



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

교육학석사학위논문

2015 개정 교육과정에 따른 고등학교
과학탐구실험 교과서의 탐구 활동 분석:
참탐구 요소를 중심으로

2019년 2월

서울대학교 대학원
과학교육과 화학전공
이 정 원

2015 개정 교육과정에 따른 고등학교
과학탐구실험 교과서의 탐구 활동 분석:
참탐구 요소를 중심으로

지도교수 노 태 희

이 논문을 교육학석사학위논문으로 제출함

2018년 12월

서울대학교 대학원

과학교육과 화학전공

이 정 원

이규열의 석사학위논문을 인준함

2018년 12월

위원장 유 재 훈 (인)

부위원장 노 태 희 (인)

위원 Junhua Yu (인)

국 문 초 록

이 연구에서는 2015 개정 교육과정에 따른 과학탐구실험 교과서의 탐구 활동에서 나타난 참탐구 요소를 분석하였다. 탐구 활동을 핵심 개념에 따라 분류한 후, 학생이 자율적으로 참탐구 요소를 계획하거나 실행하도록 한 사례의 특징을 조사하였다. 연구 결과, 참탐구 요소 중 다른 자료 조사하기 요소는 모든 단원에서 높은 비율로 나타났다. 그러나 연구 질문 만들기, 변수 선택하기, 다양한 변수 측정하기, 측정값 변환하기 요소는 미리 안내되거나 구조화된 경우가 많아 역사 및 생활 속의 과학 탐구 단원의 일부 탐구 주제에서만 주로 나타났다. 간단한 또는 복잡한 변인 통제하기, 방해 변수 측정하기, 과정상 결함 고려하기 요소는 교과서에서 고려하지 않거나 명시적으로 언급하지 않은 경우가 많아 모든 단원에서 낮은 비율로 나타났다. 생활 속의 과학 탐구 단원의 참탐구 요소는 소집단 활동을 통하여 다루어지는 경향이 있었다. 연구 결과를 바탕으로 교과서 탐구 활동의 개선 방안을 논의하였다.

주요어: 2015 개정 교육과정, 과학탐구실험, 참탐구, 핵심 개념

학 번: 2016-21582

목 차

국문 초록	i
목차	ii
표 목차	iv
I. 서론	
1.1 연구의 필요성	1
1.2 연구의 내용 및 연구 문제	4
1.3 연구의 제한점	5
1.4 용어의 정의	6
II. 이론적 배경	
2.1 과학 탐구의 의미와 역할	8
2.1.1 과학 교육에서의 탐구	8
2.1.2 학교 과학 탐구의 제한점	8
2.2 참탐구	10
2.2.1 참탐구의 특징	10
2.3 선행 연구 분석	15
2.3.1 참탐구 관련 선행 연구 분석	15
2.3.2 과학 교과서 탐구 선행 연구 분석	16
III. 연구 방법 및 절차	
3.1 분석 대상	19
3.2 분석 기준	21

3.3 분석 방법	22
IV. 결과 및 논의	
4.1 단위별 참탐구 요소 분석	25
4.2 역사 속의 과학 탐구 분석	29
4.2.1 과학의 본성 탐구 주제별 분석	30
4.2.2 과학자의 탐구 방법 탐구 주제별 분석	32
4.2.3 역사 속의 과학 탐구 단위 탐구 활동의 특징	35
4.3 생활 속의 과학 탐구 분석	36
4.3.1 과학적 태도 탐구 주제별 분석	37
4.3.2 과학 탐구의 과정 탐구 주제별 분석	40
4.3.3 생활 속의 과학 탐구 단위 탐구 활동의 특징	43
4.4 첨단 과학 탐구 분석	45
4.4.1 과학의 응용 탐구 주제별 분석	46
4.4.2 첨단 과학 탐구 단위 탐구 활동의 특징	49
V. 결론 및 제언	50
VI. 참고 문헌	53
ABSTRACT	62

표 목 차

<표 II-1> 개방형 탐구, 반구조화된 탐구, 구조화된 탐구의 특징	9
<표 II-2> 참 탐구와 학교 과학 탐구 사이의 인지 과정 차이	11
<표 II-3> 참탐구와 학교 과학 탐구의 현상학적 차이	14
<표 III-1> 분석 대상 교과서 정보	19
<표 III-2> 과학탐구실험과 핵심 개념	20
<표 III-3> 출판사별 탐구 활동 개수	21
<표 III-4> 참탐구 분석틀	24
<표 IV-1> 단원별 참탐구 요소 분석 결과	25
<표 IV-2> 역사 속의 과학 탐구 핵심 요소별 참탐구 요소 분석 결과	29
<표 IV-3> 과학의 본성 주제별 참탐구 요소 분석 결과	31
<표 IV-4> 과학자의 탐구 방법 주제별 참탐구 요소 분석 결과	33
<표 IV-5> 생활 속의 과학 탐구 핵심 요소별 참탐구 요소 분석 결과	36
<표 IV-6> 과학적 태도 주제별 참탐구 요소 분석 결과	37
<표 IV-7> 과학 탐구의 과정 주제별 참탐구 요소 분석	41
<표 IV-8> 첨단 과학 탐구 핵심 요소별 참탐구 요소 분석 결과	45
<표 IV-9> 과학의 응용의 주제별 참탐구 요소 분석 결과	47

I. 서론

1.1 연구의 필요성

탐구는 자연 세계에 관한 의문을 해결하기 위한 과학적인 사고과정이나 활동으로 정의된다(NRC, 1996). 과학 교육에서 탐구를 통한 학습은 과학 개념의 통합적 이해와 과학적 사고력의 향상, 과학에 대한 흥미와 동기 유발을 위한 효과적인 방법으로 여겨져 왔다(Jocz *et al.*, 2014; 방정아 등, 2006). 특히 과학 교육의 패러다임이 과학 개념과 이론의 이해에서 실천적 맥락이 강조된 과학 과정 지식의 숙달로 확장됨에 따라 탐구의 중요성은 더욱 커지고 있다(Hofstein & Lunetta, 2004). 이러한 맥락에서 우리나라도 7차 교육과정부터 탐구의 중요성을 강조한 이래 2015 개정 교육과정에서도 문제 해결력, 과학적 사고력과 같은 과학과 핵심 역량의 함양을 위해 과학탐구실험 교과를 도입하는 등 탐구 중심의 수업을 꾸준히 강조하고 있다(교육부, 2015).

그러나 많은 선행 연구는 학생들이 교수학습의 맥락으로 수행하는 학교 과학 탐구(School science inquiry)와 과학자들이 수행하는 참탐구(Authentic inquiry)의 차이를 비판적인 관점에서 지적하고 있다(Bevins & Price, 2016). 예를 들어, 과학자들의 탐구과정은 복잡하고 비선형적이며, 선경험이나 창의력을 바탕으로 한 직관적인 판단을 해야 하는 경우가 많다(Lederman *et al.*, 2002). 그러나 학교 과학 탐구는 구조화된 환경에서 선형적으로 이루어지며, 주로 목표 현상을 재현하는 단순한 실험이나 예증의 형태로 나타난다(최취임과 이선경, 2016; Chinn & Malhotra, 2002). 따라서 학교 과학 탐구는 창의력이나 직관과 같은 고등 사고 능력보다는 주로 기억, 이해와 같은 단순한 사고 기능만을 필요로 한다(박형용, 2017; Trumper, 2003). 또한, 학교 과학 탐구의 목표가 탐구 자체의 본질보다는 탐구를 통한 과학 개념 이해, 과학에 대한 호기심과 흥미 유발 등 탐구의 기능적, 도구적 차원에 과도하게 초점을 맞추고 있다는 지적도 꾸준히 제기되고 있다(박영신, 2010; 박정희 등, 2004; 팽애진, 백성혜, 2005).

이와 같이 학교 과학 탐구가 과학자의 탐구를 단편적으로 모방한 방식으로

이루어지거나 구조화된 형태로 이루어지는 경우, 과학 개념 및 탐구과정에 대한 이해, 과학적 태도의 함양 등 과학 탐구의 인지적, 정의적 효과도 제한될 수 있다(Schmid & Bogner, 2017; Bunterm *et al.*, 2014). 또한, 구조화된 탐구를 주로 경험한 학생들은 실험 결과의 확인이 탐구의 목적이라고 여기거나 탐구에 정해진 방법 또는 절차가 있다고 여기는 잘못된 인식을 가지는 등(한수진 등, 2012), 탐구의 본질이 훼손되고 이에 따른 교육적 가치도 저하될 수 있는 것으로 보고되고 있다.

이에 학교에서 학생들이 참탐구와 가까운 경험을 할 수 있도록 자유 탐구, 과제 연구 또는 R&E 등의 개방적인 탐구 기회를 제공하려는 노력이 꾸준히 이루어져 왔다(박재용과 이기영, 2011). 하지만 이러한 유형의 탐구는 주로 교과 외 시간에 이루어져 폭넓은 적용에 현실적인 한계가 있다. 따라서 주로 교과 수업 중 이루어지는 교과서 탐구의 개선에도 관심을 가질 필요가 있다. 교과서 탐구의 경우 교육과정에 의해 탐구 주제나 과정이 어느 정도 정해져 있는 경우가 많지만, 학생들이 스스로 연구 문제를 구체화하거나 변수를 선택하도록 하는 등 탐구과정의 일부를 참탐구에 가깝게 구성할 수 있다(방정아 등, 2006; Chinn & Malhotra, 2002). 그러므로 현재 개발된 교과서의 탐구 활동이 참탐구 요소를 얼마나 포함하고 있는지 조사할 필요가 있다.

특히, 2015 개정 교육과정은 이전 교육과정보다 과학에 대한 흥미와 호기심, 태도, 과학적 소양 등 정의적 영역과 평생학습능력의 함양을 강조하고 있다(송진웅과 나지연, 2015). 예를 들어, 2015 개정 교육과정에서 처음으로 도입된 과학탐구실험 교과는 탐구 영역별 구체적인 탐구 주제 선정 및 활동 구성의 근거가 되는 핵심 개념으로 과학의 본성, 과학자의 탐구 방법, 과학적 태도, 과학 탐구의 과정, 과학의 응용을 제시하고 있다(교육부, 2015). 이는 과학 탐구실험 교과의 도입 목적이 과학 탐구의 본질적 측면을 경험하고 과학적 소양을 함양하는 것에 있음을 의미한다. 그러므로 과학탐구실험 교과서에 제시된 탐구 활동을 참탐구의 관점에서 분석하여 교육과정의 목표와 핵심 개념을 구현할 수 있도록 구성되어 있는지 조사하는 것은 더욱 중요하다.

그동안 과학 교과서의 탐구 활동을 분석한 국내 연구는 관찰하기, 실험하기 등과 같이 탐구 주제나 활동의 유형 및 빈도를 분석한 연구가 대부분이다(송선철, 2018; 조현국, 2018; 신명경과 이수정, 2013). 그 외에 교육과정에서 제시하는 성취 목표나 핵심 역량 등을 기준으로 한 분석(김미정 등, 2017; 박은우와 이영희, 2016; 조성호 등, 2016), 교육과정의 변천에 따른 변화의 분석(박재근, 2017), 과학의 본성 요소에 관한 분석(이서연과 우애자, 2017; 이영희 등, 2014) 등이 이루어졌다. 참탐구의 관점에서 과학 교과서의 탐구 활동을 분석한 연구는 상대적으로 드문 편인데, 가설 설정이나 연구 질문 만들기 과정의 자율성만 분석하거나(우지선과 김영수, 2018) 탐구 활동의 전체적인 개방도를 분석한(박형용, 2017; 이은정과 김영수, 2016) 연구가 일부 이루어졌다. 즉, 선행 연구는 과학자의 활동을 기반으로 도출된 구체적인 참탐구 요소를 종합적으로 분석하지 못하는 한계가 있었고, 특히 과학탐구실험 교과서를 대상으로 참탐구 요소를 분석한 연구는 거의 없다.

이에 이 연구에서는 2015 개정 교육과정에 따른 과학탐구실험 교과서의 탐구 활동에서 나타나는 참탐구 요소를 분석하였다.

1.2 연구의 내용 및 연구 문제

이 연구에서는 2015 개정 과학탐구실험 교과서에 제시된 탐구 활동을 핵심 개념에 따라 분류하고 각 탐구 활동에서 나타난 참탐구 요소를 분석하였다. 이때, 학생 스스로 참탐구 요소를 계획하거나 실행하도록 한 사례를 조사하고 특징을 분석하였다.

이 연구에서의 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

- 1) 과학탐구실험 교과서 단원별로 나타난 참탐구 요소는 무엇이며 어떤 특징이 있는지 분석한다.
- 2) 교육과정에서 제시한 핵심 개념과 탐구 주제에 따라 참탐구 요소는 어떻게 분포하며 어떤 특징이 있는지 분석한다.

1.3 연구의 제한점

이 연구에서는 다음과 같은 제한점들을 가진다.

1) 이 연구에서는 2015 개정 과학탐구실험 교과서만을 대상으로 하였기 때문에 모든 과학 교과서 탐구 활동에서 나타나는 특징으로 일반화하여 해석하기에는 제한점이 있다.

2) 이 연구에서는 학생 스스로 참탐구 요소를 고려하고 실행하였을 경우만 해당 참탐구 요소를 포함한다고 하였다. 그러나 실제로 학생들이 해당 요소를 고려하고 실행하면서 과학자의 탐구과정과 유사하게 인지하였다고 일반화하기에는 제한점이 있다.

3) 2015 개정 과학탐구실험 교과서 탐구 활동에 포함된 참탐구 요소들을 분석하였으나 해당 요소들이 교과 수업 시간에 구현되었다고 일반화하여 해석하는 데에는 제한점이 있다.

1.4 용어의 정의

이 연구에서 사용한 용어의 정의는 다음과 같다.

1) 과학 탐구(Scientific inquiry)

과학 탐구(Scientific inquiry)란 과학자들이 자신의 연구에서 찾아낸 증거들을 바탕으로 설명을 하고 자연 세계를 공부하는 다양한 과정들을 의미한다(NRC, 1996). 즉, 과학 탐구는 문제 해결을 위해 실험, 조사 등 다양한 방법으로 증거를 수집하고 해석하여 새로운 과학 지식을 생성하거나 구성해 가는 과정이다(교육부, 2015). 과학 지식을 생성하는 방식은 크게 귀납적 방법, 연역적 방법, 귀추적 방법이 있다(양일호 등, 2006). 귀납적 방법(Inductive process)이란 관찰된 사실로부터 일반화, 분류 등의 과정을 통해 속성 사이의 공통점과 차이점을 찾아내어 새로운 과학 지식을 생성하는 방법이며, 연역적 방법(Deductive process)이란 검증 방법을 고안하고 결과를 수집하여 새로운 과학 지식을 형성하는 방법이다(권용주 등, 2003). 귀추적 방법(Abductive process)이란 사실, 법칙, 가설 등을 추론한 뒤 현상을 설명하는 과정이다(이선경 등, 2013).

2) 학교 과학 탐구(School science inquiry)

학교 과학 탐구(School science inquiry)는 학생들이 과학 개념과 과학 탐구 절차를 이해하고 과학 지식을 형성하는데 있어 필수적인 것으로 여겨져 왔으나(박영신, 2006; NRC, 2000), 최근에는 탐구를 통한 과학 지식 구성을 강조하고 있다(정은진 등, 2017). 학교 과학 탐구는 실제 과학자들의 탐구과정과 비교하여 탐구과정이 구조화되었으며 추론 과정이 단순하다(Chinn & Malhotra, 2002).

3) 참탐구(Authentic inquiry)

참탐구(Authentic inquiry)란 과학자들이 실제로 수행하는 탐구를 의미한다(Chinn & Malhotra, 2002). 참탐구는 단선적이거나 순환적이지 않고 각 단계가 서로 맞물려 있다는 특징이 있으며(박영신, 2006), 사회적 맥락(Social context)에서 연구 질문을 생성하고 연구 계획을 만들고 동료들과 연구 결과를 논의하면서 자신의 연구를 정당화하는 측면이 있다(Crawford, 2012).

