기압은 위에서 아래로만 아니라 모든 방향에서 작용하고 있기 때문에 마술과 같은 현상이 나타나는 것이다. 두 학생이 현상에 담긴 원리가 무엇인지, 어떻게 하면 실수하지 않고 성공적 마술을 시행할 수 있을지를 지속적으로 고민했다.

SF: (탐구 중) 자. 마술을 시작하겠습니다! (컵을 종이로 막고 뒤집자 바로 물이 샌다.) 어. 섰! 아.

SG: (종이를 컵에 더 밀착시켜 누른다.)

SF: (다시 뒤집는다.) 아. 이거(쏟아지지 않는 물) 거짓말이야. 아, 이거.
 SG: 그럼 한지로 해보자.
 SD: 이거, 이거.
 SG: (한지를 자른다.) 내가 해볼게.
 SF: 뇌봐. (물이 다시 샌다.) 오야. 기압차! (교실 바닥에 물이 흥건함.)
 SD: 아, 화장실 가서 하자. (SF, SG에게) 화장실 가서 한 번 해봐.
 SF: (플라스틱컵, 생수병을 가지고) 야, 우리 화장실 가서 하자.
 (잠시 후)
 SF: 선생님, 그런데요 플라스틱 컵이 제일 나은 거 같아요.
 SF: (종이컵에 구멍을 내고 막은 후 물을 넣은 후 종이를 막고 뒤집자 물이 새지 않는 것을 SF에게 보여준다.) 여기에서 구멍을 싹 치우면 (종이가 아래로 떨어지며 물이 쏟아짐.) 봐, (물이) 떨어져.
 SG: (신기한 듯 현상을 바라봄.)

(수업 관찰-140614)

화장실에서의 생수병을 이용한 실험은 실패했으며 종이컵으로도 실패와 성공을 반복한 결과 일회용 플라스틱 컵에 물을 담아 성공하게 되었다. 또한 물을 끓여보려는 시도를 하며 물의 온도도 결과에 영향을 줄 수 있는지 알아보려 했다. 이러한 일련의 행동들은 주둥이의 크기와 재료의 특성과 같은 다양한 변인이 쏟아지지 않는 물 마술의 결과에 영향을 줄 수 있음을 탐구하는 과정이라고 볼 수 있다. 마술 성공의 경험은 아이들의 적극성을 증진시켰고 SG는 “그럼, 이 건 집에 있는 재료로도 할 수 있는 거니까 오늘 집에 가서 또 해봐야겠다”라고 하며 쏟아지지 않는 물 마술의 확실한 성공을 위해 지속적으로 연습하려는 의지를 보였다.

두 사례에서 과학 열쇠팀이 처음부터 빈틈없는 실험 계획을 세우지는 않았다는 공통점을 찾을 수 있다. 논리적으로 치밀한 가설을 설정하거나 정밀한 실험 도구를 사용하지 않았지만, 궁금한 것을 찾아보면서 실험을 시도하고 재활용 분리수거함에 있는 컵들을 주워 활용했다. 학생들은 새로운 도전 속에서 여러 시행착오를 겪으면서 성공적 아이디어들을 생각해 냈다. 결과적으로 실패로 끝나는 것도 있었지만, 실패의 원인을 살마리 삼아 문제에 대한 해결책을 찾아내기도 했다. 과학 열쇠팀의 목표가 ‘어떻게 하면 과학이 녹아 있는 마술 공연을 수행할 수 있을까?’라는 문제의식을 가지고 원리를 찾아가는 것에 있었기 때문에 적극적인 탐구 의지가 발현되었다.

8. 탐구 방법의 합리성 증진을 위한 협력

현재 대부분의 과학 연구 활동이 집단적으로 이루어지고 있음을 감안할 때, 앞으로는 공동체의 목표 달성을 위한 구성원들 간의 협력과 상호간에 형성되는 심리적 관계나 상호작용을 원만하게 유지하는 대인 관계 능력의 중요성은 더욱 커질 것으로 예상할 수 있다. 사전 조사에서 팀원들과 함께하는 활동에 대한 질문에 SC는 “싫어하는 아이들과는 하기 싫고 같이 하면 시간이 오래 걸리는 것 같아요. 의견도 많고, 시끄럽고”라며 팀 활동에 대하여 다소 부정적 생각을 드러냈다. SE는 “막 되게 판청하고 그러면은 나중에 또 다시 설명해 주고 알려 주고 해야 하나까, 귀찮다”고 하며 팀 활동에서의 어려운 부분을 지적했다. 이에 반해 SB는 “손발이 잘 맞아야 되고, 자기 기본대로 행동해서는 안 된다”고 생각했으며 “새로운 사실을 알게 되는” 장점이 있다고 말했다. SE는 또한 “묻어가지 않기”가 중요하다”고 생각했다. 이렇게 모둠 활동에 대한 의견은 다소 달랐지만, 이 활동에

대해 SB가 “협동심을 기르고 친구들과의 친밀도를 높이는 과정이었던 것 같다”고 표현한 것과 같이 중학생들은 친구의 수업을 위해 자신의 경험과 가지고 있는 지식의 범위 내에서 도움이 될 수 있을 만한 의견을 적극적으로 제시했다. 특히 자신이 가르치고자 하는 과학 지식을 초등학생들이 효과적으로 습득할 수 있도록 하는 탐구 활동에 대한 방향을 찾지 못하거나 수집한 자료나 활동에 대한 확신이 없을 때 협력을 기반으로 한 토의의 장이 마련되었다. SB가 “탐구한 걸 또 탐구하고, 계속 탐구한다”고 표현했을 정도로, 중학생들은 자신의 수업을 이끌어가기 위해 자료를 조사하고, 이를 근거로 교사와 친구들과 논의하며 신뢰성 있는 탐구 활동을 위해 검토해 나갔다.

뉴턴의 작용과 반작용 법칙에 대해 안내하고자 했던 SF는 활동 초반에는 탐구 방법에 대해 단순하게 생각했다. 풍선만 준비되면 부풀어 오른 풍선의 바람이 빠지며 날아가는 것을 통해 작용과 반작용을 확인할 수 있다고 보았다. 그러나 실험을 정교하게 계획하는 과정에서 한 차시(40분) 분량의, 실내 수업이라는 시·공간적 제약 때문에 고려해야 할 요소가 적지 않았다. 본 활동에서는 초등학생들이 쉽고 재미있게 이해할 수 있는 탐구 활동을 구성하는 과학 수업을 목표로 했기 때문에 과학 실험 도서에 있는 대로 제시하거나 키트 중심의 활동을 최대한 지양하고자 했다.

