Journal of the Korean Chemical Society
2019, *Vol. 63, No. 3*
Printed in the Republic of Korea
https://doi.org/10.5012/jkcs.2019.63.3.196

2015 개정 과학과 교육과정에 제시된 중학교 1학년 성취기준과 과학 1 교과서에 포함된 활동과 평가 문항 분석: 과학과 핵심역량 중심으로

윤도운 · 최애란*
이화여자대학교 과학교육과
(접수 2018. 12. 31; 게재확정 2019. 3. 27)

Analysis of Achievement Standards, Activities, and Assessment Items in the 2015 Revised Science Curriculum and Grade 7 Science Textbooks: Focusing on Science Core Competencies

Doun Yun and Aeran Choi*
*Department of Science Education, Ewha Womans University, Seoul 03760, Korea. *E-mail: achoi@ewha.ackr*
(Received December 31, 2018; Accepted March 27, 2019)

요 약. 본 연구에서는 2015 개정 과학과 교육과정의 물질의 성질과 물질의 변화 영역의 성취기준과 과학 1 교과서에 포함된 활동과 평가 문항을 과학과 핵심역량별 하위요소를 기준으로 분석하였다. 성취기준에는 5가지 과학과 핵심역량 중 '과학적 참여와 평생 학습 능력'은 전혀 포함되어 있지 않았고, 과학적 사고력의 '논리적 사고하기', 과학적 탐구 능력의 '탐구 설계와 수행', '자료 분석 및 해석', '모형의 개발과 사용', '결론 도출 및 평가', 과학적 문제 해결력의 '정보와 자료를 수집 및 선택하기', 과학적 의사소통 능력의 '말·글·그림·기호 등 다양한 의사소통 방법 사용하기'만 포함되어 있었다. 교과서의 활동에는 5가지 과학과 핵심역량이 모두 포함되어 있었으며 과학적 문제 해결력의 '합리적 의사결정'과 과학적 의사소통 능력의 '타인의 생각을 이해하며 조정하기'를 제외한 모든 하위요소가 포함되어 있었다. 교과서의 평가 문항에도 5가지 과학과 핵심역량이 모두 포함되어 있었으나 과학적 사고력의 '논리적 사고하기', '창의적 사고하기', 과학적 탐구 능력의 '탐구 설계와 수행', '결론 도출 및 평가', 과학적 문제 해결력의 '문제 발견하기', '정보와 자료를 수집 및 선택하기', '문제 해결방안 제시하기', '실행하기', 과학적 의사소통 능력의 '말·글·그림·기호 등 다양한 의사소통 방법 사용하기', '증거에 근거하여 논증하기', 과학적 참여와 평생 학습 능력의 '과학기술의 사회적 문제 관심 갖기'만 포함되어 있었다.

주제어: 2015 개정 과학과 교육과정, 과학과 핵심역량, 중학교 과학 교과서

ABSTRACT. This study analyzed achievement standards in the 2015 revised Science Education Standards as well as activities and assessment items in grade 7 science textbooks using science core competencies and subcomponents. Scientific participation and lifelong learning capacity was not involved in the achievement standards. Logical thinking of scientific thinking capacity, planning and carrying out investigation, analyzing and interpreting data, developing and using models, and constructing explanation of scientific inquiry capacity, collecting and selecting information of scientific problem solving capacity, and using various communication methods of scientific communication capacity were involved in the achievement standards. All five scientific core competencies including all subcomponents except rational decision making of scientific problem solving capacity and understanding and coordinating diverse thoughts of scientific communication capacity were involved in activities of science textbooks. All five scientific core competencies were involved in assessment items of science textbooks. Logical thinking and creative thinking of scientific thinking capacity, planning and carrying out investigation and constructing explanation of scientific inquiry capacity, identifying problems, collecting and selecting information, suggesting solutions, and performing of scientific problem solving capacity, using various communication methods, arguing based on evidence of scientific communication capacity, and being interested in science technology and society issues of scientific participation and lifelong learning capacity.

Key words: 2015 revised science education standards, Scientific core competencies, Middle school science textbook

서 론

급격하게 변화하는 미래 사회 구성원으로서의 역할을 성공적으로 수행하기 위해 요구되는 지식, 기술, 태도 함양의 필요성을 반영하여 2015 개정 교육과정에서도 핵심역량을 강조하고 있다.[1,2] 이에 2015 개정 과학과 교육과정은 과학과 핵심역량으로 '과학적 사고력', '과학적 탐구 능력', '과학적 문제 해결력', '과학적 의사소통 능력', '과학적 참여와 평생 학습 능력'을 제시하고 있다.[1] 이와 같은 과학과 핵심역량 함양을 위한 교육과정이 성공적으로 실행되기 위해서는 교수-학습 과정을 통해 학생들이 할 수 있어야 하는 것을 진술한 성취기준에 과학과 핵심역량이 반영되어야 할 것이다.[1,3] 최정인과 백성혜(2015)는 2007, 2009 개정 과학과 교육과정의 초등학교 성취기준을 Bloom의 신교육목표 분류체계로 분석하여 사실적 지식과 개념적 지식에 해당하는 성취기준의 비중이 높게 나타났다고 보고하였으며, 교수-학습 및 평가에 필요한 지침과 기준을 성취기준에 구체적으로 규정할 필요가 있다고 하였다.[4] 또한, 백남진(2014)은 성취기준에 학생들이 알아야 할 것을 단순히 나열하기 보다 지식, 기능, 가치 등 다면적 측면을 반영하고 수업 후 학생이 보여야 할 능력을 제시해야 한다고 하였다.[3] 이러한 관점에서 2015 개정 과학과 교육과정에서 강조하고 있는 과학과 핵심역량이 성취기준에 얼마나 반영되어 있는지 분석한다면 과학과 핵심역량을 반영한 교수-학습 설계에 의미 있는 시사점을 제공할 수 있을 것이다.

교육과정에 제시된 교육 목표를 달성하기 위하여 성취기준에 근거하여 교육 내용을 선정하고 진술한 교수-학습 자료는 교과서이다.[1] 대부분의 교사들이 교과서를 바탕으로 교수-학습 활동을 계획하고 학생들도 교과서를 중심으로 교과 과정의 내용을 학습하는 것으로 알려져 있다.[5,6] 과학과 핵심역량은 교과내용과 연계된 능동적인 학습과 경험을 기반으로 하는 활동을 다양하게 수행함으로써 양성될 수 있다.[1] 따라서 과학과 핵심역량 함양이라는 목표가 달성되기 위해서는 과학 교과서에 제시된 다양한 형태의 활동에서 학생의 핵심역량을 함양할 수 있는 기회가 제공되어야 할 것이다.[7] 2015 개정 과학과 교육과정에서 제시한 과학과 핵심역량 중 과학적 사고력, 과학적 탐구 능력의 관점으로 교과서의 활동을 분석한 연구가 다수 이루어져 왔다. 김소연과 정은영(2017)은 2007, 2009 개정 교육과정에 따른 중학교 과학 교과서에 제시된 글쓰기 활동을 과학적 사고력 관점에서 분석하여 연역적 사고력을 요구하는 활동에 편중 되었고 비판적 사고력, 창의적 사고력을 요구하는 활동이 상대적으로 부족하다고 보고하며 과학적 사고력을 균형 있게 발달시킬 필요가 있다고 하였다.[8] 최민지와 최애란(2016)은 2009 개정 교육과정에 따른 중학교 과학 교과서의 화학 단원 탐구 활동을 8가지 과학 실천으로 분석하여 '증거에 입각하여 논증하기', '정보를 얻고 평가하고 의사소통하기'가 상대적으로 부족하게 반영되어 있었고 '질문하고 문제 규정하기'는 전혀 반영되어 있지 않아 학생들이 스스로 탐구 문제를 인식하고 논의를 거쳐 과학 지식을 구성해 나갈 수 있도록 중학교 과학 교과서의 활동을 재구성할 필요가 있다고 하였다.[9] 전영과 최애란(2016)은 2009 개정 교육과정에 따른 고등학교 화학 II 교과서의 탐구 활동을 8가지 과학 실천으로 분석하여 '모형을 개발하고 사용하기'는 거의 포함되어 있지 않았고, '질문하고 문제 규정하기'는 전혀 포함되어 있지 않아 학생들이 직접 탐구 문제를 제기하거나 다양한 형태의 모델을 개발하고 사용하는 활동의 기회가 부족하다고 하였다.[10] 김미정 외(2017)은 2009 개정 교육과정에 따른 중학교 과학 교과서의 생명과학 단원의 탐구 활동을 과학 탐구 기능과 8가지 과학 실천으로 분석하여 기초 탐구 기능에 해당하는 '관찰'과 '추리'에 편중 되어 있어 단순한 정보를 파악하는 활동이 주를 이루고 있고, 8가지 과학 실천도 2~3가지 요소에 편중되어 있어 교과서의 탐구 활동을 재구성할 필요가 있다고 주장하였다.[11] 이처럼 과학과 핵심역량 중 과학적 사고력과 과학적 탐구 능력 관점에서 교과서 활동을 분석한 선행 연구들이 있었으나, 과학적 문제 해결력, 과학적 의사소통 능력, 과학적 참여와 평생 학습 능력 관점에서 분석한 연구는 찾아보기 어려웠다. 이러한 관점에서 과학적 사고력, 과학적 탐구 능력, 과학적 문제 해결력, 과학적 의사소통 능력, 과학적 참여와 평생 학습 능력을 모두 포함한 관점으로 과학 교과서의 활동을 분석한다면 과학과 핵심역량 함양을 위한 과학 교수-학습 계획과 실행에 의미 있는 시사점을 제공할 수 있을 것으로 사료된다.