II. 이론적 배경

2.1 과학 탐구의 의미와 역할

2.1.1 과학 교육에서의 탐구

학생들이 과학 탐구를 경험하는 것은 과학수업의 본질인데, 이는 자연 세계에 대한 과학적 추론 과정에 참여하는 것이다(김찬중 등, 2010). 과학 교육의 목표는 탐구를 통해 과학 지식의 생성 과정을 탐구하면서 과학 지식을 이해하는 것이며(이선경 등, 2013), 과학 탐구를 통한 학습은 학생들의 과학 개념의 이해, 과학에 대한 흥미, 과학 탐구과정에 대한 이해 등을 향상하기 위한 효과적인 방법으로 여겨져 왔다(Chen & She, 2015; Jocz *et al.*, 2014; 방정아 등, 2006). 최근 과학 교육에서는 탐구를 통한 지식 이해보다 탐구를 통한 개념 구성이나 탐구과정의 이해를 강조한다(Kruit *et al.*, 2018; 정은진 등, 2017).

과학 교육에서의 탐구는 학생들이 문제 제시, 실험 설계 등의 과정을 스스로 선택하는 수준에 따라, 구조화된 탐구, 반구조화된 탐구, 개방형 탐구로 분류할 수 있다. 각 탐구의 특징은 <표 II-1>에 제시하였다.

2.1.2 학교 과학 탐구의 제한점

과학 교육에서 과학 탐구의 중요성을 강조하지만, 많은 선행 연구에서 학교 과학 탐구(School science inquiry)를 비판적으로 지적하고 있다. 학교 과학 탐구는 과학자의 탐구과정을 학생들에게 체험시키려고 하지만(NRC, 2000; NRC, 2012), 과학 탐구 활동을 수행한 학생들은 실제 과학자들의 탐구와 과학 시간에 수행하는 과학 탐구는 다르다고 인식하고 있었다(Zhai *et al.*, 2014). 또한, 기존 학교 과학 탐구는 과학 지식과 과학적 추론 과정을 적절히 연결하지 못하는 점을 지적하고 있다(Bevin & Price, 2016). 많은 과학 교과서 탐구 활동은 학생들이 탐구 요소들을 스스로 선택하는 경우보다 탐구 문제와 탐구

절차를 제공하는 경우가 많아서 학생들이 적절한 탐구, 관찰 능력을 함양하기에 적절하지 않았다(박형용, 2017; 이은정과 김영수, 2016). 또한, 다양한 과학적 탐구 방법을 소개하는 것이 부족하며 탐구 문제와 가설을 설정하는 과정이 적절하게 구성되어 있지 않았다(우지선과 김영수, 2018).

<표 II-1> 개방형 탐구, 반구조화된 탐구, 구조화된 탐구의 특징(Bevin & Price, 2016)

탐구 종류	탐구 기술 영역(Inquiry skill areas)				
	과학적인 질문하기	증거 찾기	증거 설명하기	설명과 과학 지식 연결하기	의사소통과 정당화하기
개방형 탐구	학생들이 질문을 제시한다	학생들은 어떤 증거를 찾고 모을지 결정한다.	학생들은 결과를 요약한 뒤 설명을 제시한다.	학생들은 독자적으로 설명과 다른 자료들을 연결짓는다.	학생들은 결과에 대해 의사소통하기 위해 합리적이고 논리적인 논의를 한다.
반구조화된 탐구	학생들은 주어진 질문을 선택하거나 스스로 질문을 만들기도 한다.	학생들은 자료를 수집하기 위해 도움을 받는다.	학생들은 증거에서 설명을 끌어내기 위해 도움을 받는다.	학생들은 어떤 과학 지식을 증거들과 연결해야 하는지 도움을 받는다.	학생들은 의사소통을 발전시키는 것에 대하여 도움을 받는다.
구조화된 탐구	학생들은 이미 제시된 질문들을 명확하게 한다.	학생들은 자료를 받은 뒤 분석한다.	학생들은 이미 증거를 받았다.	학생들은 이미 과학 지식과 증거들 사이의 관계를 받았다.	학생들은 주어진 절차에 따라 의사소통한다.

2.2 참탐구

2.2.1 참탐구의 특징

Chinn & Malhotra(2002)는 실제 과학자들의 탐구를 참탐구(Authentic inquiry)라 하였다. 또한, 학교 과학 탐구를 단순 실험(Simple experiment), 단순 관찰(Simple observation), 단순 설명(Simple illustration)의 세 가지 유형으로 분류하였다. 단순 실험(Simple experiment)은 간단한 실험을 수행한 뒤 한 독립 변수가 한 종속 변수에 주는 영향을 평가하는 활동이고 단순 관찰(Simple observation)은 사물을 관찰한 뒤 묘사하는 활동이며 단순 설명(Simple illustration)은 변수 통제 없이 실험 절차를 따른 뒤 결과를 확인하는 활동이다.

Chinn & Malhotra(2002)는 참탐구와 학교 과학 탐구의 차이를 인지 과정(Cognitive process)과 현상학(Epistemology)적 관점에서 비교하였다. 분석 결과 참탐구의 경우 복잡하고 다양한 과정을 통해 연구 자료를 분석하며 학교 과학 탐구는 단순한 과정으로 자료를 분석하는 특성 때문에 차이가 발생한다고 하였다. 복잡하고 다양한 탐구과정을 단순한 탐구과정으로 재구성하여 제공하는 것은 학교 과학 탐구에서 자주 나타나지만, 이는 과학적 추론을 평가하는 방법을 만들거나 참탐구를 반영하는 데 도움이 되지 않고 학생들이 탐구 과정 등에 대하여 깊은 이해를 하는 것을 방해할 수 있다(Bevins & Price, 2016). 참탐구와 단순 실험, 단순 관찰, 단순 설명의 인지론적 관점에서 차이는 <표 II-2>에 제시하였다.

<표 II-2> 참 탐구와 학교 과학 탐구 사이의 인지 과정 차이(Chinn & Malhotra, 2002)

인지과정	참탐구	학교 과학 탐구		
		단순 실험	단순 관찰	단순 설명
연구 질문 생성하기	과학자들은 스스로 연구 질문을 만든다	학생들에게 연구 질문들이 미리 제공되어 있다.		
변수 선택하기	과학자들은 다양한 변수를 선택하거나 고안한다.	학생들은 한두 개의 제시된 변수들을 조사한다.	학생들은 주어진 특징을 관찰한다.	학생들은 제시된 변수를 사용한다.
과정 설계하기	과학자들은 질문을 해결하기 위해 복잡한 연구 방법을 고안하거나 물리적 모형을 사용한다.	학생들은 주어진 실험, 관찰 방법을 따라서 수행하며, 모형을 사용할 때가 있지만 모형의 적절성을 고려하지 않는다.		
변인 통제하기	과학자들은 보통 여러가지 변인을 통제한다. 또한, 과학자들에게 있어서 통제할 변인을 선택하고 변인 통제를 하기 위한 실험을 설계하는 것은 어려운일이다.	학생들은 통제된 실험 아래에서 변인 통제하는 법만을 논의하며, 이때 한 개의 통제 집단만이 있다. 해당 사항이 없다.		
측정 설계하기	과학자들은 실험을 설계할 때, 종속 변인, 독립 변인, 중간 변인을 측정하는 방법을 고려한다.	학생들은 보통 한 개의 결과 변수를 측정하는 법만 논한다.	학생들은 무엇을 관측할지 논한다.	학생들은 보통 한 개의 결과 변수를 측정하는 법만 논한다.
관측하기	과학자들은 편향된 관측을 막기 위해 정교한 기술이나 도구를 이용한다.	학생들은 자와 같은 도구를 사용하지만, 편향된 관측에 대하여 직접 고려하지 않는다.		
변수 변환하기	과학자들은 관측결과를 다른 자료 형태로 변환하는 일을 빈번하게 한다.	학생들은 그래프를 그리거나 관찰 결과를 그림으로 그리는 활동을 제외하면 관측결과를 변환하는 일을 거의 하지 않는다.		

<표 II-2> (계속) 참 탐구와 학교 과학 탐구 사이의 인지 과정 차이(Chinn & Malhotra, 2002)

인지과정	참탐구	학교 과학 탐구		
		단순 실험	단순 관찰	단순 설명
오류 찾기	과학자들은 항상 결과가 옳은지 실험 오류가 없는지 자문한다.	학생들에게 실험	오류는 거의 중요하지 않다.	
간접 추론	과학자들은 관측과 연구 질문 사이의 복잡한 추론 과정으로 연결되어 있다. 관측 변수는 이론적으로 관심 있는 변수랑 같지 않다.	학생들이 하는 관측은 연구 질문과 직접 연결되어 있으며 관측 변수가 관심 변수이다.	학생들이 하는 관측은 연구 질문과 직접 연결되어 있다. 또한, 관측 변수 수가 관심 변수와 다를지라도 교과서에서 설명한다.	학생들은 제시된 변수를 사용한다.
일반화	과학자들은 실험 상황 이외의 상황에서도 일반화 할 수 있는지 판단해야 한다.	학생들은 보통	실험 상황과 같은 상황에서만 일반화한다.	
추론 유형	과학자들은 다양한 추론을 사용한다.	학생들은 대조적 추론을 사용한다.	학생들은 간단한 귀납 추론을 사용한다.	
이론의 수준	과학자들은 매커니즘을 설명하는 이론을 만든다.	학생들은 이론적 매커니즘 보다는 경험적 규칙성을 찾아낸다.	학생들은 이론을 설명하기 위한 실험을 수행하지만, 이론을 발전시키거나 조사하지 않는다.	학생들은 보통 한 개의 결과 변수를 측정하는 범만 논한다.

<표 II-2> (계속) 참 탐구와 학교 과학 탐구 사이의 인지 과정 차이(Chinn & Malhotra, 2002)

인지과정	참탐구	학교 과학 탐구		
		단순 실험	단순 관찰	단순 설명
다른 결과로부 터 연구 결과 조합하기	과학자들은 다른 연구들과 결과를 조합한다. 이 때 기존의 연구 결과와 자신의 실험 결과가 다를 때 과학자들은 이러한 불일치를 해결하려고 한다. 다른 연구 결과들은 비슷한 주제일지라도 관심을 가지는 변인이나 메커니즘이 다를 수 있다.	학생들은 단번의 실험만을 수행한다.		
다른 연구 공부하기	과학자들은 여러 이유로 다른 과학자들의 연구 결과들을 공부한다.	학생들은 다른 연구들을 공부하지 않는다.	학생들이 하는 관측은 연구 질문과 직접 연결되어 있다. 또한, 관측 변수 수가 관심 변수와 다를지라도 교과서에서 설명한다.	학생들은 제시된 변수를 사용한다.

또한, Chinn & Malhotra(2002)는 학교 과학 탐구와 참탐구는 인지 과정상의 차이 이외에도 현상학적 측면에서도 차이가 있다고 하였다. 현상학은 사람들이 과학 지식에 대한 인식과 과학 지식의 변화에 대한 인식과 관련이 있다. 학교 과학 탐구는 학생들이 과학적 추론 과정을 배우는데 적절하지 않으며 단순 실험, 단순 관찰, 단순 설명과 같은 탐구 활동을 통해 비과학적 인식을 배울 수도 있다. 참탐구와 학교 과학 탐구에서 나타나는 현상학적 차이들은 <표 II-3>에 제시하였다.

<표 II-3> 참탐구와 학교 과학 탐구의 현상학적 차이

현상학적 측면	참탐구	학교 과학 탐구		
		단순 실험	단순 관찰	단순 설명
연구의 목적	과학자들은 이론적 모형과 메커니즘을 제시하고 수정하는 것이 목적이다.	학생들은 겉으로 드러나는 경향성을 찾는 것이 목적이다.	학생들은 대상의 구조를 관측하는 것이 목적이다.	학생들은 제공된 이론을 이해하는 것이 목적이다.
자료와 이론의 조화	과학자들은 복잡하고 때로는 모순적인 자료 모음을 이론적 모형과 조화시킨다.	학생들은 관측 결과와 결론을 일치시키며 일관성을 찾는다.	학생들은 자신들이 관찰한 것을 기록하며 일관성을 찾는다.	학생들은 자료와 이론의 조화를 고려하지 않는다.
방법의 이론 의존성	과학자들이 사용하는 방법은 이론에 부분적으로 의존한다.	학생들이 사용하는 방법은 이론 의존적이지 않다.		이론 의존적이지 않다.
비정형적 자료에 대한 반응	과학자들은 비정형적 자료를 합리적 방식으로 자주 처리한다.	학생들은 비정형적 자료를 합리적으로 처리할 기회가 거의 없다.		학생들은 결과와 모순되는 자료들은 오류로 처리한다.
추론의 본성	과학자들이 하는 추론은 경험이고 비 알고리즘 적이며 여러 논쟁 방식을 사용한다.	학생들은 주어진 절차에 따라 결론을 끌어내며 단순한 대조 논쟁을 사용한다.	학생들은 눈에 보이는 구조를 이용하여 다양한 추론을 할 수 있으며 논쟁은 없다.	학생들은 주어진 설명과 자료에 대한 이론을 연결하며 논쟁은 없다.
지식의 사회적 구성	과학자들은 동료 집단 사이에서 지식을 구성하고 이전 지식을 바탕으로 하여 지식을 만들며 이를 바탕으로 기준을 만든다.	학생들은 동료 집단 속에서 지식을 구성하지만, 이전 지식을 바탕으로 하여 지식을 만드는 과정은 거의 나타나지 않는다.		

2.3 선행 연구 분석

2.3.1 참탐구 관련 선행 연구 분석

여러 선행 연구에서 개방형 참탐구를 경험한 학생들은 과학에 대한 태도, 과학 탐구과정의 이해와 같은 정의적, 인지적 영역에서 긍정적인 변화가 나타났다는 결과들을 제시하였다. 개방형 참탐구 활동에 참여한 학생과 교사 모두 과학에 대한 태도가 긍정적으로 변하였고, 과학의 본성의 일부 요소에 대한 교사의 이해는 유의미하게 변하였다(Houseal *et al.*, 2014). 또한, 개방형 참탐구 활동은 학생들이 과학에 관한 관심을 잃지 않고 지속해서 유지하는데 효과적인 방법이며(Maulucci *et al.*, 2014), 개방형 참탐구를 수행한 학생들은 전통적 탐구를 수행한 학생들과 비교하였을 때 과학 탐구과정에 잘 이해하며 과학에 대한 흥미와 과학 관련 진로 선택에 대한 태도가 긍정적으로 변하였다(Ward *et al.*, 2016). 또한, 개방형 참탐구를 수행한 학생들은 과학의 본성에 대한 관점에 일부 변화가 있었다(Akerson *et al.*, 2014).

한국에서 참탐구 관련 연구는 참탐구 활동을 수행하는 과정에서 학생이 제시한 질문, 학생이 작성한 보고서 특성, 과학의 본성 변화 등에 초점을 맞추고 있었다. 개방적 참탐구 활동을 수행한 학생들은 일부 과학의 본성 요소에 대한 이해도가 증가하며(김미경과 김희백, 2008), 전통적 학교 탐구를 수행하는 학생들에 비해 실험을 확장하게 시키는 질문, 전형적이지 않은 자료에 대한 질문 그리고 학생 스스로 고안한 실험과정에 대해 질문을 하는 빈도가 유의미하게 높았다(김미경과 김희백, 2007b). 또한, 과학고등학교 생물 실험 교육과정에서 나타난 참탐구 요소를 분석하거나(김미경과 김희백, 2006) 개방적 참탐구 활동을 개발한 뒤 학생들의 인식과 과학의 본성에 대한 관점의 변화를 분석하였다(김미경과 김희백, 2007a).

초등학교 영재 학생을 대상으로 개방형 탐구를 수행하도록 하고 상호작용을 분석한 결과 참탐구의 현상론적 특성과 인지 과정적 특성이 발견되었다고 보고되었다(강은주 등, 2009). 이 밖에도 참탐구 요소를 바탕으로 하여 고등학

교 과학수업을 분석하거나(이선경 등, 2013), 과학 교과서 탐구를 단순 실험, 단순 관찰, 단순 예증과 같은 활동으로 분류하기도 하였지만(최취임과 이선경, 2016) 과학 교과서를 대상으로 참탐구 요소를 분석한 연구는 거의 없다.

