



TIMSS 2023 과학 인지 영역 분석틀을 활용한 2015 개정 및 2022 개정 초등 과학과 성취 기준 분석

신성찬*
서울선린초등학교

Analysis of the 2015 Revised and 2022 Revised Elementary School Science Achievement Standards
Using the TIMSS 2023 Scientific Cognitive Domain Analysis Framework

Sungchan Shin*
Seoul Sunrin Elementary School

ARTICLE INFO

Article history:

Received 21 April 2024
Received in revised form
10 May 2024
Accepted 31 May 2024

Keywords:

TIMSS 2023 scientific cognitive domain analysis framework, 2015 revised science and curriculum, 2022 revised science and curriculum, Knowing, Applying, Reasoning, Motion and Energy, Materials, Life Science, Earth and Space, Science and Society

ABSTRACT

The purpose of this study is to analyze the achievement standards of the 2015 revision and 2022 revision of the science curriculum using the TIMSS 2023 science cognitive domain analysis framework. The subject of the study is the achievement standards for all elementary school areas in the 2015 and 2022 revised science curriculum. Three field teachers and one elementary science education expert who majored in elementary science education participated in the research analysis. The results of this study are as follows. First, in the 2022 revised movement and energy field, the ratio of the 'knowing' area was about 16% higher than the 2015 revision, and the ratio of the 'reasoning' area also increased by about 5.8%. Second, in the material field, the proportion of TIMSS 2023 cognitive domains was in the order of 'knowing', 'applying', and 'reasoning' regardless of grade group and curriculum revision period. Third, in the field of life sciences, the proportion of TIMSS 2023 cognitive domains differed depending on grade group and curriculum revision period. Fourth, in the Earth and Space field of the 2022 revision, similar to the other three fields, the proportion of the 'Knowing' field increased and while the 'Applying' field decreased. However, in the 2022 revision, the 'reasoning' area in all three other fields increased, but decreased only in the earth and space fields. Fifth, the 2015 revised integrated unit and the 2022 revised science and society field only covered the elements of 'recognizing' and 'presenting examples' in the 'knowing' area, 'making relationships' and 'explaining' in the 'applying' area and 'Synthesize' in the 'reasoning' area. In the 2022 revised elementary school science field, the proportion of the 'knowing' section was 52.5%, the proportion of the 'applying' section was 33.8%, and the proportion of the 'reasoning' section was 13.7%. In conclusion, in the 2022 revised elementary science achievement standards, the ratio of the 'applying' and 'reasoning' areas was low because the reliance on the 'knowing' area was too high.

1. 서론

2022 개정 과학과 교육과정은 미래 사회를 살아갈 시민으로서 '과학적 소양을 갖추고 더불어 살아가는 창의적인 사람'을 육성하는 것을 목적으로 하고 있다(MOE, 2022). 또한 2022 개정 과학과 교육과정은 범교과적이고 일반적 총론의 역량을 연계한 과학적 탐구와 문제해결 능력, 과학적 의사결정 능력을 기르는 데 중점을 두고 있다(MOE, 2022). 이를 위해 2022 개정 과학과 교육과정에서 생태 소양, 디지털 소양, 민주시민 의식을 성취 기준에 반영하고자 하였고, 특히 초등 과학과 교육과정에서는 일상생활 문제와의 연계, 학교급 및 학년군과의 긴밀한 연계성을 강조하였다. 2022 개정 과학과 교육과정은 개발 초기부터 OECD 교육 2030에서의 학습자 주도성을 강조하였다(Jho, 2023; Shin *et al.*, 2022b). 또한 과학과 다섯 영역(운동과 에너지, 물질, 생명, 지구와 우주, 과학과 사회)의 주요 개념과 일반화된 지식을 중심으로 핵심 아이디어를 제시하였고 지식·이해, 과정·기능, 가치·태

도의 세 범주가 고루 반영되게 성취 기준을 개발하였다(MOE, 2022, Yoon & Ohn, 2022). 2022 개정 과학과 교육과정은 2025년부터 초등 학교 3~4학년군에 적용된다. 교육과정은 특정 교육의 목적을 달성하기 위한 의도적이고 계획된 교육 목표와 내용 체계이고(Kwon *et al.*, 2013) 교과목을 구현하거나 현장의 교수 및 평가 방법을 개발·적용하는 데 이론적 배경이 된다(ERISNU, 1994; Lee, 2024). 따라서 교육 과정에 따른 교과서의 구현과 현장에서의 교육 실행을 위해서는 교육 과정 개발 및 적용의 전 과정에 걸쳐서 다양한 연구들이 지속적으로 이루어져야 한다.

