

탐구보고서에 기반한 화학교사의 과학 역량 평가 실태 분석

김현정 · 김성기^{†,*}

공주대학교

[†]한국교육과정평가원

(접수 2021. 1. 14; 게재확정 2021. 4. 5)

Analysis on Actual Condition of Chemistry Teachers' Scientific Competency Assessment Based on Inquiry Report

Hyunjung Kim and Sungki Kim^{†,*}

Kongju National University, Chungcheongnam-do 32588, Korea.

[†]Korea Institute for Curriculum and Evaluation, Jincheon 27873, Korea. *E-mail: mcarey2000@kice.re.kr

(Received January 14, 2021; Accepted April 5, 2021)

요 약. 이 연구는 탐구보고서에 기반하여 화학교사의 학생 역량 평가 실태를 알아보았다. 이를 위해 2020학년도 1급 화학 정교사 연수를 수행한 2개의 대학에서 연수를 수강한 화학교사를 대상으로 탐구보고서를 수집하였다. 교사들이 탐구보고서를 통해 학생의 어떠한 역량을 평가하고 있는지를 국가수준학업성취도 평가틀에서 제시한 과학과 교과 역량을 이용하여 분석하였다. 총 63명의 화학교사 탐구보고서를 수집하였으며, 이를 역량별, 각 역량의 하위 요소별, 세부 요소별로 분석하여 실태를 분석하였다. 연구결과, 대부분의 화학교사들은 탐구보고서를 통해 '과학적 탐구 및 문제 해결 능력'을 평가에 반영하고 있었다. 지필평가를 통해 주로 평가하는 '과학 원리의 이해 및 적용 능력'은 탐구 시작 시 선수학습의 확인으로 일부 사용되고 있었으며, '과학적 의사소통 능력'을 평가 하는 비중은 크지 않았다. 탐구보고서를 통해 '과학적 탐구 및 문제 해결력'의 경우 '탐구 설계 및 수행', '자료의 분석과 해석', '결론 도출 및 해결 방안 제시'가 주로 평가되고 있었으며, '문제 발견 및 인식'과 '모형의 개발과 사용'은 거의 평가되지 않는 것으로 나타났다.

주제어: 탐구보고서, 화학교사, 역량

ABSTRACT. This study investigated the condition of chemistry teacher's student competency assessment based on the inquiry report. To this end, an inquiry report was collected for chemistry teachers who took the training at two universities that conducted the 2020 first-class chemistry teacher training. The science subject competencies presented in NAEA analysis framework was used to analyze what kind of competencies teachers assess students through inquiry reports. A total of 63 chemistry teachers submitted inquiry reports, which were analyzed by competency, sub-element of each competency, and detail element to analyze the actual situation. As a result of the study, most chemistry teachers reflected their 'scientific inquiry and problem-solving ability' in their evaluation through inquiry reports. 'Ability to understand and apply scientific principles', which is mainly evaluated through paper-based evaluation, was partially used as confirmation of prerequisite learning at the beginning of the inquiry and the weight of evaluating 'scientific communication skill' was not large. In 'scientific inquiry and problem-solving ability' through inquiry report, 'design and conduct explorations', 'data analysis and interpretation' and 'drawing conclusion and suggesting solution' were mainly assessed. However, 'discover and recognize problems' and 'development and use of model' were hardly assessed.

Key words: Inquiry report, Chemistry teacher, Competency

서 론

과학의 발전과 역동적인 환경 변화 속에서 지식이 폭발적으로 증가하고 있어 이제 더 이상 학교는 단편적인 지식을 학생들에게 전수하는 것이 무의미할 뿐만 아니라 가능하지도 않게 되었다. 이러한 상황 속에서 지식 전달에서 벗어나 미래 사회를 살아가기 위해 필요한 역량을 기르기 위한 학교 교육에 대한 고민은 DeSeCo 프로젝트¹

를 시작으로 많은 국가의 교육과정 변화로 이어졌다.² 이런 흐름에 발맞추어 우리나라의 2015 개정 교육과정에서도 미래 사회에 적합한 총론 수준의 핵심 역량과 교과에서 함양해야 하는 교과 역량이 제시되었으며, 이를 함양할 수 있도록 수업과 평가의 혁신을 강조하고 있다.^{3,4} 이에 학교 현장에서는 교육과정의 성취기준에 근거하여 수업과 평가의 일관성을 유지하여 배운 내용을 평가하되, 학습의 결과 뿐 아니라 학습의 과정을 평가하여 학생의 자

기 성찰과 성장을 지원하는 과정 중심 평가를 강조하고 있다.³

과학은 모든 학생이 과학 개념의 이해와 과학적 탐구 능력 및 태도 함양을 통해 창의적인 문제 해결력을 기르는 교과로, 과학 과목은 과학 탐구를 특징으로 다른 과목과 구별된다.⁴ 과학 탐구는 오랜 시간동안 과학 교육의 중심이었으며, 세계 각국에서 학생들에게 탐구 능력의 향상을 지속적으로 강조하고 있다.^{5,6} 우리나라 역시 지속적으로 탐구·실험 중심의 과학교육 활성화를 정책적으로 지원하고 있다.⁷ 그러나 대표적인 역량 평가인 PISA(Programme for International Student Assessment, 이하 PISA)의 과학 성취를 살펴보면 우리나라는 ‘과학 탐구의 설계 및 평가’에 해당하는 범주의 정답률이 다른 역량의 하위 범주에 비해 지속적으로 낮게 나타나고 있으며, PISA 성취 상위국인 싱가포르, 일본, 캐나다, 에스토니아, 핀란드와 비교해서도 정답률이 매우 낮은 편으로 나타났다.⁸

우리나라 학생들은 교육과정 기반의 이해도를 묻는 TIMSS(Trends in International Mathematics and Science Study, 이하 TIMSS)에서는 최상위 성적을 유지하고 있으나, 역량 기반 평가인 PISA에서는 TIMSS에 비해 성취가 낮다. 이에 PISA에서의 성취를 분석하여 우리나라 학생들이 부족한 역량을 분석한 결과, 우리나라 학생들은 역량 중 ‘과학 탐구의 설계 및 평가’에 해당하는 범주의 정답률이 낮으며, 지식 중 ‘인식론적’ 지식에 해당하는 정답률이 낮게 나타났다.⁸ 우리나라 학생들의 정답률이 낮은 문항들은 ‘제시된 과학적 연구에서 탐구된 질문 인식하기’, ‘제시된 질문을 과학적으로 탐구할 방법 제안하기’, ‘제시된 질문을 과학적으로 탐구할 방법 평가하기’, ‘자료의 신뢰성과 설명의 객관성 및 보편성을 확보하기 위해 과학자들이 사용하는 다양한 방법을 설명하고 평가하기’, ‘과학에서 자료와 추론에 의해 과학적 주장이 지지되는 방법, 측정 오차가 과학적 지식의 신뢰도에 미치는 영향’, ‘물리적인 체계 및 추상적 모형의 사용 및 역할과 그것의 한계’ 등으로⁹ 우리나라의 과학 수업에서 이에 대한 교육과정 내용 및 관련 평가가 부족할 수 있다는 우려가 있다.