2.3.2 과학 교과서 탐구 선행 연구 분석

과학 교과서 탐구 활동 분석의 경우, 탐구 활동 종류, 주제 등을 기준으로 분류한 연구들이 많았다. 2015 개정 교육과정 생명과학1 교과서 탐구 활동의 경우 자료 해석, 조사 토의 및 발표 등의 유형이 많고 토의 토론, 실험 관찰, 과학 글쓰기 등의 활동은 상대적으로 적으나 2009 개정 교육과정 생명과학1 교과서와 비교하면 학생이 참여하는 활동의 비중이 높아졌다(송신철, 2018). 2009 개정 중학교, 고등학교 과학 교과서를 단순 실험, 단순 관찰, 단순 예증과 같은 유형으로 분석한 결과 학년이 올라갈수록 다양한 형태의 활동들이 등장하지만, 과학자의 탐구와는 차이가 있다(최취임과 이선경, 2016). 2009 개정 고등학교 화학2 교과서 탐구 활동의 경우 출판사에 따라 탐구 활동의 개수와지면 당 탐구 활동 개수가 큰 차이가 있었으며 기구 조작, 측정과 같은 활동이 다수 나타났고 실험하기와 생각해보기 유형이 자주 나타났다(김지영 등, 2012). 2007 개정 초등학교 과학 교과서의 경우 실험 도구 사용하기, 절차대로 수행하기, 수량 측정하기와 같은 핸즈온 활동이 자주 등장하였으며 사고 활동 비율은 핸즈온 활동보다 적게 나타났지만, 전체적으로 고르게 분포되었다(신명경과 이수정, 2013).

한편, 과학 교과서 탐구 활동에 나타난 과학 탐구 요소를 분석하기도 하였다. 2015 개정 과학탐구실험 교과서의 경우 탐구 수행, 결론 도출과 같은 요소는 높게 나타났지만, 자료 해석과 같은 특정 요소는 부족하였다(조현국, 2018). 2009 개정 초등학교 과학 교과서 탐구 활동의 경우, 주로 관찰을 한 뒤 결과를 언어로 표현하는 활동에 치중해 있었으며 연구 질문 만들기, 실험 절차 설계하기 같은 활동보다는 관찰하기, 분류하기와 같은 활동이 좀 더 강조되고 학생들이 스스로 활동을 구성할 수 있는 개방성(Openness)이 낮은 활동들이

많았다(박형용, 2017). 중학교 과학 교과서 탐구 활동을 분석한 결과, 과반의 탐구 활동은 자료를 제시하고 있었으나 학생 스스로 자료를 기록하거나 해석하는 활동은 적게 포함되어 있었다(Morris *et al.*, 2015). 2007 개정 초등학교 과학 교과서 탐구 활동은 과학 지식의 이해, 실험 절차 습득, 과학적 탐구과정 이해가 교육과정에 맞게 적절하게 반영되었으나 학년에 따른 차이가 나타났으며, 관찰하기 측정 도구 사용하기와 같은 활동이 학년 위계에 맞게 적절한 비중으로 나타나지 않았다(김지은과 여상인, 2014).

교육과정에서 제시한 목표에 따라 과학 교과서 탐구 활동을 분석한 연구들도 있었다. 2015 개정 교육과정에서 제시한 핵심 역량을 바탕으로 하여 고등학교 통합과학 교과서 탐구 활동을 분석한 결과 탐구 활동에 반영된 핵심 역량은 단원별로 차이가 있었다(송신철과 심규철, 2018). 2015 개정 초등학교 과학 교과서 탐구 활동의 경우 2009 개정 과학 교과서와 비교하였을 때 특정 영역의 내용이 감소하였으며 각각의 영역에 포함된 탐구 활동이 감소하거나 두 개의 탐구 활동을 하나로 통합하는 등의 변화가 있었다(박재근, 2017). 초등학교 과학 교과 지구과학 영역의 경우 교과과정에 따라 하위 요소나 세부 내용의 변화는 있었으나, 핵심적인 개념이나 주요 탐구 활동 변화는 거의 없었다(임성만, 2015).

한국 교육과정에서 제시한 기준 이외에도 미국 차세대 과학기준(Next Generation Science Standards: NGSS)에 따라 과학 교과서 탐구 활동을 분석하기도 하였다. 2009 개정 중학교 과학 교과서 내 생명과학 단원 탐구 활동들은 ‘관찰’과 ‘추리’와 같은 활동을 수행하는데 치우쳐 있으며 NGSS에서 제시한 과학 실천(Science practice)이 특정 요소들이 편중되어 나타났다(김미정 등, 2017). 중학교 과학 교과서 화학 단원에 포함된 탐구 활동의 경우 단원마다 포함된 탐구 활동 수의 차이가 크게 나타났고 ‘질문하고 문제 규정하기’ 같은 과학 실천요소가 전혀 포함되어 있지 않았고 탐구 활동에 포함된 과학 실천 종류와 가짓수도 다양하지 않았다(최민지와 최애란, 2016). 초등학교, 고등학교 과학 교과서 역시 학년과 교과서 종류에 따라 탐구 활동에서 나타나는 과학적 실천 수에 차이가 났으며, ‘질문하고 문제 규정하기’, ‘수학 및 전산적

사고 이용하기'와 같은 과학 실천이 전혀 포함되어 있지 않거나 매우 적게 나타났다(박은우와 이영희, 2016; 조성호 등, 2016). 또한, 고등학교 물리 교과서는 탐구 활동에 나타난 과학 실천이 교과 내용이나 탐구 활동의 목적과 무관하기도 하였다(강남화와 이은미, 2013).

과학 교과서 탐구 활동에 나타나는 과학의 본성 요소를 분석하기도 하였는데 지난 30년 동안 미국에서 출판된 과학 교과서들을 분석한 결과 영역과 출판년도에 상관없이 과학의 본성 요소들이 거의 나타나지 않았다 (Abd-El-Khalick *et al.*, 2017). 한국의 경우, 2009 개정 중학교 과학 교과서 탐구 활동에 나타난 과학의 본성 요소는 편중되어 나타났으며(이서연과 우애자, 2017) 대부분 암시적으로 나타났다(박율리와 우애자, 2017). 2009 개정 초등학교 과학 교과서의 경우 학년이 올라갈수록 과학의 본성 요소들이 고르게 분포하고 있었으며(이영희 등, 2014), 중학교 과학 교과서와 비교하여 다양한 과학의 본성 요소를 포함하고 있었다(김지혜 등, 2016).

이외에도 외국 과학 교과서와 한국 과학 교과서 탐구 활동을 비교하거나, 교과서 분석틀을 직접 만들어 분석하는 연구 등도 있었다. 한국과 싱가포르 초등학교 과학 교과서 탐구 활동을 비교, 분석한 결과 한국 교과서는 싱가포르 교과서보다 탐구 활동의 개수나 다양성 면에서 우수하지만, 교육과정 개정에 따른 탐구 활동의 변화는 부족한 것으로 나타났다(임성만, 2018). 2009 개정 중학교 과학 교과서 탐구 활동의 경우, 제시된 질문에서 나타나는 추론의 형태에 따라 탐구 활동을 통해 구성할 수 있는 개념의 특징이 다르며 몇몇 소단원의 경우 소단원에서 나타나는 개념의 특징과 탐구 활동에서 구성할 수 있는 개념의 특징이 다르게 나타났다(정은진 등, 2017). 또한, 2009 개정 고등학교 과학과 교육과정과 과학 교과서의 일관성을 분석하기 위한 분석틀을 개발하고 이를 바탕으로 고등학교 과학 교과서들을 분석하였는데, 고등학교 과학 교과서는 교육과정의 성격이나 목표를 잘 반영하였으나 '태도나 호기심', '문제 해결' 같은 요소들을 적절하게 반영하지 않았다(박현주 등, 2017).

Ⅲ. 연구 방법 및 절차

3.1 분석 대상

2015 개정 교육과정에 따른 고등학교 과학탐구실험 교과서 7종을 분석하였다. 분석 대상 교과서는 <표 Ⅲ-1>에 제시되어 있다.

<표 Ⅲ-1> 분석 대상 교과서 정보

출판사	저자	발행년도
(주) 금성출판사	정대홍 외 11인	2017
동아출판	송진웅 외 17인	2017
미래엔	김성진 외 14인	2017
비상교육	심규철 외 11인	2017
와이비엠	곽영직 외 8인	2017
지학사	김성원 외 11인	2017
천재교육	신영준 외 11인	2017

분석 대상 교과서는 각각 금성, 동아, 미래엔, 비상교육, 와이비엠, 지학사, 천재교육에서 출판되었으며, 무작위로 순서를 바꾼 다음 A-G로 표기하였다. 과학탐구실험 교과서의 단원 체계는 역사적으로 과학자들이 수행하였던 탐구에 관한 ‘역사 속의 과학 탐구’, 생활 속 다양한 분야의 과학 원리에 관한 ‘생활 속의 과학 탐구’, 첨단 과학기술에 적용된 과학 원리에 관한 ‘첨단 과학 탐구’로 구성되어 있다. 각 단원에서 제시하는 핵심 개념은 역사 속의 과학 탐구에서는 ‘과학의 본성’과 ‘과학자의 탐구 방법’이 있었고, 생활 속의 과학 탐구에서는 ‘과학적 태도’와 ‘과학 탐구의 과정’이 있었으며, 마지막으로 첨단 과학 탐구에서는 ‘과학의 응용’이 있었다. 각각의 단원은 핵심 개념들을 포함하고 있으며, 해당 핵심 개념들과 특징은 <표 Ⅲ-2>에 제시되어 있다.

<표 III-2> 과학탐구실험 영역과 핵심 개념 (교육부, 2015)

영역	핵심 개념	일반화된 지식	내용 요소
역사 속의 과학 탐구	과학의 본성	과학자들의 탐구실험에서 과학의 다양한 본성이 발견되며, 과학 탐구 수행 과정에서 과학의 본성을 경험한다.	<ul style="list-style-type: none"> 우연한 발견 사고실험 패러다임의 전환을 가져온 결정적 실험
	과학자의 탐구 방법	주제에 따라 다양한 과학 탐구 방법이 활용된다.	<ul style="list-style-type: none"> 귀납적 탐구 연역적 탐구
생활 속의 과학 탐구	과학적 태도	과학 탐구와 실험을 통해 과학에 대한 흥미와 호기심, 즐거움 등을 함양한다.	<ul style="list-style-type: none"> 제품 속 과학 놀이 속 과학 스포츠 속 과학 문화예술 속 과학
	과학 탐구	과학 탐구는 흥미와 호기심, 협력, 증거에 근거한 결과 해석 등 다양한 과학적 태도가 필요하다.	<ul style="list-style-type: none"> 흥미와 호기심 끈기 공동탐구
	과학 탐구	과학 탐구에는 준수해야 할 생명 존중, 연구 진실성, 지식 재산권 존중 등과 같은 연구 윤리와 함께 안전 사항이 있다.	<ul style="list-style-type: none"> 연구 윤리 안전 사항
탐구 문제 및 상황 특성	과학 탐구의 과정	탐구 문제 및 상황에 따라 탐구 활동을 계획할 수 있다.	<ul style="list-style-type: none"> 문제 인식 탐구 계획 수립
	과학 탐구의 과정	과학 탐구 활동은 문제 발견, 탐구 활동 계획 수립, 탐구 수행, 결과 표상 등의 과정으로 진행된다.	<ul style="list-style-type: none"> 탐구 수행 정성적, 정량적 자료수집 및 분석 문제 해결 공학적, 창의적 설계 및 도구 제작 결과표상
첨단 과학 탐구	과학의 응용	과학 탐구를 통해 생활 및 다양한 상황 속에 과학 지식을 적용한다.	<ul style="list-style-type: none"> 첨단 과학 기술 탐구 산출물 선조들의 첨단 과학 분야에 공유 및 확산 된다.

7종의 교과서에 제시된 탐구 주제의 전체 개수는 131개였고, 각 탐구 주제는 주제의 특성 및 교과서에 따라 1-4개(평균 1.85개)의 탐구 활동으로 구성되

어 탐구 활동의 전체 개수는 모두 243개였으며 <표 III-3>에 제시하였다. 이때 하나의 탐구 활동은 한 차시 동안 완성된 활동을 하도록 구성된 경우가 대부분이었기 때문에 이 연구에서는 각각의 탐구 활동을 분석 단위로 설정하였다. 교과서의 앞뒤 또는 중단원 사이에 제시된 실험 기구의 사용 방법 또는 단원 요약 및 마무리와 같이 탐구 활동과 무관한 내용은 분석 대상에서 제외하였다.

<표III-3> 출판사별 탐구 활동 개수

단원	핵심 개념	출판사							Total
		A	B	C	D	E	F	G	
역사 속의 과학 탐구	과학의 본성	6	4	3	5	4	6	2	30
	과학자의 탐구 방법	4	4	3	4	4	5	2	26
생활 속의 과학 탐구	과학적 태도	18	8	8	7	9	6	7	63
	과학 탐구의 과정	13	10	12	17	11	6	4	73
첨단 과학 탐구	과학의 응용	10	5	5	10	6	11	4	51
Total		51	31	31	43	34	34	19	243

3.2 분석 기준

과학자들의 탐구에서 나타나는 인지 과정과 특징을 분석하여 참탐구 요소를 추출한 Chinn & Malhotra(2002)의 참탐구 분석틀(Authentic inquiry framework)을 수정 및 보완하여 과학탐구실험 교과서의 탐구 활동에 포함된 참탐구 요소를 분석하였다. 먼저 무작위로 한 권의 과학탐구실험 교과서를 선정하여 Chinn & Malhotra(2002)의 분석틀을 수정 없이 적용한 예비 분석을 시행한 후, 이를 바탕으로 연구의 맥락에 맞게 참탐구 요소 중 일부를 수정하였다. 예를 들어, 결과 해석하기의 하위 요소 중 측정값의 변환 활동은 그래프 그리거나 합계 또는 평균 내기와 같은 방법으로 측정값을 변환하는 간단한 측정값 변환하기 요소와 미적분 또는 NMR 신호의 해석과 같이 더 복잡한 방법

으로 측정값을 변환하는 복잡한 측정값 변환하기 요소로 나뉘어 있었다. 그러나 예비 분석 결과 모든 측정값의 변환 활동은 간단한 측정값 변환하기 요소의 수준을 벗어나지 않았고, 선행 연구에서 제시한 복잡한 측정값 변환하기 요소의 예시는 모두 고등학교 수준을 벗어났기 때문에 간단한 측정값 변환하기 요소와 복잡한 측정값 변환하기 요소는 측정값 변환하기 요소로 통합하였다. 또한 모형 이용하기 요소의 경우, 선행 연구에서는 해안 퇴적층 모형과 같이 거시적 또는 미시적인 현상을 스케일링하여 시각화하는 물리적 모형을 사례로 제시하였으나, 탐구에 활용되는 모형에는 이 외에도 컴퓨터를 활용한 시뮬레이션 모형, 그림이나 수식으로 표현되는 이론적 모형 등 다양한 유형이 있으므로(오필석, 2007; Harrison & Treagust, 2000; NRC, 2012), 이러한 모형을 포함하도록 요소의 정의를 확장하였다. 이후 참탐구 요소들을 유사한 성격을 가지는 요소끼리 범주화하였고, 고등학교 교과서 분석의 맥락을 고려하여 조작적 정의를 도출하였다. <표 III-4>에 제시한 최종 분석틀에서는 참탐구 요소를 연구 질문 만들기, 변수 다루기, 관찰 및 측정하기, 결과 해석하기, 연구 발전시키기의 다섯 가지 요소와 열두 가지 하위 요소로 구분하였다.

3.3 분석 방법

과학탐구실험 교과서는 핵심 개념에 따라 성취 기준과 탐구 활동의 특성이 달랐기 때문에 먼저 모든 탐구 활동을 핵심 개념에 따라 분류하였다. 이때 2종의 교과서는 모든 탐구 활동이 핵심 개념에 따라 분류되어 있었다. 따라서 2종의 교과서와 교사용 지도서, 교육과정에 제시된 핵심 개념에 따른 성취 기준과 해설 및 대표 탐구 활동 등을 종합적으로 참고하여 나머지 교과서 5종의 탐구 활동을 분류하였다.

또한, 탐구 주제를 교육과정에 따라 모든 교과서에서 공통적으로 다루고

있는 대표 탐구 주제와 각 교과서에서 추가로 제시한 추가 탐구 주제로 구분하였다. 역사 속의 과학 탐구 단원의 핵심 개념 중 하나인 과학의 본성을 예로 들면, 교육과정에 제시된 대표 탐구 주제에는 ‘자유 낙하와 수평으로 던진 물체의 운동 비교하기’, ‘멘델레예프의 주기율표 만들기’가 있었고, 추가 탐구 주제로는 ‘빛의 색에 대한 뉴턴의 실험’ 등이 있었다.