SI: 작용반작용에 대해서 만화책에서 본 게 있는데 풍선을 그, (공기를) 뺀 다음에 날리는 거요.
 SI: 자동차 같은 걸로 해도 되는 거 아니에요? 풍선을 옆으로 달면 (자동차가) 앞으로 나가잖아요.
 MT: 어떻게 생각해 SF야?
 SF: 음.
 MT: SI, 더 얘기해 봐.
 SI: 그러니까 뼈대 같은 걸 만들어가지고, 호버크래프트는 위로 다는 건데 풍선을 이렇게 옆으로 달면 앞으로 나갈 수 있으니까. 경주 같은 걸 할 수 있지 않을까요?
 SF: 그런 것도 나와 있는 거는 같은데.
 MT: 아, 그것도 많이 하는 활동이긴 해. 그래도 좋은 의견들이예요. 계속 얘기해봐. SF, 네 생각은?
 SF: (SI의 의견) 그대로 했으면 좋겠기도 하고, 뭘 해야 할지 잘 모르겠어요.

(수업 관찰-150822)

풍선을 활용하여 작용과 반작용에 대해 탐구하는 것이 기본 틀로 정해진 후에도 손을 놓으면 제멋대로 날아가는 풍선으로 인해 작용과 반작용의 상황이 각각 무엇인지 구체적으로 확인하기 어려운 상황이 발생했다. 이후 팀원들과의 수업 방법 협의를 바탕으로 문제가 발생할 경우 해결 방법을 함께 생각했으며 이러한 과정의 반복을 통해 실험의 의미를 찾아 나갔다.

SI: 누가 더 빨리 가나 해요. 그럼 재밌을 것 같은데. 실에 묶어서.
 MT: 실에 묶어서? 이거를... 어떻게 실에 묶어서 빨리 가게하면 좋을까? 한 번 생각 해봐.
 SI: 멀리 가기로 해도.
 MT: 멀리 가기가? 빨리 가기가? 속력을 구해야지 그럼. 풍선에 실을 붙일까?
 SF: 네, 맞아요. 여기(풍선)에다가 빨대를 붙인 다음에 실을 끼운 다음에 바람을 불어서 해요.
 MT: 그러면 5학년 아이들이 속력을 공부했으니까 아이들이 계산을

해야겠네. 초시계랑.

SF: 그런데요, 중간에 가다가 멈추면 어떻게 해요?

MT: 가다가 멈추면 멈춘 데까지의 시간과 거리로 구해야지.

SF: (몇 번의 실험을 한 후) 준비 시~작! (SK와 SJ가 실험 보조를 함.)
(기뻐하며) 끝까지 갔어!

SK: 끝까지 갔어, 이번엔.

SF: 끝까지 가는데 좀 튕겨요. (풍선이 약간 올라갔다 내려갔다 하며 간다.)

MT: 아가는 끝까지 안 갔지?

SF: 이게 줄이 내려가 있어서 갔다가 다시 내려와요. 팽팽하게 해야 되요.

MT: SFO야, 그럼 줄을 팽팽하게 하려면 어떻게 해야 될까?

SF: 당겨야죠. 그리고 높이가 같아야 될 것 같아요. (높이가) 다르면 이렇게 될 수도 있고, 이렇게 될 수도 있으니까.

MT: 아, 대략 붙었더니 높이가 좀 다르구나. 그럼 높이를 같게 하고.
(칠판에서 계산하고, 계산기로 함께 속력을 구해 본다)

SF: 선생님! 그거(속력의 단위 중) m 맞아요? (단위 확인 후) 아, 맞구나.

MT: (속력의 결과를 비교함) 0.2m/s 차이네. 그럼 (속력) 기록을 가지고 게임을 해보는 거지.

(수업 관찰-151031)

공동체 내에서의 토의·토론을 통해 개인의 오류에 빠질 수 있는 위험이 줄어들 수 있다는 학부모 의견도 제시되었다. 개인 탐구 활동에서는 의식하지 못했던 문제점이 집단 사고 과정에서 드러남으로써 탐구의 깊이가 깊어질 수 있다는 것에 중요한 의미를 부여했다.

SB모: 자기가 조사한 게 무조건 다 맞는 건 아니잖아요. 그런데 혼자만 거기에 빠질 수가 있거든요. 저는 여러 명에서 하면 토론하면 또 이게 정답이고, 여러 명이 얘기하다가 또다시 그거 하나 더 파고들면 또 다른 거. 그 다음에 어느 하나의 결과, 생각을 얘기할 때 애 생각, 애 생각이 다르잖아요. 저는 그게 좋더라고요.

MT: 그렇지요, 새로운 것들이.

SB모: 계속 이렇게 탐구하는 식으로 얘기가 그렇게 되어서 여러 명이 같이 하는 것이 좋은 것 같아요. 애가 파고들은 거잖아요. 어, 너무 좋더라고요. 진짜 뭔가 과학에 관해서 그냥 걸핍기가 아니라 애가 어쨌든 파고 들어가서 연구식으로. 그래서 결과가 그렇게 보여서 좋더라고요.