교사는 교수-학습 전·중·후 평가를 통해 교육 목표가 얼마나 달성되었는지 판단하고 그 결과를 바탕으로 교육 활동 전반을 점검하고 교수-학습 전략 및 방법을 개선하고자 노력한다.[12,13] 즉, 교수-학습과 평가는 분리된 것이 아니라 교육과정의 목표에 맞게 성취기준과 교수-학습과 평가 간에 일관성이 있어야 한다.[1] 2015 개정 교육과정 총론에도 과학과 핵심역량 함양을 위해서 교육목표, 교육내용, 교수-학습 및 평가가 일관되게 이루어질 것을 강조하고 있다.[1] 이러한 관점에서 성취기준과 교과서의 활동 및 평가를 함께 분석하여 시사점을 제시하는 연구가 필요하나, 과학과 핵심역량 관점으로 분석한 여러 선행연구(박나무, 2016; 송신철과 심규철, 2018; 최성수, 2017)는 성취기준, 교과서의 활동, 평가 문항 각각을 분석하여 결과를 보고하였다는 한계점이 있다.[14–16] 이에 본 연구에서는 2015 개정 과학과 교육과정의 성취기준과 교과서의 활동과 평가를 함께 분석하여 과학과 핵심역량 함양의 목표 달성을 위하

여 성취기준과 교과서의 활동 및 평가가 일관성 있게 반영되었는지 알아보고자 한다. 박나무(2016), 송신철과 심규철(2018), 최성수(2017)는 각각 2015 개정 과학과 교육과정의 성취기준, 통합과학 교과서 탐구 활동, 대학수학능력 시험 문항을 2015 개정 과학과 교육과정에 제시된 과학과 핵심역량의 관점으로 분석하여 과학과 핵심역량 중 일부에 편중되어 있다고 보고한 반면, 과학과 핵심역량별로 어떠한 하위요소가 부족한지, 어떠한 학습 기회가 제공되고 있는지 구체적으로 제시하지 못하고 있다. 이에 본 연구에서는 과학과 핵심역량별 하위요소와 각 하위요소의 정의를 제시한 윤도운 외(2018)의 분석틀을 기준으로 2015 과학과 교육과정의 중학교 1학년 물질의 성질과 물질의 변화 영역의 성취기준과 과학 1 교과서의 활동과 평가 문항을 분석하고자 한다. 본 연구의 연구 문제는 다음과 같다. 첫째, 2015 개정 과학과 교육과정의 중학교 1학년 물질의 성질과 물질의 변화 영역의 성취기준에 과학과 핵심역량이 얼마나 포함되어 있는가? 둘째, 2015 개정 교육과정에 따른 중학교 과학 1 교과서의 물질의 성질과 물질의 변화 영역의 활동과 평가 문항에 과학과 핵심역량이 얼마나 포함되어 있는가?

연구 방법

연구 대상

본 연구는 2015 개정 과학과 교육과정의 중학교 1학년 물질의 성질과 물질의 변화 영역인 (4) 기체의 성질, (5) 물질의 상태 변화 단원의 성취기준 8개(성취기준 해설 포함)와 2015 개정 교육과정에 따른 중학교 과학 1 교과서 5종(동아출판(이후 교과서 A), 미래엔(이후 교과서 B), 비상교육(이후 교과서 C), 와이비엠(이후 교과서 D), 천재교과서(이후 교과서 E))에 포함되어 있는 활동과 평가 문항을 분석 대상으로 하였다. '탐구 활동', '활동하기', '배움활동' 등과 같이 '활동'이라는 단어가 들어간 활동뿐만 아니라 '생각열기', '탐구', '해보기', '사고력 키우기', '창의력 키우기', '조사하기', '과학 역량 기르기'등 학생들이 수행할 수 있는 모든 활동을 분석하였다. 또한, 평가 문항으로는 교과서의 소단원마다 제시되는 '스스로 확인하기', '스스로 점검', 배운 내용 정리하기'뿐만 아니라 '중단원 마무리', '중단원 매듭짓기', '대단원 마무리', '대단원 매듭짓기' 등을 분석하였다. 본 연구에서 분석한 활동은 총 249개, 평가 문항은 553개이며, 각 출판사별로 교과서에 포함된 활동과 평가 문항의 개수는 *Table* 1에 제시한 바와 같다.

분석 기준

본 연구에서는 2015 개정 과학과 교육과정에 제시된 과학과 핵심역량의 하위요소와 각 하위요소의 정의를 제시한 윤도운 외(2018)의 분석틀을 사용하였다(*Table* 2).[17]

자료 분석

본 연구에서는 과학과 핵심역량과 과학과 핵심역량별 정의를 숙지한 화학교육전공 석사과정생 2인이 전체 성취기준 8개 중 4개, 전체 교과서 활동 249개 중 32개, 전체 교과서 평가 문항 553개 중 65개를 각자 분석한 후 분석자간 일치도를 구하였다. 교육과정의 성취기준에 대한 분석자간 일치도는 0.88, 교과서의 활동은 0.88, 교과서의 평가 문항은 0.93이었다. 본 연구에서는 과학과 핵심역량 하위요소간에 유사성이 있음을 인지하고 2015 개정 과학과 교육과정에 제시된 과학과 핵심역량의 정의를 참고하여 각 하위요소를 구분하였다. 본 연구에서는 새로운 과학 지식을 얻거나 의미를 구성해 나가는 탐구 맥락은 '과학적 탐구 능력'의 하위요소로, 일상생활의 문제를 해결하는 맥락은 '과학적 문제 해결력'의 하위요소로, 과학적 문제 해결과정과 결과를 공유하는 맥락은 '과학적 의사소통 능력'의 하위요소로 분석하였다. 자료 분석은 과학교육전문가와

***Table* 1.** Number of activities and assessment items in each of grade 7 science textbooks

Textbook	Unit	Activity	Assessment Item
A	(4) Properties of Gas	22	41
	(5) State of Substance	30	56
B	(4) Properties of Gas	18	46
	(5) State of Substance	23	47
C	(4) Properties of Gas	22	57
	(5) State of Substance	23	64
D	(4) Properties of Gas	31	55
	(5) State of Substance	34	69
E	(4) Properties of Gas	28	64
	(5) State of Substance	18	54
Total		249	553

***Table* 2.** Subcomponents for each of science core competencies

Science Core Competency	Subcomponent
Scientific Thinking	Logical Thinking Critical Thinking Creative Thinking
Scientific Inquiry	Asking Questions Planning and Carrying out Investigation Analyzing and Interpreting Data Using Mathematical and Computational Thinking Developing and Using Models Engaging in argument with evidence Constructing Explanation Obtaining, Evaluating, and Communicating Information
Scientific Problem Solving	Identifying Problems Collecting and Selecting Information Analyzing and Evaluating Information Suggesting Solutions Performing Reflective Thinking Rational Decision-Making
Scientific Communication	Understanding and Coordinating diverse thoughts Using Various Communication Methods Understanding Information from Multi-Media Arguing based on Evidence
Scientific Participation and Lifelong Learning	Being interested in Science, Technology, and Society Issues Using Computer and Science Technology Engaging in Self-Regulated Learning

화학교육전공 석사과정 2인이 3개월 동안 한 달에 2~3회, 매회 1~2시간 논의와 합의를 거쳐 이루어졌다.

