Journal of the Korean Association for Science Education
Journal homepage: www.koreascience.org

2015 개정 교육과정의 '과학탐구실험' 실행에 대한 사례연구 –문화역사적 활동이론(CHAT) 측면에서의 이해–

신소연, 박철규, 이창윤, 홍훈기*
서울대학교

A Case Study on the Practice of 'Science Inquiry Experiment' in the 2015 Revised National Curriculum: An Understanding in the Perspective of Cultural-Historical Activity Theory(CHAT)

Soyeon Shin, Chulkyu Park, Chang Youn Lee, Hun-Gi Hong*
Seoul National University

ARTICLE INFO

Article history:
Received 21 November 2018
Received in revised form
12 December 2018
20 December 2018
Accepted 24 December 2018
Keywords:
Science Inquiry Experiment, Cultural-Historical Activity Theory(CHAT), Activity System, 2015 revised national curriculum

ABSTRACT

As 'Science Inquiry Experiment' is newly introduced in the high school curriculum, where inquiry and experiment oriented education is insufficient, this study aims to analyze teacher's practice of 'Science Inquiry Experiment' in depth and identify contradictions during its process in the perspective of Cultural Historical Activity Theory. The research participant is teacher SHIN who is exclusively responsible for Science Inquiry Experiment. Starting with reflection on the practice of Science Inquiry Experiment class conducted in the first semester, interviews with participants, participatory observation and local materials were used during the 2nd semester's Science Inquiry Experiment class. A descriptive analysis of the teacher SHIN's practice of Science Inquiry Experiment was carried out and the contradictions in the activity system of the teacher SHIN were identified. The result reveals that in the overall practice of teaching Integrated Science and Science Inquiry Experiment, there were contradictions between teacher SHIN's recognition about cooperation(subject) and shared responsibility with other teachers(division of labor), and between teacher SHIN's recognition about the subjects(subject) and contrasting contents in teacher training courses(community). In the practice of teaching Science Inquiry Experiment, there were specific contradictions between teacher SHIN's recognition about the subject(subject) and time of job assignment(rule), between experimental activities(object) and experimental tools(tool), and between purpose of the subject(object) and directions about assessment(rule). These contradictions directly or indirectly influence the practice of teaching Science Inquiry Experiment. There needs to be support for constructing an activity system capable of supporting and promoting teachers' practice of Science Inquiry Experiment, and we made several suggestions to resolve the problems.

Ⅰ. 서론

2015 개정 과학과 교육과정에서는 '통합과학'과 '과학탐구실험'이 신설되어 문·이과 구분 없이 모든 학생이 필수적으로 이수하도록 하였으며, 이를 통해 과학교육이 종래의 이과생만을 위한 것이 아니라 과학을 즐기는 모두를 위한 것임을 강조한다(MOE, 2015b). 특히 과학탐구실험 교과의 경우 과학탐구능력 및 핵심 역량을 향상시키기 위해 과학탐구활동과 체험 그리고 산출물 공유의 경험을 제공하는 과목으로 학생들이 즐겁게 실험 활동을 할 수 있도록 워크북 형태로 구성하여 성취감, 즐거움, 흥미 등을 느낄 수 있도록 구성되었다(MOE, 2015a). 과학탐구실험 교과는 3개의 영역(역사 속의 과학탐구, 생활 속의 과학탐구, 첨단 과학탐구)과 5개의 핵심개념(과학의 본성, 과학자의 탐구 방법, 과학적 태도, 과학탐구의 과정, 과학의 응용)에 관한 다양한 과학탐구 활동과 체험을 제공하므로 과학적 탐구와 긴밀한 연결성을 갖는다(Jho, 2018).

'탐구'는 우리나라 교육과정의 과학교육에서 줄곧 강조되었던 핵심 요소로서 과학을 배우기 위한 중요한 학습 방법이자 학습 대상이다(Cho & Baek, 2015). 또한, 과학의 꽃이라 여겨지는 실험은 과학적 탐구에 관한 교수학습의 중요한 전략이자 탐구 활동을 실행하기 위한 핵심적인 수단이다. 우리나라 과학과 교육과정에서 전례가 없었던 과학탐구실험의 교과화와 그 필수 이수는 과학탐구와 실험활동이 고등학교 현장에서 적극적으로 이루어지도록 함으로써 고질적인 문·이과로 양분된 풍토를 해소하여 융합형 인재를 기르는데 기여할 수 있는 가능성을 시사한다(Kim & Na, 2018).

한편, TIMSS 및 PISA 등의 국제 비교연구 등을 통해 우리나라 학생들의 성취도와 흥미도 사이의 간극 문제와 더불어, 과학탐구 및 실험중심의 교수방법의 실천이 국제 평균 이하라는 문제가 반복적으로 지적되어 왔다(Park, 2013; Song, 2013). 중등학교 과학교사를 대상으로 한 실험 수업의 실태 및 인식을 조사한 선행연구에 따르면(Park, 2013), 설문에 참여한 약 60%의 교사들은 한 학기에 1~3회 정도의 실험을 진행하고 있었으며, 이조차도 대부분 중간이나 기말 평가를 위한 수행평가를 위한 것으로 나타났다. 과학탐구 및 실험중

* 교신저자 : 홍훈기 (hghong@snu.ac.kr)
http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2018.38.6.885

심의 수업이 학교 현장에서 좀처럼 이루어지기 어려운 것에 관해 선행연구들은 시공간의 제약과 교사의 업무 부담(Shim *et al*., 2010), 대학 입시라는 테두리(Kim & Tan, 2011), 교사들의 탐구 활동의 목적에 대한 분명한 이해의 부족(Yang *et al*., 2006), 학생들의 탐구 과정 수행 능력 부족(Jeong *et al*., 2006), 행·재정적 지원 미비(Jung & Hur, 1993) 등으로 그 원인을 다양하게 지적해왔다. 이러한 상황에서 교사들은 과학탐구실험의 신설이 학생들의 다양한 실험 학습을 통한 과학에 대한 흥미도를 증가시켜줄 수 있다는 기대를 함과 동시에 업무 가중, 전공이 아닌 교과 실험 수업에 대한 부담감, 과학탐구실험의 형식적 운영에 대해 우려하는 실정이다(Yoon & Kang, 2016).

교사의 수업 실행 및 교수활동에는 교사의 지식뿐만 아니라 수업 구성에 영향을 줄 수 있는 복잡하고 다양한 교사 내·외부의 요인들이 반영된다(Johnson, 1989). 앞선 선행연구들은 교사가 과학탐구실험 수업을 운영하는 데 있어 교사 개인의 내적 측면과 아울러 교사를 둘러싼 상황 맥락적 요소들로부터 기인하는 갈등을 예상하게 한다. 교육과정의 운영은 이를 학교 현장에서 계획하고 실행하는 교사에 의해 좌우되므로, 새롭게 신설된 과학탐구실험 과목을 운영하는 데 있어 현장 교사의 구체적인 경험과 그 과정에서 겪는 어려움과 갈등 등에 대해 이해하는 것은 매우 중요하다. 특히, 교사는 교실, 동료 교사, 학생과의 관계, 학교 문화 등과 같이 다양한 맥락 속에 있는 존재이므로 교사의 과학탐구실험 교수 실행을 제대로 이해하기 위해서는 그 활동 주체인 교사 개인을 중심으로 상황·맥락 간의 상호작용을 체계적으로 분석해야 할 필요가 있다(Roth & Tobin, 2004). 최근의 교육과정 정책이 교사를 '변화의 주체(agent of change)'로 내세우고 있는 만큼(So & Choi, 2018), 교사가 속한 공동체의 특성, 학교의 제도적, 문화적 여건 등의 측면에서 현장 과학교사가 과학탐구실험 수업을 실행하는 과정을 심층적으로 조사해야 할 필요가 있다.

이러한 측면에서 문화역사적 활동이론(cultural historical activity theory; CHAT)이 효과적인 분석을 위한 이론적 틀이자 연구방법이 될 수 있다. CHAT의 관점에 따르면, 사회과학적 연구의 분석단위는 개인이나 활동의 결과물에 한정하기보다는 이들을 포함하여 사회문화적 맥락 내에서 이루어지는 활동이 되어야 한다(Engeström, 1987; 1999; 2000). CHAT는 개인이 사회적 맥락 안에서 목표를 세우고 계획하고 실행하는 과정을 하나의 활동(activity)으로 정의하고 이를 인간 행동 및 사회 현상의 분석단위로 본다. 따라서 연구자는 과학탐구실험 수업을 운영하는 교사의 활동(activity)에 집중하여 교사가 설정하는 목표(object), 교사가 사용, 또는 매개하는 도구(mediating artifacts), 교사가 속한 사회-문화적 관계의 공동체(community), 공동체 내에 작용하는 규칙(rules), 공동체 내의 분업(division of labor)에 관심을 갖는다.

CHAT는 과학교육 연구에서 현장 과학교사의 교수 실천을 분석하는 데에 다양하게 사용된 바 있다(Choi *et al*., 2015; Han *et al*., 2014; Jeong & Lee, 2013; Lee & Chung, 2013). CHAT에 기반을 두는 접근방식은 개인을 맥락으로부터 분리한 채 단편적인 설명이나 원인 규명에 그치는 것이 아니라 개인과 활동체계의 맥락 간의 역동적인 상호작용도 포착할 수 있어 복잡하고, 유동적인 수업 실행 및 교수학습 실천을 분석하는 데 있어 유용하게 쓰일 수 있다. 또한, 교사의 교수 실행에 대한 통합적 이해와 그 안의 갈등과 변화에 대한 통찰을 제공해 줄 수 있다는 점에서 교사가 과학탐구실험 수업을 운영하고 실행하는 복잡한 과정에 대한 이해를 명료화할 수 있는 구조적 틀이 될 수 있다(Youn & Park, 2012).

이에, 본 연구에서는 CHAT를 바탕으로 한 교사의 과학탐구실험 수업 실행에 관한 사례연구를 통해, 과학탐구실험 수업 실행 과정을 심층적으로 분석하고자 한다. 특히, 교사의 과학탐구실험 수업 실행에 대한 기술적 분석(descriptive analysis)을 통해 활동체계 요소 간의 상호작용과 모순에 초점을 두고, 과학탐구실험의 수업 실행을 구체적이고 체계적으로 분석하고자 한다. 그 밖에도, 연구참여자의 과학탐구실험 수업 실행과정을 연구참여자의 과학 교수 전체 맥락과 비교함으로써 과학탐구실험 수업 실행과정에서 발생하는 모순의 특수성에 주목할 것이다. 이를 통해, 과학교육 현장에서 과학탐구실험의 성공적인 정착과 과학탐구중심 교육의 활성화를 위한 실질적인 시사점을 도출하고자 한다. 본 연구의 연구문제는 다음과 같이 요약될 수 있다.

첫째, 연구참여자의 과학탐구실험 수업실행은 CHAT 의 관점에서 활동체계의 각 요소들과 어떻게 연관되는가?

둘째, 연구참여자는 과학탐구실험 수업실행에 있어 어떤 모순에 직면하는가?

II. 연구방법

1. 연구참여자

본 연구에서는 2015 개정 교육과정에 의해 처음으로 도입된 과학탐구실험 수업에 관한 연구가 미비한 상황에서 시도되는 시론적 연구로, 과학탐구실험 수업의 운영에서 일어나는 사태와 그것을 설명하는 정황을 깊이 있게 바라보고자 단일 사례연구 방법을 채택하였다. 단일 사례연구는 하나의 현상에 집중하여 특정한 상황과 그 안에 내포된 복잡한 의미에 대해 심층적인 이해를 도모할 수 있다는 이점이 있으며, 유례없는 특이한 사례로부터 새로운 정보를 제공하려는 목적으로 수행되는 연구에 적합하다고 알려져 있다(Merriam, 1998; Yin, 2009). 이러한 연구방법은 질적 연구방법의 하나로, 그 목적은 연구 결과의 일반화라기보다 추후 연구를 위한 근거를 마련하고, 인간의 특정 활동을 둘러싼 상황에 대한 철저한 설명과 이해를 추구함으로써 지식의 지평을 확장하는 데 있다(Creswell, 2012; Yin, 2009). 이에 경기도에 소재한 우리고등학교의 과학탐구실험 수업 운영을 하나의 사례로, 과학탐구실험을 전담하는 신기봉 교사(여, 가명)를 연구의 주참여자로 선정하였다. 신교사의 경우 영재학급 지도를 비롯해 과학교육원 개방실험실 연수 운영 등 실험 수업에 대한 경험과 의지가 비교적 높고, 업무량이 과도하지 않아 비교적 수업에 집중할 수 있는 환경에 있었다. 특히, 다른 학년 수업을 맡지 않고 1학년을 대상으로 하는 통합과학과 과학탐구실험을 모두 전담하고 있어, 연구에 적극적으로 참여하여 2015 개정 교육과정의 운영에 관한 함의점을 제공해 줄 수 있을 것으로 판단되었다. 그 밖에도, 우리고등학교의 과학교사 2인, 학교 관리자 1인, 과학탐구실험 수강 학생 5인을 부참여자로 선정하였고, 이를 통해 과학탐구실험 운영과 실행에 대한 총체적인 맥락을 파악하고자 했다.