(학부모 면담-151219)

SJ는 사후 조사에서 친구, 교사와 끊임없이 소통한 이유에 대해 “왜냐하면, 자기의 생각이 정확하지 않을 것 같다(불안의 표현이라고 생각함)”고 표현하기도 했다. 덧붙여 “어... 예습한 애들도 있잖아요, 다른 거에 넘어서”라며 자신이 준비한 탐구 활동과 퀴즈 등을 이미 경험한 초등학생들의 존재 가능성에 대해 부담감을 느꼈다고 말했다. SD는 동료와 함께 느낀 점이 있다면 무엇인지에 대한 질문에 “긴장감, 그리고 수업 내용을 준비하면서 이게 맞는 방법인지 같은 거에서 애들하고 많이 했던 것 같아요 공감할”이라고 답하며 탐구 활동을 준비하고 고민하는 과정에서 공감했던 부분이 있었음을 밝혔다. SD는 본 활동의 특징 중 하나로 “기간이 오래 걸리고 모여서 얘기를 나누는 점이 다르다”고 하며, 과학 미술 실험을 하면서 “서로 이야기해 보고 왜 (특정 현상이) 일어나는지 왜 (결과가) 이렇게 되는지를 알 수 있고”라고 답했다. 이와 같은 답변들은 개인 생각이 가질 수 있는 불확실성의 한계를 공동 사고를 통해 보완할 수 있다는 것을

전제한다. 다양한 대상과의 협력적 활동에 의한 학습은 개별 학습자에게 주어진 문제 상황의 해결에 대한 인지적 부담을 감소시킬 뿐만 아니라, 개별 학습자의 고정된 시각이 다른 시각과 관점들에 노출되므로 문제에 대한 관점과 지식의 범주를 넓히는 동시에 깊이 있는 사고와 학습을 할 수 있게 한다(Kang, 2000).

모듬 기반의 과학 학습은 구성원으로서의 책임감과 동시에 협력의 즐거움을 경험할 수 있는 기회이다. 특히 서로 부족한 부분을 채워주면서 공동의 사고를 구성해 나가는 것은 모두에게 의미가 있다. 본 활동은 초등학생들이 경험하게 될 탐구 방법에 대해 논의하는 상황에서 협력의 모습이 나타났다. 과학 지식의 효과적 이해와 습득을 위한 과학 탐구 활동의 구성을 위해서도 사회적 과정을 통해 이를 객관화하는 과정이 필요하다. 특히 중학생들은 자신이 준비한 탐구 활동의 의미와 수업 적용 가능성에 대해 느끼는 불안과 같은 어려움을 서로 공감했기 때문에 협력적 분위기 속에서 지속적으로 토의했으며, 이 과정에서 탐구 활동의 합리성을 증진시켰다.

IV. 결론 및 제언

이 연구는 다양한 상호작용 기반의 멘토멘티 프로그램의 적용 과정에서 나타나는 구체적 인성 요소와 과학 교과 학습을 통해 중점적으로 함양 가능한 구체적 인성 요소 및 관련 학습 상황이 무엇인지 알아보는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 2014년과 2015년에 서울시 소재 중학교 1~2학년 11명의 학생들을 대상으로 ‘과학 선생님 되어보기’ 멘토멘티 프로그램을 적용했다. 이 과정에서 전문가 멘토링, 동료 코칭, 동료 교수가 이루어졌다. 2014년도에는 과학 교과서에 제시된 과학 수업을 응용 및 확장시킨 ‘과학 교과서에 날개 달기 탐’과 과학 미술 속의 원리를 탐구하는 ‘생활 속의 비밀을 푸는 과학 열쇠 탐’의 활동이 이루어졌다. 2015년도에는 ‘과거로 떠나는 과학 탐험 탐’이 과학자의 삶과 연구 과정을 알아보는 과학 수업을 설계 및 실행했다. 각 팀의 활동은 약 8개월이라는 기간 동안 평균 19.3회 58차시로 운영되었다. 연구 과정에서 수업 관련 자료, 멘토 교사 및 보조 교사 일지, 과학 수업 청취자 소감문, 사전·사후 조사지, 학생, 학부모, 보조 교사, 수업 참관 교사를 대상으로 면담 자료를 수집했으며 반복적 비교 분석을 통해 과학 학습 상황에서 구체적 인성 요소가 발현되는 양상을 질적으로 이해하고자 했다.

본 연구를 통해 ‘과학 선생님 되어보기’ 멘토멘티 프로그램이 과학 지식, 공동체, 과제에 대한 책임 의식을 향상시키고 역할 경험을 통해 공감과 배려를 실천할 수 있음을 확인했다. 또한 자신감, 성취감과 같은 긍정적 정서 경험의 기회를 제공했다. 결과적으로 과학 수업 준비와 실행 과정의 다양한 학습 맥락 속에서 16개의 구체적 인성 요소가 발현되었다. 이 중 과학 학습을 통해 중점적으로 함양 가능한 요소는 ‘과학 지식 구조의 위계성으로 인한 가르침 행위예의 책임, 과학적 개념 형성을 위한 소통, 인간의 과학적 노력에 대한 긍정적 인식, 연구에 대한 과학자의 태도 존중, 앞으로의 과학 탐구 참여에 대한 자신감, 과학 학습 경험 기반의 공감적 배려, 시행착오 과정에서 의 끈기, 탐구 방법의 합리성 증진을 위한 협력’이다.

본 연구 결과는 과학 학습의 재발견으로서의 의미가 있다. 본 연구에서는 인성의 의미를 확대하여 도덕성, 사회성, 감성을 포함하는 다차원적 관점에서 접근했다. 이러한 관점 하에서 학습 내용에 인성

요소를 명시적으로 드러내거나 가치·덕목을 주입하지 않고도 과학 고유의 특성을 포함하는 과학 학습을 통해 인성 함양이 가능함을 밝히고 있다. 과학 학습 프로그램은 과학의 본성을 필연적으로 내포한다. 또한 본 연구에서 적용한 과학 선생님 되어보기 멘토멘티 프로그램은 과학 탐구 활동이라면 어떤 주제이든 적용 가능하다. 학교 과학 교육 내용뿐 아니라 학생들이 흥미를 가지는 과학 주제를 자기 주도적으로 탐구하고 교사, 친구와의 상호작용을 통해 과학 수업으로 구성하여 가르침의 형태로 친구, 후배들과 나눌 수 있다.