2015 개정과 2022 개정 교육과정의 총론을 국제 수준으로 비교한 연구(Lee, 2023)에서 우리나라는 공통으로 적용되는 교육과정의 비율이 높았고, 국가에서 규정하는 사항이 많았으며 학교 자율성이 부족하다고 하였다. 2022 개정 과학과 교육과정과 관련한 선행연구로는 교육과정 개선 방향 제안 연구(Yu, Park & Lee, 2022), 과학 학습 내용의 선정 및 적정성과 관련한 연구(Cheong & Yoon, 2022; Han,

* 교신저자 : 신성찬 (sin971135@hanmail.net)
http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2024.44.3.249

Kwon & Oh, 2023), 에너지 관련 성취 기준 분석(Jho, Noh & Choi, 2023), 기후변화 내용 분석(Kim & Lee, 2023; Shin, 2023), 과학과 선택 과목 재구조화 방안 연구(Kwak, 2021; Lee & Kwak, 2021), 통합과학 및 과학 탐구 실험 개선 방안 연구(Kwak & Shin, 2021) 등이 있었다. 초등 과학과 교육과정 성취 기준과 관련해 초등3~4학년 성취 기준을 분석한 연구(Kim, Shin & Kwon, 2024)와 고등 생명과학에서 성취 기준을 분석한 연구(Kang, 2023)가 있었지만 2015 개정과 2022 개정 초등 전체 영역에서 성취 기준을 분석한 연구는 부족한 실정이다.

TIMSS는 IEA에서 주관하고 초등학교 4학년과 중학교 2학년(8학년) 학생들의 수학과 과학 교과의 학업 성취도를 비교하는 국제 비교 연구이다(Park *et al.*, 2019). 우리나라는 1995년부터 TIMSS 연구에 참여해 왔다(Kim & Kim, 2011). 최근 2023년도에 TIMSS 2023 본검사가 시행되었고 2023년 12월에 채점을 완료한 상황이다. TIMSS 결과 분석을 통해 과학과의 출제 문항과 우리나라 교육과정과의 내용 일치도 분석을 통해 교육적 시사점을 도출할 수 있다(Park *et al.*, 2019). 또한 TIMSS 참여국의 교육과정과 학생들의 학업 성취도를 직접 비교할 수도 있다(Kim & Kim, 2021; Park *et al.*, 2019). TIMSS 국제 비교 연구의 주된 목적은 참여국의 수학·과학 학업 성취도를 분석하고 이를 토대로 수학·과학과의 교육과정을 점검·개선하여 교육과정의 질을 향상하는 데 있다(IEA 2023; Mullis & Martin, 2018; Sang *et al.*, 2017). 따라서 2022 개정 과학과 교육과정이 고시된 시점에서 TIMSS 2023의 과학 평가들을 활용하여 2022 개정 과학과 교육과정의 성취 기준을 분석하는 것은 새로 적용되는 교육과정의 실효성을 점검할 수 있을(Kim *et al.*, 2009; Kim & Lim, 2019) 뿐만 아니라 2022 개정 과학과 교육과정을 안정적이고 충실하게 적용하는 데에도 도움이 될 것이다.