연구 결과

성취기준에 포함된 과학과 핵심역량과 하위요소

2015 개정 과학과 교육과정의 중학교 1학년 (4) 기체의 성질, (5) 물질의 상태 변화 단원의 성취기준 8개에는 과학과 핵심역량의 하위요소가 22개 포함되어 있었다(*Table* 3). '과학적 탐구 능력'이 11개로 50% 이었고, 그 다음으로는 '과학적 사고력'이 7개(31.82%) 포함된 것으로 나타났다. 반면, '과학적 문제 해결력'이 3개(13.64%), '과학적 의사소통 능력'이 1개(4.55%)로 상대적으로 부족하게 반영되어 있었고 '과학적 참여와 평생 학습 능력'은 전혀 포함되어 있지 않았다. 본 연구의 중학교 과학 1물질의 성질과 물질의 변화 영역 성취기준에 '과학적 참여와 평생 학습 능력'이 전혀 포함되어 있지 않다는 결과는 2015 개정 과학과 교육과정의 물리 영역의 성취기준을 분석한 박나무(2016)의 연구 결과와 일치한다.[14]

각 과학과 핵심역량의 하위요소별로 살펴보면, 과학적 사고력의 경우, '논리적 사고하기'만 포함되어 있었다. 예를 들면, '여러 가지 물질의 상태 변화를 관찰하고, 상태 변화 시 나타나는 현상을 입자 모형으로 설명할 수 있다', '상태 변화가 일어날 때의 온도 변화에 대한 자료를 해석하여 녹는점, 어는점, 끓는점을 찾을 수 있다'와 같이 현상의 원인을 설명하고 예측하는 과정에서 과학적 증거와 이론을 토대로 논리적으로 추론하는 성취기준이 있었다. 반면 '비판적 사고하기'와 '창의적 사고하기'는 전혀 포함되어 있지 않았다. 박은미와 강순희(2007)는 학생들이 스스로 만든 문제를 해결하기 위해 실험 계획을 세우고 이를 검증하는 과정에서 창의적 사고력과 비판적 사고력이 향상되며 이는 현대 사회에서 문제를 현명하고 합리적으로 해결하기 위해 요구되는 능력이라고 하였다.[18] 그러나 본 연구의 중학교 1학년 물질의 성질과 물질의 변화 영역 성취기준에는 '비판적 사고하기'와 '창의적 사고하기'의 중요성이 반영되지 않은 것으로 나타났다.

과학적 탐구 능력의 경우, '탐구 설계와 수행', '모형의 개발과 사용'이 가장 많이 포함되어 있었다. (4) 기체의 성질과 (5) 물질의 상태 변화 단원의 특성상 눈에 보이지 않는 기체의 입자 운동과 상태 변화를 설명하기 위해 '모형의

***Table* 3.** Science Core Competency and Subcomponent in Science Achievement Standards

Science core competency	Subcomponent	(4) Properties of Gas	(5) State of Substance	Total
Scientific Thinking	Logical Thinking	4	3	7
	Critical Thinking	0	0	0
	Creative Thinking	0	0	0
Subtotal		4	3	7
Scientific Inquiry	Asking Questions	0	0	0
	Planning and Carrying out Investigation	3	1	4
	Analyzing and Interpreting Data	2	0	2
	Using Mathematical and Computational Thinking	0	0	0
	Developing and Using Models	3	1	4
	Engaging in argument with evidence	0	0	0
	Constructing Explanation	0	1	1
	Obtaining, Evaluating, and Communicating Information	0	0	0
Subtotal		8	3	11
Scientific Problem Solving	Identifying Problems	0	0	0
	Collecting and Selecting Information	2	1	3
	Analyzing and Evaluating Information	0	0	0
	Suggesting Solutions	0	0	0
	Performing	0	0	0
	Reflective Thinking	0	0	0
	Rational Decision-Making	0	0	0
Subtotal		2	1	3
Scientific Communication	Understanding and Coordinating Diverse Thoughts	0	0	0
	Using Various Communication Methods	0	1	1
	Understanding Information from Multi-Media	0	0	0
	Arguing based on Evidence	0	0	0
Subtotal		0	1	1
Scientific Participation and Lifelong Learning	Being interested in Science, Technology, and Society Issues	0	0	0
	Using Computer and Science Technology	0	0	0
	Engaging in Self-Regulated Learning	0	0	0
Subtotal		0	0	0
Total		14	8	22

개발과 사용'이 많이 포함 되어 있는 것으로 보인다. 예를 들면, '기체의 압력과 부피의 관계를 실험 또는 자료 해석을 통해 이해하도록 한다'와 같이 실험을 통해 데이터를 얻는 '탐구 설계와 수행'이 많이 포함되어 있었다. 또한 '기체의 확산과 증발 현상을 관찰하여 입자가 운동하고 있음을 알고 이를 입자모형으로 표현할 수 있다', '상태 변화 시 나타나는 현상을 입자 모형으로 설명할 수 있다'와 같이 입자 모형을 사용하여 현상을 설명하는 '모형의 개발과 사용'이 많이 포함되어 있었다. 반면, '문제인식', '수학적 사고와 컴퓨터 활용', '증거에 기초한 토론과 논증', '의사소통'은 전혀 포함되어 있지 않았다. 이정원과 최애란(2017)은 2015 개정 과학과 교육과정 통합과학의 화학 단원 성취기준에 '문제 인식'을 제외하고 과학적 탐구 능력의 모든 하위요소가 반영되어 있다고 보고하였으나, 본 연구의 중학교 1학년 (4) 기체의 성질, (5) 물질의 상태 변화 단원에서는 통합과학의 화학 단원 성취기준보다 과학적 탐구 능력의 하위요소가 다양하지 않게 반영되어 있는 것으로 나타났다.[19]

과학적 문제 해결력의 경우, '정보와 자료를 수집 및 선택하기'만 포함되어 있었다. 예를 들면, '이와 관련된 실생활의 예를 찾을 수 있다', '생활에 이용되는 사례를 찾고 설명할 수 있다'와 같이 일상생활에 이용되는 과학 원리에 대한 정보와 자료를 탐색, 조사, 수집하고 선택하는 성취기준만 제시되어 있다. 2015 개정 과학과 교육과정의 목표에는 '개인과 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결하기 위한 과학적 소양을 기른다'을 제시하고 있지만 성취기준에는 문제 발견하기, 문제 해결방안 제시하기, 실행하기, 반성적 사고하기, 합리적 의사결정과 같은 과학적

문제 해결력의 하위요소가 반영되어 있지 않은 것으로 나타났다.

과학적 의사소통 능력의 경우, '말·글·그림·기호 등 다양한 의사소통 방법 사용하기'만 (5) 물질의 상태 변화 단원에 1개 포함되어 있었다. '타인의 생각을 이해하며 조정하기', '컴퓨터·시청각 기기 등 다양한 매체 속 정보 이해하기', '증거에 근거하여 논증하기'는 포함되지 않았다. DeBoer(2000)은 대중 매체 속의 정보를 이해하고 과학에 관련된 이슈를 비판적으로 바라볼 수 있는 능력을 길려주는 것도 중요한 과학 교육 목표라고 하였다.[20] 그러나 본 연구의 중학교 1학년 물질의 성질과 물질의 변화 영역 성취기준에 과학적 의사소통 능력 중 '말·글·그림·기호 등 다양한 의사소통 방법 사용하기' 1개만 포함되어 정보 문해력과 논의의 중요성이 미흡하게 반영되어 있는 것으로 보인다.