이후 <표 III-4>에 제시된 참탐구 분석틀을 활용하여 각 탐구 활동에 포함된 참탐구 요소를 분석하였다. 이때 교과서에서 제시하고 있는 탐구 활동의 맥락을 종합적으로 분석하여 학생이 스스로 해당 요소를 고려하고 실행하도록 한 경우에만 해당 요소가 포함된 것으로 간주하였다. 예를 들어, 변수 선택하기 요소의 경우 실험군과 대조군 등 실험 관련 변인을 교과서에서 지정하고 학생들이 이를 따르도록 한 경우에는 해당 요소가 포함되지 않은 것으로 분석하였다. 반면 “변수를 선택해보자” 또는 “논의해보자”와 같은 지문을 통해 실험 및 관찰 활동이나 소집단 내의 의사소통 등의 과정을 거쳐 학생들이 명시적으로 직접 다양한 변수를 고려하고 선택하도록 한 경우에는 변수 선택하기 요소가 포함된 것으로 분석하였다.

단, 탐구 활동을 바탕으로 추가적인 탐구 주제를 찾는 같은 주제의 여러 가지 탐구하기 요소의 경우 과학탐구실험 교과서의 수업이 주로 제한된 정규 시간에 이루어진다는 점을 고려하여 연구를 발전시키는 아이디어 혹은 방법을 찾거나 생각해보기만 한 경우에도 해당 요소가 포함된 것으로 분석하였다. 한 개의 분석 단위 내에서 같은 참탐구 요소가 여러 번 나타난 경우에는 한 번만 코딩하였다.

분석 결과는 먼저 단위별 탐구 활동의 전체 개수 대비 참탐구 요소를 포함하고 있는 탐구 활동의 개수와 백분율을 제시하여 참탐구 요소의 특징을 단위별로 논의하였다. 이후 각 단위 내에서 탐구 주제별로 나타난 참탐구 요소의 개수와 백분율을 제시하여 탐구 주제의 교과서별 제시 유형과 특징을 논의하

었다. 모든 기술 통계 분석에는 SPSS statistics 25를 활용하였다.

분석의 신뢰도를 확보하고자 분석 대상 및 기준 설정에 참여하고 최종 분석틀을 숙지한 2인의 연구자가 무작위로 추출한 과학탐구실험 교과서 1권을 각자 분석하였다. 분석 결과를 비교하여 분석자간 일치도를 구하였으며, 논의를 통하여 분석 결과에 대한 이견을 좁히는 과정을 반복하였다. 분석자간 일치도가 .93에 도달한 후 연구자 1인이 모든 교과서를 분석하였다. 연구의 전 과정에 걸쳐 과학교육 전문가 1인, 현직 과학교사 2인, 과학교육 전공 대학원생 5인이 참여한 세미나를 수차례 개최하여 타당성을 검토받고 수정 및 보완하였다.

<표 III-4> 참탐구 분석틀

요소	하위 요소	정의
연구 질문 만들기		자신만의 방식으로 연구 질문 만들고 발전시키기
	변수 선택하기	다양한 변수 중에서 관찰하거나 측정할 변수를 스스로 선택하기
변수 다루기	간단한 변인 통제하기	변수 선택 과정에서 이미 알려진 변인을 통제하기
	복잡한 변인 통제하기	실험에 영향을 줄 수 있는 다른 여러 가지 변인을 고려하고 통제하기
	다양한 변수 측정하기	여러 가지 변수를 관찰하거나 측정하기
관찰 및 측정하기	방해 변수 측정하기	실험에 영향을 줄 수 있는 방해 변수를 관찰하거나 측정하기
	모형 이용하기	모형을 이용하여 관찰하거나 측정하기
	측정값 변환하기	그래프 그리거나 평균 계산 등의 방법으로 측정값을 변환하고 해석하기
결과 해석하기	과정상 결함 고려하기	탐구과정이나 결과 해석상의 문제점이나 결함을 검토하고 판단하기
	이론 발전시키기	실험 결과를 이론으로 발전시켜 보거나 시험해 보기
연구 발전시키기	같은 주제의 여러 가지 탐구하기	같은 주제에 관하여 다른 변인 또는 유형으로 여러 가지 탐구하기
	다른 자료 조사하기	탐구 주제에 관한 연구 보고서 또는 신문 등의 자료 조사하기

IV. 결과 및 논의

4.1 단원별 참탐구 요소 분석

<표 IV-1>은 참탐구 요소를 포함하는 탐구 활동의 단원별 개수와 비율을 제시하였다. 이때 비율은 단원별 탐구 활동의 수(역사 속의 과학 탐구 56개, 생활 속의 과학 탐구 136개, 첨단 과학 탐구 51개, 전체 243개)를 기준으로 하였다.

<표 IV-1> 단원별 참탐구 요소 분석 결과

요소	하위 요소	단원			계
		역사 속의 과학 탐구	생활 속의 과학 탐구	첨단 과학 탐구	
연구 질문 만들기		9 (16.1)	18 (13.2)	2 (3.9)	29 (11.9)
변수 다루기	변수 선택하기	9 (16.1)	19 (14.0)	2 (3.9)	30 (12.3)
	간단한 변인 통제하기	3 (5.4)	13 (9.6)	-	16 (6.6)
	복잡한 변인 통제하기	2 (3.6)	7 (5.1)	-	9 (3.7)
관찰 및 측정하기	다양한 변수 측정하기	21 (37.5)	23 (16.9)	1 (2.0)	45 (18.5)
	방해 변수 측정하기	-	1 (0.7)	-	1 (0.4)
	모형 이용하기	2 (3.6)	1 (0.7)	2 (3.9)	5 (2.1)
결과 해석하기	측정값 변환하기	8 (14.3)	30 (22.1)	3 (5.9)	41 (16.9)
	과정상 결함 고려하기	1 (1.8)	12 (8.8)	-	13 (5.3)
	이론 발전시키기	8 (14.3)	-	-	8 (3.3)
연구 발전시키기	같은 주제의 여러 가지 탐구하기	-	5 (3.7)	1 (2.0)	6 (2.5)
	다른 자료 조사하기	20 (35.7)	72 (52.9)	31 (60.8)	123 (50.6)

연구 질문 만들기 요소는 전체 탐구 활동 중 29개(11.9%)에서 나타났고, 역사 속의 과학 탐구 단위에서의 비율(16.1%)은 상대적으로 높았으나 첨단 과학 탐구 단위에서의 비율(3.9%)은 낮았다. 연구 질문 만들기는 단순한 호기심이나 의문을 과학적인 질문으로 만들어 과학 탐구로 발전할 수 있도록 하는 단계이다(우지선과 김영수, 2018). 또한, 스스로 연구 질문을 만든 학생들은 이후의 탐구과정에서도 자기 주도적으로 탐구과정에 참여하는 것으로 나타났으며(Kapon, 2016), 이는 과학 개념에 대한 이해 향상 및 흥미와 동기 유발 등 과학 탐구에서 기대하는 인지적, 정의적 효과와 관련이 있어서 중요하다(방정아 등, 2006; 조제희와 우애자, 2017). 그러나 2009 개정 초중고 과학 교과서 탐구 활동에서는 학생 스스로 연구 질문을 만드는 활동이 1% 미만으로 나타났었다(김미정 등, 2017; 박은우와 이영희, 2016; 조성호 등, 2016). 따라서 과학탐구 실험 교과서에서 나타난 연구 질문 만들기 요소의 비율은 이전 교육과정 교과들과 비교하여 일부 개선되었다고 할 수 있다.

변수 다루기의 하위 요소 중 변수 선택하기 요소(12.3%)의 단위별 비율은 연구 질문 만들기 요소와 유사하였다(3.9-16.1%). 간단한 변인 통제 및 복잡한 변인 통제 요소는 역사 및 생활 속의 과학 탐구 단위에서만 낮은 비율(5.4-9.6%, 3.6-5.1%)로 나타났다. 탐구에서 적합한 변수를 선택하고 통제할지 결정하는 것은 적절한 실험 설계를 하고 인과관계를 밝히는 데 필수적이다(박지은과 강순희, 2014; 한효순 등, 2002). 그러나 2009 개정 과학 교과서 탐구 활동은 변수를 결정하고 통제하는 활동이 부족하였으며(김미정 등, 2017; 박은우와 이영희, 2016; 박형용, 2017) 이로 인해 학생들은 변인에 대한 인식이 부족하고 변인 통제 활동을 적절하게 수행하지 못하였다(유준희와 김종숙, 2012; 이윤하와 강순희, 2011). 과학탐구실험 교과서에서 변수 선택하기 비율은 선행 연구에서 나타난 비율보다는 다소 높았지만, 변인 통제까지 생각하도록 한 경우는 여전히 낮았다는 점에서 보완할 필요가 있다.

관찰 및 측정하기의 하위 요소 중 다양한 변수 측정하기 요소(18.5%)는

역사 속의 과학 탐구 단원에서 높은 비율(37.5%)로 나타났으나 방해 변수 측정하기(0.4%)와 모형 이용하기 요소(2.1%)는 모든 단원에서 매우 낮은 비율로 나타났다. 방해 변수의 고려 및 측정은 탐구의 개방성이 증가할수록 중요하며(김효준과 송진웅, 2012), 학생들이 측정의 본성에 대하여 적절하게 인식하도록 도와준다(이은미와 김범기, 2012). 또한, 모형을 만들고 적절성을 고려하는 과정에서 학생들은 비판적 사고력을 향상할 수 있다(Partosa, 2012; 양찬호 등, 2016). 모형을 만들고 수정하는 모델링 활동을 통한 탐구는 효과적인 과학 교수학습의 방법으로 주목받고 있으므로(강남화, 2017), 모든 탐구 활동에 해당 요소를 포함하지 않더라도 더욱 적극적으로 도입할 필요가 있다.

결과 해석하기에서는 측정값 변환하기 요소(16.9%)가 비교적 높은 비율로 나타났으며 특히 생활 속의 과학 탐구 단원(22.1%)에서 높게 나타났다. 측정값 변환은 단순히 자료를 해석하는 것보다 높은 수준의 사고를 요구하는 자료 활용 방식이며 원자료만 가지고는 파악하기 어려운 특징들을 발견할 기회를 제공할 수 있다(NRC, 2012). 그러나 과정상 결함 고려하기(5.3%) 요소와 이론 발전시키기 요소(3.3%)의 비율은 모든 단원에서 낮았다. 이러한 활동들은 학생들의 반성적 사고를 촉진하고 탐구의 목적과 결과에 대한 이해를 함양할 수 있으므로(Kapon, 2016) 측정값 변환하기 요소를 제외한 결과 해석하기의 하위 요소들이 부족했던 점을 개선할 필요가 있다.

연구 발전시키기의 하위 요소 중 같은 주제의 여러 가지 탐구하기 요소(2.5%)의 비율은 모든 단원에서 매우 낮았다. 다른 자료 조사하기 요소(50.6%)는 가장 높은 비율로 나타났으나, 탐구 주제에 관한 이론과 원리를 조사하기 위한 목적으로 등장한 경우가 대부분이었으며 탐구를 확장하거나 발전시키기 위한 목적으로 다른 자료를 조사하는 활동의 거의 없었다. 다른 사람의 연구를 조사하거나 같은 주제에 대해 다른 변인이나 접근법을 적용하여 연구를 확장하는 것은 과학사에서도 자주 등장하였다(구민아 등, 2011). 학교 과학 탐구에서 학생들이 기존의 연구 문제를 변형하여 새로운 연구 문제를 만들기도 하므로(이지선과 김성원, 2018)

학생들에게 연구 관련 자료를 체계적으로 수집하고 분석하는 경험을 제공할 필요가 있다.

4.2 역사 속의 과학 탐구 분석

역사 속의 과학 탐구 단원의 주제별 참탐구 요소 분석 결과는 <표 IV-2>에 제시하였다.

<표 IV-2> 역사 속의 과학 탐구 핵심 요소별 참탐구 요소 분석 결과

요소	하위 요소	역사 속의 과학 탐구		계
		과학의 본성	과학자의 탐구 방법	
연구 질문 만들기		-	9 (34.6)	9 (16.1)
변수 다루기	변수 선택하기	-	9 (34.6)	9 (16.1)
	간단한 변인 통제하기	-	3 (11.5)	3 (5.4)
	복잡한 변인 통제하기	-	2 (7.7)	2 (3.6)
관찰 및 측정하기	다양한 변수 측정하기	10 (33.3)	11 (42.3)	21 (37.5)
	방해 변수 측정하기	-	-	-
	모형 이용하기	-	2 (7.7)	2 (3.6)
결과 해석하기	측정값 변환하기	7 (23.3)	1 (3.8)	8 (14.3)
	과정상 결함 고려하기	-	1 (3.8)	1 (1.8)
	이론 발전시키기	8 (26.7)	-	8 (14.3)
연구 발전시키기	같은 주제의 여러 가지 탐구하기	-	-	-
	다른 자료 조사하기	7 (23.3)	13 (50.0)	20 (35.7)

첫 번째 핵심 개념인 과학의 본성에서는 30개의 탐구 활동이 제시되었으며

다양한 변수 측정하기, 측정값 변환하기, 이론 발전시키기, 다른 조사하기 요소만 나타났다. 또한, 두 번째 핵심 개념인 과학자의 탐구 방법에서는 26개의 탐구 주제가 제시되었으며 방해 변수 측정하기, 이론 발전시키기, 같은 주제의 여러 가지 탐구하기 요소를 제외한 다른 요소들이 나타났다.

4.2.1 과학의 본성 탐구 주제별 분석

과학의 본성 핵심 요소의 주제별 참탐구 요소 분석 결과는 <표IV-3>에 제시되었다. 과학의 본성에서 대표 탐구 주제는 ‘자유 낙하와 수평으로 던진 물체의 운동 비교하기’(이하 물체의 운동)와 ‘멘델레예프의 주기율표 만들기’(이하 주기율표)이며, 각각 13개의 탐구 활동이 제시되었다. 추가 탐구 주제의 경우 2종의 교과서(A, F)에서 총 4개의 활동이 제시되었다.

물체의 운동 주제에서 모든 교과서는 학생들이 실제로 낙하 실험을 수행하도록 탐구 활동을 구성하였다. 이때, 모든 교과서는 “자유낙하하는 물체와 수평으로 던진 물체의 운동은 어떻게 다를까?”(F)와 같이 구체적인 연구 질문을 제시하고 있어 연구 질문 만들기 요소는 나타나지 않았다. 그리고 물체의 질량과 모양, 운동 방향 등 구체적인 변수와 통제 변인, 실험 과정을 모두 제시하고 있었기 때문에 변수 다루기의 모든 하위 요소 및 방해 변수 측정하기, 과정상 결함 고려와 같은 하위 요소가 모두 나타나지 않았다. 따라서 물체의 운동 주제는 변수 다루기 측면에서 상당히 구조화된 형태로 구성되었다고 볼 수 있다. 다만 다양한 변수 측정하기(61.5%)와 측정값 변환하기 요소(53.8%)는 학생 스스로 실험을 한 후 결과를 그래프로 나타내어 비교하고 분석하도록 하는 활동으로 나타났다. 이때, 교과서 F에서는 그래프의 x축과 y축에 해당하는 물리량을 제시하지 않고 학생들이 자유롭게 축 설정을 하도록 하였다. 이는 학생들에게 종속 변인과 조작 변인에 대하여 생각할 기회를 제공하며, 이를 통해 학생들은 변수 간의 관계와 실험의 목적 등을 고려할 수 있으므로 바람직하다.

<표 IV-3> 과학의 본성 주제별 참탐구 요소 분석 결과

요소	하위 요소	과학의 본성			계
		물체의 운동	주기율표	추가 탐구 주제	
연구 질문 만들기		-	-	-	-
변수 다루기	변수 선택하기	-	-	-	-
	간단한 변인 통제하기	-	-	-	-
	복잡한 변인 통제하기	-	-	-	-
관찰 및 측정하기	다양한 변수 측정하기	8 (61.5)	-	2 (50.0)	10 (4.1)
	방해 변수 측정하기	-	-	-	-
	모형 이용하기	-	-	-	-
결과 해석하기	측정값 변환하기	7 (53.8)	-	-	7 (2.9)
	과정상 결함 고려하기	-	-	-	-
	이론 발전시키기	-	8 (61.5)	-	8 (3.3)
연구 발전시키기	같은 주제의 여러 가지 탐구하기	-	-	-	-
	다른 자료 조사하기	3 (23.1)	4 (30.8)	-	7 (2.9)

하지만 학생들은 그래프 구성 경험이 부족하여 다양한 오류가 나타나기도 하므로(김태선과 김범기, 2002; 김희경과 김나래, 2013), 교사의 적절한 지도가 필요하다. 다른 자료 조사하기 요소를 포함한 탐구 활동은 3종의 교과서(A, C, G)에서 한 번씩 나타났는데, 주로 탐구 도입 단계에서 물체의 운동과 관련된 연구를 수행했던 과학자들의 실험 내용이나 주장을 학생들이 직접 조사하도록 하였다.