이에 2015 개정 교육과정에서 강조하는 교과 역량을 함양하고 역량 함양을 평가할 수 있는 방법을 고민하는 현 시점에서, 과학교사들이 교실 수업에서 실제 어떠한 역량을 평가하는지에 대한 분석이 필요하다. 특히, 과학교사 중 화학교사를 대상으로 한 과학과 역량 평가 실태 분석은 화학교사에 대한 구체적인 연수 방안이나 예비 화학교사를 위한 교육과정에 대한 논의를 도출할 수 있다는 점에서 의미가 있다. 최근 2015 개정 교육과정의 현장 적용에 따라 실제 과학 수업에서 교과 역량을 함양할 수 있는 교수법과 평가 방법에 대한 관심이 많아지고 있으며, 이를 파악하

기 위하여 교육과정 성취기준 또는 교과서들에 반영된 교과 역량을 분석하거나 학교에서 이루어지는 평가에서의 교과 역량의 반영을 분석하는 연구들이 이루어졌다.^{10,11} 그러나 교과서를 기반으로 수업을 진행할 경우 교과서에서 강조하고 있는 교과 역량을 함양하는 수업이 진행될 수는 있으나 이것이 실제 평가로 이어지는지는 파악할 수가 없다. 일반적으로 학교에서 평가되지 않는 것은 학생들은 이를 중요하지 않게 생각할 수 있어 실제 수업에서 이루어지는 평가에서 측정하는 교과 역량에 대한 분석이 필요하다. 학교에서 이루어지는 지필평가는 과학 지식의 이해를 주로 평가하므로, 학교에서 다양한 역량을 함양하고 학생들의 전인적 성장을 유도하기 위하여 과정중심평가가 강조됨에 따라 현장에서 이루어지는 평가에 대한 중요성이 대두되고 있다.¹² 과학에서 주로 실행하는 과정중심평가는 탐구활동과 관련된 것이며, 이때 교사는 자신이 제작한 탐구보고서를 활용하여 탐구보고서 평가를 진행하는 경우가 많다. 때문에 작성된 보고서를 통해 교사가 어떠한 평가 요소를 평가하고자 하는지를 간접적으로 탐색할 수 있는 도구가 될 수 있어 탐구보고서를 이용한 여러 연구가 수행되었다.¹³⁻¹⁶ 탐구보고서를 이용하여 탐구활동에서 변인이 어떻게 설정되었는지¹³ 또는 탐구보고서는 어떠한 특성이 있는지¹⁴를 탐색하였다. 교사가 확장된 탐구를 한다면 탐구보고서 기반 탐구활동을 통해 학생의 탐구 동기를 변화시킬 수 있는지를 살펴보기도 하였다.¹⁵ 또한, 영재교육원 학생들을 대상으로 탐구보고서를 통해 학생들의 ICT 활용을 실태를 분석하였다.¹⁶ 이와 같은 탐구보고서 관련 선행연구들은 탐구보고서를 통해 교사의 의도를 간접적으로 엿볼 수 있어 교사교육에 대한 시사점을 도출할 수 있었다. 기존의 탐구보고서 관련 선행연구는 수업 측면에 초점을 두었다면, 본 연구는 학생 평가 상황 맥락에 초점을 둔다는 점에서 차이가 있다.

현재 과학교사가 수행하는 평가에서 역량과 관련된 연구는 질적 연구로 역량 평가에 대한 사례를 살펴 보거나,¹⁷ 이론적으로 역량 평가의 모형을 탐색하거나,^{18,19} 교수학습 방법적 측면을 통해 학생의 역량을 신장시키는 방안을 연구하는 수준에 머물러 있다.²⁰ 통합과학과 과학탐구 실험의 탐구활동 평가를 통해 과학과 교과 역량을 분석한 연구²¹가 있으나 이는 학교 알리미 홈페이지에 정보 공시된 평가 계획서에 제시된 채점 기준만을 분석 대상으로 연구하였기 때문에 다소 한계가 있다. 왜냐하면, 계획서에 제시된 채점 기준을 이해하기 위해서는 이 기준이 반영된 탐구보고서와 같은 실제 평가 대상이 필요하지만 학교 알리미에 공시된 정보는 대략적인 채점 기준만을 제시하기 때문에 실제로 어떻게 이 기준이 적용되는지 알 수 없기 때문이다. 학교 현장은 수업과 평가가 분리

되지 않고, 평가가 수업 속으로 들어와 학습의 결과뿐만 아니라 학습의 과정을 평가할 수 있도록 평가의 역할이 바뀌고 있다. 2015 개정 교육과정에 의하면 과정중심 평가는 학생들이 참여한 수업 활동과 연계하여 실시하여야 하고, 학습 과정을 학생 성장 중심으로 기록할 것을 제시하고 있다.³ 이에 과학 과목의 대표적인 과정중심평가 방법이며, 학생들이 수업시간에 활동한 탐구 활동을 기반으로 한 탐구보고서를 이용한 평가를 통해 화학교사들이 평가에서 주로 어떤 평가 요소들을 평가하기를 계획했는지 살펴보고, 이를 바탕으로 과학 수업에서 길러지는 과학 교과 역량을 간접적으로 살펴보는 것이 가능하다. 이에 본 연구는 화학교사들의 탐구보고서를 역량별, 각 역량의 하위 요소별, 세부 요소별로 분석하여, 탐구 활동을 통해 화학교사들이 실질적으로 평가하고 있는 교과 역량의 실태를 알아보고 이를 바탕으로 향후 화학교사의 역량 평가를 위한 시사점을 도출하고자 한다.