교과서 활동에 포함된 과학과 핵심역량과 하위요소

2015 개정 교육과정에 따른 중학교 과학 1 교과서 5종의 (4) 기체의 성질, (5) 물질의 상태 변화 단원의 활동 249개에는 5가지 과학과 핵심역량이 모두 포함되어 있었으며, 하위요소가 933개 포함되어 있었다. '과학적 탐구 능력'이 가장 많이 포함되어 있었고 다음으로 '과학적 사고력', '과학적 문제 해결력', '과학적 의사소통 능력', '과학적 참여와 평생 학습 능력' 순으로 포함되어 있었다. 중학교 과학 1 교과서 물질의 성질과 물질의 변화 영역 활동에 '과학적

***Table* 4.** Science core competency and subcomponent involved in activities in grade 7 science textbooks

Science Core Competency	Subcomponent \ Unit & Textbook	(4) Properties of Gas					(5) State of Substance					Total
		A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	
No competency		2	0	2	15	1	2	16	5	15	1	59
Scientific Thinking	Logical Thinking	18	29	17	29	26	24	34	12	32	14	235
	Critical Thinking	1	0	2	3	2	7	2	2	4	1	24
	Creative Thinking	2	4	4	2	5	1	5	3	3	1	30
	Subtotal	21	33	23	34	33	32	41	17	39	16	289
Scientific Inquiry	Asking Questions	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	Planning and Carrying out Investigation	19	22	16	27	13	20	21	22	18	17	195
	Analyzing and Interpreting Data	8	5	4	8	6	11	7	7	10	10	76
	Using Mathematical and Computational Thinking	2	2	2	2	1	0	0	0	0	0	9
	Developing and Using Models	1	6	4	2	4	1	3	4	2	3	30
	Engaging in argument with evidence	0	2	0	0	4	1	0	1	0	2	10
	Constructing Explanation	6	11	4	10	6	8	13	3	10	6	77
	Obtaining, Evaluating, and Communicating Information	1	3	4	4	0	1	1	1	3	0	18
	Subtotal	37	51	35	53	34	42	45	38	43	38	416
Scientific Problem Solving	Identifying Problems	1	0	1	2	1	1	1	3	1	0	11
	Collecting and Selecting Information	7	1	5	2	2	9	3	3	3	2	37
	Analyzing and Evaluating Information	2	1	0	1	0	3	0	2	0	1	10
	Suggesting Solutions	4	2	4	4	5	1	3	3	2	2	30
	Performing	3	2	4	0	4	1	1	0	0	0	15
	Reflective Thinking	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Rational Decision-Making	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Subtotal	18	6	14	9	12	15	8	11	6	5	104
Scientific Communication	Understanding and Coordinating diverse thoughts	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Using Various Communication Methods	9	2	3	5	3	11	10	7	2	1	53
	Understanding Information from Multi-Media	2	0	2	0	0	3	1	0	0	0	8
	Arguing based on Evidence	2	2	0	4	6	7	2	1	4	2	30
	Subtotal	13	4	5	9	9	21	13	8	6	3	91
Scientific Participation and Lifelong Learning	Being interested in Science, Technology, and Society Issues	1	2	1	0	0	1	0	1	1	2	9
	Using Computer and Science Technology	0	0	4	7	2	0	3	2	0	0	18
	Engaging in Self-Regulated Learning	0	0	2	0	1	0	0	2	0	1	6
	Subtotal	1	2	7	7	3	1	3	5	1	3	33
	Total	90	96	84	112	91	111	110	79	95	65	933

참여와 평생 학습 능력'이 가장 적게 포함되어 있는 본 연구의 결과는 2015 개정 교육과정에 따른 통합과학 교과서의 탐구 활동을 분석한 송신철과 심규철(2018)의 연구와 일치하며 2015 개정 교육과정에 따른 과학 교과서에 학생들이 '과학적 참여와 평생 학습 능력'을 함양할 수 있는 기회가 적은 것으로 보인다.[15] *Table* 4에서 '없다'에 해당하는 수는 과학과 핵심역량이 전혀 반영되어 있지 않은 활동 수이며 과학과 핵심역량 하위요소의 총합에는 포함시키지 않았다. 과학과 핵심역량이 반영되어 있지 않은 활동은 '보일 법칙의 정의를 찾아 밑줄을 그어보자', '샤를 법칙의 정의를 찾아 밑줄을 그어보자'와 같이 본문에 제시된 정의에 밑줄 긋도록 하는 것 등이 있었다.

각 과학과 핵심역량의 하위요소를 살펴보면, 과학적 사고력이 반영된 활동 289개 중 '논리적 사고하기'가 235개로 가장 많이 포함되어 있었다. 예를 들면, '공기 주머니가 들어있는 운동화를 신고 뛰었다가 착지할 때 공기 주머니 속 기체의 부피와 압력은 어떻게 변할 지 써보자', '그래프에서 아세트산의 어는점을 찾아 써보고, 아세트산이 여름과 겨울에 각각 어떤 상태로 존재할 지 예상해 보자', '고깃국을 다시 가열하면 굳었던 기름은 어떻게 변할까'와 같이 현상의 원인을 설명하고 예측하기 위해 과학적 개념과 이론을 바탕으로 논리적으로 추론하는 활동이 많이 포함되어 있었다. 또한 '창의적 사고하기'와 '비판적 사고하기'는 성취기준에 전혀 포함되어 있지 않았지만 교과서 활동에는 '창의적 사고하기' 30개, '비판적 사고하기' 24개 포함되어 있는 것으로 나타났다. 교과서의 활동에는 과학과 핵심역량과 여러 가지 하위요소들이 서로 결합하여 구성되어 있어 성취기준에 포함되어 있지 않았던 '비판적 사고하기'와 '창의적 사고하기'가 포함될 수 있었던 것으로 보인다. 즉, 과학과 핵심역량과 하위요소들은 서로 분리되어 수행되는 것이 아니라 서로 긴밀하게 연결 되어 있음을 알 수 있었다.[18,21] 예를 들면, '미국의 앨버커키 열기구 축제는 세계 최대의 열기구 축제로 유명하다 이 축제에 참가한다고 생각하고 나만의 열기구를 디자인해 보자', '스포이드 머리 부분을 고무찰흙이나 유성 펜을 이용하여 스포이트 잠수함을 독창적으로 만들어 보자', '음식물 쓰레기 처리장에서 나는 냄새를 해결하기 위한 과학적인 방법을 입자의 운동과 관련하여 제시해 보자'와 같이 과학적 문제 해결력의 '문제 해결방안 제시하기'와 '실행하기'가 포함된 활동을 하며 독창적인 디자인이나 문제 해결을 위한 아이디어를 산출하는 과학적 사고력의 '창의적 사고하기'를 수행할 수 있었다. 또한 '연결한 내용 중 완전히 일치하지 않는 점은 무엇인지 토의해 보자', '끓기 시작한 물을 계속 가열할 때의 온도 변화에 대해 세 학생이 서로 다른 의견을 제시하고 있다 세 의견 중 옳다고 생각하는 것을 고르고, 모둠원끼리 생각을 비교해 보자'와 같이 과학적 의사소통 능력의 '증거에 근거하여 논증하기'가 포함된 토의 활동을 하며 제시된 자료와 서로의 주장을 합리적 기준이나 근거를 가지고 평가하는 과학적 사고력의 '비판적 사고하기'를 수행할 수 있었다. 그러나 2007, 2009 개정 교육과정에 따른 중학교 과학 교과서를 분석한 김소연과 정은영(2017)의 연구 결과와 같이 본 연구의 2015 개정 교육과정에 따른 중학교 과학 교과서의 활동에도 여전히 학생들이 비판적 사고와 창의적 사고를 함양할 수 있는 기회가 상대적으로 적은 것으로 보인다.[8]

과학적 탐구 능력이 반영된 활동에는, '탐구 설계와 수행'이 195개로 가장 많이 포함 되어 있었고 그 다음으로는 '결론 도출 및 평가' 77개, '자료 분석 및 해석' 76개 포함되어 있었다. '탐구 설계와 수행'은, '구멍 뚫린 고무마개에 온도계를 꽂은 다음, 가지 달린 시험관의 입구를 막자', '에탄올을 물중탕으로 가열하자', '2분 간격으로 온도를 측정한다', '피스톤의 변화를 관찰하자'와 같이 데이터를 수집하기 위해 실험을 수행하는 활동이 많았다. 또한, '실험 결과를 표에 기록해 보자', '그래프로 나타내 보자', '그래프는 어떤 모양인가?', '어떤 관계가 있는지 설명해 보자', '그래프에서 온도가 일정하게 유지되는 구간을 찾아보고, 그 온도는 몇 ºC인지 써보자'와 같이 실험을 통해 얻은 데이터를 표, 그래프로 나타내고 분석·해석하여 결론을 도출하는 활동이 많이 있었다. '모형의 개발과 사용'이 30개 포함되어 있었는데, (4) 기체의 성질 단원에는 확산과 증발, 기체의 압력과 부피의 관계, 기체의 온도와 부피의 관계를 설명하기 위해서 눈에 보이지 않는 기체 입자를 모형으로 표현하는 활동이 있었고 (5) 물질의 상태 변화 단원에는 상태 변화가 일어날 때 입자의 운동, 입자의 배열, 입자 사이의 거리 변화를 입자 모형을 사용하여 설명하는 활동이 있었다.