주기율표 주제에서는 여러 가지 원소의 경향성 찾기와 원소 카드를 이용한

주기율표 만들기 활동이 주를 이루었기 때문에 변수를 선택하거나 관찰, 측정하는 활동이 없었으므로 이론 발전시키기(61.5%)와 다른 자료 조사하기 요소(30.8%)를 제외한 다른 참탐구 요소가 나타나지 않았다. 이론 발전시키기 요소는 두 가지 유형으로 나타났는데, 소집단 활동을 통하여 각 원소의 성질이 적힌 원소 카드를 배열하면서 멘델레예프의 사고과정을 학생들이 직접 경험하도록 하거나(A, D, E, F, G), 독창적인 원소 분류 기준을 정한 후 나만의 주기율표를 만들도록 하였다(B, C). 이때 전자의 활동은 정해진 답을 찾아가는 과정이지만, 후자의 활동은 과학적 창의성을 요구하는 더욱 개방적인 활동이라 할 수 있다. 다른 자료 조사하기 요소의 경우 4종의 교과서(B, C, F, G)에서만 각각 한 번씩 나타났는데, 학생들이 직접 주요 원소의 성질, 주기율의 발견 과정 또는 주기율표의 발전에 기여한 과학자들의 업적을 조사하도록 하였다. 반면, 나머지 교과서에서는 모든 원소의 성질이 기록된 원소 카드나 과학자들의 업적을 미리 제시하여 다른 자료 조사하기 요소가 나타나지 않았다.

과학의 본성에 관한 추가 탐구 주제 중 ‘빛의 색에 대한 뉴턴의 결정적 실험’의 특징은 물체의 운동 주제와 유사하였고, 다양한 변수 측정하기 요소만 일부 나타났다. 다음으로 ‘물체의 운동에 대한 아리스토텔레스의 생각 알아보기’와 ‘과학의 본성 알아보기’의 경우에는 소집단을 구성하여 과학의 본성에 대해 논의하는 활동으로만 구성되어 있었기 때문에 참탐구 요소가 나타나지 않았다.

4.2.2 과학자의 탐구 방법 탐구 주제별 분석

과학자의 탐구 방법 핵심 요소의 주제별 참탐구 요소 분석 결과는 <표 IV-4>에 제시되었다. 과학자의 탐구 방법의 대표 탐구 주제는 귀납적 탐구과정에 관한 ‘지질 시대에 동안 생물 대멸종의 원인과 그 후 변화 조사하기’(이하 생물 대멸종)와 연역적 탐구과정에 관한 ‘파스퇴르의 생물 속생설 도출 과정 검토하기’(이하 생물 속생설)이며, 각각 11개, 13개의 탐구 활동이 제시되었다. 추가 탐구 주제는 과학의 본성에서 추가 탐구 주제를 제시했던 2종의 교과서

(A, F)에서 2개의 활동을 제시하였다.

<표 IV-4> 과학자의 탐구 방법 주제별 참탐구 요소 분석 결과

요소	하위 요소	과학자의 탐구 방법			계
		생물 대멸종	생물 속생설	추가 탐구 주제	
연구 질문 만들기		2 (18.2)	6 (46.2)	1 (50.0)	9 (3.7)
변수 다루기	변수 선택하기	-	8 (61.5)	1 (50.0)	9 (3.7)
	간단한 변인 통제하기	-	2 (15.4)	1 (50.0)	3 (1.2)
	복잡한 변인 통제하기	-	1 (7.7)	1 (50.0)	2 (0.8)
관찰 및 측정하기	다양한 변수 측정하기	4 (36.4)	6 (46.2)	1 (50.0)	11 (4.5)
	방해 변수 측정하기	-	-	-	-
	모형 이용하기	1 (9.1)	-	1 (50.0)	2 (0.8)
결과 해석하기	측정값 변환하기	-	-	1 (50.0)	1 (0.4)
	과정상 결합 고려하기	-	1 (7.7)	-	1 (0.4)
	이론 발전시키기	-	-	-	-
연구 발전시키기	같은 주제의 여러 가지 탐구하기	-	-	-	-
	다른 자료 조사하기	7 (63.6)	4 (30.8)	2 (100.0)	13 (5.3)

생물 대멸종 주제에서 연구 질문 만들기 요소는 교과서 D에서만 나타났다. 다른 교과서의 경우 연구 문제를 미리 제시하거나(3종), 연구 문제와 자료를 제시한 뒤 학생이 가설을 설정하도록 하였다(2종). 귀납적 탐구에서는 먼저 연구 문제가 만들어지고 나서 이에 대한 가설을 설정하므로(양일호 등, 2006; 권용주 등, 2000), 연구 문제를 제시한 후 가설을 설정하도록 한 교과서는 연구

문제와 자료를 모두 제시한 교과서보다 학생의 참여를 좀 더 유도하는 방식으로 볼 수 있다. 또한, 다양한 변수 측정하기(3종)와 다른 자료 조사하기 요소(7종)는 화석의 분포와 지층의 이리듬 농도 등에 관한 여러 가지 자료를 찾고 분석하는 과정에서 나타났다. 모형 이용하기 요소는 종이와 색연필을 이용하여 전체 지층 단면도를 만드는 활동을 포함한 교과서 B에서 나타났다. 생물 대멸종 주제와 같이 실험을 통한 가설검증이 어려운 탐구 주제는 모형을 통해 탐구가 가능하며(오필석, 2007), 이러한 이유로 이와 연관 있는 참탐구 요소가 주로 나타난 것으로 볼 수 있다.

생물 속생설 주제는 생명체의 기원에 관한 다양한 학설들을 소개한 뒤 연역적 탐구과정을 거쳐 자연발생설의 부정을 끌어내는 것을 목표로 하고 있었다. 이 주제에서는 상대적으로 다양한 참탐구 요소가 나타났는데, 특히 2종의 교과서(A, E)는 학생들이 생물 속생설을 검증할 수 있는 실험을 직접 설계하는 탐구 활동을 제시하였다. 하위 요소별로 살펴보면, 연구 질문 만들기 요소는 4종의 교과서(A, B, E, F)에서 나타났는데, 파스퇴르나 레디의 자료를 제공한 후 이들의 관점에서 연구 질문을 만들도록 하거나(3종) 새로운 연구 질문을 만들도록 하였다(1종). 변수 선택하기와 다양한 변수 측정하기 요소는 6종의 교과서(A, B, C, D, F, G)에서 공통적으로 나타났는데, 대부분 공기 접촉 여부, 플라스크 설치 상태, 백조목 설치 여부 등 다양한 변수를 통해 미생물 번식 여부를 관찰하도록 하였다. 이 중 2종의 교과서(A, E)는 통제 변인을 고려하도록 하여 간단한 변인 통제 요소가 함께 나타났으며, 교과서 E는 실험에 영향을 미쳤을 수 있는 다른 변인을 검토하도록 하여 복잡한 변인 통제하기 요소까지 함께 나타났다. 과정상 결함 고려하기 요소는 교과서 A에서 나타났는데 니덤과 스팔란차니의 실험을 제시한 뒤 실험의 문제점을 찾고 해결방안을 찾도록 하였다. 이 경우는 비록 자신의 탐구과정을 검토한 것은 아니지만, 타인의 탐구과정을 분석하여 결함을 찾도록 한 것이므로 해당 사례로 분석하였다.

과학자의 탐구 활동에 관한 추가 탐구 주제 중에서 ‘과학의 탐구 방법 이해하기’는 소집단 활동을 통해 귀납적 탐구와 연역적 탐구를 비교하는

활동으로 다른 연구 공부하기 요소만 나타났다. 다음으로 ‘조선 시대의 과학기술 원리 알아보기’는 조선 시대의 과학 유물 하나를 선택하여 적용된 과학 원리를 알아보기 위한 연구 문제를 만들고 실험을 설계한 뒤 결론을 내는 개방적 탐구 활동이었기 때문에 대체로 생물 속생설 주제와 유사한 참탐구 요소가 나타났다.

4.2.3 역사 속의 과학 탐구 단위 탐구 활동의 특징

역사 속의 과학 탐구에서 과학의 본성에 관한 탐구 주제는 탐구 후 결정적 실험을 통한 패러다임의 변화, 과학적 지식 발견의 우연성과 같은 과학의 본성에 대하여 논의하거나 정리하는 활동을 추가로 포함한 경우가 많았다. 또한, 과학자의 탐구 과정에 관한 탐구 주제에서도 귀납적, 연역적 탐구 과정을 경험한 후 이를 과학의 본성과 연결 지어 생각하는 활동을 포함한 경우가 많았다. 과학의 본성을 고려하는 것은 과학 탐구 과정에 대한 이해를 긍정적으로 변화시키는 데 중요한 역할을 하며(한수진 등, 2010), 귀납적 사고와 연역적 사고는 과학 지식을 형성하는 대표적인 방법임에도(권용주 등, 2003) 그동안 학교 과학 탐구에서 과학의 본성이나 탐구 방법에 대한 고려는 암묵적인 수준에서 다루어져 왔다(우지선과 김영수, 2018; 이서연과 우애자, 2017). 따라서 역사 속의 과학 탐구 단원은 그동안 암묵적으로 다루어왔던 과학의 본성 및 과학자의 탐구 과정을 핵심 개념으로 다루면서 학생들이 이를 명시적으로 인식할 기회를 제공하였다는 점에서 가치가 높지만, 참탐구 측면에서 물체의 운동 주제 등 일부 탐구 주제가 다소 구조화된 형태로 구성되었다는 점에서 개선의 여지가 있다고 할 수 있다.

4.3 생활 속의 과학 탐구 분석

생활 속의 과학 탐구 단원의 주제별 참탐구 요소 분석 결과를 <표 IV-5>에 제시하였다.

<표 IV-5> 생활 속의 과학 탐구 핵심 요소별 참탐구 요소 분석 결과

요소	하위 요소	생활 속의 과학 탐구		계
		과학적 태도	과학 탐구의 과정	
연구 질문 만들기		4 (6.7)	14 (18.4)	18 (13.2)
변수 다루기	변수 선택하기	10 (16.7)	9 (11.8)	19 (14.0)
	간단한 변인 통제하기	6 (10.0)	7 (9.2)	13 (9.6)
	복잡한 변인 통제하기	3 (5.0)	4 (5.3)	7 (5.1)
관찰 및 측정하기	다양한 변수 측정하기	15 (25.0)	8 (10.5)	23 (16.9)
	방해 변수 측정하기	1 (1.6)	-	1 (0.7)
	모형 이용하기	1 (1.7)	-	1 (0.7)
결과 해석하기	측정값 변환하기	6 (10.0)	24 (31.6)	30 (22.1)
	과정상 결함 고려하기	5 (8.3)	7 (9.2)	12 (8.8)
	이론 발전시키기	-	-	-
연구 발전시키기	같은 주제의 여러 가지 탐구하기	1 (1.7)	4 (5.3)	5 (3.7)
	다른 자료 조사하기	37 (61.7)	35 (46.1)	72 (52.9)

첫 번째 핵심 개념인 과학적 태도의 경우 60개의 탐구 활동을 제시하였으며 이론 발전시키기를 제외한 모든 참탐구 요소들이 나타났다. 또한, 두 번째

핵심 개념인 과학 탐구 과정은 76개의 탐구 활동을 제시하였고 방해 변수 측정하기와 이론 발전시키기 요소를 제외한 나머지 참탐구 요소들이 나타났다.

4.3.1 과학적 태도 탐구 주제별 분석

생활 속의 과학 탐구의 첫 번째 핵심 개념은 과학적 태도이며 참탐구 요소 분석 결과는 <표 IV-6>에 제시하였다.

<표 IV-6> 과학적 태도 주제별 참탐구 요소 분석 결과

요소	하위 요소	과학적 태도			계
		천연 항생 물질	생활 주변 탐구	추가 탐구 주제	
연구 질문 만들기		1 (9.1)	3 (10.7)	-	4 (1.6)
변수 다루기	변수 선택하기	4 (36.4)	6 (21.4)	-	10 (4.1)
	간단한 변인 통제하기	2 (18.2)	4 (14.3)	-	6 (2.5)
	복잡한 변인 통제하기	1 (9.1)	2 (7.1)	-	3 (1.2)
관찰 및 측정하기	다양한 변수 측정하기	6 (54.5)	9 (32.1)	-	15 (6.2)
	방해 변수 측정하기	-	1 (3.6)	-	1 (0.4)
	모형 이용하기	-	1 (3.6)	-	1 (0.4)
결과 해석하기	측정값 변환하기	3 (27.3)	3 (10.7)	-	6 (2.5)
	과정상 결함 고려하기	-	1 (3.6)	4 (19.0)	5 (2.1)
	이론 발전시키기	-	-	-	-
연구 발전시키기	같은 주제의 여러 가지 탐구하기	-	1 (3.6)	-	1 (0.4)
	다른 자료 조사하기	6 (54.5)	18 (64.3)	13 (61.9)	37 (15.2)

대표 탐구 주제는 ‘우리 주변에서 천연 항생 물질 찾기’(이하 천연 항생 물질)와 ‘생활 주변에서 탐구 가능한 질문을 찾아서 탐구 수행하기’(이하 생활 주변 탐구)이고 각각 11개, 28개의 탐구 활동이 제시되었다. 추가 탐구 주제는 5종의 교과서에서 총 21개의 탐구 활동이 제시되었다.

천연 항생 물질 주제에서는 주변 식물에서 찾을 수 있는 항생 물질의 조사와 추출 및 항균 효과의 검증 실험이 주로 이루어졌다. 또한, 연구 윤리를 강조한 교육과정의 지침에 따라 탐구 후 연구 윤리 및 실험 안전에 관한 논의 활동이 추가로 이루어졌다. 이 주제에서 교과서 F는 나머지 6종의 교과서와 다른 특징이 나타났다. 먼저 교과서 F를 제외한 6종의 교과서를 보면, 3종의 교과서(C, D, G)에서만 변수 선택하기 요소가 나타났고 이 중 교과서 C에서만 “여과지 A가 대조군이 되려면 물질과 용액을 어떻게 처리해야 할까?”와 같이 간단한 변인 통제하기 요소도 같이 포함하고 있었다. 하지만 복잡한 변인 통제하기 요소는 나타나지 않았다. 다양한 변수 측정하기 요소의 경우 6종의 교과서(A, C, D, E, F, G)에서 세균 군체의 수를 세거나 지름을 측정하는 등의 활동으로 교과서별로 각각 한 번씩 나타났으나, 측정값의 평균을 구하거나, 그래프로 표현하도록 하는 등의 측정값 변환하기 요소는 3종의 교과서(D, F, G)에서만 나타났다.

한편, 교과서 F는 “우리 주변의 항생 물질을 찾기 위한 모둠의 탐구 문제를 써보자.”와 같은 지문을 통해 연구 질문 만들기 요소가 나타났고, 이외에도 학생들이 관측 대상을 선택하는 방식이나 자료를 변환하는 방식, 변인을 표시하는 방식을 모두 학생의 자율에 맡김으로써 복잡한 변인 통제하기 요소를 포함한 변수 다루기 요소의 모든 하위 요소가 나타났다. 하지만 방해 변수 측정하기, 과정상 결함 고려하기 등의 요소는 모든 교과서에서 명시적으로 다루지 않았다. 따라서 이 탐구 주제에서 교과서 F는 각 요소에서 학생 선택의 폭과 자율성은 더 높았지만, 다른 6종의 탐구에서 나타나지 않았던 참탐구 요소까지 고려하지는 못하였음을 알 수 있다.