연구 방법

분석 대상

본 연구는 중부지역에 위치한 2개 대학에서 2020년 화학 1급 정교사 연수를 수강하는 교사를 대상으로 하였다. 화학교사들이 수업 활동과 연계한 평가에서 주로 활용하는 탐구보고서를 분석하여 연수에 참여한 화학교사들이 과학 수업 과정에서 평가하는 요소들을 분석하고자 하였다. 화학교사들에게 수행평가에서 사용하는 탐구보고서를 활용하여 수업에서 주로 평가하는 평가 요소들을 분석하고자 한다는 의도를 설명한 후, 수행평가에 사용한 탐구보고서 중 보인이 수업에서 주로 평가하는 요소들을 살펴볼 수 있는 가장 대표적인 것을 제출하도록 하였다. 연수 참여자 중 63명의 화학교사가 자신이 대표적으로 사용하는 탐구보고서를 분석 대상으로 사용하는 것에 동의하였으며, 이렇게 표집된 교사는 중학교에 근무한 교사는 40명(63.5%)이었으며, 고등학교에 근무한 교사는 23명(36.5%)이었다. 대부분의 화학교사들은 대표적인 탐구보고서 1종을 제출하였으며, 일부 화학교사의 경우 2~3종의 탐구보고서를 제출하기도 하였다. 복수의 탐구보고서를 제출한 경우, 대표적인 1종에 대해서만 분석 대상으로 삼았다. 복수의 탐구보고서를 제출한 경우, 대표적인 1종에 대해서만 분석 대상으로 삼았다. 탐구보고서의 경우 해당 단원이나 차시의 수업 목적에 따라 평가하고자 하는 평가 요소가 달라질 수 있어 교사별로 대표적 탐구보고서 1종을 분석하여 일반화하는 것은 다소 한계가 있으나 교실수업에서 화학교사가 주로 평가하고자 하는 역량의 하위 요소들을 살펴보고자 하였다.

분석틀

교육부는 2015 개정 교육과정의 총론에서 학교 교육 전 과정을 통해 중점적으로 기르고자 하는 6가지 핵심역량을 발표하였다. 또한, 이 6가지 핵심역량은 각 교과에서 교과의 특수성이 반영된 교과 역량을 통해 발현되도록 하였다. 2015 과학과 개정 교육과정에서는 과학과 교과 역량으로 ‘과학적 사고력’, ‘과학적 탐구 능력’, ‘과학적 문제 해결력’, ‘과학적 의사소통 능력’, ‘과학적 참여와 평생 학습 능력’을 제시하고 있다. 하지만 총론의 핵심역량과 과학과 교과 역량간의 관계를 분석한 김인숙 등²²은 과학과 교과 역량별 하위요소를 개발하면서 과학과 교과 역량별 하위요소 간의 중첩이 발생하기도 하여, 2015 과학과 개정 교육과정에서 제시된 5가지 교과 역량이 분명하게 구분되지 못함을 지적하였다.

한편, 2015 개정 교육과정에 따른 국가수준학업성취도(National Assessment of Educational Achievement, 이하 NAEA) 출제 방안을 연구한 동효관 등²³은 과학과 교과 역량을 반영한 과학과 평가틀을 제안하면서 ‘과학적 사고력’, ‘과학적 탐구 능력’, ‘과학적 문제 해결력’은 평가 요소 측면에서 중복되고 유사하여 ‘과학적 탐구 및 문제 해결력’으로 통합된 역량을 제시하였다. 이러한 통합은 김인숙 등²²이 제시한 3가지 역량간 중첩 문제와 유사하다. NAEA의 역량을 반영한 평가틀²³은 ‘과학적 의사소통 능력’은 과학과 평가 역량으로 그대로 활용하였으며, ‘과학적 참여와 평생 학습 능력’은 평가틀에서 제외하였다. 또한, 과학교과의 기본 역량으로 평가가 필요하다고 판단하여 ‘과학적 원리의 이해 및 적용 능력’을 추가하여 총 3가지의 역량과 평가 하위 요소 및 세부 요소를 Table 1과 같이 제시하였다. 본 연구에서는 학교 평가에서 측정되는 역량을 구체적으로 살펴보기 위하여, 2015 개정 과학과 교육과정의 교과 역량을 반영하여 평가 요소를 제시한 NAEA의 평가틀을 분석에 활용하였다.

분석방법

수합된 탐구보고서는 Table 1에 제시된 A1~J4까지 37개의 세부 요소에 대해서 탐구보고서에 제시된 부분이 있는지를 과학교육 박사 2인과 화학교사 1인이 독립적으로 기록하였다. 이후 각각의 분석결과에 대한 일치도를 점검하였다. 3인의 판정에 불일치가 보인 부분에 대해서는 3인이 자료를 반복적으로 분석하고 논의하는 과정을 통해 자료의 본질을 잘 포착할 수 있는 합의 과정을 거쳤다.²⁴

이렇게 세부 요소별로 정리된 각 탐구보고서에 대해서 Fig. 1에 제시된 바와 같이 3가지 분석을 수행하였다. 먼저, 세부 요소별 반영여부에 대한 빈도 분석을 실시하였다.

Table 1. The framework of science assessment for NAEA

Competency	Sub-element	Detail element
Ability to understand and apply scientific principles	A. Understanding	A1. Stating the meaning of a concept in different forms (in different ways)
		A2. Understanding the relationship between concepts
		A3. Explaining the scientific principles involved in a phenomenon
	B. Applying	B1. Using concepts in new situations
		B2. Solving problems using concepts
		B3. Finding an example in which a given concept is utilized
Scientific inquiry and problem solving ability	C. Discover and recognize problems	C1. Understanding the nature and meaning of the problem
		C2. Recognizing the basic premise or assumption of a problem situation
		C3. Asking questions to clarify the problem
		C4. Deriving or recognizing research problems in a given situation
		C5. Understanding the assessment criteria or limitations
	D. Design and conduct explorations	D1. Find dependency variables, independent variables, and control variables appropriate for the research hypothesis
		D2. Designing experiments considering the relationship between independent and dependent variables
		D3. Selecting appropriate measurement methods and tools for data collection
		D4. Correct manipulation of the laboratory to achieve the experimental goal
		D5. Objectively representing observations, measurements
		D6. Considering the type, amount, accuracy and precision of the data needed to obtain reliable measurements
	E. Data analysis and interpretation	E1. Classifying data according to its characteristics
		E2. Displaying collected data in various forms, such as tables and graphs
		E3. Identifying trends and regularity of data
		E4. Understand the limits of data analysis
	F. Mathematical thinking and computer utilization	F1. Create and modify computerized models or simulations using digital tools
		F2. To describe or support a phenomenon using mathematical, computerized, and algorithmic representations
		F3. Analyzing data using statistics and probability concepts
	G. Development and use of model	G1. Developing a model based on evidence
		G2. Using a model to represent or predict relationships between components of a system
		G3. Designing model validation and evaluating model limitations
	H. Drawing conclusion and suggesting solution	H1. Constructing a valid explanation based on evidence
		H2. Determining the validity and reliability of the inquiry process and conclusions through reflective thinking
		H3. Constructing explanations or designing solutions to problems based on evidence through data interpretation
		H4. Constructing explanations or designing solutions to problems based on evidence
Scientific communication skill	I. Scientific ability to represent	I1. Expressing one's thoughts or arguments using scientific knowledge, vocabulary, symbols, and rules
		I2. Expressing one's thoughts, arguments, and research results in various forms (words, texts, pictures, symbols, formulas, etc.)
	J. Discussion and argumentation of evidence	J1. Distinguish between claims based on scientific evidence and opinions not based on evidence
		J2. Finding and presenting relevant evidence to support or refute the claim
		J3. Constructing arguments or objections based on data and evidence
		J4. Evaluating others' argumentation processes during discussion