멘토멘티 프로그램 적용 결과 구체적 인성 요소의 발현 과정에서 나타나는 주요 특성과 시사점은 다음과 같다. 학생이 과학 수업을 통해 상급생 동료 교수 활동을 경험한 후 수업 참여율 증가, 행위성 강화, 자신감과 과학 관련 태도의 향상과 같이 주로 학습 방법 측면에서 인성과 관련된 긍정적 효과를 제시한 연구들(Ponzio & Peterson, 1997; Siemens-Menzies, 2001; Noh, Kim & Kim, 2005; Kang, 2010; Kim, 2012)과 비교했을 때, 본 연구에서는 학습 내용과 방법 측면 모두에서 인성의 함양 가능성을 확인할 수 있었다. 과학 교과 학습을 통해 중점적으로 함양 가능한 구체적 인성 요소는 학습 내용과 학습 방법의 측면에서 다음과 같이 구분하여 해석할 수 있다. 중학생들이 경험하는 과학 학습 상황은 ‘과학’이라는 학습 내용과 ‘탐구활동 중심의 수업을 준비하고 가르치는’ 학습 방법이 결합되어 나타난다. 연구 결과에서 제시한 8가지의 구체적 인성 요소 중 ‘인간의 과학적 노력에 대한 긍정적 인식, 연구에 대한 과학자의 태도 존중’ 요소는 과학 수업을 준비하면서 과학사를 조명하고 일상생활의 편리함에 기여하는 과학의 의미를 깨닫는 과정에서 발현된 요소로 과학 학습 내용 특성을 뚜렷하게 반영한다. ‘과학 지식 구조의 위계성으로 인한 가르침 행위에의 책임, 과학적 개념 형성을 위한 소통, 과학 학습 경험 기반의 공감적 배려, 시행착오 과정에서의 끈기, 탐구 방법의 합리성 증진을 위한 협력’ 요소는 개인 또는 팀 단위로 과학 탐구 활동을 직접 체험하는 수업 준비 과정과 초등학생들에게 과학 수업 실행하는 과정인 학습 방법 면에서 함양 가능한 요소이다. ‘앞으로의 과학 탐구 참여에 대한 자신감’은 과학사에서 과학자들의 연구 과정에 대해 알아보고 과학자의 업적과 관련 탐구활동을 직접 체험하는 과정을 모두 포함하므로 학습 내용과 방법을 아우르는 요소이다. 물론, 지식 구조의 위계성 면에서 과학과 비슷한 특성을 보이거나 정확한 개념 습득을 중시하는 교과를 상급생 동료 교수 등의 방법으로 가르칠 때 본 연구 결과와 유사한 맥락의 인성 요소가 충분히 발현될 수 있다. 탐구적 요소가 강하게 드러나는 교과의 경우도 마찬가지이다. 그럼에도 불구하고 과학적 개념 형성의 강조, 뚜렷한 과학 개념 위계 구조, 과학 탐구를 통해 문제 해결 과정, 과학 교과 학습 경험의 특유성은 엄연한 과학 교과 학습의 특성이다. 과학 교과 특성이 반영된 구체적 인성 요소는 타 교과에 비해 과학 교육 분야에서 중점적인 함양이 가능하다. 이러한 결과를 토대로 하여 과학 교육 현장에서는 과학 교과를 인성 교육과의 관련성 및 기여도 측면에서 비주류 교과로 바라보거나 인성 측면의 효과를 과학 지식과 탐구 기능 향상에 더불어 부수적으로 나타나는 것으로 보는 인식의 개선과 혁신적이고 다양한 교육적 시도를 통해 새로운 인성 요소를 발견하기 위한 노력이 병행되어야 한다.

‘과학 지식 구조의 위계성으로 인한 가르침 행위에의 책임’, ‘공동체 지향의 역할 책임’, ‘탐구 방법의 합리성 증진을 위한 협력’ ‘과학

학습 경험 기반의 공감적 배려’, ‘과제 책임으로 인한 자율성’과 같은 구체적 인성 요소는 다수의 인성 요소를 포함하고 있으며, 발현 과정에서 각 요소 간 상호 관련성을 가지고 있음이 드러났다. 각 인성 요소가 일차적으로 나타나는 것에 그치지 않고 다양한 학습 상황 속에서 상호 의미 있는 영향을 주고받음을 확인할 수 있었으며, 이러한 관계가 구체적 인성 요소로 나타난 것이다. 앞으로 추가적 연구의 일환으로 학문적 배경을 달리하는 화학, 생물, 물리, 지구과학 분야의 특성을 고려한 교수·학습 방법의 적용 및 체계적 분석을 통해 인성 요소 간 상호 관계의 특유성에 기반하여 발현될 수 있는 구체적 인성 요소에 대한 심층적 탐색이 이루어져야 할 것이다.

복합적 관계를 맺고 있는 과학 학습 맥락 속에서 다양한 대상과의 상호 작용을 통해 구체적 인성 요소가 발현되었다. 중학생들이 직접 경험한 과학 교사로서의 역할은 과학 수업 준비 및 실행에 있어 강한 추동력으로 작용했다. 중학생들은 동료 교수자로서의 역할을 준비 및 수행하며 과학 지식에 대한 책임감으로 수업 내용에 대해 더 깊이 있게 학습했다. 본 프로그램의 시작부터 마무리까지 유사한 과정을 경험하게 되는 학생들은 불안감과 두려움 같은 정서에 대해 공감했고 동료를 배려하고 지지하면서 이를 극복해나갔다. 동료 코칭 과정에서는 서로의 수업에 대한 아이디어를 공유하고 서로를 가르치기도 했으며, 수업 실행에 대해 협력적으로 성찰했다. 또한 멘토 교사, 동료와의 활발한 상호작용을 통해 자신의 수업과 관련된 과학 지식의 정확성과 탐구 방법의 합리성을 증진시켰다. 과학 수업 실행 시에는 적절한 발문과 설명을 통해 학습자인 초등학생들이 올바른 이해를 바탕으로 과학적 개념을 형성할 수 있도록 했다. 과학 교사로의 역할 경험은 과학 교사의 입장에 대한 이해와 동시에 인식 변화를 가져왔다. 이러한 결과는 공동체 기반 활동을 통해 참여 주체 간의 긴밀한 상호작용 촉진에 기여할 수 있는 과학 학습 환경 구축의 필요성을 뒷받침한다.

자신과 팀의 활동 상황을 재고하는 단계적 성찰을 통해 상호 긍정적 자극을 주었으며 각 경험 속에서 다양한 의미를 발견했다. 중학생들은 중도에 수업 준비가 원활히 진행되지 않거나 한계 상황에 부닥쳐도 타인에게 미칠 영향을 고려하여 꾸준한 관심과 지속적 노력을 기울였다. 본 연구의 다양한 학습 상황에서 드러난 구체적 인성 요소는 학생들의 삶 속에서 즉각적으로 체현될 수도 있지만, 앞으로의 유사한 경험을 통해 강화되거나 성인이 된 이후의 삶에도 의식 및 무의식적으로 영향을 미칠 수 있을 것이다. 따라서 인성 교육 프로그램은 단발성의 행사가 아니라 비교적 장기간에 걸쳐 진행되어야 하며, 이 과정에서 자율적으로 종합하고 성찰할 수 있는 질적 성장 과정이 포함되어야 한다.