생활 주변 탐구 주제는 주로 샴푸와 스프레이 등의 생활용품, 놀이기구, 스포츠, 영화, 홀로그램과 같은 여러 가지 일상 소재에 적용된 과학 원리를 찾는

활동으로 구성되었다. 하지만 학생들이 직접 연구 질문을 만드는 활동은 2종의 교과서(C, G)에서만 나타났고, 나머지 5종의 교과서는 학생들에게 탐구 대상과 연구 문제를 특정한 후 적용된 과학 원리를 찾도록 하였다. 이때 육상, 컬링 등 스포츠를 소재로 한 교과서에서는 “다양한 표면을 선택하여 실험을 반복해 보자”(E)와 같이 변인에 따른 측정값을 기록하고 평균이나 그래프를 통하여 비교하는 과정에서 변수 선택하기, 다양한 변수 측정하기, 측정값 변환하기 요소가 나타났다. 이 외에 조선 시대 그림을 소재로 한 탐구(G)에서는 천체의 운동에 관한 시뮬레이션 프로그램을 활용하는 모형 이용하기 요소가 나타났다. 한편, 일상생활 제품 속 과학 원리를 찾는 탐구 활동(G)은 개방적으로 구성되어 연구 질문 만들기, 변수 다루기의 모든 하위 요소와 다양한 변수 측정하기 요소가 나타났으며, 특히 소집단 활동 후 “실험을 수행하고 오류가 없는지 확인해보자”(G)와 같은 지문을 통하여 설계한 실험을 수행한 뒤 오류를 검토하는 과정상 결함 고려하기 요소가 나타났다. 이에 생활 주변 탐구 주제에서는 다른 주제에 비교해 비교적 다양한 참탐구 요소가 나타났다고 할 수 있다.

과학적 태도에 관한 추가 탐구는 사물 만들기, 연구 윤리 및 실험 안전, 플라스틱, 식품첨가물, 범죄 수사 등 다양한 주제로 제시되었다. 하지만 모든 탐구 주제는 대부분 구조화된 형태로 제시되었기 때문에 다른 자료 조사하기 요소를 제외한 다른 참탐구 요소는 거의 나타나지 않았다. 구체적으로, 사물 만들기를 소재로 한 5종의 교과서(A, B, D, E, F)는 온도계, 비행체, 치즈 등을 만들기 소재로 하였으며, 만든 온도계가 제대로 작동하지 않는 경우 원인을 찾아보는 과정상 결함 고려하기 요소(B)가 나타났다. 연구 윤리 및 실험 안전 주제(A, B, E)는 주로 연구 윤리, 지적 재산권, 실험 안전 등에 관한 자료 조사 및 글쓰기 위주의 소집단 활동이 주로 이루어졌으며, 연구 윤리를 만족하려면 실험 방법이나 결과를 어떻게 수정해야 하는지 검토하는 활동에서 과정상 결함 고려하기 요소(B, E)가 나타났다. 플라스틱(A), 식품첨가물(B), 범죄 수사에 관한 탐구(C)는 각각 플라스틱 장식품 만들기, 식품첨가물의 검출, 지문이나 혈흔의 조사 등 학생들의 실험 활동을 포함하고 있었으나 실험

재료와 절차가 모두 구조화된 탐구 활동이었기 때문에 다른 자료 조사하기 요소를 제외한 참탐구 요소는 나타나지 않았다.

4.3.2 과학 탐구의 과정 탐구 주제별 분석

생활 속의 과학 탐구의 두 번째 핵심 개념은 과학 탐구의 과정이며 참탐구 요소 분석 결과는 <표 IV-7>에 제시하였다. 과학 탐구의 과정의 대표 탐구 주제는 ‘관측 자료를 활용하여 한반도의 기후 변화 경향성 파악하기’(이하 기후 변화), ‘산성화된 토양, 호수 등을 중화시키는 방법 고안하기’(이하 산성화된 토양 중화), ‘운동 관련 안전사고 예방장치 고안하기’(이하 안전사고 예방)이며, 각각 13개, 13개, 12개의 탐구 활동이 제시되었다. 추가 탐구 주제는 모든 교과서에서 총 38개의 탐구 활동이 제시되었다.

기후 변화 주제는 각종 자료를 분석하고 그 결과를 정리하여 나타내는 활동으로 구성되었다. 이때 모든 교과서에서는 수집된 자료를 표와 그래프, 등고선을 포함한 그림 등 다양한 형식으로 변환하도록 하여 측정값 변환하기 요소가 나타났다. 특히 이 주제에서는 4종의 교과서(A, C, D, G)가 도움말을 통하여 학생들이 추세선, 축, 눈금, 그래프 종류에 따른 특성 등 그래프 구성 요소에 대한 정보를 제공하였고, 다른 3종의 교과서(A, F, G)는 스프레드시트 등의 컴퓨터 프로그램을 이용하여 자료 변환을 하도록 하였다. 3종의 교과서(A, B, G)에서는 학생들이 직접 기후 변화로 인해 나타나는 현상과 분석 자료를 수집하고 제시하도록 하여 다른 자료 조사하기 요소도 나타났다. 학생들은 자료를 그래프로 변환하고 해석하는 데 어려움을 겪는 경우가 많고(손미현 등, 2018), 축과 추세선 등 그래프의 특정 구성 요소를 표시하는 데 어려움을 겪는 경우가 많으므로(김유정 등, 2009) 이러한 정보는 학생들의 그래프 활용 능력을 향상하는 데 도움이 될 수 있다.

<표 IV-7> 과학 탐구의 과정 주제별 참탐구 요소 분석 결과

요소	하위 요소	과학 탐구의 과정				계
		기후 변화	안전사고 예방	산성화된 토양 중화	추가 탐구 주제	
연구 질문 만들기		-	3 (23.1)	1 (8.3)	10 (26.3)	14 (5.8)
변수 다루기	변수 선택하기	-	1 (7.7)	1 (8.3)	7 (18.4)	9 (3.7)
	간단한 변인 통제하기	-	1 (7.7)	1 (8.3)	5 (13.2)	7 (2.8)
	복잡한 변인 통제하기	-	1 (7.7)	-	3 (7.9)	4 (1.6)
관찰 및 측정하기	다양한 변수 측정하기	-	1 (7.7)	2 (16.7)	5 (13.2)	8 (3.3)
	방해 변수 측정하기	-	-	-	-	-
	모형 이용하기	-	-	-	-	-
결과 해석하기	측정값 변환하기	12 (92.3)	1 (7.7)	1 (8.3)	10 (26.3)	24 (9.9)
	과정상 결함 고려하기	-	1 (7.7)	2 (16.7)	4 (10.5)	7 (2.9)
	이론 발전시키기	-	-	-	-	-
연구 발전시키기	같은 주제의 여러 가지 탐구하기	-	-	1 (8.3)	3 (7.9)	4 (1.6)
	다른 자료 조사하기	3 (23.1)	5 (38.5)	7 (58.3)	20 (52.6)	35 (14.4)

하지만 이를 제외한 다른 참탐구 요소는 모두 구조화된 활동으로 구성되었기 때문에 나타나지 않았다. 즉, 이 주제는 학생들이 참탐구 요소 중 측정값 변환하기에 대해서만 집중적인 경험을 하도록 구성되었다고 할 수 있다.

산성화된 토양 중화 주제에서 교과서 G는 실험 활동 없이 토양 산성화에 관한 자료 조사 후 대처 방안을 계획하도록 하였고, 나머지 6종의 교과서는 중화 반응에 관한 실험 활동을 포함하였다. 이 중 3종의 교과서(A, B, F)는

탐구 활동이 구조화된 형태로 제시되었기 때문에 다른 자료 조사하기 요소만 일부 나타났다. 하지만 다른 2종의 교과서(C, D)는 중화 반응에 관한 구조화된 실험을 수행한 뒤 학생들이 선행 실험 결과를 이용하여 이어지는 후속 실험을 설계하거나 실제 산성화된 호수에 적용하는 방안을 탐구하도록 하였다. 이에 후반부의 활동에서 다양한 변수 측정하기, 측정값 변환하기, 같은 주제의 여러 가지 탐구하기 등의 참탐구 요소가 나타났다. 한편, 처음부터 개방된 탐구 활동을 구성한 교과서 E에서는 추가로 변수 선택하기와 간단한 변인 통제하기, 실험 보고서와 발표 후 문제점을 토의하는 과정상 결함 고려하기 요소가 나타났다. 이 주제에서 참탐구 요소는 교과서 E에서 가장 많이 나타났다. 하지만 교과서 C, D의 경우에는 구조화된 실험 활동이 스캐폴딩으로 작용하여 이후 학생들이 스스로 탐구를 설계하는 활동에 도움을 줄 수 있다는 점에서 주목할만한 탐구 활동 구성 방식이라 할 수 있다.

안전사고 예방 주제에서 3종의 교과서(C, D, E)는 정해진 소재에 대한 안전장치를 설계하는 활동만을 포함하여 다른 자료 조사하기 요소만 나타났고, 교과서 A는 추가적으로 해결해야 할 문제를 생각해보도록 함으로써 연구 질문 만들기 요소도 나타났다. 다른 2종의 교과서(B, G)는 안전장치를 설계하기 전 이와 관련된 과학적 원리를 이해하는 실험을 수행하도록 하였지만, 구조화된 형태로 구성되어 실험 설계와 결과 해석을 학생들이 검토하도록 한 과정상 결함 고려 요소를 제외한 다른 참탐구 요소는 나타나지 않았다. 반면, 교과서 F는 구체적인 탐구 문제 설정부터 결과 해석까지 학생들이 스스로 수행하도록 하였다. 특히 이 활동은 탐구 문제 설정부터 결과 해석이 모두 포함된 예시를 학생들에게 먼저 제공한 뒤, 이를 바탕으로 “탐구 문제를 써보자”, “변인을 설정해보자”, “탐구과정을 설계하고 수행해보자”, “표나 그래프 등으로 정리해보자”와 같이 구체적인 단계별 지문을 통해 탐구를 수행하도록 하였다. 이와 같이 구체적인 예시를 제공한 후 탐구를 수행하도록 구성한 것은 산성화된 토양 주제에서 나타난 사례와 유사한 형태로서, 개방형 탐구에서 학생들이 겪을 수 있는 어려움을 줄일 수 있다는 측면에서 바람직하다.

과학 탐구과정에 관한 추가 탐구 주제는 모든 교과서에서 다양한 소재를

활용하여 제시되었으며, 비타민 C, 소화제, 효소 등 생활 주변의 물질을 소재로 한 교과서(A, C, D, F)가 가장 많았다. 또한 ‘삶의 질을 향상하는 탐구 수행하기’, ‘생활 속 문제 해결하기’와 같이 구체적인 주제를 제공하지 않은 탐구(E, F, G)가 있었고, 이 외에도 우주기지와 무중력 등 우주 관련 소재(B, C, D), 미세먼지, 태풍, 자외선 등 지구 환경 소재(C, D), 측정 도구 만들기, 스마트 기기를 활용한 측정 등의 측정 소재(A, B), 눈의 착시 현상, 신재생 에너지에 관한 전시관 견학하기(A)를 소재로 한 탐구가 있었다. 추가 탐구 주제의 참탐구 요소는 크게 반구조화된 실험이 포함된 탐구, 개방형 실험이 포함된 탐구, 실험 활동을 포함하지 않는 탐구의 세 가지로 나누어서 분석할 수 있었다. 먼저 반구조화된 실험이 포함된 탐구 주제에는 생활 주변의 물질 소재 중에서 비타민 C와 소화제에 관한 탐구(A, D, F), 우주 소재 중에서 무중력에 관한 탐구(B), 지구 환경 소재 중에서 태양광 및 자외선과 관련한 탐구(C, D), 측정을 소재로 한 탐구(A, B)가 있다. 이 유형에서는 공통적으로 다양한 변수 측정하기, 측정값 변환하기, 다른 자료 조사하기 요소가 나타났고, 일부 탐구 활동에서는 연구 질문 만들기, 변수 선택하기, 같은 주제의 여러 가지 탐구하기 요소가 나타났다. 개방형 실험이 포함된 탐구 주제에는 생활 주변의 물질 중 효소를 소재로 한 교과서 C의 탐구와 구체적인 주제를 제공하지 않은 탐구가 해당된다. 이 유형은 앞의 참탐구 요소가 모두 포함되었을 뿐 아니라 추가적으로 변인 통제하기 요소가 나타났고, 일부 과정상 결함 고려하기 요소도 포함하고 있었다. 나머지 탐구 주제는 모두 실험 활동을 포함하고 있지 않았으며, 다른 자료 조사하기 요소만 나타났다.

4.3.3 생활 속의 과학 탐구 단위 탐구 활동의 특징

생활 속의 과학 탐구 단위에서는 참탐구 요소와 관련된 활동이 소집단 탐구 활동을 통하여 나타나는 경향이 있었다. 이때, 소집단 구성원 사이의 상호작용뿐 아니라 소집단과 소집단 사이의 상호작용이 일어나도록 탐구 활동을 구성한 경우도 있었다. 예를 들어, 연구 질문 만들기나 과정상 결함 고려하기

요소와 관련하여 집단별로 연구 질문 또는 실험 설계를 발표한 뒤 다른 모둠의 의견을 반영하여 수정할 기회를 제공하였다. 탐구 후에는 소집단 별 탐구 결과를 공유하고 같은 주제의 여러 가지 탐구하기 요소를 포함하는 활동을 하는 경우도 있었다. 이처럼 유사한 주제의 탐구를 하는 여러 소집단이 상호작용하며 각자의 탐구를 개선하는 활동은 과학자 사회에서 일어나는 탐구과정과 유사하며, 학생들은 이 과정에서 탐구 문제를 명료화하고 탐구 방향에 대한 합의점을 도출하는 과정을 경험할 수 있다(강은주 등, 2009). 이러한 특징은 참탐구 요소와 관련된 활동을 도입하는 데 유용한 시사점을 제공한다.

4.4 첨단 과학 탐구 분석

첨단 과학 탐구 단원의 핵심 개념인 과학의 응용에 관한 주제별 참탐구 요소 분석 결과를 <표 IV-8>에 제시하였다.

<표 IV-8> 첨단 과학 탐구 핵심 요소별 참탐구 요소 분석 결과

요소	하위 요소	첨단 과학 탐구	
		과학의 응용	계
연구 질문 만들기		2 (3.9)	2 (3.9)
변수 다루기	변수 선택하기	2 (3.9)	2 (3.9)
	간단한 변인 통제하기	-	-
	복잡한 변인 통제하기	-	-
	다양한 변수 측정하기	1 (2.0)	1 (2.0)
관찰 및 측정하기	방해 변수 측정하기	-	-
	모형 이용하기	2 (3.9)	2 (3.9)
결과 해석하기	측정값 변환하기	3 (5.9)	3 (5.9)
	과정상 결함 고려하기	-	-
	이론 발전시키기	-	-
연구 발전시키기	같은 주제의 여러 가지 탐구하기	1 (2.0)	1 (2.0)
	다른 자료 조사하기	31 (60.8)	31 (60.8)

첨단 과학 탐구 단원은 총 51개의 탐구 활동으로 구성되었으며 변수 선택

하기 요소를 제외한 변수 다루기의 하위요소들, 방해 변수 측정하기, 측정값 변환하기 요소를 제외한 결과 해석하기의 하위요소들은 나타나지 않았다.

4.4.1 과학의 응용 탐구 주제별 분석

첨단 과학 탐구 단원의 핵심 개념인 과학의 응용에 관한 주제별 참탐구 요소 분석 결과를 <표 IV-9>에 제시하였다.

대표 탐구 주제는 ‘태양광 발전을 이용한 장치 고안하기’(이하 태양광 발전), ‘적정 기술을 적용한 장치 고안하기’(이하 적정 기술), ‘신소재 개발 사례 조사하기’(이하 신소재 개발), ‘지속가능한 친환경 에너지 도시 설계하기’(이하 친환경 에너지)이며, 각각 13개, 11개, 10개, 12개의 활동이 제시되었으며 총 46개의 탐구 활동이 제시되었다. 추가 탐구 주제는 3종의 교과서에서 총 5개의 활동이 제시되었다.