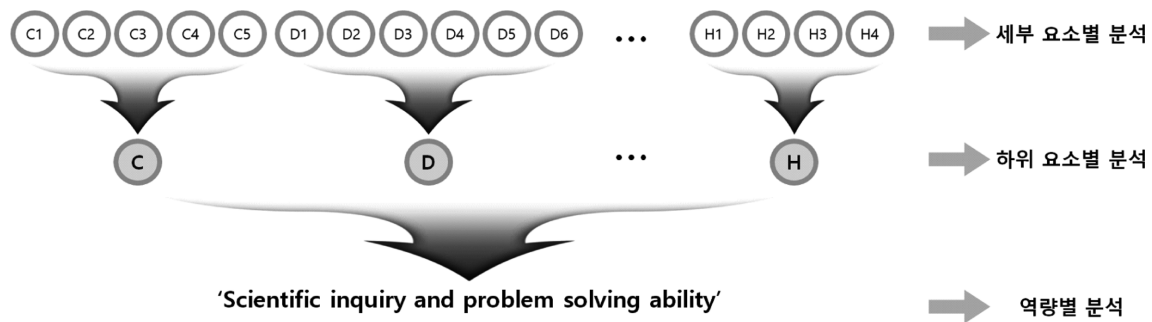


Figure 1. Analysis procedure.

이를 통해, 화학교사들이 주로 어떠한 세부 평가 요소를 평가하는지를 살펴보았다. 두 번째로, 하위 평가 요소별 반영여부에 대한 빈도 분석을 실시하였다. 예를 들어, ‘문제 발견 및 인식(C)’은 5가지 세부 요소(C1~C5)를 포함한다. 따라서 어떤 하위 요소를 평가하든지 상관없이 해당 하위 요소 중 하나라도 반영이 된 경우 ‘문제 발견 및 인식(C)’을 평가하고 있다고 판단하였다. 따라서 C1만을 반영한 탐구보고서나 C1과 C3를 반영한 탐구보고서의 구분 없이 모두 C를 평가하고 있다고 판단하였다. 세 번째로, 역량별 평가 반영에 대한 빈도 분석을 실시하였다. 역량별 평가 반영도 하위 요소 평가 반영 방식과 동일하게 진행하였다. 예를 들어, ‘과학적 탐구 및 문제 해결력’은 6가지 하위요소를 포함하고 있다. 따라서 이 하위요소 중 어느 하나라도 반영이 되었다면 그 탐구보고서는 ‘과학적 탐구 및 문제 해결력’을 평가한 탐구보고서라 간주하여 분석하였다. 중학교와 고등학교 탐구보고서 간의 역량 평가 차이를 비교하기 위해 SPSS 20을 통해 카이제곱 검증을 실시하였다. 다만, 하위 요소와 세부 요소의 경우 획득도수와 기대도수가 5보다 작은 셀이 전체 셀의 20%이하 이어야 한다는 가정을 충족하지 않아 카이제곱 검증을 실시하지 않았다. 또한, 모든 빈도는 해당 역량이나 요소(하위 또는 세부)를 평가한 교사의 수를 의미하며, 동일한 교사가 역량이나 요소(하위 또는 세부)에 대해서 중복으로 합산될 수 있다. 그러므로 역량이나 요소(하위 또는 세부)에 대해 평가를 실시한 교사의 빈도수의 합은 전체 교사 수와 일치하지 않으며, 각 빈도별 퍼센트는 전체 교사 수에서 해당 빈도를 나눈 값을 제시한 것이다.

연구 결과 및 논의

역량별 분석

학교 급에 따른 역량별 분석 결과는 Table 2와 같다. 중학교와 고등학교 모두 ‘과학적 탐구 및 문제 해결력’을 가장 많이 반영하고 있었으며, 그 다음으로 ‘과학 원리의 이해 및 적용 능력’, ‘과학적 의사소통 능력’ 순이었다. 탐구보고서를 분석한 것이기 때문에 화학교사들이 과학적 탐구 능력 함양을 목적으로 했음을 짐작할 수 있으므로 이에 해당하는 ‘과학적 탐구 및 문제 해결력’이 가장 많이 제시된 것으로 보인다. 중·고등학교 모두 비슷한 역량별 평가 결과를 보였으나, ‘과학적 의사소통 능력’에 대해서 중학교의 경우 적게나마 7명의 교사가 탐구보고서에 역량 평가를 반영한 반면, 고등학교에서는 화학교사들이 탐구보고서를 통해 ‘과학적 의사소통 능력’을 평가하고 있지 않았다. SPSS를 이용하여 중학교와 고등학교에서 평가하는 역량 요소의 분포에 차이가 있는지 알아본 결과 통계적으로 유의미한 차이가 있었다($\chi^2=4.528$, $p=0.034$). 중학교 교사의 탐구보고서에서 볼 수 있는 ‘과학적 의사소통 능력’의 예는 탐구 활동과 관련한 홍보물을 학생들에게 친숙한 SNS를 이용하여 만들도록 하는 등의 활동으로, 자신의 생각이나 주장, 연구 결과를 알리기 위해 다양한 형태(말, 글, 그림, 기호나 수식 등)로 표현하는 ‘과학적 표상 능력’에 해당했다. 많은 연구²⁵⁻²⁷에서 탐구활동이나 글쓰기를 통해 과학적 논증이나 표상화 같은 의사소통 능력을 증진시킬 수 있음에도 아직까지 현장의 탐구보고서에서는 이의 반영이 크지 않은 것으로 보인다.