성취를 경험할 수 있는 과학 활동을 통해 학생들의 정서적 측면에서의 변화와 성장이 나타났다. 본 연구 결과 책임, 공감, 배려, 협력과 같은 도덕적, 사회적 측면의 인성 요소 뿐 아니라 긍정, 자율과 같은 정서적 면에서의 긍정적 효과를 확인할 수 있었다. 중학생들은 다양한 과학 지식을 알아가면서 성취감을 느꼈으며, 지식 면에서의 성장에 대한 자신감을 드러내기도 했다. 의사소통 중심의 수업과 수차례에 걸친 공식적 말하기의 경험을 통해 발표에 대한 자신감이 신장되었고, 노력이 결실을 맺는 단계에서는 뿌듯함을 경험했다. 이러한 경험은 자신의 가능성에 대해 긍정적으로 인식하는 계기가 되어 앞으로의 다양한 과학 활동 참여에 대한 적극적 의지의 표현으로 이어졌다. 따라서 향후 과학 학습을 통해 긍정적 정체성을 형성할 수 있는 뚜렷

한 성취 경험 기회가 확대되어야 한다.

업무 과다에 시달리는 교사와 학습량에 대한 부담을 호소하는 학생이 주체가 되는 현재 교육 현장의 여건 상, 인성 교육을 위해 별도의 시간을 내기보다는 교육과정 재구성을 바탕으로 한 교과 학습과 인성 교육 통합에 대해서는 이익을 제기하기 어려울 것이다. 본 연구에서 적용한 멘토링, 동료 코칭, 동료 교수 활동과 같은 교수·학습 방법은 주로 경쟁 보다는 협력과 개인의 발달 과정을 중요시하는 학습 활동이다. 현장에서도 인성 교육 측면에서 검증받아 온 교수·학습 방법을 개발 및 적용하여 구성한 과학 수업 내의 탐구 활동, 과학 동아리 활동, 과학 탐구 대회, 과학 학습 지원 관련 봉사 활동 등을 포함하는 교육 과정 설계가 필요하다. 또한 위 활동의 효과적 실행은 동료 교사와의 협력, 동료 교수 대상 모집, 전문가 초청, 관련 체험 학습의 원활한 진행을 전제한다. 따라서 교사 개인의 의지와 노력에 더하여 이러한 실천을 돕는 방향에서의 행정적 지원이 필수적으로 이루어져야 할 것이다.

국문요약

이 연구는 과학 교육 분야에서 인성 교육의 가능성과 구체적 실행 과정을 밝히고자 하는 목적을 바탕으로 다양한 과학 학습 상황에서 드러난 구체적 인성 요소를 살펴보고, 과학 교과 학습을 통해 중점적으로 함양 가능한 요소와 관련 학습 상황에서의 발현 양상을 이해하고자 했다. 본 연구에서는 인성의 의미를 확대하여 도덕성, 사회성, 감성을 포함하는 다차원적 관점에서 접근했다. 연구 참여자는 서울시 소재 중학교 1~2학년 11명의 학생들로 선정했으며 2014년과 2015년에 걸쳐 ‘과학 선생님 되어보기’ 멘토멘티 프로그램의 개발·적용했다. 자료 수집은 수업 관찰, 학생 산출물, 교사 및 학생 일지, 면담 등을 통해 이루어졌으며 반복적 비교분석법을 통해 수집한 질적 자료를 분석했다. 분석 결과 11개의 인성 요소를 추출했으며, 각 인성 요소 간의 관계를 바탕으로 다양한 학습 상황에서 드러난 16개의 구체적 인성 요소로 재조직했다.

16개의 구체적 인성 요소 중 과학 학습을 통해 중점적으로 함양 가능한 8개의 구체적 인성 요소인 ‘과학 지식 구조의 위계성으로 인한 가르침 행위예의 책임, 과학적 개념 형성을 위한 소통, 과학 학습 경험 기반의 공감적 배려, 탐구 방법의 합리성 증진을 위한 협력, 인간의 과학적 노력에 대한 긍정적 인식, 연구에 대한 과학자의 태도 존중, 앞으로의 과학 탐구 참여에 대한 자신감, 시행착오 과정에서의 끈기’와 관련 학습 상황을 주요 연구 결과로 제시했다. 구체적 인성 요소의 발현 과정의 특성은 다음과 같다. 일부 구체적 인성 요소는 동일한 인성 요소임에도 발현 과정은 기존의 과학 교육에서의 인성 관련 연구 결과와 다르게 나타났으며 발현 과정에서 각 요소 간 상호 관련을 가지고 있음이 드러났다. 복합적 관계를 맺고 있는 과학 학습 맥락 속에서 다양한 대상과의 상호 작용을 통해 구체적 인성 요소가 발현되었다. 학생들은 단계적 성장을 통해 상호 긍정적 자극을 주었고, 성취를 경험할 수 있는 과학 활동을 통해 정서적 측면에서의 변화와 성장이 나타났다. 본 연구 결과를 바탕으로 추후 과학 교육 분야에서의 혁신적인 교육적 시도를 통한 새로운 인성 요소 발견, 인성 요소 간 상호 관계의 특수성에 기반하여 발현될 수 있는 구체적 인성 요소에 대한 심층적 탐색, 공동체 기반 활동을 통해 참여 주체 간의 긴밀한

상호작용 촉진에 기여할 수 있는 과학 학습 환경 구축의 필요성을 제안했다.