과학적 탐구 능력의 '문제인식', '수학적 사고와 컴퓨터 활용', '증거에 기초한 토론과 논증', '의사소통'는 성취기준에는 전혀 포함되어 있지 않았으나 교과서의 활동에는 '의사소통' 18개, '증거에 기초한 토론과 논증' 10개, '수학적 사고와 컴퓨터 활용' 9개, '문제인식' 1개 포함되어 있었다. 그러나 다른 하위요소에 비해 상대적으로 적게 포함되어 있어 학생들이 이를 함양할 수 있는 기회가 부족함을 시사하며 이는 교과서의 탐구 활동을 분석한 여러 선행연구의 결과와 일치한다.[9,10,22] '문제 인식'은 성취기준에 전혀 포함되어 있지 않았고 활동에도 1개만 포함되어 있어 학생들이 현상에 대한 의문을 제기하고 능동적으로 탐구 문제를 규정할 수 있는 기회가 거의 제공되지 않은 것으로 보인다. 그러나 '문제인식'은 과학 탐구의 출발점으로 학생들이 주도적으로 탐구에 참여하도록 유도할 수 있으므

로 교사는 학생들이 스스로 탐구 문제를 설정할 수 있는 기회를 적극적으로 제공할 필요가 있음을 시사한다.[23,24]

과학적 문제 해결력이 반영된 활동에는 '정보와 자료를 수집 및 선택하기'가 37개로 가장 많이 포함되어 있었다. 예를 들면, '고려 시대에 금속 활자를 어떻게 만들었을지 조사해 보자', '물의 증발이 잘 일어나는 조건을 조사해보자', '상태 변화를 관찰 할 수 있는 예를 더 조사해 보자' 와 같이 일상생활에 이용되는 과학 원리를 조사하거나 문제 해결을 위해 필요한 정보와 자료를 수집, 선택하는 활동이 많이 포함되어 있었다. 그 다음으로는 '문제 해결방안 제시하기' 30개, '실행하기' 15개 포함되어 있었다. 예를 들면, '상태 변화 물질을 이용하여 에너지를 절약하거나 우리 생활에 도움이 될 제품을 생각하여 개발서를 만들어 보자', '조건을 고려하여 페트병, 부직포, 면, 종이와 같은 준비물로 가습기를 만들 계획을 세워보자', '계획에 따라 가습기를 만들어 보자', '내가 디자인한 열기구를 직접 만들어 보자' 와 같이 문제를 해결하기 위해 다양한 아이디어와 구체적인 계획을 하는 활동과 제시한 계획에 따라 학생이 직접 실행하는 활동이 포함되어 있었다. 반면 '문제 발견하기'는 11개로 상대적으로 적어 학생들이 문제를 다양한 측면으로 생각할 기회가 부족한 것으로 보인다. 교육과정의 성취기준에는 '정보와 자료를 수집 및 선택하기'만 포함 되어 있었으나 교과서의 활동에는 '문제 발견하기', '정보와 자료를 분석 및 평가하기', '문제 해결방안 제시하기', '실행하기', '반성적 사고하기'가 포함되어 학생들이 문제를 인식하고, 문제를 해결하기 위해 수집한 자료나 정보를 분석하여 해결방안을 실행하고, 문제 해결과정을 점검할 수 있는 기회가 주어진 것으로 볼 수 있다. 하지만 '합리적 의사결정'은 성취기준과 교과서의 활동에 모두 포함 되어 있지 않았다. 합리적 의사결정은 문제 해결 과정에서 여러 대안을 합리적으로 판단하고 의사결정을 하는 것이며, 개인 또는 공동체 문제를 해결하여 보다 나은 삶을 만들기 위해 요구되는 능력이다.[25] 따라서 교사는 학생들이 여러 가지 사회적 문제에 관한 정보를 조사하고 해결책을 제시하며 서로의 의견을 나누는 과정을 통해 합리적으로 판단하고 올바른 의사결정을 내릴 수 있는 능력을 기를 수 있는 활동을 포함한 수업을 구성하도록 노력해야 할 것으로 보인다.[26,27]

과학적 의사소통 능력이 포함된 활동에는 '말·글·그림·기호 등 다양한 의사소통 방법 사용하기'가 53개로 가장 많이 포함 되어 있었다. 예를 들면, '내가 만들고 싶은 전자 코를 친구들에게 소개하기 위한 자료를 만들어 보자', '모둠별로 에어컨이 실내를 시원하게 하는 원리를 조사한 후, 그림을 활용하여 창의적으로 발표해 보자', '스포이드 용기의 사용법과 그 원리를 적은 안내문을 만들어 친구들에게 설명해 보자'와 같이 글, 그림, 과학적 기호, 모형 등을 사용하여 자료를 만들거나 발표하는 활동이 많이 포함되어 있었다. 다음으로 성취기준에 전혀 포함 되어 있지 않았던 '증거에 근거하여 논증하기'가 교과서의 활동에는 30개 포함 되어 있었다. 예를 들면, '토의 결과에서 나온 다양한 재료 중에서 모둠에서 필요한 재료를 골라 보고, 그렇게 고른 까닭을 정리해 보자', '내가 그린 모형과 친구가 그린 모형을 비교해 보고, 그렇게 표현한 까닭을 설명해 보자'와 같이 이유나 증거에 근거하여 주장이나 결론을 정당화 하는 활동이 포함되어 있었다. 또한 '컴퓨터·시청각 기기 등 다양한 매체 속 정보 이해하기'는 성취기준에 전혀 포함 되지 않은 반면 교과서의 활동에는 8개 포함되어 있었다. 예를 들면, '검색 누리집에서 스포이드 잠수함을 검색하여 만드는 방법을 찾아보자', '인터넷이나 참고 자료를 활용하여 일상생활에서 보일 법칙과 관련된 현상을 조사해 보자'와 같이 필요한 정보를 수집하는 과정에서 인터넷 등 다양한 매체 속에 제시된 정보를 이해하는 활동이 포함되어 있었다. '타인의 생각을 이해하며 조정하기'는 교과서의 활동에 전혀 포함되어 있지 않았는데, 문제를 해결하는 과정에서 서로의 의견을 나누고 자신의 생각과 다른 사람의 생각을 비교, 종합하며 합리적으로 의사결정을 내릴 수 있으므로 교사는 과학적 문제 해결력이 반영된 활동에 '타인의 생각을 이해하며 조정하기'가 포함되도록 교과서의 활동을 재구성하는 것을 고려해 볼 수 있다.[27]

과학적 참여와 평생 학습 능력의 하위요소는 성취기준에 전혀 포함되어 있지 않았지만 교과서 활동에는 모든 하위요소가 포함되어 있었다. '최신 과학기술(소프트웨어, 컴퓨터, 스마트 기기) 활용하기'가 18개로 가장 많이 포함 되어 있었는데, 예를 들면 '촬영한 내용을 스마트 기기 또는 컴퓨터 동영상 프로그램으로 편집하여 상태 변화 동영상을 완성한다', '스마트폰 영상을 보면서 암모니아 기체 입자의 운동을 추론해 본다', '노트북과 MBL 접속 장치를 연결하고 기체 압력 센서를 MBL 접속 장치에 연결한 다음, 프로그램을 실행한다'와 같이 스마트폰을 이용하거나 컴퓨터 기반 과학 실험 장치인 MBL 접촉 장치를 사용하는 활동이 있었다. 그 다음으로는 '과학기술의 사회적 문제 관심 갖기'가 9개 포함되어 있었는데, 예를 들면, '압축 공기 자동차가 대중화되는 데 필요한 조건은 무엇인지 생각해 보자', '유증기는 주유소 이외에도 기화하는 기름을 다루는 많은 곳에서 쉽게 발생한다. 유증기 때문에 발생하는 화재나 폭발 사고, 유증기가 우리의 건강이나 환경에 미칠 수 있는 영향 등 다양한 측면에서 문제점을 조사하고, 이를 해결하기 위한 방법을 알아보자'와 같이 과학기술의 사회적 문제에 대해 관심을 갖는 활동이 있었다. '스스로 지속적으로 학습하기'는 6개 포함되어 있었는데, 예를 들