Table 2. Analysis result by competency

Category	N	Frequency(%) by competency			χ^2 (p)
		Ability to understand and apply scientific principles	Scientific inquiry and problem solving ability	Scientific communication skill	
Middle school	40	11(27.5)	32(80.0)	7(17.5)	4.528 (.034)
High school	23	6(26.1)	21(91.3)	0(0)	
Total	63	17(27.0)	53(84.1)	7(11.1)	

Table 3. Analysis result by number of assessment competencies

Category	N	Frequency (%) by the number of competencies being assessed		
		1	2	3
Middle school	40	31(77.5)	8(20.0)	1(2.5)
High school	23	19(82.6)	4(17.4)	0(0)
Total	63	50(79.4)	12(19.0)	1(1.6)

학교 급에 따른 평가 역량의 개수를 분석 결과는 Table 3과 같다. 대부분의 화학교사들이 1개의 역량을 평가를 하였으며(N=50, 79.4%), 일부의 교사만 2개의 역량을 평가하고 있었다. 3개 역량을 평가에 모두 반영한 교사는 중, 고등학교를 합쳐 1명이었다. 탐구보고서는 지필평가와 달리 수업 시간에서 실제적 장면을 통해 학생의 역량을 평가할 수 있기 때문에 다양한 역량 평가를 할 수 있으나 탐구 보고서에서는 탐구활동과 직접적인 역량 1가지를 중점적으로 평가한 것으로 보인다.

역량 하위 요소별 분석

학교 급에 따른 하위 요소 분석 결과는 Table 4와 같다. 먼저 ‘과학 원리의 이해 및 적용 능력’의 경우 지필평가에서 주로 평가되므로 탐구보고서를 이용한 평가에서는 평가되는 비율이 낮을 것을 예상되었으며, 실제 분석 결과에서도 해당되는 내용이 적게 나타났다. 하위 요소인 ‘이해(A)’와 ‘적용(B)’을 살펴보면, 숫자가 크진 않으나 중학교는 상대적으로 ‘적용’을 평가하는 경향이 더 컸다. ‘이해’와 ‘적용’의 경우 탐구 활동을 시작함에 앞서 선수 학습을 확인하는 목적으로 탐구보고서의 앞부분에 제시되는 경우가 많았다. 탐구보고서에서 화학교사들이 중점적으로 평가하는 ‘과학적 탐구 및 문제 해결력’은 해당하는 6개의 하위 요소(C~H)로 경향을 분석한 결과, 중학교와 고등학교 모두 ‘탐구 설계 및 수행(D)’을 평가하는 경향이 가장 컸으며, 그 다음으로 탐구 활동을 바탕으로 ‘자료의 분석과 해석(E)’과 이를 바탕으로 ‘결론 도출 및 해결 방안 제시(H)’가 주로 평가되고 있었다. 학교 급과 관계없이 ‘문제 발견 및 인식(C)’은 거의 평가하고 있지 않았다. ‘모형의 개발과 사용(G)’에 대해서는 중학교는 8명의 화

학교사가 이에 대한 평가를 하고 있었으나, 고등학교의 경우 이를 평가하는 교사는 없었다. 중학교에서 고등학교보다 ‘과학적 탐구 및 문제 해결력’과 관련하여 다양하게 평가를 진행하고 있었다. ‘과학적 의사소통 능력’은 역량별 분석에서도 고등학교의 경우 이를 반영한 교사는 없었기 때문에 중학교의 경우만 보면, ‘과학적 표상 능력(I)’이 증거에 대한 ‘증거에 대한 토론과 논증(J)’에 비해 더 평가되고 있었는데, ‘과학적 표상 능력(I)’을 묻는 경우 이중 일부가 ‘증거에 대한 토론과 논증(J)’도 함께 평가하고 있었다.

세부 요소별 분석

먼저 ‘과학 원리의 이해 및 적용 능력’ 역량에 해당하는 세부 요소별 분석 결과는 Fig. 2와 같다. ‘과학 원리의 이해 및 적용 능력’의 경우 탐구보고서에서 이를 평가하는 빈도는 크지 않으나, ‘이해’와 ‘적용’의 각각의 세부 요소 중에서는 중학교의 경우 ‘개념을 이용하여 문제 해결하기(B2)’가, 고등학교에서는 ‘현상에 포함된 과학 원리 설명하기(A3)’가 상대적으로 높게 나타났다.

‘과학적 탐구 및 문제 해결력’ 역량에 해당하는 세부 요소별 분석 결과는 Fig. 3과 같다. ‘문제 발견 및 인식(C)’에서 ‘문제의 성격과 의미 파악하기(C1)’, ‘문제 상황의 기본적인 전제나 가정 인식하기(C2)’, ‘정의된 문제의 평가준거나 제한점 파악하기(C5)’는 평가되고 있지 않고 있었다. PISA의 ‘과학 탐구의 설계 및 평가’에서 C1, C2, C5 등이 주요하게 평가되며, 주요 과학 성취 상위국들에서는 이와 관련한 과학 교육과정 성취기준을 설정하고 지도하고 있으나⁸ 연구에 참여한 화학교사들의 탐구보고서에서는 이와 관련한 평가 요소를 찾기 어려웠다.

Table 4. Analysis result by sub-element

Category	N	Frequency(%) by sub-element									
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Middle school	40	2 (5)	9 (22.5)	2 (5)	26 (65.0)	15 (37.5)	9 (22.5)	8 (20.0)	14 (35.0)	7 (17.5)	3 (7.5)
High school	23	4 (17.4)	2 (8.7)	0 (0)	18 (78.3)	10 (43.5)	10 (43.5)	0 (0)	12 (52.2)	0 (0)	0 (0)
Total	63	6 (9.5)	11 (17.5)	2 (3.2)	44 (69.8)	25 (39.7)	19 (30.2)	8 (12.7)	26 (41.3)	7 (11.1)	3 (4.8)

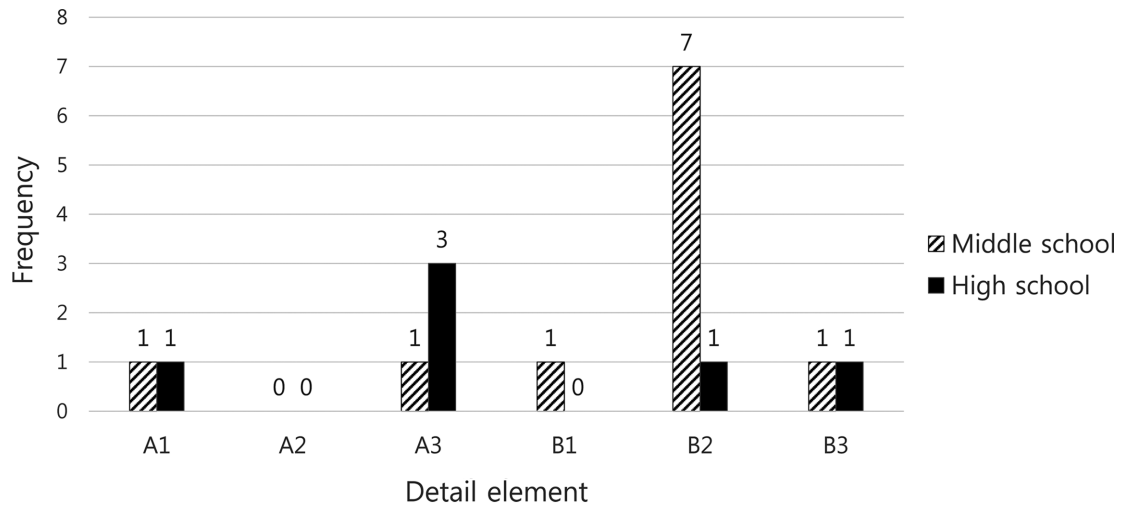


Figure 2. Analysis result by detail element (ability to understand and apply scientific principles).