Kim & Kim(2019)은 TIMSS 2019 초등 4학년 물상과학 내용 영역과 2015 개정 초등 과학과 교육과정의 비교를 통해 학습량과 학습 수준에서 학년군에 따른 재조정의 필요성과 초등학교 1학년부부터 과학교육의 필요성에 대해 제안하였다. Kwak(2018)은 중학교 2학년에서 다루지 않는 내용의 TIMSS 평가에서는 학생들이 낮은 학업 성취를 보였고, 우리나라는 인지 영역에서 다른 나라에 비해 ‘적용하기’ 영역이 취약하다고 하였다. Kim, Kim, & Shin(2016)은 TIMSS 2011 평가들로 미국과 우리나라의 지구과학 교육과정 내용을 비교하였으며 미국에 비해 우리나라 학생의 학업 성취가 높은 이유는 교육과정에 지식습득과 관련된 내용이 많았기 때문이라고 하였다. 우리나라 과학과 교육과정은 물리, 화학, 생물, 지구 영역의 균등 분배로 인해 TIMSS의 내용 구성과 다른 양상을 보였고 교과서 전개 방식이 대부분 ‘알기(knowing)’로 시작하는 인지 전개 패턴을 보였다(Lee & Noh, 2014). TIMSS 평가들을 활용한 우리나라 과학과 교육과정에 관한 연구는 TIMSS 평가 주기와 교육과정의 개정에 따라 지속해서 수행됐다. 따라서 우리나라의 2022 개정 과학과 교육과정이 적용되는 시점에서 최근 TIMSS 2023 평가들을 활용한 2022 개정 교육과정의 변화를 점검하는 연구가 필요하다.

TIMSS 2019 초등 4학년 과학 성취도의 추이 변화 분석 결과에서 생명과학 영역의 성취도가 TIMSS 2015에 비해 유의하게 하락하였고, TIMSS 2019 평가 문항과 우리나라의 과학과 교육과정 일치도는 국제평균의 절반 수준이었으며 다른 영역에 비해 생명과학과 지구과학

영역의 일치도가 낮았다(Seo *et al.*, 2021). 2022 개정 과학과 교육과정의 시안 개발에서부터 TIMSS 2019의 결과를 반영하기 위해 노력하였다(Shin *et al.*, 2022b). 2022 개정 초등 과학과 교육과정의 개선 내용 중에서 가장 주목할 만한 점은 학년·학기별로 과학과 네 영역(물리·화학·생명과학·지구과학)의 균등 분배에서 벗어나 3~4학년군에 생명과학의 비중을 높인 것이다(MOE, 2022). 이는 TIMSS 초등 4학년 평가 영역 중 생명과학의 비율이 45%인 것(IEA, 2023)을 반영한 결과라 할 수 있다. 또한 미래 사회에서 과학 역할의 중요성을 반영하여 ‘과학과 사회’ 영역을 신설한 것이다. 결론적으로 2022 개정 과학과 교육과정에서는 그동안 TIMSS의 과학 학업 성취도 결과를 반영하여 국제 수준의 과학과 내용 목표와 교육과정의 일치도를 높이기 위한 노력을 해왔다. 하지만 TIMSS 내용 영역 목표와 달리 과학 인지 영역 평가들에 근거하여 2022 개정 과학과 교육과정에서 어떤 개선 노력을 했는지에 대한 연구는 부족하다. 따라서 TIMSS 2023 과학 인지 영역 평가들을 활용하여 2015 개정과 2022 개정 초등 과학과 성취 기준을 분석하는 연구를 통해 교육과정의 개정에 따른 인지 수준의 변화에 관한 연구가 필요하다. 과학과 교육과정의 성취 기준을 분석하는 것은 교육과정이 지향하고 있는 목표를 명확하게 이해할 수 있도록 할 뿐만 아니라 교육과정의 개선과 평가를 위한 기준을 제공하기도 한다(Kang, 2023). 또한 TIMSS 2023 과학 인지 영역 평가들을 기준으로 2015 개정과 2022 개정 교육과정의 성취 기준의 변화를 분석하는 것은 차기 교육과정의 성취 기준을 설계하는데 시사점을 줄 수 있을 것이다.

이에 본 연구에서는 TIMSS 2023 과학 인지 영역 분석들을 활용하여 2015 개정 및 2022 개정 초등 과학과 성취 기준을 분석하고자 하였다. 이를 통해 2015 개정과 2022 개정 초등 과학과 성취 기준에 TIMSS 2023 과학 인지 영역의 반영 정도를 비교·분석하였다. 또한 2022 개정의 초등 과학과 성취 기준의 인지 영역 수준을 분석함으로써 차기 교육과정의 개발에 대한 시사점을 논의하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