태양광 발전 주제는 자료 조사를 바탕으로 태양 전지의 원리를 이해한 후, 태양광 발전 장치를 제작하고 전력 생산량에 영향을 주는 요소를 탐구하는 활동으로 이루어졌다. 이에 6종의 교과서(A, B, C, E, F, G)에서 태양 전지의 원리 또는 태양광 발전을 이용한 장치를 조사하는 다른 자료 조사하기 요소가 나타났다. 또한, 2종의 교과서(A, B)에서는 태양 전지에 비출 광원의 종류나 태양 전지의 효율에 영향을 미칠 요소에 관한 변수 선택하기 요소가 나타났고, 3종의 교과서(B, C, G)에서는 전류와 전압의 변화를 그래프 등으로 나타내는 측정값 변환하기 요소가 나타났다. 태양광 발전 장치의 제작 과정은 정해진 절차를 요구하므로 구체적으로 안내될 필요가 있다. 그러나 대부분의 교과서는 장치를 제작한 이후의 활동까지 구조화하여 미리 제시한 경우가 대부분이었다. 태양 전지의 효율 비교 등 장치를 제작한 이후의 활동은 학생들도 충분히 고려할 수 있으므로 학생들이 주도적으로 생각할 기회를 제공하고, 다양한 참탐구 요소가 포함될 수 있도록 활동을 구성해야 할 것이다.

<표 IV-9> 과학의 응용의 주제별 참탐구 요소 분석 결과

요소	하위 요소	과학의 응용					계
		태양광 발전	적정 기술	신소재 개발	친환경 에너지 도시	추가 탐구 주제	
연구 질문 만들기		-	-	1 (10.0)	1 (8.3)	-	2 (3.9)
변수 다루기	변수 선택하기	2 (15.4)	-	-	-	-	2 (3.9)
	간단한 변인 통제하기	-	-	-	-	-	-
	복잡한 변인 통제하기	-	-	-	-	-	-
관찰 및 측정하기	다양한 변수 측정하기	-	-	-	-	1 (20.0)	1 (2.0)
	방해 변수 측정하기	-	-	-	-	-	-
	모형 이용하기	-	-	1 (10.0)	-	1 (20.0)	2 (3.9)
결과 해석하기	측정값 변환하기	3 (23.1)	-	-	-	-	3 (5.9)
	과정상 결함 고려하기	-	-	-	-	-	-
	이론 발전시키기	-	-	-	-	-	-
연구 발전시키기	같은 주제의 여러 가지 탐구하기	-	-	-	-	1 (20.0)	1 (2.0)
	다른 자료 조사하기	6 (46.2)	7 (63.6)	6 (60.0)	8 (66.7)	4 (80.0)	31 (60.8)

적정 기술 주제의 탐구 활동은 적정 기술을 적용한 장치 설계를 목적으로 하였다. 이를 위해 5종의 교과서(A, B, C, D, E)는 기존의 적정 기술의 종류와 과학적 원리를 조사하고 개선 방법을 제안하도록 하였으나, 실제 활동으로는

이어지지 않았다. 2종의 교과서(F, G)는 페트병 램프 등 기존의 적정 기술 중 한 가지를 직접 만들어보도록 하였으나, 모두 정해진 절차를 따르도록 구성되었기 때문에 다른 자료 조사하기 요소를 제외한 다른 탐구 요소는 나타나지 않았다. 적정 기술은 창의적인 아이디어와 과학적 사고를 바탕으로 특정 지역의 문화적, 지역적 조건이나 생활 방식에 맞게 삶의 질을 향상하는 기술로서, 학생들은 관련 활동을 통하여 창의적 사고력, 리더십을 개발하고 과학적 태도를 함양할 수 있다(유미현 등, 2016). 따라서 이 주제의 활동은 기존의 적정 기술을 조사하거나 단순히 만들어보는 수준을 넘어 적정 기술을 적용한 장치를 학생 스스로 만들어보도록 하는 것이 바람직하다.

신소재 개발 주제와 친환경 에너지 주제는 모두 다양한 신소재 또는 친환경 에너지의 성질과 이용 사례 등을 조사하도록 하였다. 이후 신소재 개발 주제에서 교과서 A는 분자 모형을 이용하여 탄소 나노 소재의 분자 구조 모형을 만든 후 신소재 개발에 관한 신문 만들기를 하였고, 교과서 D는 구조화된 실험을 통해 신소재를 관찰한 후 홍보물 만들기 활동을 하였다. 또한, 친환경 에너지 주제에서 교과서 B는 자료 조사 전에 친환경 에너지 도시의 지향점에 관한 탐구 문제를 설정하도록 하였다. 그러나 이 경우를 제외한 모든 교과서의 탐구는 자료 조사 후 홍보물이나 설계도를 만드는 활동으로만 이루어졌다. 홍보물이나 설계도 만들기는 STS 측면에서 과학기술과 사회문화의 접점을 마련한다는 점에서 의미가 있으나, 3종의 교과서(A, B, D)에서 제시한 사례와 같이 학생들에게 가능한 신소재 및 친환경 에너지와 관련한 탐구 경험을 제공한 후 이를 바탕으로 학생들에게 관련 활동을 하도록 하는 것도 고려할 수 있다.

과학의 응용에 관한 추가 탐구 주제는 3종의 교과서에서 건물, 전통 시계, 생체 모방 기술, 우주 항공 기술 등 전통 또는 첨단 과학기술에 적용된 과학 원리를 조사하거나 관련 실험을 수행하는 활동으로 제시되었다. 모든 탐구 활동은 주어진 주제에 적용된 과학 원리에 관한 다른 자료 조사하기 요소를 포함하고 있었다. 이때 건물을 주제로 한 탐구에서는 건물 모형을 이용하여 구조에 따른 안정성을 비교하는 과정에서 모형 이용하기 및 다양한 변수 측정하

기 요소가 나타났고, 전통 건축 구조를 현대식 건물에 적용하는 방법을 생각해 보도록 함으로써 같은 주제의 여러 가지 탐구하기 요소가 나타났다. 하지만 나머지 탐구 활동에서는 대부분 조건이 교과서에 나타나 있었기 때문에 다른 참탐구 요소는 나타나지 않았다.

4.4.2 첨단 과학 탐구 단원의 탐구 활동의 특징

학생들은 첨단 과학기술에 대해 높은 흥미와 학습 동기가 있음에도 과학 교육과정은 과학기술의 빠른 변화를 충분히 반영하지 못하여 관련 주제에 대한 학습이나 실험 등의 기회를 충분히 제공하지 못하는 것으로 지적되고 있다 (김영민 등, 2011; 김진화와 박일우, 2009). 과학탐구실험 교과서에서는 첨단 과학을 독립적인 단원으로 편성하여 학생들이 다양한 첨단 과학기술을 접하거나 생각해볼 기회를 제공하였다는 점에서 바람직하다. 하지만 첨단 과학기술에 대한 원리를 설명하는 수준에 치우쳤던 이전 교육과정과 유사하게(장지영 등, 2010), 제시된 탐구 활동들은 지나치게 구조화되어 있거나 관련 자료를 조사하는 수준에 머무는 경우가 많았다. 따라서 학생들이 첨단 과학기술에 대하여 참탐구에 가까운 탐구 경험을 할 수 있는 교과서의 구성 방안을 마련해야 할 것이다.

V. 결론 및 제언

이 연구에서는 2015 개정 교육과정에 따른 과학탐구실험 교과서 7종을 분석하였다. 과학자의 탐구 요소를 반영한 참탐구 요소를 도출한 다음, 탐구 활동에서 학생들이 직접 참탐구 요소를 고려하고 수행하도록 한 사례를 분석하고 도출된 특징을 논하였다.

분석 결과, 참탐구 요소 중 다른 자료 조사하기(50.6%)는 첨단 과학 탐구 단원을 포함한 모든 단원에서 가장 높은 비율을 차지하였다. 다양한 변수 측정하기(18.5%)는 역사 속의 과학 탐구 단원(37.5%)과 생활 속의 과학 탐구 중 과학적 태도에 관한 핵심 개념에서 비교적 높은 비율로 나타났고, 측정값 변환하기(16.9%)는 생활 속의 과학 탐구 단원(22.1%)과 역사 속의 과학 탐구 중 과학의 본성에 관한 핵심 개념에서 주로 나타났다. 변수 선택하기(12.3%)와 연구 질문 만들기(11.9%)는 주로 역사 및 생활 속의 과학 탐구 단원에서 유사한 비율로 나타났다(13.2-16.1%). 하지만 간단한 변인 통제하기와 과정상 결합 고려하기의 비율은 각각 6.6%, 5.3%에 불과하였으며, 복잡한 변인 통제하기, 방해 변수 측정하기, 모형 이용하기, 이론 발전시키기, 같은 주제의 여러 가지 탐구하기 요소를 포함한 탐구의 비율은 5.0% 미만으로 매우 낮았다.

핵심 개념 중 과학의 본성에서는 대체로 특정한 참탐구 요소가 편중되어 나타난 경향이 있었다. 그러나 과학자의 탐구 방법, 과학적 태도, 과학 탐구의 과정에서는 비교적 다양한 참탐구 요소를 포함하고 있었다. 과학적 태도와 과학 탐구의 과정에서 참탐구 요소는 소집단 활동을 통하여 다루어지는 경향이 있었다. 과학의 응용에서는 자료 조사를 바탕으로 한 구조화된 실험 또는 홍보물 및 설계도 작성 등의 활동이 주로 이루어졌기 때문에 다른 자료 조사하기 요소를 제외한 다른 참탐구 요소는 거의 나타나지 않았다. 이상의 연구 결과를 종합하여 과학탐구실험 교과서의 탐구 활동을 개선하기 위한 방안을 논의하고자 한다.

참탐구 요소 중 연구 질문 만들기, 변수 선택하기, 간단한 변인 통제하기, 측정값 변환하기 요소와 관련된 활동은 교과서에서 자주 나타났음에도 불구하고

고 구체적인 내용이나 과정을 미리 정해주었거나 안내한 경향이 있었기 때문에 낮은 비율로 나타났다. 반면, 다양한 변수 측정하기와 다른 자료 조사하기 요소는 교과서에서 자주 나타났을 뿐 아니라 학생들이 직접 하도록 유도한 경우가 많았기 때문에 상대적으로 높은 비율로 나타났다. 즉, 과학탐구실험 교과서에서 이상의 참탐구 요소는 높은 비율로 나타날 가능성이 있었으나, 실제로 학생들이 주도적으로 수행한 활동은 다양한 변수 측정하기와 다른 자료 조사하기에 머물렀다고 볼 수 있다. 또한, 일부 탐구 주제는 다양한 변수 측정하기와 측정값 변환하기 요소 등 한두 가지 참탐구 요소만을 중심으로 하는 활동으로 구성되었다. 하지만 탐구의 본질적 가치는 전체적인 탐구과정이 참탐구의 맥락에서 이루어질 때 구현될 수 있으므로(Chinn & Malhotra, 2002), 학생들이 탐구과정 전반에 걸쳐 다양한 탐구 요소를 통합적으로 경험하도록 하는 것이 바람직하다. 이때 모든 참탐구 요소를 완전히 개방적으로 구성하지 않더라도 이 연구에서 나타난 사례와 같이 연구 질문이나 변수를 포괄적으로 제시하여 학생이 구체화 과정에 참여할 수 있도록 하거나, 해당 주제에 관한 구조화된 탐구 활동을 경험하게 한 다음, 이를 기반으로 학생들이 유사한 탐구 활동을 직접 구성하도록 할 수 있을 것이다.

반면 복잡한 변인 통제하기, 방해 변수 측정하기, 과정상 결함 고려하기 요소는 처음부터 교과서에서 고려되지 않거나 언급되지 않은 경우가 대부분이었기 때문에 비율이 낮았다. 이러한 요소는 관찰 및 측정 활동이 통제되지 않은 환경에서 이루어질 때 더욱 중요하지만, 생활 속의 과학 탐구 단원의 생활 주변 탐구 주제와 같이 비교적 개방적인 탐구 주제에서도 이를 명시적으로 언급한 교과서는 거의 없었다. 학생들이 교과서나 교사로부터의 명시적인 언급 없이 이러한 요소를 스스로 고려하는 것은 쉽지 않다는 점을 고려할 때, 학생들이 스스로 실험에 영향을 미칠 수 있는 요소를 고려하고 탐구의 과정과 결과를 비판적으로 평가할 기회를 제공하는 것은 탐구의 본성에 대한 인식을 높이고 반성적 사고의 활용을 촉진하는 차원에서 매우 중요하다(양일호 등, 2006). 이때 복잡한 변인 통제하기 요소를 포함한 탐구 활동은 변수 선택하기 및 간단한 변인 통제하기 요소를 모두 포함하고 있었으며, 방해 변수 측정하기 요소

가 나타난 탐구 활동도 다양한 변수 측정하기 요소를 포함하고 있었다. 그러므로 간단한 변인 통제하기와 다양한 변수 측정하기 요소를 포함하는 탐구 활동은 활동의 연장선에서 복잡한 변인 통제하거나 방해 변수 측정하기 요소를 비교적 쉽게 도입할 수 있을 것으로 판단된다.

한편, 모형 이용하기, 이론 발전시키기, 같은 주제의 여러 가지 탐구하기 요소는 탐구 주제의 특성에 따라 도입하기 어려울 수도 있지만, 교과서 전체에서 한 번도 나타나지 않았던 교과서가 모형 이용하기의 경우 3종, 같은 주제의 여러 가지 탐구하기의 경우에도 3종이었다. 모형을 활용하거나 이론을 도출하는 것, 탐구 수행 후 도출된 아이디어를 새로운 탐구 주제로 정교화하는 것 또한 과학 탐구의 중요한 특징 중 하나이므로, 향후 교과서에서는 이를 경험할 수 있는 탐구 주제를 도입할 필요가 있다. 예를 들어, 교육과정의 대표 탐구 주제로 제시된 역사 속의 과학 탐구 단원의 주기율표 주제에서는 이론 발전시키기 요소가 모든 교과서에서 한 번씩 다루어졌다. 그러므로 개별 교과서 단위에서 참탐구 요소나 핵심 개념을 체득할 수 있도록 탐구 활동을 구성하는 것도 중요하지만, 이러한 활동 구성이 용이한 탐구 주제를 개발 및 제시하는 것에도 관심을 가져야 할 것이다.

후속연구에서는 초, 중등에 걸쳐 다양한 과학 교과서 탐구 활동에서 나타나는 참탐구 요소의 특징을 학년별, 단위별, 영역별로 분석하여 향후 과학 교육과정의 개선을 위한 기초 자료로 활용할 필요가 있다. 또한, 과학탐구실험 교과서의 핵심 개념은 그동안 우리나라의 과학 교과에서 명시적으로 다루어지지 않았던 것임을 고려할 때, 교사들은 수업 지도에 어려움을 겪을 가능성이 있다. 따라서 핵심 개념과 관련하여 교사들이 과학탐구실험 교과를 지도할 때 나타나는 특징과 어려움, 탐구를 수행하는 학생에게서 나타나는 특징 등을 분석할 필요가 있다. 예를 들어, 탐구를 수행하는 학생들의 언어적 상호작용을 관찰하면서 학생들이 교과서의 핵심 개념과 참탐구 요소들을 어떻게 이해하고, 교사는 어떻게 탐구 수업을 구현하는지 분석한다면 과학탐구실험 교과서의 개선을 위한 새로운 시사점을 찾을 수 있을 것이다.

VI. 참고 문헌

- 강남화. (2017). 과학 탐구와 과학 교수학습에서의 모델과 모델링에 대한 교사들의 인식. 한국과학교육학회지, 37(1), 143-154.
- 강남화, 이은미. (2013). 2009 개정 과학교육과정에 따른 고등학교 물리 교과서 탐구 활동 분석. 한국과학교육학회지, 33(1), 132-143.
- 강은주, 김선자, 박종욱. (2009). 초등과학 영재학생의 개방적 탐구 활동에서 나타난 참과학탐구의 특징 분석, 영재교육연구, 19(3), 647-667.
- 교육부. (2015). 과학과 교육과정.
- 교육인적자원부. (2007). 과학과 교육과정.
- 구민아, 김지영, 박종석, 김영민, 서혜애. (2011). 과학영재를 가르치기 위한 창의적 화학자 폴링의 연구과정 분석. 영재교육연구, 21(4), 945-959.
- 권용주, 양일호, 정원우. (2000). 예비 과학교사들의 가설 창안 과정에 대한 탐색적 분석. 한국과학교육학회지, 20(1), 29-42.
- 권용주, 정진수, 박윤복, 강민정. (2003). 선언적 과학 지식의 생성 과정에 대한 과학철학적 연구: 귀납적, 귀추적, 연역적 과정을 중심으로. 한국과학교육학회지, 23(3), 215-228.
- 김미정, 홍준의, 김성하, 임채성. (2017). 중학교 과학교과서 생명과학 단원의 탐구 활동 분석: 과학탐구 기능과 8가지 과학 실천을 중심으로. 과학교육연구지, 41(3), 318-333.
- 김미경, 김희백. (2008). 개방적 참탐구 활동에서 학생들의 과학의 본성에 대한 이해에 영향을 미치는 요인 탐색. 한국과학교육학회지, 28(6), 565-578.
- 김미경, 김희백. (2007a). 고등학교 생물 교과서의 개방적 참탐구 활동 프로그램 개발 및 적용. 한국생물교육학회지, 35(4), 521-535.
- 김미경, 김희백. (2007b). 학생들이 제시한 질문의 유형 분석을 통한 개방적 참탐구 활동의 인지적 추론 측면의 효과. 한국과학교육학회지, 27(9), 930-943.