***Table* 5.** Science core competency and subcomponent involved in assessment items in grade 7 science textbooks

Science Core Competency	Subcomponent \ Unit & Textbook	(4) Properties of Gas					(5) State of Substance					Total
		A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	
No competency		30	14	26	13	16	32	17	36	23	23	230
Scientific Thinking	Logical Thinking	11	26	30	35	39	21	27	27	42	25	283
	Critical Thinking	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Creative Thinking	0	3	0	2	0	0	2	0	0	2	9
	Subtotal	11	29	30	37	39	21	29	27	42	27	292
Scientific Inquiry	Asking Questions	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Planning and Carrying out Investigation	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	Analyzing and Interpreting Data	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Using Mathematical and Computational Thinking	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Developing and Using Models	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Engaging in argument with evidence	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Constructing Explanation	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	Obtaining, Evaluating, and Communicating Information	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Subtotal	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
Scientific Problem Solving	Identifying Problems	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	Collecting and Selecting Information	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	4
	Analyzing and Evaluating Information	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Suggesting Solutions	2	2	1	2	3	1	2	2	2	2	19
	Performing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Reflective Thinking	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rational Decision-Making	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Subtotal	2	2	1	2	5	2	2	2	2	5	25
Scientific Communication	Understanding and Coordinating diverse thoughts	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Using Various Communication Methods	0	2	2	4	5	2	2	1	4	7	29
	Understanding Information from Multi-Media	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Arguing based on Evidence	1	1	0	2	3	0	2	0	1	1	11
	Subtotal	1	3	2	6	8	2	4	1	5	8	40
Scientific Participation and Lifelong Learning	Being interested in Science, Technology, and Society Issues	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
	Using Computer and Science Technology	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Engaging in Self-Regulated Learning	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Subtotal	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
	Total	15	34	33	45	54	25	35	30	49	41	361

면 ‘궁금증을 해결하기 위해 다음 열쇠 글을 읽고 나의 학습 계획을 세워보자’, ‘물질의 상태 변화와 열에너지의 관계를 알 수 있도록 학습 계획을 세워보자’와 같이 학생이 학습 계획을 세우는 활동이 있었다.

교과서 평가 문항에 포함된 과학과 핵심역량과 하위요소

2015 개정 교육과정에 따른 중학교 과학 1 교과서 5종의 (4) 기체의 성질, (5) 물질의 상태 변화 단원의 평가 문항 553개에는 과학과 핵심역량의 하위요소가 361개 포함되어 있었다(*Table* 5). ‘과학적 사고력’이 292개로 49.41%이었고, ‘과학적 의사소통 능력’이 4개(6.77%), ‘과학적 문제해결력’이 25개(4.23%) 순으로 포함되어 있었다. 반면 ‘과학적 참여와 평생 학습 능력’은 2개(0.34%), ‘과학적 탐구능력’은 2개(0.34%)로 매우 적게 포함되어 있었다.

과학과 핵심역량이 반영되지 않은 문항은 전체 553개 중에서 230개로 약 40%를 차지하였다. 진술문을 제시하고 진위를 판단하는 O·X문제와 과학 법칙의 정의나 개념 설명의 일부분을 비워 두고 해당하는 적합한 단어를 써 넣는 완성형 문항이 많았다. 예를 들면, ‘기체의 입자가 용기 벽에 출동하면 압력이 생긴다 옳은 것은 O, 옳지 않는 것은 X로 표시하시오’, ‘물질을 이루고 있는 입자가 스스로 운동하여 멀리 퍼져 나가는 현상을 ( )이라고 한다’와 같이 옳고 그름을 묻는 문항이나 빈칸에 적합한 단어를 써 넣는 문항이 많이 포함되어 있었다. 학교 과학교과 평가에 대한

교사들의 인식을 조사한 선행연구(김경미와 김성원, 2002; 박현주, 2016; 양일호 외, 2008)에서도 학교에서 출제하는 평가 문항은 지식을 묻는 문항이 많이 출제되고 다양한 사고력과 과학적 태도에 관한 문항은 적다고 보고하였다.[28–30] 이러한 결과는 교과서에 있는 지식 위주의 평가 문항보다는 과학적 사고력이나 문제 해결력 등을 종합적으로 평가할 수 있는 문항을 더 많이 활용하는 교사의 노력이 필요함을 시사한다.[29,31]

교과서의 평가 문항에는 과학과 핵심역량의 하위요소 25개 중 11개가 포함되어 있었고 과학과 핵심역량별로 1~2가지 하위요소에 편중되어 있어 다양한 과학과 핵심역량의 하위요소를 평가하는데 한계가 있는 것으로 나타났다. 과학적 사고력이 포함된 평가 문항에는 '논리적 사고하기'가 283개로 가장 많이 포함되어 있었다. 예를 들면, '운동화를 신고 높은 곳에서 착지할 때 공기 주머니 속 기체 입자가 공기 주머니 안쪽 벽에 충돌하는 횟수의 변화를 설명해 보자', '고체 상태의 팔미트산을 가열할 때 팔미트산이 몇 ºC에서 융해될 지 예상하고 그 까닭을 설명하시오', '감압장치의 용기 안에 초콜릿파이를 넣고 용기 안의 공기를 뺐을 때 나타나는 현상을 설명한 것으로 옳은 것은?', '전자저울 위에 거름종이를 올려놓고 아세톤을 한 방울 떨어뜨렸다 이를 설명한 것으로 옳은 것은?'과 같이 현상을 예측하고 어떻게 변할지 과학 개념이나 이론을 토대로 논리적으로 추론하는 문항이 많이 있었다. 또한, 성취기준에 포함되어 있지 않았던 '창의적 사고하기'는 교과서의 활동과 평가 문항에 모두 포함되어 있는 것으로 나타났다. 예를 들면, '기체의 압력과 관련된 질문을 만들어 보고, 그 질문에 답해보자', '전기를 많이 사용하지 않는 밤에 얼음을 얼려 두었다가 냉방을 위한 전력 소모가 많은 한낮에 얼음을 녹여 건물 내부를 시원하게 만드는 방법이 이용되고 있다 미래에 내가 살 집을 설계한다면 냉난방에 필요한 전기 에너지를 아끼기 위해 상태가 변할 때 출입하는 열에너지를 어떻게 이용할지 계획해 보자'와 같이 학습한 이론과 관련된 질문을 만들어 보거나 독특하고 창의적인 문제 해결책을 제시하는 문항이 있었다. 반면 '비판적 사고하기'는 활동에는 포함되어 있었지만 성취기준과 평가 문항에는 포함되어 있지 않아 '비판적 사고하기'를 평가하고 부족한 부분을 보충하여 후속 교수-학습을 계획할 기회가 주어지지 않는 것으로 보인다.

과학적 탐구 능력이 포함된 평가 문항에는 '탐구 설계와 수행'이 1개 포함되어 있었고 '결론 도출 및 평가'가 1개 포함되어 있었다. 예를 들면, '삶은 달걀보다 입구의 크기가 약간 작은 병에 삶은 달걀을 넣기 위한 탐구를 수행하려고 한다 다음 준비물을 사용하여 실험을 설계해 보자', '삶은 달걀이 병 안으로 들어가는 원리를 설명해 보자'와 같이 문제에서 주어진 탐구문제를 해결하기 위한 실험을 설계하고 결과를 바탕으로 과학적 증거나 원리를 적용하여 설명을 구성하는 문항이 포함되어 있었다. 과학 교과의 중간·기말고사 문항을 분석한 여러 선행연구(박현주와 정영은, 2011; 오현석과 이기영, 2006)는 지식 관련 문항의 비율이 높고 탐구 관련 문항의 비율이 매우 낮았다고 보고하였다.[32,33] 본 연구에서도 과학적 탐구 능력에 관련된 문항이 매우 적고 과학적 탐구 능력 중 '탐구 설계와 수행'과 '결론 도출 및 평가'만 포함되어 있는 것으로 나타났다. 또한, 교과서의 활동에는 과학과 탐구 능력의 하위요소가 모두 포함되어 있었지만 평가 문항에는 '탐구 설계와 수행'과 '결론 도출 및 평가'만 포함되어 있었다.