2. 자료수집

본 연구에서 수집한 연구자료는 Table 1과 같이, 크게 연구참여자에 대한 심층면담 자료, 수업에 대한 관찰노트, 그리고 현지자료(교사

Table 1. Information about Collected Data

자료 수집 기간	자료 목록	수집된 자료
2018년 9월~10월	우리고등학교 과학탐구실험 운영 관련 자료	• 과학탐구실험 평가계획서 • 평가 지침
	신교사의 과학탐구실험 수업 관련 자료	• 신교사의 수업 준비 노트 • 실험보고서 양식 • 포스트잇 • 과학탐구실험 지필평가 시험지
	설문지와 면담 자료	• 교사, 학생, 관리자에 대한 면담 전사본
	과학탐구실험 수업 자료	• 4차시의 수업 녹화본 및 전사본
	연구진 협의회	• 현장노트 작성본 • 연구진 회의록

가 제작한 교수 및 평가자료, 학교 운영 계획 등)로 나뉠 수 있다.

심층면담의 경우, 2학기 과학탐구실험 수업 시작 이전에 연구의 주참여자에 대한 사전면담을 실시했으며 2학기 수업 운영과 함께 진행되어 수업 전후에 면담을 진행하여, 한 시간 내외로 총 7회 실시했다. 사전면담에서는 주참여자 교사의 배경 변인, 탐구실험에 대한 인식과 신념, 1학기 수업 운영에 대한 반성 등에 대해 질문하였으며 과학탐구실험의 2학기 운영 과정에서는 수업의 목표 및 실행 정도, 수업 실행에 영향을 미치는 요인을 활동체계 요소 중심으로 질문하였다. 또한, 부참여자인 교사, 관리자, 학생에 대해서는 3차례의 반구조화된 면담을 실시하여 과학탐구실험 운영과 실행 전반과 관련된 정보를 활동체계 요소 중심으로 수집하였다. 면담을 진행할 때, 참여자가 말한 의도를 왜곡하여 해석하지 않기 위해 본인이 말한 의미를 재차 질문하고 확인함으로써 참여자에 의한 검증(member checking)을 수행하였다(Lincoln & Guba, 1985). 면담은 모두 녹음하였으며 면담 직후에 바로 전사하였다. 한편, 수업 관찰의 경우, 한 명의 연구자가 수업 현장에 방해가 되지 않도록 수업의 운영을 관찰하고 기록할 수 있도록 교실 한 쪽에 관찰 거점을 두고 총 4차시를 참여하였다. 연구자는 이 과정에서 수업을 녹화하고, 관찰사항은 관찰노트에 주요내용을 기록하였다. 그 밖에 현지자료는 과학탐구실험의 운영과 관련된 평가자료를 비롯하여 주참여자가 과학탐구실험 수업을 운영하는 데 사용된 실험보고서, 수업자료, 평가자료 등을 참고하였다. 또한, 주참여자가 근무하는 우리고등학교, 교무실, 학급 분위기 등을 관찰하며 연구와 관련될 수 있는 특징 등을 기록하였다. 자료 수집 과정에서 녹음·녹화한 자료는 모두 전사하여 전사본을 작성한 후 분석했으며, 연구자들이 교차로 검토하며 지속적인 논의 과정을 거쳤다.

3. 분석 방법

Engeström(1999)에 따르면 CHAT는 분석절차나 방법론적인 원칙을 제공하는 정형화된 접근이 아니므로, 연구의 목표와 속성에 따라 분석 방법을 구체화해야 한다. 사례연구로서 활동체계 모형을 활용할 때에는 활동체계의 각 요소를 분명하게 규정하는 데 있어 방법론적 모호성이 존재하므로(Darwin, 2011), 풍부한 배경자료를 통해 연구의 초점에 해당하는 활동의 경계를 긋고, 활동체계 요소 사이의 긴장을 규명해야 한다(Yamagata-Lynch, 2007). 이를 위해 본 연구에서는 CHAT를 분석틀로 활용한 선행연구(Choi *et al*., 2015; Han *et al*., 2014; Saka *et al*., 2009)를 참고하여 수집된 모든 자료로부터 활동체계의 1차 범주를 도출하였고, 이를 통해 활동의 경계를 보다 명확하게 규정하였다. 이후, 자료의 재검토를 지속적으로 반복하여 범주를 정교화시키는 지속적 비교방법(constant comparative method)을 사용하였다(Strauss & Corbin, 1998). 수집된 모든 자료를 6개의 활동체계의 요소에 따라 분류하고, 각 요소별 내용을 심층적으로 분석하기 위해 면담전사본, 수업 촬영 동영상, 현지자료 등의 자료를 반복적으로 분석하는 과정을 거쳐 각 활동체계 요소의 의미를 구체화하였다. 또한, 연구를 진행해나가면서, 추가 면담과 자료 보충을 통해 요소별로 추가되어야 할 내용을 보완하며 과학탐구실험 수업 실행에 대한 활동체계 구성요소를 완성하였다(Table 2). 이후, 활동체계의 6가지 요소 주체(subject), 객체(object), 공동체(community), 규칙(rules), 분업(division of labor), 도구(mediating artifacts) 의 관점에서 신교사의 활동체계를 심층적으로 분석하여 기술하였고 추가적인 분석과 고찰 과정을 통해 활동체계 내의 모순을 규명하였다. 분석틀 제작 및 자료 분석 과정에서 과학교육 전문가, 현직교사, 과학교육전공 대학원생으로 구성된 세미나에서 수차례 정기적으로 검토를 받아 연구 결과의 해석과 논의에 대한 타당성을 점검받았다.

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

1. 과학탐구실험 수업 실행에 대한 활동체계 분석

본 연구에서는 신교사의 사례로부터 과학탐구실험 수업 실행에 대한 활동체계의 6가지 요소들을 도출하였다. 주체는 과학실험 수업을 실행하는 교사로, 객체는 과학탐구실험 수업으로, 도구는 과학탐구실험 수업에 관한 자료 및 도구로, 규칙은 과학탐구실험 수업에 관한 방침으로, 공동체는 과학탐구실험 수업과 관련된 공동체로, 분업은 과학탐구실험 수업에 관한 주변인들의 역할로 두었다. 이와 관련하여 각 요소의 특성을 나타내기 위해, 아래 Table 2에 제시된 바와 같이 하위 내용을 조사하였다.

가. 주체(Subject): 과학탐구실험 수업을 실행하는 교사

(1) 실험 및 탐구 지도에 대한 경험

신교사는 과학 교사 경력이 6년이며, 중학교에서 5년간 과학을 가르치다 현재는 우리고등학교에서 1학년 담임을 맡으며 통합과학과 과학탐구실험 교과를 담당하고 있다. 신교사는 1학년을 전담하여 일

Table 2. The Components of Activity System about Teacher's Enactment of Teaching Science Inquiry Experiment

활동체계 요소	세부 내용
주체(Subject): 과학탐구실험 수업을 실행하는 교사	• 교사의 개인적 배경(교직 경력, 업무량, 교수학습관, 실험 및 탐구지도 경험 등) • 실험 및 탐구 수업에 대한 인식 • 과학탐구실험 교과에 대한 인식
객체(Object): 과학탐구실험 수업	• 교사의 과학탐구실험 수업 목표설정 • 과학탐구실험 수업 운영 사례(관련 교수 전략, 교수학습 활동 등)
공동체(Community): 과학탐구실험 수업과 관련된 공동체	• 학급 및 학생 특성 • 동료교사의 문화(특징, 분위기) • 교과 직무 연수 등의 교사 모임
규칙(Rules): 과학탐구실험 수업과 관련된 방침	• 학교교육계획 및 운영체계 • 과학탐구실험의 편성 • 과학탐구실험의 학생 평가지침 및 평가방식 • 과학탐구실험 수업에서의 규칙
분업(Division of labor): 과학탐구실험 수업과 관련된 주변의 역할	• 관리자의 역할 • 동료 교사와의 분업 • 실험보조원(실험조교)의 도움 • 학생들과의 분업
도구(Mediating artifacts): 과학탐구실험 수업과 관련된 자료 및 도구	• 과학탐구실험 수업의 교수학습자료 • 과학실험실 환경 및 실험도구 • 멀티미디어 도구

주일에 총 14시간의 수업을 운영하며 과학과 업무를 전반적으로 맡고 있는데, 중학교에서 근무하던 과거에 비해 행정적 업무가 적어 비교적 교과 수업 준비에 더욱 집중할 수 있는 환경이라고 생각하였다.

신교사는 중학교에 근무하던 당시 영재학급 담임 및 지도교사로 4년, 인근 학교의 영재학급을 지도했으며 경기도 과학교육원에서 주제 탐구를 연구하고 관련 연수 강의를 맡기도 했다. 또한, 과학교육원 개방실험실 지도교사로 강의를 맡은 경험이 있으며 지구과학 교과연구회 활동에 꾸준히 참여하는 등 과학 실험 및 탐구에 꾸준히 관심을 가지며 실천해왔다. 신교사는 초임 시절부터 수업을 꾸준히 학생 모둠활동의 형태로 운영하였으며, 학생들의 참여와 학생들 간의 의사소통을 중요하게 여겼다. 신교사는 실험 및 탐구를 비롯한 학생 위주의 활동에 대해 "나 스스로가 좋아한다"라고 말하며 실험 및 탐구 수업에 대한 동기와 열정을 보였다.

(2) 실험 및 탐구 수업에 대한 인식

교사가 실험 수업을 어떻게 인식하고, 그 목적을 어떻게 설정하느냐에 따라 실제 실험 수업이 매우 다른 양상으로 전개될 수 있기 때문에(Yoon, 2008), 신교사의 실험 및 탐구에 대한 인식을 살펴볼 필요가 있다.

신교사는 실험수업을 "실험기구 등을 사용하여 학생들이 직접 조작, 관찰, 경험, 표현하는 수업"이라고 정의했으며, "과학에 대한 흥미와 긍정적인 태도를 기르고 모둠에서의 의사소통 역량"을 기를 수 있는 것을 실험수업의 목적이자 필요성이라고 생각했다. 학생들이 "다 같이 깨어있고 즐거워하는 수업"이라고 느끼는 데에서 실험수업에 대한 만족감을 나타냈으며 이는 교사들이 대체로 과학 실험수업에 대해 긍정적으로 인식하고 있다는 선행연구와 일치한다(Park, 2013). 또한, 학생들의 실험수업에 대한 긍정적인 반응이 신교사가 실험수업을 실행하는 동기로 작용하는 것을 볼 수 있다.

한편, 신교사는 실험수업 자체로는 학생들의 사고를 자극하는 데 한계가 있다고 여기며 실험수업이 학생들의 사고력을 요구하는 탐구로 이어질 수 있도록 고민하였다. 이는 학생들의 실험이 구체물 등을 조작하는 활동으로 진행된다 할지라도 이것이 곧 학생들의 과학적 사고를 자극하는 탐구적 활동으로 진행되지 않을 수 있음을 의미한다(Yang *et al*., 2006). 신교사는 이처럼 실험활동과 탐구활동을 구분하여, 탐구를 "학생이 스스로 생각하고 문제를 해결하고 실패하고 다른 대안을 찾아보는 과정"이자, "단시간에 이루어지는 것이 아니라 문제를 해결하기 위한 다양한 시도와 인내"까지를 포함하여 삶의 태도로까지 연결되는 총체적인 '역량'으로 보았다.

(3) 과학탐구실험 교과에 대한 인식

신교사는 과학탐구실험 교과를 처음 접했을 때 다양한 활동으로 이루어진 교과서 구성을 보고 "뭐 이렇게 다 들어가 있어?"라고 생각하며 다양한 활동으로 이루어진 교과의 의도를 초기에 충분히 이해하기 어려웠음을 회상했다. 신교사는 과학탐구실험 교과가 학생들이 탐구 경험의 기회를 부여하기 위해 신설된 과목으로 실험활동, 자료조사 활동을 비롯한 다양한 학생 중심의 탐구활동으로 이루어져 있다고 보았다. 신교사는 학생들이 직접 조작하는 실험활동 뿐만 아니라 학생들의 사고를 자극할 수 있는 자료조사, 발표 등의 다양한 탐구방법들이 의미 있다고 여겼다. 또한, 학생들이 "무언가 계속 참여"하므로 학생들의 흥미와 호기심을 불러일으키는 데 긍정적으로 생각했다.

한편, 과학탐구실험의 탐구활동은 물리, 화학, 생명과학, 지구과학을 모두 포함하고 있어 과학교사가 본인의 전공이 아닌 내용을 가르치는 데 부담감을 느낀다는 선행연구와 달리 중학교에서 과학 교수경험이 있는 신교사는 타전공 분야에 대한 부담감은 상대적으로 적다고 응답했다(Sung & Chung, 2013; Yoon & Kang, 2016). 특히, 신교사는 과학탐구실험은 과학 내용 지식을 얻기 위한 과목이 아니므로 "모범답안"이 없다고 보았다. 즉, 기존의 과학 교과들이 과학 내용 지식의 전달에 그 목표가 있다면 과학탐구실험 교과의 목표는 과학 내용 지식 전달이 아닌 학생의 탐구 과정을 강조한다는 점에서 차이가 있다고 응답했다.

"이 과목(과학탐구실험)은 지식을 얻기 위한 과목은 아니에요. 여기에

서 이론적인 내용을 깊이 들어가려면 한도끝도 없고. 우리가 그동안에 계속 내용을 전달하고 그 내용을 습득하고 이런 것들에 되게 익숙해져 있었는데 이제 그런 이거는 학생들의 뭔가 내용적인 것보다는 기능적인 것 플러스 역량. 이런 거를 신장시키기 위한 거잖아요. 그래서 정해진 모범답안이 없다는 생각. 모든 선생님들이 다 내용전달이야 뭐 강의식으로 EBS나 이런 강의처럼 잘하겠지만..”