2015 개정 초등 과학 분야는 ‘운동과 에너지’, ‘물질’, ‘생명과학’, ‘지구와 우주’, ‘통합 단위’이고, 2022 개정 초등 과학 분야는 ‘운동과 에너지’, ‘물질’, ‘생명과학’, ‘지구와 우주’, ‘과학과 사회’이다(MOE, 2015; 2022). 2015 개정에서 네 분야(운동과 에너지, 물질, 생명과학, 지구와 우주)는 학년군별로 각 4개 단원씩 8개 단원이고, 통합 단위 2개 단원을 더해 총 34개 단원으로 구성되었다. 2022 개정의 단원은 ‘과학과 사회’의 분야를 새롭게 만들면서 학년말에 1개의 단원씩 4개 단원을 구성하였고, 나머지 네 분야는 7개 단원씩 총 32개이다. 2022 개정에서는 과학 네 분야의 배치에서도 2015 개정과 차이가 있었다. 생명과학 분야는 초등 3~4학년군에 5개 단원을 배치하면서 3~4학년군에서 생명과학의 비중을 높였다. 하지만 초등학교에서 네 분야의 단원 수는 총 7개로 영역별 균등 분배는 2015 개정과 같았다.

본 연구에서는 2015 개정과 2022 개정 초등 과학과 성취 기준을 연구 대상으로 성취 기준이 목표하는 인지 영역의 비율을 분석하였다. 2015 개정 초등 과학과 각 단원의 성취 기준은 3~4개로 구성되었고

Table 1. Complex and short sentences of achievement criteria

영역	교육과정	복문		단문		합계
		개수	비율(%)	개수	비율(%)	
운동과 에너지	15 개정	22	78.6	6	21.4	28
	22 개정	18	75.0	6	25.0	24
물질	15 개정	16	55.2	13	44.8	29
	22 개정	16	66.7	8	33.3	24
생명과학	15 개정	21	84.0	4	16.0	25
	22 개정	17	81.0	4	19.0	21
지구와 우주	15 개정	18	66.7	9	33.3	27
	22 개정	18	81.8	4	18.2	22
통합 단원	15 개정	4	100.0	0	0.0	4
과학과 사회	22 개정	11	100.0	0	0.0	11
2015 개정 전체		81	71.7	32	28.3	113
2022 개정 전체		80	78.4	22	21.6	102

성취 기준의 전체 개수는 113개였다(Table 1). 2015 개정 전체 성취 기준에서 복문이 81(71.7%)개, 단문은 32(28.3%)개였다. 2022 개정 초등 과학과 각 단원의 성취 기준 또한 3~4개로 구성되었고 성취 기준의 전체 개수는 102개였다. 2022 개정 전체 성취 기준에서 복문은 80(78.4%)개이고 단문은 22(21.6%)개였다. 2022 개정에서는 학습량 적정화로 인해 2015 개정에 비해 전체 성취 기준의 개수는 줄었지만, 복문의 비율은 증가하였다. 이전 과학과 교육과정들의 성취 기준은 ‘지식·이해’ 범주에 국한된 기술이었지만, 2022 개정에서는 ‘과정·기능’, ‘가치·태도’ 범주를 성취 기준에 함께 반영하고자 하였다(Shin et al., 2022a). 또한 성취 기준에서 ‘지식·이해’ 서술어를 명시적으로 드러나도록 기술하였고 서술어가 명시되지 않은 경우는 ‘과정·기능’과 ‘가치·태도’ 서술어의 목적어로서 내용 요소가 포함되게 작성하였다(Shin et al., 2022a). 교육부의 학습량 적정화를 위해 이전 교육과정에서 두 개의 성취 기준이 하나로 통합된 예도 있었다. 결론적으로 2022 개정 초등 과학과 교육과정에서는 세 가지 범주의 반영, 학습량 적정화, 기존 과학 네 분야의 단원 축소 등으로 성취 기준의 개수를 제한하다 보니 성취 기준의 복문 비율이 증가한 것으로 판단된다.