과학적 문제 해결력이 포함된 평가 문항에는 '문제 해결 방안 제시하기'가 19개로 가장 많이 포함 되어 있었다. 예를 들면, '에어컨을 겨울에 난방기로 사용할 수 있는 방법을 설명하시오', '수도 계량기 동파 예방 방법에는 무엇이 있을지 설명하시오', '비가 오는 날에는 자동차 유리창에 김이 서려 앞이 잘 보이지 않는다 자동차 유리창에 서린 김을 없애는 방법을 생각해 보고, 그 원리를 설명해 보자'와 같이 일상생활에서 발생할 수 있는 문제 상황을 제시하고 이를 해결하는 방법을 제시하도록 하는 문항이 있었다. 그 다음으로는 '정보와 자료를 수집 및 선택하기'가 4개 포함되어 있었다. 예를 들면, '다양한 자료를 조사하여 항아리 냉장고와 같이 전기를 이용하지 않고도 음식물을 시원하게 보관할 수 있는 장치를 제작해 보자', '우리가 버린 금속을 종류별로 따로 모아 융해하여 액체로 만든 후 액체 상태가 된 금속을 틀에 부어 원하는 모양으로 응고시키면 다양한 물건을 만들 수 있다 분리 수거한 금속 캔을 재활용할 때 이로운 점은 무엇인지 조사해 보자'와 같이 문제 해결을 위해 필요한 자료나 일상생활의 문제와 관련된 정보를 조사하고 수집하는 문항이 있었다. 반면 '정보와 자료를 분석 및 평가하기', '반성적 사고하기'는 교과서 활동에 포함되어 있었으나 성취기준과 평가 문항에는 포함되어 있지 않았다. 교과서 개발과 평가의 근거에 되는 성취기준에 '정보와 자료를 분석 및 평가하기', '반성적 사고하기'가 포함되지 않아 교과서의 평가 문항 구성에 영향을 미친 것으로 보인다.

과학적 의사소통 능력이 포함된 평가 문항에는 '말·글·그림·기호 등 다양한 의사소통 방법 사용하기'가 29개로 가장 많이 포함되어 있었다. 예를 들면, '이 단원에서 배운 핵심 단어를 이용하여 생각 지도를 완성해 보자', '빈칸을 채워 보고 나만의 생각그물을 그려보자'와 같이 학습한 과학 개념을 글, 그림, 그래프, 기호 등을 사용하여 표현하도록 하여 개념과 개념 사이 관계를 이해하고 있는지 평가하는 문항이 있었다. '모둠별로 장치를 제작한 후 다음 내

용이 포함된 자료를 만들어 발표해 보자'와 같이 제작한 작품의 제작과정, 설계도, 성능, 원리 등을 글, 그림, 기호 등 다양한 양식을 사용하여 발표하도록 하는 문항도 있었다. 그 다음으로는 '증거에 근거하여 논증하기'가 11개 포함되어 있었는데, 예를 들면 '겨울에 새집으로 이사를 하면 창문을 닫고 난방을 하여 실내 온도를 높이는 때가 많다 이때 새집 증후군이 나타나기 쉬운데, 그 까닭과 해결 방법은 무엇인지 (가)와 (나)를 근거로 설명해 보자', '스탠드에 고정된 피펫의 끝에 액체 방울이 맺혀 있다 다른 도구를 이용하거나 입으로 불지 않고 피펫의 끝에 맺힌 액체를 빼내기 위한 방법을 생각해 보고, 그렇게 생각한 까닭을 함께 설명해 보자'와 같이 해결 방법과 이유를 설명하도록 하여 과학적 증거에 근거하여 설명을 정당화할 수 있는지 평가하는 문항이 있었다. 성취기준에 포함되어 있지 않았던 '컴퓨터·시청각 기기 등 다양한 매체 속 정보 이해하기'는 교과서의 활동에는 있었으나 평가 문항에는 포함되어 있지 않았다.

과학적 참여와 평생 학습 능력이 포함된 평가 문항에는 '과학기술의 사회적 문제 관심 갖기'만 2개 포함되어 있었다. 예를 들면, '미래에 내가 살 집을 설계한다면 냉난방에 필요한 전기 에너지를 아끼기 위해 상태가 변할 때 출입하는 열에너지를 어떻게 이용할지 계획해 보자', '상태 변화 물질을 이용하여 에너지를 절약하거나 우리 생활에 도움이 될 제품을 생각하여 개발서를 만들어 보자'와 같이 미래 사회에 영향을 미칠 수 있는 과학기술의 사회적 또는 공동체적 문제에 관심을 갖고 문제 해결방안을 제시하도록 하는 문항이 있었다. 성취기준에 포함되어 있지 않았던 '최신 과학기술 활용하기'와 '스스로 지속적으로 학습하기'는 활동에 포함되어 있었고 평가 문항에는 포함되어 있지 않았다. 2015 개정 과학과 교육과정은 '과학 학습의 즐거움과 과학의 유용성을 인식하여 평생 학습 능력을 기른다'를 목표로 제시하며 '과학적 참여와 평생 학습 능력'을 강조하고 있으나 본 연구의 결과 성취기준에는 과학적 참여와 평생 학습 능력의 하위요소가 전혀 포함되어 있지 않았고, 교과서의 활동과 평가 문항에 체계적으로 구성되어 있지 않은 것으로 보인다.

결론 및 제언

본 연구에서는2015 개정 과학과 교육과정의 중학교 1학년 물질의 성질과 물질의 변화 영역인 (4)기체의 성질, (5) 물질의 상태 변화 단원의 성취기준과 과학 1 교과서에 포함된 활동과 평가 문항을 과학과 핵심역량과 하위요소로 분석하였다. 2015 개정 과학과 교육과정의 중학교 1학년 (4) 기체의 성질, (5) 물질의 상태 변화 단원의 성취기준에는 '과학적 참여와 평생 학습 능력'이 전혀 포함되어 있지 않았고, 이는 2015 개정 과학과 교육과정의 물리 영역의 성취기준을 분석한 박나무(2016)의 연구 결과와 일치하는 것이다.[14] 2015 개정 과학과 교육과정은 "과학 학습의 즐거움과 과학의 유용성을 인식하여 평생 학습 능력을 기른다(교육부, 2015c, p.4)"를 목표로 제시하며 '과학적 참여와 평생 학습 능력' 함양을 강조하고 있다. 그러나 (4)기체의 성질, (5) 물질의 상태 변화 단원의 성취기준은 이러한 과학 교육의 목표의 관점에서는 미흡하고 볼 수 있다. 또한, 성취기준에는 과학과 핵심역량별 일부 하위요소만 포함되어 있어 여러 가지 하위요소를 통해 다양한 맥락에서 과학과 핵심역량을 함양할 수 있는 학습 활동의 지침이 되기에 부족함을 시사한다.

2015 개정 과학과 교육과정의 중학교 1학년 물질의 성질과 물질의 변화 영역인 (4) 기체의 성질, (5) 물질의 상태 변화 단원의 성취기준에서 '과학적 탐구 능력'이 강조되고 있으며, 교과서의 활동도 '과학적 탐구 능력' 위주의 활동으로 구성되어 있었다. 반면, 교과서의 평가 문항에는 '과학적 사고력'이 가장 많이 포함되어 있고 '과학적 탐구 능력'은 매우 적게 포함되어 있어 '과학적 탐구 능력'을 평가할 수 있는 평가 문항은 제한적인 것으로 나타났다. 평가가 교육 목표가 어느 정도 실현되었는지를 밝힌다는 점에서 중학교 과학 1 교과서의 (4) 기체의 성질, (5) 물질의 상태 변화 단원의 평가 문항은 과학적 탐구 능력이 함양되었는지 판단하기에는 한계가 있다. 따라서 과학 교사는 교과서의 평가 문항에 부족하게 포함되어 있는 '과학적 탐구 능력'을 지필평가 외에 관찰, 보고서, 면담, 포트폴리오 등의 다양한 방법을 이용하여 평가하고, 과학적 탐구 능력의 다양한 하위요소에 대하여 적절한 피드백을 제공하여 학생들의 과학적 탐구 능력이 향상될 수 있도록 지도하여야 할 것이다.[34]

교과서의 활동에는 과학과 핵심역량별로 다양한 하위요소가 포함되어 있었으나 평가에는 특정 하위요소만 포함되어 있어 교과서의 활동과 평가 문항이 일관성 있게 이루어지지 않은 것으로 보인다. 학생들이 다양한 활동을 통해 과학과 핵심역량의 여러 가지 하위요소를 함양할 수 있는 기회가 주어졌음에도 불구하고 이와 연계된 평가가 이루어지지 않아 과학과 핵심역량의 하위요소가 함양되었는지 확인하고 부족한 부분을 보충하는 후속 교수-학습 활동을 계획할 기회가 주어지지 않을 수 있다. 또한, 성취기준에 포함되어 있지 않았던 몇몇 하위요소가 활동에는 포함되어 있었으나 평가 문항에는 포함되어 있지 않은 것으로 나타난 결과는 성취기준과 교과서의 활동과 평가가 일관성 있게 이루어지기 위해서 학생들이 배워야 할 내용과 수업 활동의 기준을 성취기준에 구체적으로 진술할 필

요가 있음을 시사한다. 즉, 성취기준에 무엇을 가르치고 평가하는지에 대한 지침이 구체적이고 정교하게 제시될 필요가 있으며, 교사는 교수-학습과 평가가 일관성 있게 이루어질 수 있도록 교과서의 활동에 반영된 과학과 핵심역량의 하위요소를 평가 할 수 있는 다양한 평가 방법을 활용해야 함을 시사한다.