이러한 측면에서 신교사는 과학탐구실험의 다양한 탐구활동이 학교 현장의 제약된 상황에서 이루어지게 되므로 교사의 철학에 따른 재구성이 필연적으로 요구된다고 보았다. 즉, 어떤 목표를 설정하고 이러한 목표를 바탕으로 주어진 탐구활동을 어떻게 재구성하느냐에 있어 교사의 철학과 역량이 중요하다고 여겼다. 신교사의 이러한 재구성에 대한 생각은 탐구지도에 있어 교사가 탐구와 관련된 충분한 경험과 실천적 지식을 갖추어야 한다는 선행연구와 일치한다(Park, 2009).

“교사의 역량이 정말 중요한 거 같아요. 왜냐면, 진짜 얘(과학탐구실험)는 통합과학처럼 내용 매뉴얼도 없으니까요. 그러니까 아이들이 이 활동 안에서 어떤 역량을 키우고, 이럴 때 교사 철학이 되게 중요한 거 같아요. 학교 상황에 맞춰서 제약된 상황에서 어떻게 어떤 걸 선택해서 어떤 역량에 초점을 둬서 수업할 것이냐 이런 게 교사 생각이 되게 중요하죠. 수능 중심으로 평가를 하고 이렇게 할 때는 크게 고민할 게 아니니까요.”

나. 객체(Object) : 과학탐구실험 수업

(1) 과학탐구실험 수업의 목표설정

신교사는 과학탐구실험 교과가 “정답이 없는” 다양한 탐구활동으로 이루어져 있으며 과학 지식 내용을 배우기 위한 교과가 아니라고 보았기 때문에 수업의 목표를 다양한 활동에 대한 학생 참여를 통한 학생의 탐구기능과 탐구역량 신장에 두었다.

신교사는 1학기에 학생들이 충분한 실험 경험을 갖지 못했다고 여겨 최대한 다양한 실험활동을 제공하는 ‘실험’ 활동에 초점을 두었다. 그러나 이는 비교적 “얕은” 수준이었으므로 2학기에는 학생들의 사고를 자극할 수 있는 ‘탐구’ 수업의 형태로 과학탐구실험 수업을 운영하고자 하였다. 그러나 이 과정에서 학생들이 “탐구다운 탐구”를 실제로 수행하기 어려우므로 학생의 수준에 맞는 안내된 탐구의 방식으로 수업을 계획·운영하였다. 이에 Table 3과 같이 1학기에 8회의 수행평가를 2학기에는 5회로 줄여 하나의 탐구 활동을 여러 차시로 나누어 운영하여 학생들이 더욱 자세한 탐구 과정을 경험하도록 하고자 하였다.

“1학기 때 수업은 일단 다양한 것을 경험해보고, 얘네가 뭔가 얘기를 나눠보면 제가 생각했을 때 가장 기본적인 실험 같은 것도 중학교 때 안 했었던 거 같은 느낌이 드는 거죠. 과학실 사용 자체도 안 해보고 그래서 일단 여러 가지 좀 보고 만지고, 그리고 그 현상을 봤을 때 자세하게 들여다보는 거를 연습을 시키고 싶었다고 하면, 2학기 때는 사실은 그거를 하고 싶었어요. 프로젝트 수업으로 해서 실험 정말 자기가 주제를 정해서 실험을 계획하고 보고서 작성해서 그다음에 그 발표까지 연구하듯이 쭉 이렇게 하고 싶었는데, 아이들이 그런 수준이 안 돼 있는 거죠. 아이들이 직접 주제 선택부터 실험 계획하고 이런 것까진. 그래서 그런 탐구다운 탐구랑 요리책 식의 중간 정도 단계? 그래서 학생들이 주어진 주제와 준비물을 보고 자기들이 실험을 직접 설계하고 수행하고 그 결과를 정리하는 연습을 하도록 하려 합니다.”

(2) 과학탐구실험 수업의 운영 사례

신교사는 자외선 차단 효과 탐구실험을 총 3차시로 나누어 운영하였다. 교과서상에는 자외선 카드에 자외선차단제를 바르는 방식에 따른 차단 효과, 색깔에 따른 자외선 차단 효과를 비교하는 활동으로 제시되어 있으나, 신교사는 학생들에게 자외선 차단에 관련된 주제를 학생들이 직접 정하고 탐구를 설계, 수행하는 방식으로 수업을 구상하였다. 그 이유에 대해 신교사는 1학기 때 부족했던 탐구를 학생들이 수행할 수 있도록 하기 위해서라고 언급하였다. 실제로 학생들은 자외선 차단이라는 주제가 주어졌을 때, 자외선차단제를 바르는 방식을 비롯하여 물과 모래에서의 지속성, 바르는 횟수에 따른 자외선 차단 효과, 자외선 차단제를 지우기 위한 조건 등 모둠별로 다양한 탐구 주제를 직접 선택하여 탐구를 설계하였다. 자외선 차단 효과의 탐구 운영과 수업의 내용은 Table 4와 같다.

자외선 차단 효과 탐구의 수업에서 신교사는 진행과 안내만 하였고 대부분은 학생들 위주의 탐구활동이 수행되었다. 신교사는 모둠을 돌아다니며 토의과정을 점검하고, 학생들에게 “왜 그렇게 생각했어?”, “어떻게 더 구체화해볼래?”, “이런 문제가 있지 않을까?” 등의 질문을 던지고, 학생의 질문에 소위 정답을 제시해주는 것이 아니라 학생이 해결할 수 있도록 안내하는 안내자, 촉진자의 역할을 하고 있었다. 따라서 수업 전반에 걸쳐 학생들 간의 대화와 토론, 보고서 작성 등의 학생 활동이 활발히 일어났으며, 이는 과학탐구실험 수업 방법의 초점이 학생 참여 활동에 있음을 보여준다.

Table 3. Teacher SHIN’s Evaluation System of Science Inquiry Experiment

	평가 종류	지필평가		수행평가							
1학기	반영 비율	20%		80%							
	횟수/영역	1차	2차	영역1	영역2	영역3	영역4	영역5	영역6	영역7	영역8
		.	선택형	주기율표 만들기	금속 반응성 실험	파스퇴르 실험	전자레인지의 원리	힘, 균형, 중력, 아름다움	산과 염기	과학논술1	과학논술2
2학기	반영 비율	20%		80%							
	횟수/영역	1차	2차	영역1		영역2		영역3	영역4	영역5	
		.	선택형	자외선 차단 효과 탐구		태양전지 만들기		기후변화경향 파악하기	산성화된 토양 중화시키기	과학논술	

Table 4. Example of Science Inquiry Experiment Class about UV Blocking Effect Inquiry

차시	수업의 주제	수업 장소	수업의 형식 및 내용
1	탐구보고서 작성법	컴퓨터실	• 탐구보고서 작성법에 대한 안내를 진행함. • 과학전람회 대회에서 관심 탐구 내용을 골라 형식에 맞도록 작성하게 함. • 학생들 개별로 관심 탐구 내용에 대해 형식에 맞게 정리함.
2	자외선 차단 효과 탐구 계획 세우기	컴퓨터실	• 컴퓨터실에서 개별로 인터넷을 활용하여 자외선, 자외선차단제 등에 관련된 자료조사를 실시함. • 조별로 자외선 구슬, 자외선 카드를 활용하는 자외선과 관련된 탐구 주제를 선정하고 그에 따른 탐구내용을 설계함. • 탐구동기, 탐구주제, 탐구방법, 준비물에 대한 계획 보고서를 작성함
3	자외선 차단 효과 탐구실험 수행하기	교실	• 조별로 필요한 실험 도구들에 대해서 안내함. • 조별로 자외선과 관련된 탐구실험을 수행함.

다. 공동체(Community): 과학탐구실험 수업과 관련된 공동체

(1) 학급 및 학생 특성

우리고등학교는 2016년에 개교한 학교로 전교생이 185명, 교사가 35명인 비교적 작은 학교이다. 신도시에 위치한 우리고등학교 학생들의 경제적 여건은 대체로 좋은 편이며 학부모들의 교육에 대한 관심도 비교적 높은 편이었다. 특히, 신교사가 맡고 있는 1학년은 총 47명으로 한 반에 최대 17명으로 구성되어 있다. 이러한 소규모의 학급은 모둠활동 위주의 수업, 활발한 상호작용, 그리고 모든 실험보고서에 대한 피드백을 제공할 수 있었던 기반으로 작용했다.

우리고등학교의 1학년 세 반의 학생들은 반마다 학업 성취도, 과학에 대한 흥미도에는 차이를 보였으나 신도시에 위치한 같은 중학교에서 진학한 학생들이 대다수인 경향이 있었으며, 면담결과에 따르면 비교적 탐구실험에 대한 경험이 적은 편이었다. 면담에서 대부분의 학생은 일반 강의식 수업보다 과학탐구실험 수업에서는 컴퓨터실이나 실험실에서 이루어지며 소외되는 학생들 없이 비교적 적극적으로 참여하는 분위기라고 응답했다. 과학탐구실험 수업의 장점에 대해 교사의 필기, 교과서 비중이 감소하고 직접 조작과 참여의 빈도가 증가하면서 흥미와 즐거움을 느꼈으며, 학습내용의 파지에 효과적이었다고 생각했다.

"과학하고 좀 반대로 실험탐구과목은 뭐지…. 실험 위주로 하고 실험 위주로 하니까 이 반에서 안 하고 컴퓨터실 가던지 과학실가서 하니까 그래서 재밌는 거 같아요." (학생A 면담내용 중)

"저는 오히려 과학수업을 하는 것보다 과학실험실에 가서 실험하면서 얻었을 때 기억에 남는 게 더 큰 거 같아요. 그냥 재밌고. 그때만큼은 안 졸리고 그런 거 같아요. 그래서 오히려 실험실에 가면은 더 재밌고 체험하고 직접 할 수 있는 게 있으니까 어려워도 모둠 애들이랑 같이 맞춰서 하는 게 좀 뜻깊고 체험해보지 못하잖아요. 실생활에서는 그래서 학교에서 할 수 있고, 선생님이 책에 나오는 실험들은 최대한 준비해서 하려고 해주시는 거 같아서 그런 거는 재밌는 거 같아요." (학생B 면담내용 중)

"과학실험을 일단 해보면은 그래도 그 수업 내용이 더 기억에 잘 남는 거 같아요. 다른 거 생각할 때도 그 실험이 먼저 떠오르니까…" (학생C 면담내용 중)

학생들은 과학탐구실험 교과를 탐구보다는 실험교과라고 여기는 경향이 있었는데 이는 학생들이 실험뿐만 아니라 관찰, 분류, 조사 등의 다른 탐구방법을 접하게 되더라도 탐구에 대한 인식론적 이해가 전반적으로 부족하여 과학탐구를 다양한 탐구 과정이나 방법으로 인식하기보다는 실험으로 생각한다는 선행연구와 유사하다(Han *et al*., 2012).

한편, 1학기에서 2학기로 직접 탐구 주제를 선정하여 실험을 설계, 수행한 것에 대해서 상반된 반응을 보였다. 평소 실생활에서 궁금했던 주제를 스스로 선정하며 모둠끼리의 협업 수행을 긍정적으로 생각한 학생들도 있는 반면에, 결과가 정해져 있지 않은 실험을 하면서 불안함을 느끼는 학생도 있었다. 이는 학생의 과학에 대한 흥미, 탐구에 대한 인식에 따라 과학탐구실험 수업에 대한 견해가 달라질 수 있음을 보여준다.

"확실히 이번 새로운 방법이 좀 더 저희가 더 생각을 많이 하고 약간 더 저희가 머리를 더 많이 쓰는 거 같아요. 자기 창의력을 발휘할 수 있는 거 같아서 좋은 거 같고 모둠 애들이랑 맞춰서 자기가 생각했던 자기가 하고 싶었던 실험이 되게 여러 가지니까 모둠 애들이랑 하면 여러 가지 생각들이나 주제들이 나오잖아요. 자기가 생각 못 했던 것들도 나오고 그러면서 더 배워가고 그런 거 같아요." (학생C 면담내용 중)

"저는 그냥 하라고 하는 방법대로 하는 걸 좋아해서. 결과가 이렇게 딱 정해져 있는 게 아니어서 이게 맞는지 이런 것도 좀…" (학생D 면담내용 중)

(2) 동료교사 특성

교사의 수업 운영에는 학급 분위기뿐만 아니라 동료교사 문화도 영향을 미친다(Kang & Jung, 2006). 우리고등학교는 학년부 체제로 운영되고 있으며, 따로 '과학부'라는 명칭의 부서가 존재하지 않고 과학과 교사들 간에 과학과 관련 업무를 나누어 맡고 있었다. 학년부 체계로 되어있는 우리고등학교에서 신교사가 속해있는 1학년부의 분위기는 총 6명의 교사로 구성되어 있으며 협조적이고 서로를 격려하는 분위기였다.