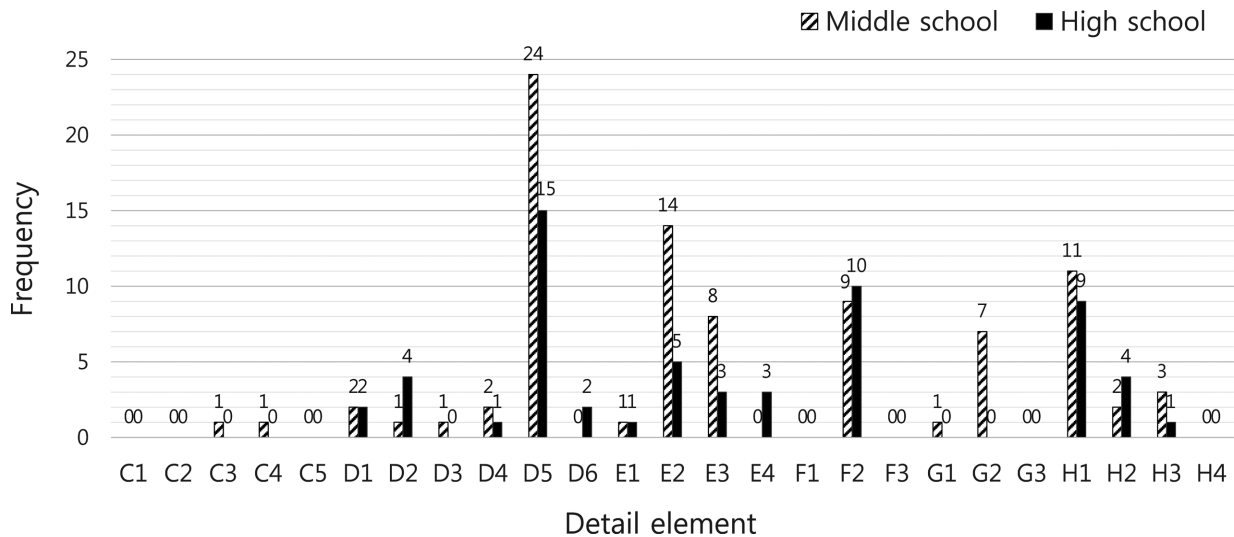


Figure 3. Analysis result by detail element (scientific inquiry and problem solving ability).

‘탐구 설계 및 수행(D)’의 경우 ‘관찰, 측정된 결과를 객관적으로 나타내기(D5)’를 39명의 화학교사가 탐구보고서에서 학생 평가로 가장 많이 요구하고 있었다. 대부분, 탐구 과정에서의 결과를 나타내는 것을 평가하였으며, 연구 가설에 적합한 종속 변인, 독립 변인, 통제 변인 찾아내기(D1) 등 ‘탐구 설계 및 수행’의 다른 하위 요소들의 평가는 찾기 어려웠다.

‘자료 분석 및 해석(E)’은 ‘탐구 설계 및 수행’과 함께 다른 하위 요소에 비해 상대적으로 많은 평가가 이루어지고 있었다. 세부 요소를 살펴보면 ‘자료 변환(E2)’과 ‘경향성과 규칙성 등을 파악하기(E3)’를 주로 평가하는 것으로 나타났다.

‘수학적 사고와 컴퓨터 활용(F)’의 세부 요소 분석결과 3가지 요소 중 ‘수학적, 전산적, 알고리즘적 표상을 사용하여 현상을 기술하거나 주장을 뒷받침하기(F2)’에 대한 평가만 탐구보고서가 담고 있었다. 분석된 탐구보고서에서 F2로 판정된 사례를 살펴보면, ‘실험에서 얻은 자료를 통해 용질의 분자량 계산하기’, ‘NaOH의 농도 계산하기’ 등과 같이 주로 정량적 계산 문제와 관련된 내용이었다.

‘모형의 개발과 사용(G)’에서는 중학교에서만 7명의 화학교사가 ‘모형을 사용하여 계의 구성 요소 사이의 관계 나타내거나 예측하기(G2)’를 평가하였다. 7명의 탐구보고서 중 5명이 기체의 성질 단원에서 기체의 압력과 부피 또는 온도와 부피에 대해서 입자 모형을 이용한 설명을

요구하였다. 그 이유는 2015 과학과 개정 교육과정의 성취기준 [09과04-03]과 [09과04-04]에서 입자 모형을 이용한 해석을 요구한 것과 일치한 것으로 보인다. 나머지 2명은 모두 화학반응을 입자 모형을 이용하여 설명하도록 하는 것이었다. ‘모형의 개발과 사용’에서도 특정 세부 요소에만 평가가 편중되어 있었으며, ‘모형의 개발(G1)’이나 ‘모형을 검증하고 평가하기(G3)’에 대한 평가는 잘 수행되고 있지 않았다. 특히 컴퓨터 도구의 활용과 모형의 개발 및 사용은 서로 연결될 수 있다. 이 둘은 2015 개정 과학과 교육과정 기능으로 제시되어 강조되기도 하였다. 여러 연구에서 컴퓨터 도구를 활용하여 자신만의 모형을 개발하고, 자신이 만든 모형을 평가할 수 있음을 보여주고 있지만,^{28,29} 현재 화학교사들은 컴퓨터를 활용한 모형의 사용과 개발을 탐구 활동에 어떻게 반영해야 하는지에 대해서 어려움을 갖고 있는 것으로 보인다.

‘결론 도출 및 해결 방안 제시(H)’도 26명 화학교사가 이를 평가하고 있었다. 세부 요소 분석 결과 그 중 ‘자료 해석 등을 통해 얻은 증거에 기초하여 타당한 설명을 구성하기(H1)’가 가장 많이 이를 반영하고 있었다.