교과서의 활동에는 성취기준과 평가 문항보다 다양한 과학과 핵심역량의 하위요소가 포함되어 있었다. 예를 들어, 교과서의 활동 중 '상태 변화 물질을 이용하여 에너지를 절약하거나 우리 생활에 도움이 될 제품을 생각하여 개발서를 만들어 보자'에서 일상생활에서 해결 할 문제를 탐색 · 확인하고 문제를 정의하는 과학적 문제 해결력의 '문제 발견하기'와 과학기술이 우리 생활에 미치는 영향에 대해 관심을 갖는 과학적 참여와 평생 학습 능력의 '과학기술의 사회적 문제 관심 갖기'를 수행하게 된다. 또한 과학적 사고력의 '창의적 사고하기'를 통해 생활에 도움이 될 만한 독창적인 제품을 생각해 내고 개발서를 만들며 과학적 문제 해결력의 '문제 해결방안 제시하기'를 수행하게 된다. 이처럼 교과서의 하나의 활동은 다양한 과학과 핵심역량 뿐만 아니라 여러 가지 하위요소를 함양할 수 있도록 구성되어 있었다. 조혜숙과 남정희(2014), 조희와 최애란(2015)은 과학적 탐구 능력의 '증거에 기초한 토론과 논증'을 통해 자신의 주장을 정당화하고 서로의 주장을 반박하며 과학적 사고력의 '논리적 사고하기'와 '비판적 사고하기'를 할 수 있다고 하였다.[35,36] 또한, 이진숙 외(2017)도 과학과 핵심역량의 설명에 제시된 키워드로 성취기준을 Gephi 0.8.2 프로그램을 이용하여 코딩하여 과학과 핵심역량의 출현 빈도와 연결 정도를 알아본 연구에서 과학과 핵심역량이 서로 긴밀하게 연결되어 있다고 하였다.[21] 이러한 관점에서 교수-학습 활동뿐 아니라 이와 연계된 평가 방법을 개발할 때에도 과학과 핵심역량별로 다양한 하위요소가 서로 긴밀하게 연결되도록 구성할 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구에서 분석한 2015 개정 과학과 교육과정의 성취기준과 각 출판사 교과서의 활동 및 평가 문항은 개발 주체가 다르다는 한계가 있다. 또한 본 연구는2015 개정 과학과 교육과정의 중학교 1학년 물질의 성질과 물질의 변화 영역의 성취기준과 과학 1 교과서의 활동과 평가 문항을 대상으로 하였기 때문에 연구 결과를 중학교 과학 모든 단원에 일반화 하는 데는 한계가 있다. 이에 중학교 과학 2, 3 그리고 물리, 화학, 생명과학, 지구과학을 대상으로 한 후속 연구도 의미 있는 시사점을 제시할 수 있을 것이다. 또한, 학생들이 수행하는 학습 활동지나 국가수준 학업성취도 평가 문항에 어떠한 과학과 핵심역량이 반영 되어 있는지 알아보는 후속 연구도 의미 있을 것이다.

Acknowledgments. Publication cost of this paper was supported by the Korean Chemical Society.

REFERENCES

1. Ministry of Education. *The 2015 Revised National Curriculum*; Seoul, Korea, 2015.
2. So, K. H. *The Journal of Curriculum Studies* **2015**, *33*, 199.
3. Paik, N. J. *The Journal of Curriculum Studies* **2014**, *32*, 163.
4. Choi, J. I.; Paik, S. H. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2015**, *35*, 277.
5. Kim, P. G. *The Journal of Curriculum Studies* **2005**, *23*, 91.
6. Choi, K. H.; Kim, S. J. *Journal of the Korean Association for Science Education* **1996**, *16*, 303.
7. Kwak, Y. S. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2012**, *32*, 855.
8. Kim, S. Y.; Jeong, E. Y. *The Journal of Curriculum and Evaluation* **2017**, *20*, 53.
9. Choi, M. J.; Choi, A. R. *Journal of the Korean Chemical Society* **2016**, *60*, 436.
10. Jeon, Y.; Choi, A. R. *Journal of the Korean Chemical Society* **2016**, *60*, 59.
11. Kim, M. J.; Hong, J. E.; Kim, S. H.; Lim, C. S. *Journal of Science Education* **2017**, *41*, 318.
12. Tyler, R. W. *Basic Principles of Curriculum and Instruction*; University of Chicago Press: Chicago, 1949.
13. Cronbach, L. J. *Essentials of Psychological Testing*, 3rd ed.; Harper and Row: New York, 1970.
14. Park, N. M. *Comparative Analysis of Achievement Standards of Physics Part in the 7th and 2015 Revision Science Curriculums : Focused on Bloom's Revised Taxonomy of Educational Objectives and Science Core Competency.* M.D. Thesis, Chosun University: Korea, 2016.
15. Song, S. C.; Shim, K. C. *Biology Education* **2018**, *46*, 222.
16. Choi, S. S. *A Study on the Analysis of the Evaluation Ratio of Science Core Competence by Analyzing the Question of CSAT Physics I according to 2009 Revised Curriculum.* M.D. Thesis, Incheon National University: Korea, 2017.
17. Yun, D. U.; Ko, E. A.; Choi, A. R. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction* **2018**, *18*, 1301.
18. Park, E. M.; Kang, S. H.; *Journal of the Korean Association for Science Education* **2007**, *27*, 225.
19. Lee, J. W.; Choi, A. R. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction* **2017**, *17*, 85.
20. DeBoer, G. E. *Journal of Research in Science Teaching* **2000**, *37*, 582.
21. Lee, J. S.; Kim, E. J.; Kim, D. H. *Journal of Curriculum Integration* **2017**, *11*, 1.
22. Kang, N. H.; Lee, E. M. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2013**, *33*, 132.
23. Kim, S. S. *The Journal of the Korean Society for the Gifted and Talented* **2010**, *9*, 37.

24. Kim, H. R.; Choi, S. Y.; Lee, K. J. *Journal of Korean Elementary Science Education* **2014**, *33*, 700.
25. Park, Y. S. *A Study for Propriety of Resonable Model of Making Decision in Social Studies*. M.D. Thesis, Gyeongin National University of Education: Korea, 2001.
26. Kim, Y. S.; Seo, H. J. *Research in Social Studies Education* **2011**, *19*, 1.
27. Han, C. H. *Research in Social Studies Education* **2012**, *19*, 65.
28. Kim, K. M.; Kim, S. W. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2002**, *22*, 540.
29. Park, H. J. *Teacher Education Research* **2016**, *55*, 389.
30. Yang, I. H.; Na, J. C.; Lim, S. M.; Lim, J. K.; Choi, H. D. *Journal of Korean Elementary Science Education* **2008**, *27*, 221.
31. Paik, S. H.; Ryu, H. J. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2014**, *34*, 593.
32. Park, H. J.; Jung, Y. E. *Studies in Educational Research* **2011**, *32*, 57.
33. Oh, H. S.; Lee, K. Y. *The Journal of Curriculum & Evaluation* **2006**, *9*, 405.
34. Noh, T. H.; Lee, J. W.; Kang, S. J.; Kang, H. S. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2015**, *35*, 725.
35. Cho, H. S.; Nam, J. H. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2014**, *34*, 583.
36. Jo, H.; Choi, A. R. *Journal of the Korean Chemical Society* **2015**, *59*, 69.