한편, 신교사를 포함해 총 4명으로 이루어진 과학과는 매우 독립적이며 협업이 이루어지는 분위기가 아니라 각자 맡은 교과에만 충실히 하고 있다. 동교과를 함께 맡은 교사가 없으므로 학교 내의 과학경시대회, 과학캠프와 같은 우리고등학교에서 개최하는 과학과 행사에 대한 협의를 제외하고는 수업과 평가에 대해서는 서로 관여하지

않으며 각자 맡은 과목에 대해 독립적으로 운영하고 있었다. 과학과라는 이름하에 과학과 업무를 나눠 맡고 있음에도 불구하고, 담당 과목의 수업과 평가에 있어서만큼은 학년부 교사들 사이와 마찬가지로 매우 독립적이었다. 이는 학교는 교사들 간의 전문성을 간섭하지 않는 분위기, 동시에 업무 현장은 마치 계란판(egg crate)처럼 고립되어 있다는 기존의 학교 문화와 관련된 선행연구와 유사한 환경이었다(Lortie, 1975).

(3) 교사 직무 연수

학교 내에서는 과학탐구실험과 관련된 공동체가 없으므로, 신교사는 "답답하고 막막하지만, 이왕 하는 거 잘하고 싶은" 마음으로 학교 밖에서 이루어지는 과학탐구실험에 대한 2회의 직무 연수에 참여했다. 신교사는 직무 연수를 통해 과학탐구실험 교과서 집필진의 의도, 교과서 구성, 실험 수행과 관련된 정보 등을 얻을 수 있었다고 언급하였다. 특히 연수에서 모인 다른 학교의 과학탐구실험 교과를 맡은 교사들과 실제 각 학교의 평가계획안을 공유하면서 과학탐구실험 교과의 운영과 평가에 고민을 나누며 공감대를 형성하는 기회가 의미 있었다고 여겼다. 그러나, 2회의 직무 연수에서 통합과학과 과학탐구실험 연계의 필요성에 대한 상반된 견해들을 접하게 됨으로써 연계 문제에 있어 혼란스러움을 느꼈다고 언급하였으며, 이는 신교사의 교수 실행에 갈등요소로 작용하였다.

라. 규칙(Rules): 과학탐구실험 수업과 관련된 방침

(1) 1년 단위의 학교교육계획 및 운영 체계

신교사는 우리고등학교에 2월에 발령받은 이후 2월 말경에 열린 업무분장 회의를 통해 통합과학과 과학탐구실험 교과를 맡게 되었다. 신교사는 우리고등학교 업무분장 회의에서는 교사의 특정 교과목의 교수에 대한 개인의 의지와 선택에 의해서가 아니라, 교사들의 평균 시수, 2개 학년 이상을 가르치는지의 여부 등을 통해 교사 간의 시수 분배와 조절 과정을 거치게 되었다고 응답했다. 특히 업무분장 회의 시기는 신교사가 과학탐구실험 교과를 이해하기 위한 충분한 여건이 확보되기 어렵게 만드는 갈등요소로 작용했다.

또한, 이듬해에 교사의 변동이 없다면, 어떤 과목을 어떤 시수로 맡게 될지 대략 짐작할 수 있으나 교사의 순환근무제의 특성상 교사 변동이 생긴다면 그에 따라 교사의 담당 교과도 달라진다. 이러한 1년 단위의 학교교육계획과 2월 초의 업무분장 시기로 인해 신교사가 이듬해에도 과학탐구실험을 맡는 여부는 불확실하다. 신교사는 1년 단위로 매해가 바뀌는 학교 체계로 인해 과학탐구실험 교과 운영을 위한 전문성의 개발과 연속적인 지도가 어려운 환경임을 지적했다.

> "너무 그냥 우리한테 내던져진 거죠. 아 물론 그 학교라는 현장 자체가 그렇거든요. 매해가 바뀌고 그 교과서도 계속 막 바뀌고 한 선생님이 이 과목을 일관성 있게 쭉 가르치고 연구가 막 이렇게 통용되고 이런 현장이 아니잖아요. 사실 그러기 좀 힘들죠."

(2) 과학탐구실험의 편성

우리고등학교에서는 한 학기에 통합과학이 3단위, 과학탐구실험이 1단위로 편성되었기 때문에 신교사의 수업준비에 있어 통합과학이 더 큰 부담으로 작용하고 있었다. 시수의 부담이 적기 때문에 과학탐구실험은 "상대적으로 부담은 적지만 매우 번거로운" 과목이라고 언급했다.

> "1단위라 부담감이 적은데, 잘은 하고 싶은데, 매우 번거롭고, 가장 우려되는 건 귀찮음인 거 같아요. 물건 사서 준비하고 세팅하고 정리하고 이런 거요. 그래도 일단 시수가 적으니까 부담이 적고 애들도 크게 부담이 없는 거 같아요. 애들이 그렇게 생각하는 게 제 생각이기도 하죠."

선행연구에서는 과학탐구실험 교과의 1단위 편성에 의해 그 운영이 형식적으로 이루어질 위험성을 지적하기도 하지만(Yoon & Kang, 2016), 신교사는 "과학 시간을 허투루 보낸 게 거의 없다"라고 언급하며 과학탐구실험의 탐구 활동을 충실히 수행했다고 생각했다. 만약 과학탐구실험 활동 한 시간 내에 이루어지기 어려운 경우, 신교사는 통합과학 시간을 과학탐구실험 시간과 교환하여 한주에 과학탐구실험을 연속적으로 수행하기도 하였다. 신교사는 두 교과의 수업시간을 탄력적으로 운영할 수 있는 것이 두 교과를 함께 운영하는 것의 장점으로 보았다.

(3) 과학탐구실험의 평가

과학탐구실험 교과의 평가는 시·도 교육청의 평가 지침을 지키는 범위 내에서 학교 내의 학업 성적관리 위원회의 심의를 거쳐 마련된다. 교과학습발달상황의 평가는 지필평가와 수행평가로 구분하여 실시되는데, 과학탐구실험 교과는 '실험·탐구·연구를 중심으로 하는 과목'에 해당하므로 경기도교육청의 학업성적관리 시행지침에 의거하여 학교 학업성적관리규정으로 정하여 수행평가만으로 실시할 수 있다(Gyeonggido Office of Education, 2018). 그러나 신설 교과인 과학탐구실험 교과를 수행평가만으로 평가하기에 평가의 객관성에 대한 부담이 따르기 때문에 관리자는 신교사에게 지필고사를 반영할 것을 권고하였다. 신교사 또한 수행평가만으로 평가하는 데에 어려움이 있다고 여겼으므로 실험을 통한 수행평가를 80%, 지필평가를 20%의 비율로 정하여 지필평가의 비중을 최대한 적게 하고, 학생들의 수행과정을 평가하는 것에 비중을 두고자 하는 평가 지침을 마련하였다. 그러나 다양한 탐구활동에 대한 객관적인 평가 기준을 마련하기 위한 과정에서 어려움을 겪었으며 이는 이후 신교사의 활동체계의 갈등요소로 작용했다.

마. 분업(Division of labor): 과학탐구실험 수업과 관련된 주변의 역할

(1) 관리자

학교 관리자는 과학탐구실험 수업이나 수업에 관련된 부분에서 신교사의 재량을 존중하며, 지지해주는 편이었다. 신교사의 과학탐구실험 수업 운영 과정에서 필요한 실험기구 및 재원의 확보에 있어 관리자의 결재는 필수적이었으나, 이 과정에서의 어려움은 없었다.

(2) 동료 교사와의 분업

반면에 신교사는 과학탐구실험을 혼자 맡고 있었으므로, 과학탐구실험 수업을 위한 동료교사와의 분업은 이루어지지 않았다.

"힘이 잘 안 나죠. 지금 와서 느끼는 거지만 그전에 학교에서 너무 좋은 선생님들하고 같이 협업이 됐었어서 어떤 걸 하나를 하더라도 되게 즐겁게 했었거든요. 같이 다같이 내려가서 실험해보고 약간 그게 막 수업준비 연구 이런 느낌이 아니라 그냥 같이 얘기하고 놀고 이런 느낌이어서 되게 좋았었어요. 10개의 실험을 나 혼자 준비하는 건 힘들지만 6개 4개, 4개 6개, 5개 5개 이렇게는 쉽잖아요. 그래서 그런 식으로 서로서로 같이 끌어가는 선생님들이 계셨고 그게 잘 됐었어요. 그게 동료교사가 되게 중요한 거 같은 게 그건데 지금은 사실은 저 혼자 다 하는 거니까 준비하는 과정도 너무 힘들고 함께 할 수 있는 마음이 맞는 동료가 있었으면 좋겠어요."

신교사는 과거 과학 실험 수업을 운영하면서 경험한 동료교사와의 협업에 대한 긍정적인 기억이 있었다. 그러나 교과를 홀로 전담하여 가르치는 과정에서 서로에게 동력이 되어주는 "함께 할 수 있는 마음이 맞는 동료"의 부재로 인해 답답함을 느끼고 있으며 수업 준비과정에서 어려움을 겪고 있음을 알 수 있다.

(3) 과학실험보조원(실험조교)

우리고등학교에는 과학실험보조원이 배치되어 있지 않으며 이는 신교사를 비롯한 과학교사들의 실험 및 탐구 수업을 운영하는 데 있어서 어려움을 겪는 요인으로 작용했다. 신교사는 사소한 실험 하나를 준비하는 데에도 교사 개인의 노력이 필수적이라는 점에서 과학실험보조원과의 분업이 이루어지지 않는 환경에 부담을 느끼고 있었다.

"실험 바구니 다 만들어놓고 '하세요' 그럼 얼마든지 하죠. 끝나고 나서 정리하는 것도 마찬가지고요. 그러니까 사실 그게 중요한 거 같은 게 실험실 조교. 예전에 과학실 전담 행정 실무사를 뽑은게 되게 중요했었던 거 같은데 선생님들이 계속 이동하는데 그 학교 과학실 담당 선생님이 없으면 이 과학실 물품을 쓸 수가 없죠. 어디에 뭐가 들어있는지 모르니까 그게 굉장히 크고 또, 과학실 이동 수업할 때 아시겠지만 실험실 조교 선생님 계시면 문이랑 다 열어주시거든요. 근데 애들은 이동해서 기다리고 있는데 선생님이 나중에 와서 문 열어주고 이렇게 하려면 쉬는 시간 과학실 수업하면 쉬는 시간이 아예 없어지죠. 그래서 실험에서만큼은 보조원이 굉장히 중요한 거 같아요."

신교사는 과학실험보조원의 부재로 인해 과학교사들 간에 시약과 기구 유무에 대한 관리가 이루어지지 않아 같은 시약을 여러 교사가 동시에 구매한 해프닝을 예로 들며, 순환근무제라는 교사 근무 제도의 특성상 학교를 옮기게 되었을 때 과학실험보조원 없이 해당 학교의 과학실이 일관성 있게 관리되기 어려운 점을 지적하였다. 이는 과학실험보조원의 역할이 단순히 실험 준비와 뒷정리를 위한 보조의 역할로 그치는 것이 아니라, 학교 과학실험실의 관리·운영을 통한 과학실험 수업 활성화를 위한 촉진자로서 매우 중요한 역할을 한다는 것을 의미한다.

(4) 학생들과의 분업

신교사는 실험 준비과정은 혼자 도맡아 했지만, 한 학급에 한 명씩 과학 도우미를 선발하여 실험 교구 운반 및 실험 후 뒷정리 등을 함께 하였다. 과학 도우미 활동을 하는 학생에게는 봉사활동 시간을 부여하고, 학생생활기록부의 과목별 세무능력 및 특기사항에 과학 도우미의 활동 내용을 기재하는 등 학생 참여를 장려하였다. 또한, 수업시간에 의미 있는 질문을 한 학생에게 포스트잇을 주어 학생이 자신의 질문 내용을 적고 다시 신교사에 제출하도록 하였다. 이를 모아 수행평가에 반영하는 등 과학수업 운영에 있어 학생들과의 분업을 통해 학생들의 참여를 독려하고 수업 운영의 효율을 높이고자 하는 모습을 보였다.

바. 도구(Mediating artifacts): 과학탐구실험 수업과 관련된 자료 및 도구

(1) 과학탐구실험 수업 활용 자료

신교사는 과학탐구실험 수업을 위해 과학탐구실험 교과서, 교육청 배포 자료, 과학탐구실험 관련 연수 자료, 교과서 출판사에서 제공하는 실험 영상, 그 외 인터넷에서 얻은 실험 관련 자료를 활용했다. 신교사는 과학탐구실험 수업을 위한 자료는 충분히 얻을 수 있으나 이를 교사가 어떻게 활용할 것인가가 더욱 중요하다고 언급하였다. 특히, 신교사에게 있어서 과학탐구실험 수업 운영에 있어 가장 중요하게 참고하는 것은 교과서였으며, 신교사는 교과서에 제시된 탐구활동을 기본으로 변형하여 운영하였다.

(2) 과학실험실 환경 및 실험 기구

과학 실험실의 적절한 실험·실습 기자재와 실험실 환경과 교사의 실험실 수업환경에 대한 인식은 과학실험 수업의 질을 좌우하고 학생들의 학업 및 학습 태도에 큰 영향을 미친다는 점에서 매우 중요하다(Kim & Kim, 2012). 그러나 과학 실험실 설비와 실제를 비롯한 과학실험실 환경에 대해서는 신교사를 비롯한 우리고등학교 과학교사 3인은 모두 불만족을 나타냈다. 우리고등학교는 개교한 지 3년이 된 신설학교로서 교육청의 필수실험 기구 및 설비 요건에 따라 꾸려가는 중에 있었다. 이러한 상황에서 신교사는 실험실이 "이제 채워나가야지"라고 표현하며 과학탐구실험 수업의 운영을 위해 필요한 실험 기구 및 물품 구입을 위한 준비과정에 부담을 느끼고 있었다. 우리고등학교에 개교부터 근무한 부참여자인 과학교사는 과학탐구실험 교과가 신설됨에 따라 과학과에서 사용할 수 있는 예산이 추가로 편성되었다고 하지만 실험실 제반 환경의 마련은 결국 교사에 의해 이루어질 수밖에 없는 구조를 지적하였다.