2015 개정에서 분야별 복문의 비율은 통합 단원(100%), 생명과학(84%), 운동과 에너지(78.6%), 지구와 우주(66.7%), 물질(55.2%)의 순이었다. 2022 개정에서 분야별 복문의 비율은 과학과 사회(100%), 지구와 우주(81.8%), 생명과학(81%), 운동과 에너지(75%), 물질(66.7%)의 순이었다. 통합 단원과 과학과 사회 영역은 모두 복문으로

구성되었다. 또한, 생명과학 분야에서 복문의 비율이 높았고 물질 분야는 다른 영역에 비해 복문의 비율이 낮았다.

본 연구에서는 선행연구(Song et al., 2016)와 같이 성취 기준의 마지막 서술어를 기준으로 TIMSS 2023 과학 인지 영역의 반영 정도를 분석하였다. 성취 기준이 복문 구조일 때는 서술어를 기준으로 2~3개의 단문으로 구분하여 각각을 하나의 대상으로 하였다. 예를 들어 2022 개정 산과 염기 단원의 ‘[6과09-01] 여러 가지 용액에 지시약을 넣었을 때의 변화를 관찰하여 용액을 산성 용액과 염기성 용액으로 분류할 수 있다.’의 성취 기준은 ‘여러 가지 용액에 지시약을 넣었을 때의 변화를 관찰한다.’, ‘용액을 산성 용액과 염기성 용액으로 분류할 수 있다.’ 두 개의 단문으로 나누어 각각 연구 대상으로 하였다. 또한 ‘[4과15-03]~여러 가지 기체에 대해 흥미를 느낄 수 있다.’와 ‘[4과01-01] 일상생활에서 힘과 관련된 현상에 흥미를 갖고’와 같이 ‘가치·태도’ 범주와 관련된 성취 기준과 ‘[4과02-03]~협력적으로 소통할 수 있다.’와 같은 의사소통과 관련된 성취 기준은 본 연구의 분석 대상에서 제외하였다.

2. 분석틀

TIMSS 2023 과학과 인지 영역의 분석틀은 알기(knowing), 적용하기(applying), 추론하기(reasoning)로 구성되어 있다. TIMSS 2019와 TIMSS 2023의 영역별 세부 요소는 Table 2와 같다. TIMSS 2019 ‘알기’ 영역의 요소는 1) 회상하기·인식하기, 2) 기술하기, 3) 예 제시하기이고 ‘적용하기’ 영역의 요소는 1) 비교하기·대조하기·분류하기, 2) 관련짓기, 3) 모형 사용하기, 4) 정보 해석하기, 5) 설명하기이며 ‘추론하기’ 영역의 요소는 1) 분석하기, 2) 종합하기, 3) 질문과 가설 설정하기·예상하기, 4) 탐구 설계하기, 5) 평가하기, 6) 결론 도출하기, 7) 일반화하기, 8) 정당화하기이다(IEA, 2019; Park et al., 2019). TIMSS 2023 ‘알기’ 영역의 요소는 1) 인식하기, 2) 기술하기, 3) 예 제시하기이고 ‘적용하기’ 영역의 요소는 1) 비교하기·대조하기·분류하기, 2) 관련짓기, 3) 모형 해석하기, 4) 정보 해석하기, 5) 설명하기이며 ‘추론하기’ 영역의 요소는 1) 예상하기, 2) 설계하기, 3) 평가하기, 4) 결론 도출하기, 5) 분석하기, 6) 종합하기 7) 일반화하기, 8) 정당화하기이다(IEA, 2023).

TIMSS 평가틀은 참여국들의 교육과정과 사회 상황 등을 반영하여 주기별로 변경되고 있다. TIMSS 2023 알기 영역에서는 ‘회상하기’ 용어만 삭제되었고 그 내용에는 변화가 없었다. 적용 영역에서 TIMSS 2019의 ‘모델 사용하기’가 TIMSS 2023에서는 ‘모델 해석하기’로 변경되었다. 하지만, 용어만 변경되었을 뿐이고 모델 해석하기는 ‘과학 개념에 대한 지식을 보여주고 과정·주기·관계·시스템을

Table 2. Science cognitive domain(TIMSS 2019 vs TIMSS 2023)