주제어 : 과학 교육, 인성 교육, 상호작용, 멘토링 프로그램

References

- American Association for the Advancement of Science(AAAS) (2013). *Benchmarks for science literacy* (Ed.). Seoul: KOFAC.
- Baek, M., & Lee, S. (2011). Effects of the experiential learning program of the group raising a pet on the social development and the quality of peer relationships of elementary school students. *Journal of Korean Practical Arts Education*, 24(2), 83-103.
- Benard, B. (1990). *The case for peers*, Western regional center drug-free schools and communities, portland, OR: Northwest Regional Educational Laboratory.
- Berkowitz, M. W., & Simmons, P. (2003). Integrating science education and character education: the role of peer discussion, in D. L. Zeidler (Eds.), *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education* (pp. 117-138). Springer Netherlands.
- Castano, C. (2012). Fostering compassionate attitudes and the amelioration of aggression through a science class. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(8), 961-986.
- Cha, K. (2013). *A study on setting up the concept of character education*. Unpublished master's thesis. Seoul National University.
- Chester, A. (2012). Peer partnerships in teaching: Evaluation of a voluntary model of professional development in tertiary education. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 12(2), 94-108.
- Chiappetta, E. L., & Koballa, T. R. (2015). *Science instruction in the middle and secondary schools : developing fundamental knowledge and skills for teaching(8th ed)* (Eds). Paju: Kyoyookbook Publication Co.
- Cho, H. (2011). *The qualitative case study on changes in elementary school English classroom and teachers' awareness through peer coaching*. Unpublished master's thesis. Hankuk University of Foreign Studies.
- Cho, H., Kim, H., Yoon, H., & Lee, K. (2011). *Theory and practice of science education(4th Ed)*. Paju: Kyoyookbook Publication Co.
- Cho, H., Seo, M., Nam, J., Kwon, J., Son, J., & Park, J. (2017). Analysis of character competency change in high school students by role assignment in argument-based inquiry(ABI) science class. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 37(4), 763-773.
- Cho, H., Kwon, D., Kang, E., Park, J., Son, J., & Nam, J. (2018). Impacts of collaborative problem solving for character competency (CoProC) strategy on the practical character competency and collaborative problem solving competency in middle school science. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 38(5), 681-691.
- Cho, Y., Kim, A., Lim, H., Shin, D., Cho, A., & Kim, L. (1998). Component factors of desirable character education. *Journal of educational studies*, 28(1), 131-152.
- Choi, C. (2004). *The analysis of the history of science introduced in the textbook of the 7th curriculum II and recognition and practice of the history of science by the teachers*. Unpublished master's thesis. Seoul National University.
- Choi, J., Park, C., Yeon, K., Min, Y., Lee, E., Jung, W., Seo, J., Cha, D., Hur, J., & Lim, C. (2009). *The problem of character education and alternative approach in korea(creative character education)*. *The Journal of Creativity Education*, 9(2), 89-112.
- Choi, W. (2016). *Character education*. Seoul: Hakji Publication Co.
- Choi, Y., & Hong, S. (2015). Effects of STEAM lessons using scratch programming regarding small organisms in elementary science-gifted education. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 34(2), 194-209.
- Glaser, B. G., & Strauss, A. L. (1999). *Discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research*. New Brunswick, NJ: Aldine Transaction
- Guney, B. G., & Seker, H. (2012). The use of history of science as a cultural tool to promote students' empathy with the culture of science. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 12(1), 533-539.
- Hadzigeorgiou, Y. (2006). Humanizing the teaching of physics through storytelling: the case of current electricity. *Physics education*, 41(1), 42-46.
- Hadzigeorgiou, Y., Klassen, S., & Klassen, C. F. (2012). Encouraging a romantic understanding of science: The effect of the Nikola Tesla story. *Science & education*, 21(8), 1111-1138.
- Han, S. (2005). On the nature of inference and emotion in narrative and