(3) 멀티미디어 도구

한편, 과학탐구실험의 교수·학습 방법에서는 "학생의 이해를 돕고 흥미를 유발하며 구체적 조작 경험과 활동을 제공하기 위해 모형이나 시청각 자료, 컴퓨터나 스마트 기기, 인터넷 등의 최신 정보 통신 기술과 기기 등을 과학실험과 탐구에 적절히 활용한다"라고 명시하고 있다(MOE, 2015a). 자료조사가 이뤄지는 수업에서 신교사는 주로 프로젝션 TV를 사용하여 파워포인트 파일을 공유하였고, 학생들은 컴퓨터를 활용하여 인터넷 검색을 통해 자료를 활발히 수집하였다. 학생들은 컴퓨터실에서 이루어지는 수업을 흥미롭다고 응답했으며, 이는 과학 학습에서 멀티미디어의 활용이 과학에 대한 흥미와 태도 등 다양한 측면에서 효과가 있다는 선행연구(Lim & An, 1999; Yoo &

Park, 2011)와 유사한 결과였다. 한편, 스마트기기를 활용한 시뮬레이션 실험, 현미경 앱을 활용한 실험, 스마트 디바이스를 활용한 MBL 실험 등은 학생들의 관찰, 실험, 조사 등의 활동 수행에 더 유리한 환경을 제공할 수 있으나(Yang *et al*., 2015), 우리고등학교에서는 PC나 프로젝션 TV 이외의 다른 스마트기기는 사용되지 않았다.

2. 신교사의 활동체계를 구성하는 요소들 사이의 모순

모순(contradiction)이란 활동체계를 이루는 구성요소 내, 구성요소 간, 또한 다른 활동체계 간의 상호작용을 통해 발생하는 구조적인 긴장을 의미한다. 활동체계에서의 모순은 혼란과 갈등을 일으키지만 동시에 확장적 전환, 즉 확장학습을 가능케 하여 활동체계를 변화시키는 원동력으로 작용하며 이는 CHAT를 통한 분석의 핵심적인 측면이다(Engeström, 1987; Roth *et al*., 2009).

신교사의 활동체계를 구성하는 6가지 요소에 따른 분석과 그 특징을 종합해보면, 신교사(주체)는 과학탐구실험 수업에서 학생들의 탐구기능과 탐구역량의 신장이라는 목표를 세워 과학탐구실험 수업(객체)을 운영하였다. 이 과정에서 신교사는 과학탐구실험 교과의 탐구활동의 특징(객체), 업무분장 시기(규칙), 통합과학과 과학탐구실험의 연계에 대한 상반된 연수(공동체), 동료 교사와의 공유된 책무성의 부재(분업), 미비한 실험실 환경에 따른 실험도구의 준비과정(도구), 평가지침(규칙) 등으로 인해 갈등을 겪게 되었다. 신교사가 겪게 된 이러한 갈등은 활동체계의 각 요소가 상호작용하는 과정에서 발생한 모순에 의한 것으로 이러한 모순을 조명함으로써 신교사의 과학탐구실험 실행에서 겪는 갈등과 수업에 미치는 영향을 살펴보고자 한다.

신교사는 통합과학과 과학탐구실험을 함께 운영하고 있다는 점에서, 과학탐구실험 실행 과정에서 발생하는 모순을 밝히기 위해서는 통합과학의 실행 맥락을 포함한 과학 교수 실행 전반에 걸쳐 총체적으로 비교하여 파악할 필요가 있다. 신교사의 활동체계에서의 모순은 크게 통합과학과 과학탐구실험 실행 전반에 걸쳐 드러나는 모순과 과학탐구실험 실행 과정에서 드러나는 특이적 모순으로 구분될 수 있다. 신교사의 활동체계 전반에서 발생하는 모순과 과학탐구실험 실행 과정에서의 모순으로 구분하여 논의함으로써 과학탐구실험 교수실행 과정이라는 특수한 상황에서의 모순과 그 결과에 주목하고자 한다. 통합과학과 과학탐구실험 각각의 교수실행 과정에서의 갈등요소에 대한 주요 특징을 요약하면 Table 5와 같다.

통합과학과 과학탐구실험 실행 전반에 걸쳐 드러나는 모순은 신교사(주체)와 동료교사와의 공유된 책무성의 부재(분업) 사이에서, 그리고 신교사의 교과 특성에 대한 인식(주체)과 상반된 내용의 직무 연수(공동체) 사이에서 발생하였다. 과학탐구실험 실행 과정에서는 교과

Table 5. Comparison of the Main Features of Teacher SHIN in the course of Integrated Science and Science Inquiry Experiment

활동체계 요소	세부 내용	통합과학	과학탐구실험
주체 (Subject)	교과에 대한 인식	중학교 과학과 비슷한 교과로 인식	초기에 교과에 대한 충분한 이해 부족
객체 (Object)	탐구실험의 특징	과정과 결과가 명확한 확인실험	교사에 의한 재구성이 요구되는 실험
	교과의 목표	과학 지식 내용의 습득	탐구기능과 탐구역량의 신장
공동체 (Community)	직무 연수	통합과학과 과학탐구실험의 연계에 대한 상반된 내용의 연수	통합과학과 과학탐구실험의 연계에 대한 상반된 내용의 연수
규칙 (Rules)	업무분장 시기	학기 초의 업무분장	학기 초의 업무분장
	평가	상대평가(수행52%+지필48%)	상대평가(수행80%+지필20%)
분업 (Division of labor)	동료교사와의 분업	분업의 부재	분업의 부재
도구 (Mediating artifacts)	과학실험실 환경 및 실험도구	미비한 실험실 환경	미비한 실험실 환경

* 음영으로 표시한 글씨는 과학탐구실험에서 발생되는 특이적 모순과 관련된 경우임.

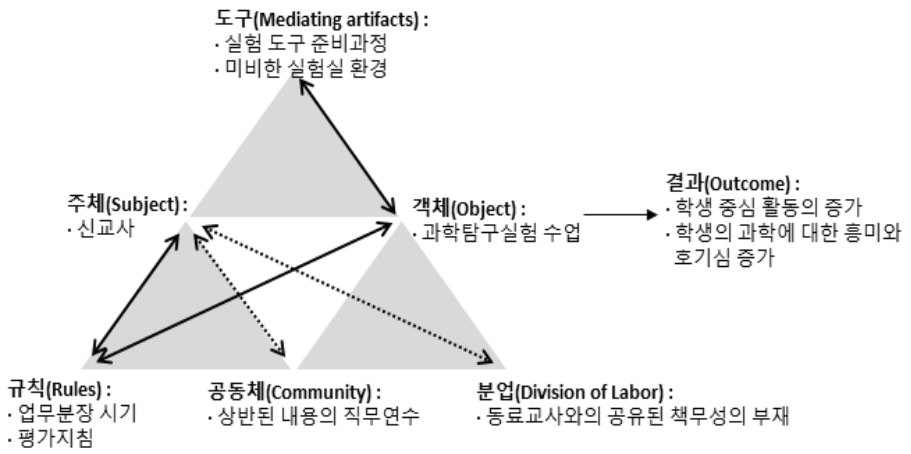

Figure 1. Contradictions in the Activity System of Teacher SHIN Practicing Science Inquiry Experiment

특성에 대한 인식(주체)과 업무분장 시기(규칙) 사이에서, 탐구실험의 특징(객체)과 미비한 실험실 환경과 도구준비 과정(도구) 사이에서, 그리고 과학탐구실험의 목표(객체)와 평가 지침(규칙) 사이에서 각각 모순이 특이적으로 발생하였다. Figure 1은 신교사의 활동체계에서 발생하는 모순을 나타내며 점선 화살표는 통합과학과 과학탐구실험 실행 전반에서의 모순을, 실선 화살표는 과학탐구실험 실행에서의 모순을 각각 의미한다.

가. 통합과학과 과학탐구실험 실행 전반에 걸쳐 드러나는 모순

(1) 동료교사와의 분업의 부재 : "마음이 맞는 동료가 있었으면 좋겠어요."

신교사(주체)는 통합과학과 과학탐구실험 교과를 운영하는 과정에서 동료교사와의 협력이 부재한 것에 대해 지속해서 "답답함"을 언급하였다. 이는 신교사(주체)와 서로 공유된 책무성(분업)의 부재 사이에서 발생한 모순이었다.

> "학교 상황에 맞추어서 어떻게 진행하는 게 좋을까 이런 것들을 같이 논의하면 좋을 거 같은 생각이 드는 거예요. 근데 또 한편으로는 그렇게 되면 여러 선생님이 만나는 시간을 막 만들어야 하고, 그런 부분이 번거롭고 힘들긴 한데 지금 그냥 제가 오롯이 그냥 책임지면서 가다 보니까 어느 정도 자유롭지만, 또 답답하기도 해요."

신교사는 수업 운영에 대한 논의를 함께 할 수 있는 동료 교사의 필요성과 동시에 여러 교사가 한 교과를 함께 맡을 때 교사협의회가 이루어지기 어려운 독립적인 분위기를 언급하였다. 교사협의회는 많은 학교에서 이루어지고 있으나 상호 간에 도움을 주고받는 협력적인 방식을 통해 지속적으로 운영되는 경우는 드물다(Hahn, 2008). 교사들의 독립적이고 개인적인 업무 분위기는 오랜 시간 동안 교사 문화의 대표적인 특징으로 알려져 있다(Cho, 2016). 그러나 신교사는 통합과학과 과학탐구실험 교과를 제대로 운영하기 위해서는 이러한 독립적인 교사 문화를 뛰어넘는, 교사들 간의 긴밀한 협업이 필요하다고 생각하였다. 이때의 협업은, 여러 교사가 한 교과를 분절하는 데 있어서 필요한 단순한 의미로서의 협의가 아니라, 교사들 간의 상호 협력 관계를 바탕으로 한 교사공동체로서의 활동을 의미한다. 교과에 대한 동료 교사들 간의 긍정적 상호작용은 좋은 과학수업을 구성하는 데 도움이 될 수 있다(Lee, 2016).

그뿐만 아니라 신교사는 교사들 간의 협업이 교과에 대한 운영을 넘어 자신의 과학교육에 대한 전문성을 계발할 수 있는 "동력"으로서 작용할 수 있기 때문에 필요하다고 생각하였다.

> "그래서 이 강제성 그리고 이거는 제 개인적인 성향이기도 해요. 어쩌면 교사들 대부분이 그럴 수도 있어요. 어떤 상황에 놓였을 때 되게 최선을 다해요. 그 상황에서 그 최고의 결과를 얻기 위해서 그런데 대부분이 그렇듯이 자율적으로 맡기면 막 사실은 우리가 어차피 독립된 공간에서 아이들하고의 관계이기 때문에 사실은 되게 독립적이잖아요. 그래서 계속해서 그런 연수가 있는 거 같고, 그렇게 교사들이 계속 같이 개발을 해야 하는 거 같아요. 그래서 그런 강제성이 저한테는 좀 필요해요. 그걸 같이 실현해볼 조금 귀찮지만, 함께 할 수 있는 마음이 맞는 동료가 있었으면 좋겠고, 그게 어느 정도 저에게 동력이 되어주니까요."

선행연구에 따르면, 교사 상호 간의 사회적 관계를 통해 교사 전문성이 효과적으로 신장될 수 있으며, 이를 통해 교육 현장에 보다 의미 있는 변화가 나타날 수 있다(Darling-Hammond & Richardson, 2009; Kwak & Kim, 2003). 신교사는 학교 밖에서 이루어지는 교사 연구모임 및 연수에 적극적으로 참여함으로써 홀로 겪는 "답답함"을 해소하기 위해 노력했으나, 이렇게 교사가 학교에서 떨어져 나와 학습하고 돌아가는 과정에서 교사의 학습 결과가 교사 '개인' 역량 개발에 머물고 학교의 발전과 성장으로 이어지지 않을 수 있다(Shim *et al*., 2014). 따라서 학교 '안'에서 동료 교사들 간의 상호 협력적으로 구성되는 교사공동체의 분업과 협업이 강조될 필요가 있다. 이는 학교 밖뿐만 아니라 학교 안에서도 교사들의 역량이 상호 협력적으로 발전될 수 있도록 지원하는 것이 필요하다는 것을 시사한다.

(2) 통합과학과 과학탐구실험의 연계 문제 : "과학탐구실험을 부교재로 쓸 게 아니더라고요."

신교사는 통합과학과 과학탐구실험의 연계 문제와 관련하여 혼란을 겪었다. 이는 통합과학과 과학탐구실험 두 교과의 특성에 대한 신교사의 충분한 이해의 부족(주체), 그리고 두 교과에 대한 상반된 내용의 직무 연수(공동체) 사이에서 발생한 모순이었다.