Domain	TIMSS 2019 elements	TIMSS 2023 elements
Knowing	1) Recall/Recognize, 2) Describe, 3) Provide Examples	1) Recognize, 2) Describe, 3) Provide Examples
Applying	1) Compare/Contrast/Classify, 2) Relate, 3) Use Models, 4) Interpret Information, 5) Explain	1) Compare/Contrast/Classify, 2) Relate, 3) Interpret Models, 4) Interpret Information, 5) Explain
Reasoning	1) Analyze, 2) Synthesize, 3) Formulate Questions/ Hypothesize/Predict, 4) Design Investigations, 5) Evaluate, 6) Draw Conclusions 7) Generalize, 8) Justify	1) Predict, 2) Design, 3) Evaluate, 4) Draw Conclusions 5) Analyze, 6) Synthesize, 7) Generalize, 8) Justify

설명하거나 과학 문제를 해결하기 위해서 다이어그램이나 기타 모델을 사용하는 것'을 의미한다. TIMSS 2023 추론하기 영역에서는 세부 요소의 순서가 바뀌었고 용어를 하나로 명료화하는 작업이 이루어졌다. TIMSS 2019 '질문과 가설 설정하기·예상하기'와 '탐구 설계하기' 두 세부 요소는 TIMSS 2023 '예상하기'와 '설계하기'로 용어가 변경되었고 내용은 동일한 수준이었다(IEA, 2019; 2023).

본 연구에서 활용한 TIMSS 2023 과학 인지 영역 분석틀과 성취 기준 분석의 예는 Table 3과 같다.

2015 개정과 2022 개정과 과학과 교육과정의 성취 기준은 학생들이 배워야 할 내용과 수업 후 학생들이 할 수 있거나 할 수 있기를 기대하는 능력을 함께 기술한 것이다(MOE, 2015; 2022). 알기 영역에서 '인식하기'의 요소는 과학적 사실, 관계 및 개념을 식별하거나 진술한 것이다. 따라서 과학과 성취 기준에서 관련된 현상을 관찰, 측정, 조사, 실험, 토의 등을 통해 학생들이 과학적 개념이나 사실 등을 인식하는 서술어를 말한다. 또한 성취 기준에서 과학 장비, 기호 척도를 사용하는 것을 '인식하기' 요소에 포함하였다. '기술하기'의 요소는 유기체의 특성과 구조, 기능, 과정과 현상을 기술하거나 기술한 것을 식별하는 것을 말한다. '~ 관찰한 내용을 글과 그림으로 표현할 수 있다.', '~를 표현할 수 있다.'와 같이 관찰한 사실, 과정과 현상을 기술하는 수준의 서술어로 구분하였다. '예 제시하기'의 요소는 성취 기준에서 과학지식과 개념에 대한 예나 사례를 조사하는 경우를 말한다. 본 연구에서의 TIMSS 2023 '알기' 영역의 분류 기준은 TIMSS 인지 영역 분석틀을 활용한 선행연구들(Kim, Kim & Shin,

2016; Lee & Noh, 2014)과 동일한 수준이다.

적용하기 영역의 '비교/대조/분류하기'의 요소는 성취 기준에서 구분, 구별, 분류 등과 같은 서술어를 기술한 경우로 구분하였다. '관련짓기'의 요소는 성취 기준에서 '관련지어', '관계를 조사하고' 등으로 서술한 경우와 학습한 과학적 개념이나 지식을 일상생활과 관련해서 실천하는 태도와 관련된 서술어도 함께 포함하였다. '모형 해석하기'의 요소는 과학적 개념이나 지식을 설명할 때 도해를 사용하거나 모형을 사용하는 것이다. 성취 기준에서 학습한 내용을 '~그림으로 표현하거나', '~모형으로 표현'하는 경우를 대상으로 하였다. '정보 해석하기'의 요소는 관련 문자, 표, 그림 및 그래픽 정보를 해석하는데 과학 개념의 지식을 사용한 것인데 초등 과학과 성취 기준에서는 적용되지 않았다. 하지만 2009 개정 과학과 중학교 교육과정을 대상으로 한 선행연구(Song *et al.*, 2016)에서는 '정보 해석하기' 요소가 반영되었다고 하였다. '설명하기'의 요소는 과학 개념이나 원리를 사용하여 관찰이나 자연 현상에 대한 설명을 제공하거나 식별하는 것이다. 성취 기준에서 과학적 개념이나 지식에 대해 '~설명할 수 있다.'라고 기술한 경우가 이에 해당한다. 하지만, 단순히 '관찰한 사실이나 탐구한 결과를 말할 수 있다.'라고 기술한 경우는 알기 영역의 '인식하기'로 분류하였다.