이처럼 ‘과학적 탐구 및 문제 해결력’의 세부 요소별로 분석한 결과 화학교사들이 사용하는 탐구보고서에서 평가의 예를 찾을 수 없었던 ‘문제의 성격과 의미 파악하기(C1)’, ‘문제 상황의 기본적인 전제나 가정 인식하기(C2)’, ‘정의된 문제의 평가준거나 제한점 파악하기(C5)’, ‘자료 분석의 한계를 파악하기(E4)’, ‘도출된 결론을 바탕으로 해결 방안에 대한 합리적 의사 결정하기(H4)’ 등은 모두 PISA와 같은 국제학업성취도평가에서 주요하게 평가하는 평가요소로 과학탐구의 주요 요소이나⁸ 이 연구에 참여한 화학교사들은 이와 관련한 평가가 잘 이루어지지 않는 것으로 보아 향후 과학 교과 역량 함양을 위해서 보완해야 할 부분으로 판단된다.

끝으로, ‘과학적 의사소통 능력’의 경우 고등학교는 이를 반영한 요소가 존재하지 않아 중학교에 대해서만 세부 요소별로 이를 분석한 결과, 과학적 표상 능력(I)에서 ‘자기 생각이나 주장을 공인된 과학적 지식, 어휘, 기호, 규칙을 사용하여 표현하기(I1)’와 ‘자기의 생각이나 주장, 연구 결과를 알리기 위해 다양한 형태로 표현하기(I2)’에 대해서 각각 2명의 교사가 평가하고 있었다. ‘증거에 대한 토론과 논증(J)’에 대해서는 ‘과학적 증거에 근거한 주장과 근거에 바탕하지 않는 의견 구별하기(J1)’와 ‘주장을 뒷받침하거나 관련 증거를 찾아 제시하기(J2)’를 반영한 탐구보고서는 없었다. ‘자료와 증거에 기초하여 논증이나 반론을 구성하기(J3)’는 2명, ‘토론 과정에서 타인의 논증 과정에 대한 평가하기(J4)’는 1명이었다.

결론 및 제언

이 연구는 2020학년도 1급 화학 정교사 연수를 수행한 2개 대학에서 연수를 수강한 화학교사의 탐구보고서를 수합하여 교사들이 탐구보고서를 통해 학생의 어떠한 역량을 평가하고 있는지를 NAEA 평가틀에서 제시한 교과역량을 이용하여 분석하였다. 총 63명의 화학교사가 탐구보고서를 제출하였으며, 이를 NAEA 평가틀의 역량별, 하위 요소별, 세부 요소별로 분석하여 평가 실태를 분석하였다. 연구 결과는 다음과 같다. 첫째, 역량별 분석에서는 화학교사들이 탐구보고서를 통해 ‘과학적 탐구 및 문제 해결 능력’을 주로 평가하고 있었으며, 탐구활동과 관련하여 ‘과학 원리의 이해 및 적용 능력’을 일부 평가하는 것으로 나타났다. 탐구보고서에서 ‘과학적 의사소통 능력’을 평가 하는 비중은 크지 않았다. 이를 통해 화학교사들은 탐구보고서를 통해 탐구활동과 관련된 직접적인 역량 평가를 주로 시행하는 것을 확인할 수 있었다. 2015 개정 교육과정에서 기능이 추가되면서 보다 실제적이고 광범위한 탐구가 가능함에도 여전히 화학교사들은 전통적인 탐구활동에 머물러 있음을 보여준다.

둘째, 화학교사들이 탐구보고서를 통해 주로 평가하는 ‘과학적 탐구 및 문제 해결력’의 경우 ‘탐구 설계 및 수행’, ‘자료의 분석과 해석’, ‘결론 도출 및 해결 방안 제시’가 주로 평가되고 있었으며, ‘문제 발견 및 인식’과 ‘모형의 개발과 사용’은 거의 평가되지 않는 것으로 나타났다. 화학교사들은 탐구보고서를 통해 탐구활동의 수행과 탐구활동 과정에서 수집되는 자료의 해석, 이를 바탕으로 한 결론 도출을 주로 묻는 것으로 나타났다. 탐구의 시작으로 볼 수 있는 ‘문제 발견 및 인식’과 관련한 평가는 거의 이루어지지 않고 있어 과학 수업에서 학생들과 함께 수행할 수 있는 ‘문제 발견 및 인식’ 관련 교수학습 활동 및 평가에 대한 안내와 자료 개발이 필요할 것으로 보인다.

셋째, ‘과학적 탐구 및 문제 해결력’의 세부 평가 요소 중 ‘문제의 성격과 의미 파악하기’, ‘문제 상황의 기본적인 전제나 가정 인식하기’, ‘정의된 문제의 평가준거나 제한점 파악하기’, ‘자료 분석의 한계를 파악하기’, ‘도출된 결론을 바탕으로 해결 방안에 대한 합리적 의사 결정하기’ 등이 탐구보고서에서 평가가 거의 이루어지지 않고 있었다. 그동안 과학 수업에서 실행되는 탐구가 요리책의 조리법을 따라 진행되는 등 탐구 수준의 질이 낮다는 지적³⁰과 같이 아직까지 화학수업에서 이루어지는 탐구활동이 특정 탐구요소들을 평가하는 것에 그쳐온 것으로 보인다. 그러나 2015 개정 교육과정에서 도입된 과학탐구실험 과목을 통해 탐구의 다양한 요소들을 고려한 교수·학습과 평가가 시도되고 있는 것은 긍정적인 신호로 판단된다. 우리나라

학생들이 PISA, TIMSS와 같은 국제학업성취도에서 지속적으로 정답률이 낮게 나타나는 평가요소들이 실제 우리 수업과 평가에서 잘 다루어지지 않는 경우가 많으므로, 다양한 대규모 평가들의 결과에서 부족한 영역으로 나타나는 평가 요소들에 대한 지속적인 분석을 바탕으로 이를 보완하는 방안을 탐색하는 것이 필요하다.

하나의 탐구보고서에 평가 분석틀에 해당하는 모든 세부 요소를 반영하기는 어렵지만, 63명의 교사들의 탐구보고서에 전혀 한 번도 평가되지 않는 요소가 다수 존재한다는 것은 다양한 요소들의 존재의 부재나 이에 대한 평가 실행의 어려움이 존재함을 보여 준다. 학생들의 다각적인 역량을 과학 탐구 활동을 통해 개발하기 위해서는 다양한 요소의 평가가 수반되어야 함에도 이러한 편중은 학생의 다각적 역량 개발을 저해할 가능성이 높기 때문에 다양한 요소에 대한 평가가 요구된다.

연구 결과를 토대로 학생 역량 평가와 관련된 추후 연구를 제언하면 다음과 같다.

첫째, 화학교사들의 학생 역량 평가에 대한 체계적인 연구가 필요하다. 이 연구는 탐구보고서에 기반하여 화학교사의 역량 평가 실태를 분석하였다. 하지만 학생 평가는 탐구보고서뿐만 아니라 지필평가 및 여러 과정 중심 평가에서 실행될 수 있다. 때문에 이러한 다양한 국면을 종합적으로 고려한 연구가 수행된다면 보다 실제적인 화학교사의 역량 평가 실태를 보여줄 것으로 기대된다.