- scientific contexts. *The Journal of Curriculum Studies*, 23(2), 39-64.
- Her, S., & Hong, H. (2013). A study about the effect of reading enhancement and the self-respect improvement of children through an animal-assisted therapy. *Journal of the Korean Biblia Society for Library and Information Science*, 24(3), 181-198.
- Hong, I. (2014). A study on the effects of humanity education in mathematical teaching & learning of the high school. Unpublished doctoral dissertation. Dankook University.
- Jang, J., Moon, J., Ryu, H., Choi, K., Krajcik, J., & Kim, S. (2012). Korean middle school students' perceptions as global citizens of socioscientific issues. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(7), 1124-1138.
- Jang, Y., Kwak, H., & Park, C. (2015). A study on the development of horticultural therapy program for personal education on the ground of plant-ethics. *Journal of People Plants and Environment*, 18(4), 299-303.
- Jhung, M. (2013). The effects of peer coaching on the verbal scaffolding and Interaction patterns of elementary english teachers: A case study. Unpublished master's thesis. Gwangju National University of Education.
- Jeon, E. (2016). A critical Interpretation on practices of character education in middle school: focusing on its limitations and possibilities. *Korean Journal of Educational Research*, 54(2), 255-303.
- Jeong, B. (2006). The effects of reciprocal peer tutoring on mathematical achievement in low-level student of 10th grade of the general high school. Unpublished master's thesis. Korea National University of Education.
- Kalmbach Phillips, D., & Carr, K. (2010). *Becoming a teacher through action research* (Eds.). Paju: Kyoyookbook Publication Co.
- Kang, B. (2000). The effects of collaborative-problem solving instruction upon elementary natural science achievement and social personality. *The Research Institute of Korean Education*, 15, 69-91.
- Kang, S., Park, E., Kim, G., Song S., Chung, Y., Kim, Y., & Ko, M. (2008). A foundational study for the vision of education for the human nature for 21st century. *Journal of research in education*, 30, 1-38.
- Kang, W., & Park, M. (2009) A study on the mentoring program for the gifted. *Journal of Science Education for the Gifted*, 1(2), 33-49.
- Ko, Y., Kim, C., Lee, S., & Kang, D. (2014). The secondary students' perception on science inquiry program and mentoring? In focus of the first Jeju Science Inquiry Academy Participants. *Journal of Science Education*, 38(1), 1-14.
- Koh, E., & Park, H. (2013). A Study on the possibility of the reciprocal peer coaching in faculty learning community. *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, 14(11), 5616-5625.
- Kim, A. (2014). Science concepts and unscientific concepts of the sixth graders according to 2007 revised curriculum. Unpublished master's thesis. Korea National University of Education.
- Kim, C. (2004). An ethics of care and environmental education based on the feminine. Unpublished master's thesis. Ewha Womans University.
- Kim, H. (2000). A Study on the Introduction Type of science history in high school physics II textbook. Unpublished master's thesis. Konkuk University.
- Kim, H. (2016). Development and nature of scientific knowledge. Paju: Kyoyookbook Publication Co.
- Kim, J. (2014). Analysis of secondary students' character and values toward physics-related social issues. Unpublished master's thesis. Ewha Womans University.
- Kim, J. (2017). Effects of socioscientific issues programs on promoting elementary school students' character and values, and competencies as citizens. Unpublished doctoral dissertation. Ewha Womans University.
- Kim, J., Bang, M., Bae, S., Hong, Y., Choi, J., Lee, N., Seo, S., Bae, J., Lee, Y., Lee, H., & So, K. (2014). The effect of STEAM education program using movies on the creative personality, creative problem-solving ability and scientific attitude of elementary scientific gifted. *Journal of Science Education*, 38(1), 120-132.
- Kim, M., & Yoon, H. (2016). Scientific reasoning & argumentation. Paju: Kyoyookbook Publication Co.
- Kim, O. (2012). Exploring the possibility of improving high-school science education through the free-exploring activity applying coteaching and cogenerated dialogues. Unpublished doctoral dissertation. Daegu University.
- Kim, S. (2015). Key approaches and issues in character education. Unpublished doctoral dissertation. Ewha Womans University.
- Kim, S., Jung, C., & Shin, D. (2015). Research trends of science related attitude in the Korean major journals of science education. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 15(12), 179-200.
- Kim, Y., Park, Y., Park, H., Shin, D., Jung, J., & Song, S. (2014). World of science education. Seoul: Bookshill Publication Co.
- Korea Education Development Institute(KEDI) (2000). Development of Indicators of Morality in Korean Society(PR 2000-07). Seoul: Korean Educational Development Institute.
- Korea Education Development Institute(KEDI) (2013a). Korea Education Development Institute Education Poll(PR 2013-01). Seoul: Korean Educational Development Institute.
- Korea Education Development Institute(KEDI) (2013b). Korea Education Development Institute Education Poll(PR 2013-35). Seoul: Korean Educational Development Institute.
- Korea Education Development Institute(KEDI) (2014). Korea Education Development Institute Education Poll(PR 2014-24). Seoul: Korean Educational Development Institute.
- Korea Education Development Institute(KEDI) (2015). Korea Education Development Institute Education Poll(PR 2015-14). Seoul: Korean Educational Development Institute.
- Korea Education Development Institute(KEDI) (2016). Korea Education Development Institute Education Poll(PR 2016-23). Seoul: Korean Educational Development Institute.
- Korea Education Development Institute(KEDI) (2017). Korea Education Development Institute Education Poll(PR 2017-23). Seoul: Korean Educational Development Institute.
- Korea Institute of Curriculum & Evaluation(KICE) (2006). Modification and Revision of Moral Education Curriculum Revision. Korea Institute of Curriculum & Evaluation(CRC 2006-7). Seoul: Korea Institute of Curriculum & Evaluation.
- Korea Institute of Curriculum & Evaluation(KICE) (2010). A Study on the Restructuring of Subject Knowledge for Curriculum Design(RRC 2010-12). Seoul: Korea Institute of Curriculum & Evaluation.
- Korea Institute of Curriculum & Evaluation(KICE) (2013). A Study on the Development of Character Education through Subject Education. Korea Institute of Curriculum & Evaluation(RRC 2013-6). Seoul: Korea Institute of Curriculum & Evaluation.
- Kwon, C., Hur, M., Yang, I., & Kim, Y. (2004) A cause analysis of learning environment variables of change in science attitudes on elementary and secondary school students. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 24(6), 1256-1271.
- Kwon, J., Kim, B., Kang, N., Choi, B., Kim, H., Paik, S., Yang, I., Kwon, Y., Cha, H., Woo, J., & Jung, J. (2015). *Science Education*. Paju: Kyoyookbook Publication Co.
- Kwon, J., & Nam, J. (2017). Impact of collaborative problem-solving instruction model on character competence of high school students. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 37(5), 847-857.
- Kwon, H., & Kwon, N. (2015). Effects of the Science-Arts Convergence Program on Elementary School Student's Creative Personality: Focusing on Kinetic Art. *Teacher Education Research*, 54(1), 17-30.
- Lee, D. (2006). The Study of middle school students' perception of scientists over time. Unpublished master's thesis. Dankook University.
- Lee, E. (2014). The impact of SSI program on high school students' decision making skill, moral reasoning, moral sensitivity. Unpublished doctoral dissertation. Ewha Womans University.
- Lee, H. (2008). Investigation on pre-scientists' cognition about science and scientists through ethical problems in science history. Unpublished master's thesis. Ewha Womans University.
- Lee, H., & Mun, J. (2018). Exploring changes in college students' perceptions of science and scientists through a documentary focused on their daily lives and research. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 38(2), 293-304.
- Lee, H., Yoo, J., Choi, K., Kim, S., Krajcik, J., Herman, B. C., & Zeidler, D. L. (2013). Socioscientific issues as a vehicle for promoting character and values for global citizens. *International Journal of Science Education*, 35(12), 2079-2113.
- Lee, J. (2015). Science classes applying the STEAM program impact to 8th grade students : focusing on the 'characteristics of the material' and 'work and energy conversion' section. Unpublished master's thesis. Ewha Womans University.
- Lee, J., Park, H., & Park, E. (2010). *Cultivation of human character*. Goyang: Knowledge Community Publication Co.
- Lee, M., & Kim, K. (2004). Relationship between attitudes toward science and science achievement. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 24(2), 399-407.
- Lee, M. (2016). Moral teaching method and character education in elementary school: focused on bell hooks's theory. *Journal of Ethics Education Studies*, 39, 135-156.
- Lee, Y. (2011). The impact of indoor planting activity in the elementary schools to the student personality. Unpublished master's thesis. Gwangju National University of Education.