통합과학이 지식이나 개념의 이해를 중심으로 한 과목이라면, 과학탐구실험은 탐구활동을 중심으로 한 과목이다. 그러나 두 교과는 동일한 과학교육 목표를 지향하는 필수 이수 과목이면서 동시에 서로 10개의 탐구활동이 서로 중복된다는 점에서 또한 유사하기도 하다(Kim, 2018). 실제로 2015 개정 교육과정에는 두 교과에서 중복되는 탐구활동이 서로 연계될 수 있다고 표현하고 있다(MOE, 2015a).

학기 초에 신교사는 통합과학과 과학탐구실험이 공통되는 부분이 있으므로 서로 연계하여 운영하는 것이 적합하다고 생각하였다. 이러한 생각은 비단 신교사에게서만 나타나는 생각이 아니며, 또한 다른 현직 고등학교 교사들도 통합과학과 과학탐구실험에 대하여 가지고 있는 생각이다(Kim & Na, 2018). 그러나 신교사는 이후 다른 직무 연수에서 통합과학과 과학탐구실험의 연계에 대한 상반된 내용을 접했다고 기억했다. 어떤 연수에서는 두 과목의 내용이 유사하므로 서로 연계하라고 하였으며, 또 다른 연수에서는 과학탐구실험은 과학탐구실험만의 흐름과 이야기, 목표가 있으므로 통합과학과 연계하면 안 된다고 하였다는 것이다. 신교사는 이 연수를 접한 후, 통합과학과 과학탐구실험 간의 연계에 대하여 혼란을 경험하였고, 자신이 지금까지 과학탐구실험을 통합과학의 단순히 "부교재"로서 사용해 온 것은 아닌지 반성하게 되었다.

> "사실 처음에 통합과학하고 과학탐구실험 연수에서 두 개를 연계하는 식으로 방향을 좀 이끌었어요. 한 선생님이 하면 더 좋겠구나! 이런 생각이 들었었죠. 통합과학에 나온 게 과학탐구실험이 겹치는 부분이 꽤 있어요. 주기율표, 자유낙하, 운동량, 충격량 이런 실험이랑 겹치는 것들이 좀 있고 그다음에 뒷부분에 신재생에너지 그것도 좀 겹치고. 그리고 끊임없이 변화하는 생물 그다음에 생태환경 한반도 기후변화 두 개가 꽤 겹치는 게 있어서 한 선생님이 하면서 이거(통합과학) 그거(과학탐구실험)랑 같이하면 좋겠다고 생각했는데, 이번 연수에서는 그

러면 안 된다고 하더라고요. 왜냐면 탐구실험은 탐구실험대로의 주제가 있다는 거죠. 전체 커다란 흐름이 과학의 본성, 과학의 역사, 과학의 발달과정 이렇게 해서 과거에 대해서 나오고 그다음에 현재, 그다음에 미래 자원 활용 신재생에너지 이런 식으로 그 나름의 스토리가 있다는 거죠. 그래서 통합과학을 주로 하고 실험탐구를 부교재로 쓸 게 아니더라고요. 교과 나름대로 목표가 있었던 건데….”

통합과학과 과학탐구실험을 모두 운영하며 신교사가 겪은 모순은 두 교과 간 연계의 의미와 범위, 방식이 구체적으로 제시되지 않았기 때문이라 볼 수 있다. 두 교과 간 연계가 가능하고 또한 필요하다는 주장이 제기되었지만(Kim, 2018; MOE, 2015a), 연계에 대한 구체적인 방식은 오직 교사의 역량에 맡겨지고 있었다. 신교사의 기억에 의존하였기에 사실관계 확인이 어려운 면이 있지만, 실제로 직무 연수에서 두 교과 간 연계에 대하여 서로 다른 의견을 제시하였을 가능성도 배제할 수 없다. 신설 교과들은 맡게 된 교사는 그 성격과 내용에 대하여 아직 확고한 생각을 갖지 못할 수 있기 때문에(Kim & Na, 2018), 통합과학과 과학탐구실험을 동시에 가르치는 경우 단순히 교재-부교재 관계로서 두 교과 간 연계를 시도할 수 있다. 따라서 신설 교과 운영 초기부터 두 교과 간 조화로운 연계를 가능하도록 하기 위해서는 통합과학과 과학탐구실험의 연계 정도 및 그 방식에 대한 보다 명확하고 구체적인 교육과정 수준의 통일된 가이드라인을 제공하는 것이 필요하다.

나. 과학탐구실험 실행 과정에서 드러나는 특이적 모순

(1) 학기초의 업무분장 : “3월에 내던져지죠.”

신교사(주체)는 우리고등학교로 발령받은 직후에 이루어진 2월의 업무분장 회의(규칙)에서 스스로의 의지와 선택에 의해서가 아니라 과학 교사들 간의 시수 분배와 조절 과정을 통해 과학탐구실험 교과를 맡게 되었으며, 이 과정에서 주체와 규칙 사이의 모순이 발생했다. 신교사는 이를 “내던져짐”이라고 표현했다.

“이 책의 목적이나 이런 거에 대한 깊이 있는 고민이 선행되지 않고 우리는 3월에 내던져지죠. 사실은 2월 중순에 업무분장하면서 갑자기 맡게 되고 쪼개고 이렇게 되니까요. 처음에는 뭘 하라는 거야? 계속 왔다 갔다 하는 거 같고, 이 교과서가 어떤 의도로 쓰였는지도 사실은 잘 모르겠고, 그거에 대해서 깊이 있게 고민하고 개발하고 그런 거가 오롯이 교사의 몫이 되어버리는 거죠.”

우리나라에서 이뤄지는 교사의 업무분장은 다소 형평성에 어긋나고 비효율적일 때가 있다(Hwang & Gang, 2009; Park *et al*., 2012). 이제 막 중학교에서 고등학교로 전입 온 직후에 이루어진 업무분장에서 과학탐구실험 교과에 대한 업무를 부여받았을 당시, 신교사는 다양한 활동으로 구성된 과학탐구실험 교과서의 목적과 그 의도를 충분히 이해하지 못했다고 회상했다. 즉, 신교사는 과학탐구탐구 교과에 대한 내용지식과 교과교육학 지식을 제대로 갖추지도 못한 채 해당 교과를 떠맡게 되었는데, 이는 선행연구에서 현직 고등학교 교사들이 우려했던 부분과 일치한다(Kim & Na, 2018). 게다가 독립적인 교사 분위기 속에서 과학탐구실험 교과의 운영 방향에 대한 깊이 있는 고민은 “오롯이 교사의 몫”이 되어버렸다.

“그러니까 교사도 하라니까 하고 한 차시니까 어떻게 하긴 하는데 이제 뭔가 그런 철학이나 아니면 목표나 방향을 가지고 가는 게 아니라 그냥 하라니까 하는 거죠. 그러고 나서 인제 힘들어 보니까 연수를 찾아 듣는 거고, 그러면서 ‘아 그래서 해야 하는구나’ 이렇게 했지만, 이미 이제 한 학기 지나간 거는 되돌릴 수 없는 거고, 교사 스스로 동기부여는 됐고 당위성이 인지는 됐지만 그게 아이들한테 충분히 전달이 안 되네요.”

신교사는 과학탐구실험 관련 직무 연수 프로그램에 참여함으로써 비슷한 처지의 교사들과 한자리에 모임으로써 고민을 나누고, 운영 방식, 평가 기준 공유 등을 통해 불안함을 어느 정도 해갈할 수 있었다고 응답했다. 그러나 초기에 교과를 충분히 이해하지 못한 것, 그로 인해 학생들에게도 교과 수업의 목표와 당위성을 충분히 인지시키지 못한 것을 아쉬운 점으로 지적했다.

신교사의 응답은 교사는 수업 방법의 전문가 이전에 교과를 이해하는 사람이어야 한다는 것을 보여준다. 교사는 먼저 교과를 충실히 이해하고, 그 이해를 바탕으로 학생들을 대해야만 그 교과를 잘 가르칠 수 있다(Seo, 2003). 이를 위해서는 교사가 교과를 이해하기 위한 구조적 여건이 선행되어야 한다는 것을 의미한다. 그러나 교과를 운영하기에 앞서 신설 교과를 충분히 이해하고 운영 방향을 고민할 수 있는 시간의 부족과 관련 커뮤니티의 부재는 신교사의 과학탐구실험 수업을 “힘있게 쭉 운영하지 못한” 원인으로 작용했다. 우리나라는 교육과정 개정에 대한 논의가 현장 교사들의 필요에 의해 교사 중심으로 시작되는 것이 아니라 위로부터 주도되는 개정 방식을 따른다. 2015 개정 교육과정의 개정 과정에서 일부 교사가 포럼이나 공청회에 참석하였다고 하지만(MOE, 2015b), 현장 교사들의 개정 교육과정 관련 이해와 공감을 도모할 수 있는 체계가 충분히 구축되지 않을 수 있음을 보여준다.

(2) 과학탐구실험 교과의 탐구활동 특징 : “탐구실험, 어떻게 하라는 거야?”

과학탐구실험은 학생 중심의 다양한 활동으로 구성되며 특히 실험도구를 사용하는 실험수업의 경우 필연적으로 교사에 의한 실험 준비 과정이 요구된다. 신교사가 실험활동을 운영하는 과정에서 기존의 수업보다 많은 준비를 해야 하는 과학탐구실험의 실험활동(객체)과 실험도구의 준비과정 및 미비한 실험실 환경(도구)의 충돌로 인해 모순이 나타났다.

“처음에 그게 문제였죠. 탐구실험 어떻게 하라는 거야? 실험도구들을 직접 해서 꾸려가야 하는데 그게 가장 막막했네요. 그랬던 거 같아요. 그 외의 것은 사실 크게…. 학생이야 뭐 어디나 똑같을 것이고 수업준비야 항상 하는 거니까 중고등학교 수준의 교과는 준비해서 가르치면 되는 거니까요.”

신교사는 간단한 실험을 한 시간 운영하는 데도 많은 준비가 요구된다고 응답했다. 특히 신교사는 과학탐구실험의 실험활동에서 요구되는 실험도구의 특성을 통합과학의 실험활동과 구분하여 다음과 같이 설명했다.

"통합과학에 나오는 실험은 중학교에 나오는 실험의 연장선인 경우가 많고, 실험 결과가 명확해요. 그러다 보니까 주어진 실험기구대로 사서 할 수 있었어요. 딱 떨어지는 실험이니까 굳이 변형한다면 교과서에 나오는 질문에서 좀 더 추가해서 물어보는 정도? 근데 과학탐구실험은 실험이 훨씬 다양하니까 좀 익숙하고 쉽게 살 수 있는 기구 위주로 준비하는 경향이 있어요. 생략도 많이 하고요."

신교사는 통합과학의 실험은 잘 알려져 있고, 결과가 명확히 예측되는 확인실험으로 주어진 실험기구대로 준비하여 운영할 수 있지만, 과학탐구실험의 실험은 "정답이 없는" 실험으로 다양한 실험기구들이 제시므로 필연적으로 교사의 선별이 요구된다고 보았다. 그러나 과학실험보조원의 부재(분업)와 수업에 필요한 실험도구를 대부분 구매해야 하는 미비한 실험실 환경은 신교사로 하여금 "알아서 끌고 가야 하는 버거움"을 경험하게 했다. 과학탐구실험이 신설되고 필수이수 교과로 지정되면서 현직 교사들이 어떤 과목보다도 과학탐구실험 교과를 위한 지원이 절실히 필요함을 지적했음에도 불구하고(Kim & Na, 2018; Yoon & Kang, 2016), 신교사의 사례는 과학실험실 관리 및 과학실험 운영의 질을 좌우하는 과학실험보조원에 대한 지원이 아직 충분히 이루어지지 않고 있음을 보여준다.

이러한 상황에서 신교사는 과학탐구실험 교과서에 여러 가지의 실험이 제시될 때, 그중 하나의 실험만을 선택적으로 운영하거나, 도구의 미비와 준비과정이 복잡하여 수행되기 "어려운" 실험들은 실험의 형태로 수행하지 않고 모둠 토론의 형식으로 변형하여 운영했다고 언급하였다.

"파스퇴르 실험할 때 스팔란차니하고 니덤하고 대화를 해요. 그때 니덤이 막 있지도 않은 생명 에너지 이런 얘기를 하면서 뭐 가열하면 그 생명이 탄생할 수 있는 에너지가 사라지기 때문에 가열했을 때는 미생물이 나타나지 않는다. 뭐 이런 용어를 도입했을 때 애들이 그 대화에서 오류를 찾아내고 그걸 반증할 수 있는 실험을 계획하는 게 나와요. 근데 그거는 실험 준비가 어려워서 애들한테 사고(실험)를 시켰죠."

신교사에 의한 이러한 탐구활동의 선별 및 재구성은 탐구실험 수업 운영에 있어 1시간이라는 시간의 제약 속에서 교사의 선별에 의한 재구성이 이루어지는 것을 보여줌과 동시에 실험도구 준비의 편의성, 교사가 느끼는 도구의 익숙함 등에 따라 과학탐구실험의 탐구실험 운영의 양상이 달라짐을 보여준다. 도구를 비롯한 실험실 제반 환경이 수업의 구성에 직접적으로 영향을 미친다는 점에서 교육과정의 요구를 만족하는 적절한 수준의 환경 및 실험도구의 확보는 과학 학습을 위한 선결 요건이다(Kim & Kim, 2012). 뿐만 아니라 도구는 기존의 학습이론에서 말하는 교사의 지식을 학습자에게로 효과적으로 전달하기 위한 전달체의 위치가 아니라 과제의 성격을 변화시키고 이를 통해 학습자의 사고를 매개하는 기능을 한다(Kim & Cho, 2007). 즉, 실험활동에서의 도구는 단순히 도구 조작과 사용의 의미에서 그치는 것이 아니라 교사의 수업 구성을 변화시키고 학생의 사고를 매개할 수 있다. 이러한 점에서 과학탐구실험 수업을 위한 충분한 실험실 제반 환경의 구축 및 실험도구의 적절한 보급과 활용이 필수적으로 요구된다.