둘째, 화학교사들을 대상으로 역량 평가에 대한 인식과 실행을 연구할 필요가 있다. 다각적인 역량 평가가 실행되기 위해서는 화학교사의 다양한 역량과 이와 관련된 요소들의 이해가 선행되어야 한다. 다각적인 역량 평가가 실행되지 못함에 대한 원인이 화학교사들이 이러한 다양한 평가 요소를 인식하지 못함인지 아니면 인식하지만 이를 방해하는 신념과 같은 요인이 있는지를 탐색해 볼 필요가 있다. 또한 국내외에서 이루어지는 대규모 평가들이 평가를 위한 준거인 평가틀을 바탕으로 문항이 제작되며, 이 평가틀은 실제 과학 교육에서 주요하게 필요한 평가 요소들을 나타내므로 평가틀에 대한 안내를 통해 어떤 주요한 평가 요소들을 과학 수업에서 다루어야 하는지가 공론화될 필요가 있다. 또한, 정답률이 낮은 평가를 하위 요소들에 대해서는 이 요소에 해당하는 수업과 평가가 보완되어야 할 필요가 있는지 진단해볼 수 있는 중요한 자료로 사용될 수 있다. 이를 바탕으로 다각적인 역량 평가가 이루어질 수 있도록 시사점을 제공할 수 있는 실행 연구가 진행될 필요가 있다.

끝으로, 이 연구는 63명의 제한된 화학교사를 대상으로 수행평가에 활용하는 대표적인 탐구보고서 1종을 수합하여 분석한 연구로 연구 결과를 일반화하기에 한계가 있

다. 탐구보고서 평가의 경우 교사에 따라 실시하는 횟수가 다르고 탐구보고서의 주제에 따라 평가하고자 하는 역량이 다를 수 있어 해석에 주의가 요구된다. 그러나 화학 교사들이 수행평가에서 가장 일반적으로 활용되며 자신의 평가를 대표하는 탐구보고서를 제출하였으므로, 화학 교사들이 탐구보고서를 통해 평가하고자 하는 역량을 분석해보는 사례 연구로 의의가 있다고 판단된다. 향후 화학교사가 수업과 평가에서 측정하는 역량을 심층적으로 이해하기 위해 1년 단위로 교사가 실행한 전반적인 탐구보고서를 분석할 필요가 있으며, 더 많은 사례를 대상으로 한 연구가 필요하다.

References

1. OECD. *Definition and Selection of Competencies: Theoretical and Conceptual Foundation (DeSeCo)*; OECD Press: Switzerland, 2003.
2. Commission of European Communities. *Proposal for a Recommendation of the European Parliament of the Council on Key Competences for Lifelong Learning*; Commission of European Communities: Belgium, 2005.
3. Ministry of Education (MOE). *Revised National Curriculum*, 2015.
4. Ministry of Education (MOE). *Science Curriculum*, 2015.
5. American Association for the Advancement of Science (AAAS). *Science for All Americans: Project 2061*; Oxford University Press: New York, 1990.
6. National Research Council (NRC). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*; National Academy Press: Washington, DC, 2011.
7. Ministry of Education (MOE). *Science Education Master Plan (2020~2024)*, 2020.
8. Kim, H.; Koo, N. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction* **2019**, *19*, 849.
9. OECD. *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*; OECD Publishing: 2019.
10. Yun, D. U.; Choi, A. R. *Journal of the Korean Chemical Society* **2019**, *63*, 196.
11. Kim, K.; Kim, J.; Jang, N.; Kim, H. *Journal of Science Education* **2020**, *44*, 157.
12. Seoul Metropolitan Office of Education. *Announcement of Classroom Innovation Plans to Nurture Future Talents with Creativity and Sensitivity (Press release 2018.12.12.)*.
13. Kim, J. W.; Oh, W. K.; Park, S. J. *Journal of the Korean Association for Science Education* **1998**, *18*, 297.
14. Park, M. H.; Cha, J. H.; Kim, I. W. *Journal of the Korean Chemical Society* **2012**, *56*, 371.
15. Yoon, H. K.; Park, S. J. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2000**, *20*, 137.
16. Kang, M. Y. *Journal of the Society for the International Gifted in Science* **2019**, *5*, 37.

17. Kim, Y. J.; Lee, G. G.; Hong, H. G. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2019**, 39, 695.
 18. Ryu, S. A.; Kwak, Y. S.; Yang, S. H. *Journal of Science Education* **2018**, 42, 132.
 19. Lee, Y. K.; Kang, K. H. *Asia-pacific Journal of Multimedia Services Convergent with Art, Humanities, and Sociology* **2018**, 8, 477.
 20. An, B. G. *Korean Journal of Early Childhood Education* **2017**, 37, 129.
 21. Shim, B. K.; Yoo, M. H. *School Science* **2020**, 14, 481.
 22. Kim, I. S.; Lee, M. B.; Lee, C. H.; Park, J. I.; Song, M. H.; Choi, H. J. *A Study on the Development of Computer-based Assessment System for Core Competencies (KICE-eAssessment)*. Korea Institute for Curriculum and Evaluation RRE 2019-4, 2019.
 23. Dong, H. K.; Kim, K. J.; Kang, M. Y.; Jang, E. S.; Sung, K. H.; Yang, S. H.; Kim, S. K.; Lee, J. B.; Ku, J. O.; Park, S. B.; Choi, W. H.; Kim, Y. J.; Lee, K. Y. *A Study on the Development of National Assessment of Educational Achievement According to the 2015 Revised National Curriculum*. Korea Institute for Curriculum and Evaluation RRE 2018-4, 2018.
 24. Braun, V.; Clarke, V. *Qualitative Research in Psychology* **2006**, 3, 77.
 25. Park, Y. S. *The Journal of The Korean Earth Science Society* **2006**, 27, 401.
 26. Park, J. E.; Yoo, E. J.; Lee, S. K.; Kim, C. J. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2009**, 29, 824.
 27. Lee, H. Y.; Cho, H. J. *Journal of the Korean Society of Earth Science Education* **2012**, 10, 175.
 28. Kim, S. K.; Choi, H.; Paik, S. H. *Journal of Chemical Education* **2019**, 96, 2926.
 29. Park, J. W.; Paik, S. H. *Journal of Korean Elementary Science Education* **2004**, 23, 116.
 30. Kaya, S.; Rice, D. C. *International Journal of Science Education* **2010**, 32, 1337.
-