- Lee, Y. (2012). Effects of veranda box gardening on building an integrated personality of elementary students. Unpublished master's thesis. Seoul National University of Education.
- Lee, Y., & Kim, Y. (2012). The effects of the creative thinking and creative personality using the 'Weather and our life' on science-based STEAM. *The Korean Society of Earth Science Education*, 5(2), 204-212.
- Lee, Y., & Shin, D. (2014). Program development of scientists' episode: Focusing on scientists' joy, anger, sorrow, and pleasure. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 34(5), 469-478.
- Lee, Y., Kim, S., Jang, Y., Kang, J., Kim, Y., Kim, H., Park, Y., Lee, E., & Jung, H. (2016). Elementary science education with living science. Paju: Kyoyookbook Publication Co.
- Lim, H. (2014). The Relationship between elementary students' perception of science learning and their perception of science career. *The Journal of Korea Elementary Education*, 25(3), 227-238.
- Lyu, J. (2008). Mentoring handbook. Paju: KSI.
- Matthews, M. R. (2014). Science teaching: the role of history and philosophy of science (Eds.). Seoul: Bookshill Publication Co.
- Merriam, S. B. (1998). Qualitative research and case study applications in education - revised and expanded from "Case Study Research in Education." Jossey-Bass Publishers, 350 Sansome St, San Francisco, CA 94104.
- Ministry of Education and Science Technology(MEST) (2012). Study of establishment of character education vision and action plan policy research(2012-41). Seoul: Ministry of Education and Science Technology.
- Ministry of Education(MOE) (2013). Development of Personality Index. Seoul: Jinhan M&B.
- Ministry of Education(MOE) (2014). Actual conditions and activation plan of character education at school level. Sejong: Ministry of Education.
- Ministry of Education(MOE) (2015a). General guidelines for the 2015 revised curriculum. Sejong: Ministry of Education.
- Ministry of Education(MOE) (2015b). Science curriculum. Sejong: Ministry of Education.
- Moon, M. (2005). Understanding learning and development - focusing on peer relationships. Seoul: Changji Publication Co.
- Nangung, T. (2015). Development and application of appropriate technology-based convergent gifted education program for elementary school students. Unpublished master's thesis. Kyongin National University of Education.
- NGSS LEAD STATES *et al.*(2016). Next generation science standards : for states, by states (Ed.). Seoul: KOFAC.
- Noh, T., Kim, S., & Kim, K. (2005). The effect of reciprocal peer tutoring strategy for inducing structured students' interaction in middle school science instruction. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 25(4), 465-471.
- Noh, T., & Kang, S. (2014). The nature of science: what science to teach? Seoul: Bookshill Publication Co.
- Oh, K. (2015). The Implication of character education in a educational neuroscience prospective. *Elementary Moral Education Journal*, 48, 47-72.
- Park, B. (1999). Moral educational approaches to an ethic of care. Unpublished doctoral dissertation. Seoul National University.
- Park, D. (2015). NABI (NATure-study Based Ideas) program as an implication: Historical analysis of Nature-Study and reinterpretation with modern perspectives. Unpublished doctoral dissertation. Kyungpook National University.
- Park, D., & Park, J. (2016). Directions for character education in science education and a theoretical approach of Nature-Study in terms of character education. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 36(4), 581-589.
- Park, G. (2011). The effects of the supported peer coaching program on pre-service teachers' observational and instructional skills. *Special Educational Research*, 10(1), 127-154.
- Park, H. (2017). Exploring the possibility of applying social and emotional learning to science subjects: analysis of social emotional learning contents in science textbooks. *Journal of Science Education*, 41(3), 297-317.
- Park, S. (2013). The Effects of STEAM program using storyline on elementary students' creative personality and science-related attitude. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 17(4), 487-496.
- Park, S., Jang, K., & Song, J. (1992). Attitudes of boys and girls in elementary and secondary schools toward science classes and scientists. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 12(3), 109-118.
- Ponzio, R. C., & Peterson, K. D. (1997). (Reports-Research) Adolescents as effective teachers of child science. Arlington, VA: National Science Foundation.
- Robbins, P. (1991). How to plan and implement a peer coaching program. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Shin, D., & Lee, J. (2012). Exploring science education with consideration of "Ethics of Care". *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(5), 954-973.
- Shin, D., & Shin, H. (2012). Development of a teaching-learning model for science ethics education with history of science. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(2), 346-360.
- Shin, H., Jung, A., Jang, E., Kim, M., Ahn, E., Kang, S., Lee, G., & Kim, H. (2010). The effect of learning program visualizing the scientists' research process on the career orientation of 10th grade students. *Korean Journal of Teacher Education*, 26(2), 45-64.
- Shin, J. (2014). Inclusive education. Paju: Yangseowon Publication Co.
- Siemens-Menzies, A. D. (2001). The effect of cross-age tutoring on positive and negative tutor behavior during activity-based science lessons. Unpublished doctoral dissertation, Univ. of Kansas State, USA.
- Seo, J. (2014). Development and implementation of collaborative convergency strategy using small group instruction. Unpublished doctoral dissertation. Ewha Womans University.
- Song, D. (2015). Development and application effects of art and science integrated education program: With a focus on visually talented art 6th grader. Unpublished master's thesis. Seoul National University.
- Son, K. (2016). Trends and challenges of the character education research. *Journal of Ethics Education Studies*, 39, 97-133.
- Song, S. (2016). The nature of science and philosophy of science. Paju: The power of thought.
- Um, S. (2014). An analysis of the actual state of character education in primary schools-based on the grounded theory. *Journal of Korean Education*, 41(4), 79-101.
- Woo, J. (2010). Two major axes of 21st century education: creativity education and character education (Eds). Creativity education and character education(pp. 13-85). Paju: Kyoyookbook Publication Co.
- Yoo, K., Jung, J., Kim, Y., & Kim, H. (2012). Qualitative research methods. Seoul: Parkyoung Publication Co.
- Yoo, M., & Ko, K. (2010). The effect of online mentoring program for the science-gifted students' affective development. *Journal of Science Education for the Gifted*, 2(2), 39-60.
- Zeidler, D. L., Berkowitz, M. W., & Bennett, K. (2014). Thinking (Scientifically) responsibly: The cultivation of character in a global science education community, In M. P. Mueller., D. J. Tippins., & A. J. Stewart (Eds.), *Assessing schools for Generation R*(pp. 83-99), Springer Netherlands.
- Zeidler, D. L., & Kanh, S. (2014). It's debatable!: using socioscientific issues to develop scientific literacy K-12. Arlington, VA: NSTA Press, National Science Teachers Association.

저자 정보

김선희(서울상곡초등학교 교사)

신동희(이화여자대학교 교수)