(3) 과학탐구실험에 대한 평가 지침 : "이런 잣대로 평가하는 게 맞나?"

신교사가 설정한 과학탐구실험 수업의 목표(객체)는 외부로부터 주어진 상대평가 지침과 수행평가를 위한 평가척도 마련(규칙) 과정 등과 충돌하면서 신교사의 과학탐구실험 평가과정에 모순이 발생하였다.

신교사는 과학탐구실험의 수행평가 점수의 비율을 전체의 80%로 설정하고, 나머지 20%는 지필평가로 설정하였다. 신교사가 지필평가에 비해 수행평가 점수의 비중을 지필평가에 비해 높인 까닭은 신교사 스스로가 과학탐구실험 교과의 목적이 실제 수행으로서 달성된다고 생각했기 때문이었다. 실제로 과학탐구실험 교과는 다른 과학 교과들보다 학생 활동 중심의 탐구를 강조하는 교과이다(MOE, 2015b). 신교사는 통합과학에서도 수행평가의 비중을 52%로 할 정도로 학생들의 수행을 평소 중요하게 여기고 있었다. 그러나 신교사는 과학탐구실험의 수행평가 과정에 있어 학생들에게 후하게 점수를 부여하였는데, 학생들의 과학적 탐구능력과 과학적 태도를 신장시키는 목표를 달성하기 위해서는 학생들의 적극적인 수행이 필요하다고 생각했기 때문이었다. 신교사는 학생들이 과학탐구실험 수행과정에 열심히 참여하거나, 이전 과제물을 제대로 수정해 오거나, 앞선 수행보다 더 나은 수행을 보이면 대체로 점수를 잘 주었다고 언급하였다.

"취지 자체가 학생들이 참여하는 게 중요한 거니까요. 그러면서 최대한 과정에 열심히 참여한 친구들은 그냥 거의 다 만점을 준거죠. 애들이 수정해 오거나 이전보다 잘했거나 하면 점수를 잘 주는데, 또 그러다 보니까 결국 20점 가지고 그 평가가 갈리더라고요."

신교사는 학생들의 수행을 강조하기 위해 지필평가의 비율을 낮추었지만, 실제로는 20% 비중의 지필평가에 의해 성적이 변별되는 결과가 나타났다. 신교사는 "이 교과(과학탐구실험)를 이런 잣대로 평가하는 게 맞나?"라고 하면서 과학탐구실험의 지필평가에 따른 성적 변별에 대해 갈등하는 모습을 보였다. 또한, 신교사는 다양한 탐구활동의 수행평가를 위한 "객관적인" 평가척도의 개발과 적용에 대한 부담을 느끼고 있었다.

"실험을 많이 하려다 보니까 그거를 다 제가 채점하려면 세세하게 루브릭을 만들어서 학생들을 객관적으로 평가하기 힘들었던 거죠. 자신이 없다고 해야 하나? 선생님들이 보통은 이제 부담되는 거죠. 나의 객관성, 객관성을 확보해야 하잖아요. 객관성 타당성을 확보해야 하는데…."

실제로 많은 교사가 과학탐구 평가 관점과 척도 개발에서 어려움을 겪고 있으며(Park & Lee, 2011; Son *et al*., 2014), 특히 탐구실험 과정을 평가하기 위한 평가 루브릭의 개발과 적용은 미비한 실정이다(Lee *et al*., 2017). 교육과정 상에서 과학탐구실험 교과의 평가 방향에 있어 과학의 핵심 개념의 이해, 과학의 탐구능력, 과학적 태도, 과학과 핵심 역량 등을 균형 있게 평가하라고 제시되어 있으나 이들 영역을 평가하는 데 사용할 수 있는 적절한 평가 기준은 제시되어 있지 않다(MOE, 2015a).

신교사의 사례와 같이 평가에 대한 모순을 발생시키지 않으면서 과정 중심의 수행평가가 이루어지기 위해서는 적절한 평가 기준을

개발하는 것이 선행되어야 한다(Lee *et al*., 2017). 이러한 평가 기준은 학생들의 탐구 결과가 아니라 탐구 '과정' 자체가 중요시되어야 하며 학생들의 참여를 독려하고 동시에 타당도와 신뢰도가 확보된 것이어야 한다. 따라서 과학탐구실험의 특수성이 고려된 과정 평가 체계에 관한 연구와 개발 및 보급이 이루어져야 할 필요가 있다.

Ⅳ. 결론 및 제언

본 연구는 신교사에 의한 우리고등학교의 과학탐구실험 실행을 하나의 사례로 CHAT의 관점에서 과학탐구실험 실행에 영향을 미치는 활동체계의 요소들과 그 사이의 모순을 심층적으로 분석하였다. 이를 통해 과학탐구실험의 현장 운영에 대해 깊이 있게 이해하고 향후 과학탐구실험 교과의 성공적인 정착과 과학탐구 교육에 대한 함의를 제공하고자 하였다. 신교사의 사례를 통해 교사를 둘러싼 활동체계의 요소들이 교사의 구체적인 수업 운영과 성취에 직접적인 영향을 주고 있음을 알 수 있다. 이는 교사를 둘러싼 맥락적 조건들이 교사의 행위와 실천의 성격과 질을 좌우한다는 것을 의미한다(So & Choi, 2018).

연구 결과, 신교사가 신설된 과학탐구실험을 전담하고 운영하는 과정에서 활동체계의 요소 사이에 다양한 상호작용과 모순이 나타남을 알 수 있었다. 통합과학 및 과학탐구실험의 교수 운영 전반에서는 신교사의 협력에 대한 인식(주체)과 동료교사와의 공유된 책무성의 부재(분업) 사이에서, 그리고 교과 특성에 대한 인식(주체)과 상반된 내용의 직무 연수(공동체) 사이에서 각각 모순이 발생하였다. 과학탐구실험 교수 실행 과정에서는 교과 특성에 대한 인식(주체)과 업무분장 시기(규칙) 사이에서, 과학탐구실험의 실험활동(객체)과 실험도구(도구) 사이에서, 그리고 과학탐구실험의 목표(객체)와 평가에 대한 지침(규칙) 사이에서 각각 모순이 특이적으로 발생하였다. 이러한 모순을 해결하기 위해서는 교사의 과학탐구실험 수업 실행을 지원하고 촉진할 수 있는 활동체계가 조성되기 위한 지원과 구조적 체제가 마련되어야 할 필요가 있다.

첫째, 교사들 간의 협업이 강조되어야 한다. 신교사는 과학교수 전반에서 과학 교사들의 독립적인 업무 분위기(공동체), 동료교사와의 공유된 책무성의 부재(분업)로 인한 어려움을 겪었다. 분업 요소에서 나타난 이러한 어려움을 해결하기 위해서는 학교 '안'에서 동료 교사들 간의 상호 협력적으로 구성되는 교사공동체의 분업과 협업이 강조될 필요가 있다. 이는 학교 밖에서 이루어지는 교사연구 및 연구모임뿐만 아니라 학교 안에서도 교사들의 역량이 상호 협력적으로 발전될 수 있도록 지원하는 것이 필요하다는 것을 시사한다.

둘째, 통합과학과 과학탐구실험의 연계에 대한 통일된 가이드라인의 제공이 요구된다. 신교사는 통합과학과 과학탐구실험의 연계성(객체)에 대한 상반된 내용의 연수로 인해 혼란을 경험했다. 2015 개정 교육과정에서는 두 교과 간 연계가 가능하다고만 표현했을 뿐 구체적인 방식은 교사의 역량에 맡기고 있다. 이러한 상황에서 직무 연수에서조차 두 교과 간 연계의 필요성에 대하여 서로 반대되는 의견을 제시하고 있다. 개정 교육과정에 의해 신설된 과학 교과들을 맡게 된 교사들은 그 성격과 내용에 대하여 아직 확고한 생각을 갖지 못할 수 있다(Kim & Na, 2018). 따라서 신설 교과 운영 초기부터 두 교과 간 조화로운 연계를 가능하게 하기 위해서는 두 교과의 연계적 운영에 대한 교육과정 개발자, 교과서 집필자의 통일된 가이드라인이 제공되어야 한다. 이러한 통합과학과 과학탐구실험의 조화로운 연계를 꾀함으로써 과학탐구실험이 통합과학의 부교재로 전락하지 않으면서 정착·운영되도록 해야 할 것이다.

셋째, 과학탐구실험에 대한 교원들의 공감과 이해도를 재고하기 위한 노력이 강도 높게 추진되어야 하며, 특히 이 과정에서 학교 현장의 업무분장 시기 등 학교 운영체제의 구조적 여건이 고려되어야 한다. 신교사는 업무분장(규칙) 직후에 과학탐구실험 교과에 "내던져짐"을 경험하였다. 이는 신설교과인 과학탐구실험 교과를 이해하기에 학교의 구조적 여건이 선행되지 못함에서 비롯된 것이다. 따라서 학교의 운영 있어 업무분장의 시기를 합리적으로 마련할 필요가 있으며, 특히 신설교과의 경우 도입 및 업무분장 이전에 현장 과학교사들을 위한 충분한 공감과 소통의 장이 마련되어야 할 필요가 있다.

넷째, 과학탐구실험의 다양한 탐구활동을 지원할 수 있는 실험보조원 확충 및 과학실험실의 제반 환경 개선이 요구된다. 신교사는 과학실험보조원의 부재(분업)와 수업에 필요한 실험도구를 대부분 구매해야 하는 미비한 실험실 환경(도구)으로 인해 과학탐구실험을 "알아서 끌고 가야 하는 버거움"을 느꼈다. 특히, 신교사의 사례는 도구를 비롯한 실험실 제반 환경이 수업의 재구성에 직접 영향을 미침으로써 과학탐구실험 수업 운영의 질을 좌우하는 것을 보여준다. 이처럼 도구를 비롯한 실험실 제반 환경이 수업의 구성에 직접적으로 영향을 미친다는 점에서 교육과정의 요구를 만족하는 적절한 수준의 환경 및 실험도구의 확보는 과학 학습을 위한 선결 요건이다(Kim & Kim, 2012). 따라서 과학탐구실험 수업을 위한 충분한 실험실 제반 환경의 구축 및 실험도구의 적절한 보급과 활용이 필수적으로 요구된다.

다섯째, 과학탐구실험의 과정 평가에 대한 구체적 방안이 마련되어야 한다. 신교사는 과학탐구실험의 다양한 활동을 수행하였으나 이를 평가하는 과정에서 평가 기준 개발의 어려움과 상대평가 지침(규칙)의 충돌로 모순이 발생했다. 과학탐구실험의 평가 기준은 학생들의 탐구 결과가 아니라 탐구 '과정' 자체가 중요시되어야 하며 학생들의 참여를 독려하고 동시에 타당도와 신뢰도가 확보된 것이어야 한다. 따라서 과학탐구실험의 특수성이 고려된 과정 평가 체계에 관한 연구와 개발 및 보급이 이루어져야 한다. 이러한 학생들의 학습 과정과 그 결과물을 평가할 수 있는 객관적이고 타당한 도구로 루브릭의 개발과 적용이 제안될 수 있다(Lee *et al*., 2017). 루브릭은 학생들의 수행과정이나 결과물의 수준을 판단하기 위해 평가 준거와 이에 따른 수행 수준을 학생들이 이해하기 쉽도록 구체적으로 제시한 평가척도로써 수행의 과정과 결과에 대해 학습자에게 상세한 피드백을 제공할 수 있다는 장점이 있다(Arter & McTighe, 2001).

본 연구는 그간 탐구 및 실험중심의 교육이 미비했던 고등학교 현장에 과학탐구실험이 신설 도입됨에 따라 교사의 실제 운영과 그 과정에서 발생하는 모순을 활동체계의 요소를 중심으로 심층적으로 분석하였다. 특히, 과학탐구실험이라는 신설교과를 운영하는 과정에서 교사를 둘러싼 문화적, 구조적 요인들과 활동체계 요소들의 연관 속에서 발생하는 모순에 주목하였다는 점에서 의의가 있다. 따라서 교육과정의 개정과 정책이 추구하는 변화에 대해 교사의 능력 증진에 초점을 두는 것이 아니라 활동체계 요소의 측면 즉 교사가 놓인 문화적, 구조적 맥락 조건에 관심을 가져야 할 필요가 있다. 과학 교육에서 탐구는 과학 학습의 핵심이다(NRC, 1996). 과학탐구실험 교과가 과

학탐구 위주 교육을 위한 발판이자 실마리가 될 수 있도록 과학 교사들의 과학탐구실험 탐구활동 실천을 돕는 학문적, 제도적 지원과 정비가 요구된다.