추론하기 영역의 '예상하기' 요소는 탐구를 통해 질문을 생성하거나 설계에 관한 정보를 바탕으로 탐구 결과를 예상하는 것이다. 성취 기준에서 '실험을 통해 추론할 수 있다.' 수준의 서술어를 대상으로 하였다. '설계하기'의 요소는 탐구 과정을 계획하거나 문제 해결을

Table 3. TIMSS 2023 Science cognitive domain assessment framework

Domain	Elements	Contents	Examples
Knowing	Recognize (인식하기)	<ul style="list-style-type: none"> · 사실, 관계 및 개념을 식별(identify)하거나 진술하기(state) · 특정 유기체, 재료 및 과정의 특성이나 속성을 식별하기 · 과학 장비 및 절차의 적절한 용도를 식별하기 · 과학 어휘, 기호, 약어, 단위 및 척도를 인식하거나 사용하기 	[4과02-01] 자석 사이에 밀거나 당기는 힘이 작용하는 현상을 관찰하고~ [[6과02-02] ~빛이 직진, 반사, 굴절하는 성질이 있음을 말할 수 있다. [6과07-01] 물체의 따뜻하고 차가운 정도를 온도로 표현함을 알고~
	Describe (기술하기)	<ul style="list-style-type: none"> · 유기체와 물질의 특성, 구조, 기능, 유기체, 물질 사이의 관계, 과정과 현상을 기술(describe)하거나 기술한(descriptions) 것을 식별하기 	[4과04-01] 동물의 한살이를 직접 관찰하고, 관찰한 내용을 글과 그림으로 표현할 수 있다. [6과10-01] 운동하는 물체는 시간에 따라 위치가 변화함을 알고 그 변화를 표현할 수 있다.
	Provide Examples (예 제시하기)	<ul style="list-style-type: none"> · 특정한 특성을 지닌 유기체, 물질 및 과정의 예를 제공하거나 식별하기 · 적절한 예를 들어 사실이나 개념의 진술을 명확히 하기 	[4과02-03] ~자석이 사용되는 예를 조사하고~ [4과09-01] ~물체의 무게를 측정하는 예를 조사하고~ [6과04-03] ~생명과학이 이용된 사례를 조사하여~
Applying	Compare/Contrast/Classify (비교/대조/분류하기)	<ul style="list-style-type: none"> · 유기체, 재료 및 과정들 간의 공통점과 차이점을 식별하거나 기술하기 · 특성(characteristics & property)에 따라 개별 물체, 물질, 유기체 및 과정을 분류하기 	[4과02-01] ~두 종류의 극을 구별할 수 있다. [4과08-02] 소리의 세기와 높낮이를 비교할 수 있다. [4과05-01] ~물체를 분류할 수 있다.
	Relate (관련짓기)	<ul style="list-style-type: none"> · 관찰한 기본 과학 개념 또는 추론된 속성, 작용(behavior) 또는 물체, 유기체 또는 물질 사용의 지식을 관련짓기 	[4과02-03] ~자석의 성질과 관련지어~ [4과09-03] ~물체의 무게와 용수철의 늘어난 길이의 관계를 조사하고~ [6과15-04] ~일상생활에서 실천할 수 있다.
	Interpret Models (모형 해석하기)	<ul style="list-style-type: none"> · 과학 개념의 지식을 설명(demonstrate)하거나, 과정, 주기, 관계 또는 시스템을 도해하거나(illustrate), 과학 문제에 대한 해결책을 찾는데 도식(diagram)이나 기타 모형을 사용하기 	[6과01-01] ~치층의 형성 과정을 모형으로 표현할 수 있다. [4과14-02] ~먹이그물로 표현할 수 있다.
Applying	Interpret Information (정보 해석하기)	<ul style="list-style-type: none"> · 관련 문자, 표, 그림 및 그래픽 정보를 해석하는데 과학 개념의 지식을 사용하기 	
	Explain (설명하기)	<ul style="list-style-type: none"> · 과학 개념이나 원리를 사용하여 관찰이나 자연 현상에 대한 설명을 제공하거나 식별하기 	[4과02-03] ~자석의 성질과 관련지어 그 기능을 설명할 수 있다. [4과09-03] ~물체의 무게를 재는 원리를 설명할 수 있다.