- 김미경, 김희백. (2006). 현행 과학고등학교 생물 교과 실험 분석: 참과학 탐구의 추론 특성을 중심으로. 한국생물교육학회지, 34(3), 330-341.
- 김영민, 이승우, 박수경. (2011). 전국 중고등학생 및 과학교사들의 첨단과학기술에 대한 인식 및 관련지식 조사 연구. 새물리, 61(9), 820-839.
- 김유정, 최길순, 노태희. (2009). 고등학생들의 과학 그래프 작성 및 해석 과정에서 나타난 오류. 한국과학교육학회지, 29(8), 978-989.
- 김지영, 박종석, 한재은. (2012). 2009 개정 교육과정 화학2 교과서의 탐구 활동 분석. 한국과학교육학회지, 32(5), 928-937.
- 김지은, 여상인. (2014). 2007년 개정 초등 5, 6학년 과학 교과서 물질 영역에 제시된 탐구 활동 분석. 초등과학교육, 33(1), 21-29.
- 김지혜, 이영희, 민병미. (2016). 2009 개정 중학교 과학 교과서 생명과학 단원에 나타난 과학의 본성 분석. 생물교육, 44(1), 25-34.
- 김진화, 박일우. (2009). 첨단 과학에 대한 초등 교사와 학생의 인식 및 교과서 내용 분석. 초등과학교육, 28(4), 390-403.
- 김찬중, 신명경, 이선경. (2010). 비형식 과학학습의 이해. 서울: 북스힐.
- 김태선, 김범기. (2002). 중고등학생들의 과학 그래프 작성 및 해석 능력. 한국과학교육학회지, 22(4), 768-778.
- 김희경, 김나래. (2013). 고등학생들의 물리 그래프 작성에서 나타난 오류 유형과 과학성취도 수준과의 관계. 새물리, 63(3), 252-258.
- 나지연, 송진웅. (2015). 2015 과학과 교육과정 개정의 주요 방향 및 쟁점 그리고 과학교실문화. 현장과학교육, 9(2), 72-84.
- 박영신. (2010). 과학탐구에 대한 중등 초임교사의 인식: Hands-on, Minds-on, Hearts-on의 관점으로. 한국지구과학회지, 31(7), 798-812.
- 박영신. (2006). 교실에서의 실질적 과학 탐구를 위한 과학적 논증 기회에 대한 이론적 고찰. 한국지구과학회지, 27(4), 401-415.
- 박울리, 우애자. (2017). 2009 개정 중학교 1학년 과학 교과서에 반영된 과학의 본성 분석. 교과교육학연구, 21(3), 225-239.

- 박은우, 이영희. (2016). 2009 개정 고등학교 과학 교과서의 탐구 활동 분석: 차세대 과학기준(NGSS)의 과학 실천 요소 중심으로. 학습자중심교과교육 연구, 16(8), 419-438.
- 박재근. (2017). 2015 개정 초등 과학과 교육과정의 성취 기준과 탐구 활동 변화 분석. 초등과학교육, 36(1), 43-60.
- 박재용, 이기영. (2011). 중학교 과학 자유 탐구 수행 실태 및 교사와 학생의 인식. 교과교육학연구, 15(3), 603-632.
- 박정희, 김정률, 박예리. (2004). 탐구 학습에 관한 중등 과학 교사들의 인식. 한국지구과학회지, 25(8), 731-738.
- 박지은, 강순희. (2014). 변인 탐색 활동을 강화한 탐구 수업 전략이 창의적 문제 해결력 신장에 미치는 효과. 대한화학회지, 58(5), 478-489.
- 박형용. (2017). 2009 개정 과학과 교육과정에 따른 초등학교 과학 교과서 생명 영역의 탐구 활동 분석. 생물교육, 45(1), 177-189.
- 박현주, 심재호, 손연아. (2017). 과학과 교육과정과 과학 교과서 간의 일관성을 평가하기 위한 교과서 분석틀의 개발과 적용. 교사교육연구, 56(1), 74-93.
- 방정아, 최취임, 최원호, 정대홍. (2006). 개방적 가설검증 학습모형을 적용한 과학 탐구학습의 효과: 화학 I '금속과 그 이용' 단원을 중심으로. 대한화학회지, 50(5), 385 - 393.
- 손미현, 정대홍, 손정우. (2018). 지식정보처리역량 관점에서 중학생들의 과학 탐구활동 어려움 분석. 한국과학교육학회지, 38(3), 441-449.
- 송신철. (2018). 2015 개정 과학과 교육과정에 따른 고등학교 생명과학1 교과서의 탐구활동 유형 분석. 생물교육, 46(2), 187-201.
- 송신철, 심규철. (2018). 고등학교 통합과학 교과서의 탐구 활동에 나타난 과학 과 핵심 역량 분석. 생물교육, 46(2), 222-236.
- 송진웅, 나지연. (2015). 2015 과학과 교육과정 개정의 주요 방향 및 쟁점 그리고 과학교실문화. 현장과학교육, 9(2), 72-84.

- 신명경, 이수정. (2013). 과학탐구의 핸드온 활동 내용, 사고 활동 내용, 논리적 구조 측면에서의 초등 과학 교과서 분석: 지구와 우주 영역의 사례. 교과교육학연구, 17(4), 1483-1499.
- 양일호, 정진수, 권용주, 정진우, 허명, 오창호. (2006). 과학자의 과학지식 생성 과정에 대한 심층 면담 연구. 한국과학교육학회지, 26(1), 88-98.
- 양찬호, 김수현, 조민진, 노태희. (2016). 물질의 입자성에 대한 모형 구성 과정에서 나타나는 소집단 토론과 전체 학급 토론의 특징. 한국과학교육학회지, 36(3), 361-369.
- 오필석. (2007). 중등학교 지구과학 수업에서 과학적 모델의 활용 양상 분석: 대기 및 해양 지구과학 관련 수업을 중심으로. 한국과학교육학회지, 27(7), 645-662.
- 우지선, 김영수. (2018). 2009개정 과학과 교육과정에 따른 중학교 과학1과 고등학교 생명과학1 교과서의 과학 탐구과정 안내 내용 분석: 탐구 문제와 가설을 중심으로. 생물교육, 46(1), 16-23.
- 유미현, 박기수, 최정진, 임미라, 이진아, 신민철, 이종섭, 이양은, 유화수, 정호근, 이안나, 강윤희. (2016). 적정기술 주제의 STEAM 프로그램 개발 및 초등학생의 창의적 사고활동, 과학적 태도, 리더십에 미치는 영향. 과학교육연구지, 40(2), 144-165.
- 유준희, 김종숙. (2012). 중학생의 소집단 자유탐구활동 중 물리 영역 탐구문제의 구성과 변인 추출 및 명료화 과정. 한국과학교육학회지, 32(5), 903-927.
- 이선경, 손정우, 김종희, 박종석, 서혜애, 심규철, 이기영, 이봉우, 최재혁. (2013). 고등학교 과학수업 사례 분석을 통한 학교 과학 탐구의 특징. 한국과학교육학회지, 33(2), 284-309.
- 이서연, 우애자. (2017). 2009 개정 교육과정에 따른 중학교 3학년 과학 교과서에 반영된 과학의 본성 분석. 학습자중심교과교육연구, 17(19), 285-309.
- 이영희, 손연아, 김가람. (2014). 초등 과학 교과서에 나타난 과학의 본성에 대

- 한 분석: 4가지 영역의 과학적 소양을 기준으로. 초등과학교육, 33(2), 207-216.
- 이윤하, 강순희. (2011). 중학생들의 변인 통제 논리력과 변인 통제 유형 분석. 한국과학교육학회지, 31(1), 32-47.
- 이은미, 김범기. (2012). 중·고등학생들의 측정에 대한 추론 유형 분석. 한국과학교육학회지, 32(2), 293-306.
- 이은정, 김영수. (2016). 중학교 과학 교과서 생명 영역의 관찰 탐구 활동 내용 분석. 현장과학교육, 10(3), 344-353.
- 이지선, 김성원(2018). 고등학교 과제 연구 수업에서 탐구 문제 도출 과정 탐색. 한국과학교육학회지, 38(3), 319-329.
- 임성만. (2015). 우리나라 역대 초등학교 교과서에서 다루어진 “지구과학” 영역의 중심개념과 탐구활동 분석 및 차기 교과서 개선 방안 모색. 초등과학교육, 34(3), 288-296.
- 임성만. (2018). 우리나라와 싱가포르 초등과학교과서에서 제시된 개념 및 탐구활동 요소 비교 분석: 지질 관련 내용을 중심으로. 대한지구과학교육학회지, 11(1), 38-54.
- 장지영, 오윤정, 최경희. (2010). 과학 교육과정 개정에 따른 첨단과학기술 내용 분석. 학습자중심교과교육연구, 10(3), 389-406.
- 정은진, 이영미, 하희수, 조한빛, 김희백. (2017). 중학교 과학 교과서의 탐구활동에 의한 학생들의 개념 구성 지원 가능성 탐색. 생물교육, 45(3), 371-389.
- 조성호, 임지영, 이정아, 최근창, 전경문. (2016). 과학 공학적 실천에 의한 초등학교 과학 교과서 물질 영역의 탐구 활동 분석. 초등과학교육, 35(2), 181-193.
- 조제희, 우애자. (2017). 개방형 탐구를 경험한 예비과학교사의 과학 지식의 본성에 대한 이해와 과학탐구에 대한 태도 변화. 대한화학학회지, 61(5), 263-276.

- 조현국. (2018). 2015 개정 교육과정에서 나타나는 과학적 탐구 요소 분석: 과학탐구실험을 중심으로. 교과교육학연구, 22(3), 208-218.
- 최민지, 최애란. (2016). 2009 개정 교육과정에 따른 중학교 과학교과서 화학 단원에 포함된 활동 분석: 8가지 과학 실천을 중심으로. 대한화학회지, 60(6), 436-451.
- 최취임, 이선경. (2016). 교과서의 화학 실험 분석을 통해 본 실험과 도구의 의미 재고. 대한화학회지, 60(4), 267-275.
- 팽애진, 백성혜. (2005). 과학 실험 수업에 대한 중등 과학 교사의 신념 사례 연구. 한국과학교육학회지, 25(2), 146-161.
- 한수진, 양찬호, 노태희. (2013). 과학 탐구의 본성에 대한 명시적-반성적 탐구 학습 프로그램의 영향. 대한화학회지, 57(1), 115-126.
- 한수진, 최숙영, 노태희. (2012). 중학생들의 과학 탐구에 대한 인식론적 견해. 한국과학교육학회지, 32(1), 82-94.
- 한효순, 최병순, 강순민, 박종윤. (2002). "생각하는 과학" 프로그램의 변인활동이 초등학생의 변인통제 능력에 미치는 효과. 한국과학교육학회지, 22(3), 571-585.
- Abd El Khalick, F., Myers, J. Y., Summers, R., Brunner, J., Waight, N., Wahbeh, N., & Belarmino, J. (2017). A longitudinal analysis of the extent and manner of representations of nature of science in US high school biology and physics textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(1), 82-120.
- Akerson, V., Weiland, I., Park Rogers, M., Pongsanon, K., & Bilican, K. (2014). Exploring elementary science methods course contexts to improve preservice teachers' NOS of science conceptions and understandings of NOS teaching strategies, *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 2014, 10(6), 647-665.
- Bevins, S., & Price, G. (2016). Reconceptualising inquiry in science

- education. *International Journal of Science Education*, 38(1), 17–29.
- Bunterm, T., Lee, K., Ng Lan Kong, J., Srikoon, S., Vangpoomyai, P., Rattanaovongsa, J., & Rachahoon, G. (2014). Do different levels of inquiry lead to different learning outcomes? A comparison between guided and structured inquiry. *International Journal of Science Education*, 36(12), 1937–1959.
- Chen, C. T., & She, H. C. (2015). The effectiveness of scientific inquiry with/without integration of scientific reasoning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(1), 1–20.
- Chinn, C.A & Malhotra. B. A, (2002), Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks, *Science Education*, 86(2), 175–218.
- Crawford, B. A. (2012). *Moving the essence of inquiry into the classroom: Engaging teachers and students in authentic science*. In Issues and challenges in science education research (pp. 25–42). Dordrecht, Netherland: Springer.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science education*, 22(9), 1011–1026.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty first century. *Science Education*, 88(1), 28–54.
- Houseal., A. K., Abd El Khalick, F., & Destefano, L. (2014). Impact of a student - teacher - scientist partnership on students' and teachers' content knowledge, attitudes toward science, and pedagogical practices. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(1), 84–115.
- Jocz, J. A., Zhai, J., & Tan, A. L. (2014). Inquiry learning in the Singaporean context: Factors affecting student interest in school

- science. *International Journal of Science Education*, 36(15), 2596–2618.
- Kapon, S. (2016). Doing research in school: Physics inquiry in the zone of proximal development. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(8), 1172–1197.
- Kruit, P. M., Oostdam, R. J., van den Berg, E., & Schuitema, J. A. (2018). Effects of explicit instruction on the acquisition of students' science inquiry skills in grades 5 and 6 of primary education. *International Journal of Science Education*, 40(4), 421–441.
- Lederman, N. G., Abd El Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497–521.
- Rivera Maulucci, M. S., Brown, B. A., Grey, S. T., & Sullivan, S. (2014). Urban middle school students' reflections on authentic science inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(9), 1119–1149.
- Morris, B. J., Masnick, A. M., Baker, K., & Junglen, A. (2015). An analysis of data activities and instructional supports in middle school science textbooks. *International Journal of Science Education*, 37(16), 2708–2720.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academies Press.
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academies Press.
- National Research Council. (2012). *A framework for K–12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academies Press.

- Partosa, J. D. (2012). Models and Modeling Behavior: A Look at the Critical Thinking Skills of Biology Majors. *Journal of The Korean Association For Science Education*, 32(8), 1281-1294.
- Schmid, S., & Bogner, F. X. (2017). How an inquiry-based classroom lesson intervenes in science efficacy, career-orientation and self-determination. *International Journal of Science Education*, 39(17), 2342-2360.
- Trumper, R. (2003). The physics laboratory: A historical overview and future perspectives. *Science & Education*, 12(7), 645-670.
- Ward, T. J., Delaloye, N., Adams, E. R., Ware, D., Vanek, D., Knuth, R., & Holian, A. (2016). Air Toxics Under the Big Sky: examining the effectiveness of authentic scientific research on high school students' science skills and interest. *International Journal of Science Education*, 38(6), 905-921.
- Zhai, J., Jocz, J. A., & Tan, A. L. (2014). 'Am I Like a Scientist?': Primary children's images of doing science in school. *International Journal of Science Education*, 36(4), 553-576.

ABSTRACT

An Analysis of Scientific inquiry in Science Laboratory Experiments Textbooks Developed Under the 2015 Revised National Curriculum: Focused on Authentic Inquiry Components

Lee, Kyuyul

Department of Science Education, Major in Chemistry

The Graduate School

Seoul National University

In this study, we investigated the characteristics of the authentic inquiry components in the inquiry tasks of Science Laboratory Experiments textbooks developed under the 2015 Revised National Curriculum. After classifying inquiry tasks by core concepts, we analyzed the cases that students autonomously planned or performed the authentic inquiry components. The results of the study revealed that investigating multiple materials component most frequently appeared in all units. However, generating research question, selecting variables, observing multiple variables and transforming observations components appeared in a few tasks of history and everyday science units as they were often guided or structured in textbooks. Controlling simple or complex variables, observing intervening variables and considering methodological flaws components

rarely appeared in all units as most of textbooks did not consider or indicate explicitly. Authentic inquiry components of everyday science unit tended to be handled in small group activities. On the bases of the results, the implications for the development of the textbook inquiry tasks are discussed.

Key words: 2015 Revised National Curriculum, Science laboratory experiments, Authentic inquiry, Core concepts

Student Number : 2016-21582