본 연구는 단일 사례연구로서 과학탐구실험의 운영과 실행에 관련된 심층적인 조사를 그 목표로 하였으므로 과학탐구실험 실행을 위한 교사의 전문성에 대한 논의, 학생의 경험 및 교육적 효과 등으로 확장하여 해석하기에는 어려움이 있다. 따라서 다음과 같은 후속 연구가 제안될 수 있다. 첫째, 수업의 전반적인 운영뿐만 아니라 그 안의 학생들과의 상호작용, 학생들 간의 담화 등 구체적 수업의 장면들과 다양한 환경과 맥락에서 이루어지는 과학탐구실험 수업의 특징을 조명할 필요가 있다. 둘째, 과학탐구실험 교과를 수강하는 다수의 학생을 대상으로 과학적 역량을 비롯하여 과학적 태도, 과학탐구능력, 과학에 대한 흥미 등 다양한 교육적 효과들에 대한 통계적 방법론에 기반을 둔 확인적 연구가 이루어져야 할 필요가 있다.

국문요약

본 연구는 그간 탐구 및 실험중심의 교육이 미비했던 고등학교 현장에 '과학탐구실험'이 신설·도입됨에 따라 교사의 과학탐구실험 실행과 그 과정에서 발생하는 모순을 문화역사적 활동이론(CHAT)의 관점으로 심층적으로 분석하였다. 연구참여자는 경기도에서 과학탐구실험을 전담하고 있는 신교사로, 1학기의 과학탐구실험 수업 운영에 대한 반성을 시작으로 2학기 과학탐구실험 수업 운영과 함께 과학탐구실험 운영과 관련된 활동체계 요소를 중심으로 참여자에 대한 면담, 수업에 대한 참여관찰, 과학탐구실험 운영과 관련된 현지자료 등을 분석에 사용하였다. CHAT의 6가지 활동체계 요소를 중심으로 신교사의 과학탐구실험 실행에 대한 기술적 분석을 실시하였으며, 신교사의 활동체계 내에서 발생하는 모순을 규명하였다. 신교사의 통합과학과 과학탐구실험 실행 전반에 걸쳐 드러나는 모순은 신교사(주체)와 동료교사와의 공유된 책무성의 부재(분업) 사이에서, 그리고 신교사(주체)와 상반된 내용의 직무 연수(공동체) 사이에서 발생하였다. 신교사의 과학탐구실험 실행 과정에서의 특이적 모순은 교과 특성에 대한 인식(주체)과 업무분장 시기(규칙), 탐구실험의 특징(객체)과 미비한 실험실 환경과 도구준비 과정(도구), 그리고 과학탐구실험의 목표(객체)와 평가 지침(규칙) 사이에서 발생하였다. 이러한 모순은 직·간접적으로 신교사의 과학탐구실험 교수 실천에 영향을 끼쳤으며, 이러한 문제를 해결하기 위해서는 교사의 과학탐구실험 수업 실행을 지원하고 촉진할 수 있는 활동체계가 조성되기 위한 지원과 구조적 체제가 마련되어야 할 필요가 있다. 본 연구는 과학탐구실험이라는 신설 교과를 운영하는 과정에서 교사를 둘러싼 문화적, 구조적 요인들과 활동체계 요소들의 연관 속에서 발생하는 모순에 주목하였다는 점에서 의의가 있다.

주제어: 과학탐구실험, 문화역사적 활동이론(CHAT), 활동체계, 2015 개정 교육과정

References

Arter, J. & McTighe, J. (2001). Scoring rubrics in the classroom: Using performance improving student performance. Thousand Oaks, CA: Corwin Press/Sage Publications.

Cho, S., & Baek, J. (2015). A case study on the inquiry guidance experiences of pre-service science teachers : Resolving the dilemmas between cognition and practice of inquiry. Journal of the Korean Association for Science Education, 35(4), 573-584.

Cho, Y. (2016). An analysis of teaching culture of individualism. Korean Journal of Educational Administration, 34(1), 215-237.

Choi, S., Kim, M., & Noh, T. (2015). An understanding of secondary science teachers' performance on STEAM lessons in the perspective of the CHAT. Journal of the Korean Association for Science Education, 35(6), 949~959.

Creswell, J. W. (2012). Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches. Sage publications.

Darling-Hammond, L., & Richardson, N. (2009). Research review/teacher learning: What matters. Educational leadership, 66(5), 46-53.

Darwin, S. (2011). Learning in activity: exploring the methodological potential of action research in activity theorising of social practice, Educational Action Research, 19(2), 215-229.

Engeström, Y. (1987). Learning by expanding: An activity-theoretical approach to developmental research. Helsinki: Orienta-Konsultit.

Engeström, Y. (1999). Activity theory and individual and social transformation. In Y. Engeström, R. Miettinem & R. L. Punamäki (Eds.), Perspectives on activity theory (pp. 19-38). Cambridge: Cambridge University Press.

Engeström, Y. (2000). From individual action to collective activity and back: Developmental work research as an interventionist methodology. In P. Luff, J. Hindmarsh & C. Heath (Eds.), Workplace studies: Recovering work practice and informing system design (pp. 150-166). Cambridge: Cambridge University Press.

Gyeonggido Office of Education(GOE). (2018). Guidelines for high school academic records management. Curriculum Policy Department.

Hahn, D. (2008). Processes and outcomes of a school reform centered on classroom instruction and teacher meeting: A comparison between Korean and Japanese pilot schools. Korean Journal of Comparative Education, 18(1), 141-169.

Han, M., Yang, C., & Noh, T. (2014). An understanding of the performance of teaching in a science museum: A case study using the CHAT. Journal of the Korean Association for Science Education, 34(1), 33-42.

Han, S., Choi, S., & Noh, T. (2012). Epistemological views of middle school students on scientific inquiry. Journal of the Korean Association for Science Education, 32(1), 82-94.

Hwang, H., & Gang, J. (2009). An ethnographic study on the transferred teachers' school adjustment in the middle school. The Korean Journal of Phenomenological and Hermeneutic Educational Practice, 7(2), 5-31.

Jeong, J., & Lee, E. (2013). An analysis of teaching and learning activities in life science classes based on cultural-historical activity theory. Biology Education, 41(3), 446-458.

Jeong, J., Lee, K., & Kim, J. (2006). Analysis of inquiry teaching levels of beginning science teachers in middle school science laboratories. Jour. Korean Earth Science Society, 27(4), 364-373.

Jho, H. (2018). An analysis of elements of scientific inquiry presented in 2015 revised national science curriculum: Focusing on scientific inquiry experiment. Journal of Research in Curriculum & Instruction, 22(3), 208-218.

Johnson, M. (1989). Embodied knowledge. Curriculum Inquiry, 19(4), 361-377.

Jung, G., & Hur, M. (1993). Survey and problem analysis of inquiry learning in high school biology. Journal of the Korean Association for Science Education, 13(2), 146-151.

Kang, K., & Jung, W. (2006). Analysis of the causal relation among school organizational culture, teacher efficacy, and school organizational commitment. The Journal of Korean Teacher Education, 23(1), 397-419.

Kim, H., & Na, J. (2018). A study on high school teachers perception on

the field application of 2015 revised science curriculum. Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction, 18(10), 565-588.
Kim, J. (2018). Integrated operation methods for the ‘Integrated Science’ and ‘Science Inquiry Experiment’ in 2015 revised national curriculum. Biology Education, 46(1), 39-54.
Kim, J., & Cho, H. (2007). Activity theory as a framework for analyzing and designing teaching-learning for the gifted and talented. The Journal of the Korean Society for the Gifted and Talented, 6(2), 129-148.
Kim, M., & Kim, Y. (2012). Preference and actuality for science laboratory and teaching environment of science teachers' in primary and secondary school. Journal of the Korean Association for Science Education, 32(10), 1567-1579.
Kim, M., & Tan, A. (2011). Rethinking difficulties of teaching inquiry-based practical work: Stories from elementary preservice teachers.
Kwak, Y., & Kim, J. (2003). Qualitative research on common features of best practices in the secondary school science classroom. Journal of the Korean Association for Science Education, 23(2), 144-154.
Lee, B. (2016). Secondary science teachers’ concepts of good science teaching. Journal of the Korean Association for Science Education, 36(1), 103-112.
Lee, H., & Chung, K. (2013). Understanding science teacher's teaching of socioscientific issues: Using cultural–historical activity theory as an analytical lens. Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction, 13(5), 413-433.
Lee, H., Lee, Y., & Lee, H. (2017). Development and application of a rubric for assessing scientific inquiry process. Secondary Education Research, 65(1), 145-171.
Lim, H., & An, H. (1999). Development of computer assisted instruction program in multimedia environment and its effects on science achievement and attitude towards science learning. Journal of the Korean Association for Science Education, 19(4), 595-603.
Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). Naturalistic inquiry (Vol. 75). London: Sage.
Lortie, D. (1975). Schoolteacher: A sociological analysis. Chicago: University of Chicago Press.
Merriam, S. B. (1998). Qualitative research and case study applications in education. San Francisco: Jossey-Bass Inc.
Ministry of Education(MOE). (2015a). 2015 revised science curriculum 2015-74 [issue 9].
Ministry of Education(MOE). (2015b). An announcement of the 2015 revised curriculum. The press release of Ministry of Education (2015.9.23.).
National Research Council(NRC). (1996). National science education standards. National Academies Press.
Park, H. (2013). A Study of middle school science teachers` perceptions on science lessons with experiments. Journal of Science Education, 37(1), 79-86.
Park, J., & Lee, K. (2011). Actual conditions of free inquiry implementation and the perceptions of teachers and students in middle school science. Research Institute of Curriculum & Instruction, 15(3), 603-632.
Park, S. (2009). Science teachers' inquiry process orientation toward science - Focusing on analysis of explanatory variables. The Journal of Korean Teacher Education, 26(1), 451-472.
Park, Y., Jeon, J., & Hwang, E. (2012). A Study on improvement of school life & culture of school teacher in Korea. Seoul: Korean Educational Development Institute.
Roth, W. M., & Tobin, K. (2004). Coteaching: From praxis to theory. Teachers and Teaching: Theory and Practice, 10(2), 161-179.
Roth, W. M., Lee, Y., & Hsu, P. (2009). A tool for changing the world: Possibilities of cultural-historical activity theory to reinvigorate science education. Studies in Science Education, 45(2), 131-167.
Saka, Y., Southerland, S. A., & Brooks, J. S. (2009). Becoming a member of a school community while working toward science education reform: Teacher induction from a cultural historical activity theory(CHAT) perspective. Science Education, 93(6), 996-1025.
Seo, G. (2003). Why do we have classes? Seoul : Woo-Ri Education.
Shim, J., Shin, M., & Lee, S. (2010). Science teachers' perception on major features of the 2007 revised science curriculum for class implementation. Journal of the Korean Association for Science Education, 30(1), 140-156.
Shim, Y., Kim, N., Kim, M., & Lee, H. (2014). An analysis of teachers' perceptions in participating in professional learning communities. Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction, 14(7), 233-254.
So, K., & Choi, Y. (2018). Understanding teachers’ practices in the context of school-based educational reform: Focusing on the concept of ‘teacher agency’. The Journal of Curriculum Studies, 36(1), 91-112.
Son, Y., Kim, R., Nam, M., Son, E., Moon, S., & Kim, D. (2014). An analysis of science education experts and in-service and pre-service teachers` perceptions of changes in the middle school science curriculum (from the 6th curriculum to the 2009 revised curriculum). Journal of Education & Culture, 20(4), 61-100.
Song, J. (2013). The disparity between achievement and engagement in students’ science learning: A case of East-Asian regions. In D. Corrigan, R. Gunstone, & A. Jones, (Eds.). Valuing assessment in science education: pedagogy, curriculum, policy. Springer.
Strauss, A., & Corbin, J. (1998). Basics of qualitative research: Technique and procedures for developing grounded theory. Thousand Oaks, CA: Sage.
Sung, C., & Chung, Y. (2013). Secondary science teachers' attitudes toward teaching and teaching anxiety when they teach in a non-major science field. Journal of Research in Curriculum & Instruction, 17(2), 281-295.
Yamagata-Lynch, L. C. (2007). Confronting analytical dilemmas for understanding complex human interactions in design-based research from a Cultural-Historical Activity Theory(CHAT) framework. The Journal of the Learning Sciences 6(4), 451-484.
Yang, C., Jo, M., & Noh, T. (2015). Investigation of teaching practices using smart technologies and science teachers' opinion on their application in science education. Journal of the Korean Association for Science Education, 35(5), 829-840.
Yang, I., Jeong, J., Kim, Y., Kim, M., & Cho, H. (2006). Analyses of the Aims of Laboratory Activity, Interaction, and Inquiry Process within Laboratory Instruction in Secondary School Science. Journal of Korean Earth Science Society, 27(5), 509−520.
Yin, R. K. (2009). Case study research: Design and methods (applied social research methods). CA: Sage.
Yoo, M., & Park, H. (2011). The effects of science class using multimedia materials on high school students' attitude toward science. Journal of the Korean Association for Science Education, 35(1), 1-21.
Yoon, H. (2008). Elementary teachers` dilemmas of teaching science practical work, Journal of Korean Elementary Science Education, 27(2), 102-116.
Yoon, J., & Kang, S. (2016). The analysis of high school science teachers' expectations and concerns on the integrated science and science inquiry experiment subjects in 2015 revised national curriculum. Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction, 16(5), 515-546.
Youn, C., & Park, S. (2012). Theoretical development of cultural historical activity theory and implications to lifelong education. Journal of Lifelong Education, 18(3), 113-139.

저자 정보

신소연(서울대학교 학생)
박철규(서울대학교 학생)
이창윤(서울대학교 학생)
홍훈기(서울대학교 교수)