Domain	Elements	Contents	Examples
Reasoning	Predict (예상하기)	· 탐구를 통해 대답할 수 있는 질문을 구상하고(formulate) 설계에 관한 정보를 바탕으로 탐구(investigation) 결과를 예상하기; 생물학적 변화의 결과 or 물리적 조건 or 역동적인 상황의 결과를 예측하는 데 과학적 증거와 개념적 이해를 사용하기; 경험, 관찰, 과학적 정보의 분석 통해 얻은 개념적 이해와 지식을 바탕으로 검증이 가능한 가설을 설정하기	[6과09-02] ~용액을 섞을 때 용액의 성질 변화를 실험을 통해 추론할 수 있다. [6과01-03] ~지구의 과거 생물과 환경을 추리하는 활동을 통해~ [6과07-02] ~두 물체의 온도 변화를 관찰하고 그 원인을 추리할 수 있다.
	Design (설계하기)	· 모델 개발; 과학적 질문에 답하거나 가설을 검증하는 데 적합한 탐구 또는 과정을 계획하기; 측정하고 통제해야 할 변수와 인과 관계 측면에서 잘 설계된 탐구의 특성을 기술하거나 인식하기; 문제 해결을 위해 과학적 원리와 적절한 기술을 적용하는 계획을 설계하기	[4과09-04] 간단한 저울을 설계하여 제작하고~ [6과02-03] ~거울이나 렌즈를 이용한 장치를 창의적으로 만들 수 있다. [6과15-04] ~안전하게 사용하는 방법을 조사하여 실천 계획을 세우고~
	Evaluate (평가하기)	· 대체 설명을 평가하기; 대체 과정과 물질에 대한 결정을 하는데 장점과 단점을 비교하기(weigh); 장점과 한계 측면에서 모델을 평가하기; 결론을 뒷받침하는 자료의 충분성과 관련하여 탐구 결과를 평가하기; 성공과 제약 수준의 측면에서 설계 계획을 평가하기)	[4과01-04] ~다양한 물체를 설계하고 장단점을 토의할 수 있다. [4과09-04] ~그 결과물을 평가할 수 있다. [6과04-02] ~긍정적인 영향과 부정적인 영향에 대해 토의할 수 있다.
	Draw Conclusions (결론 도출하기)	· 관찰, 증거 및 과학 개념의 이해를 바탕으로 유효한 추론(inference)하기; 질문이나 가설에 답하고, 원인과 결과에 대한 이해를 나타내는 적절한 결론을 도출하기	[6과14-03] 계절 변화의 원인은 지구 자전축이 기울어진 채 공전하기 때문임을 모형실험을 통해 설명할 수 있다. [6과13-02] 계절에 따른 태양의 남중 고도와 낮의 길이 사이의 관계를 자료에 근거하여 추론할 수 있다.
	Analyze (분석하기)	· 과학적 문제의 요소를 식별하고 질문에 답하거나 문제를 해결하기 위해 관련 정보, 개념, 관계 및 자료의 경향성(patterns)을 파악하기	[6과14-04] 연소 과정에서 생성되는 물질로 인한 생태계의 피해 사례를 수집하고 분석하여~ [6과12-01] ~하루 동안 태양과 별을 관찰하여 위치 변화의 규칙성을 찾을 수 있다.
	Synthesize (종합하기)	· 다양한 요소나 관련한 개념을 고려해야 하는 질문에 답하기	[4과08-03] ~ 소음을 줄이는 방법을 토의할 수 있다. [6과15-03] ~ 화재 안전 대책에 대해 토의할 수 있다.
	Generalize (일반화하기)	· 실험적이거나 주어진 조건을 넘어서는(새로운 상황에 결론을 적용하는) 일반적인 결론을 내리기	.
	Justify (정당화하기)	· 설명의 합리성, 문제 해결, 탐구의 결론을 뒷받침하는데 증거와 과학적 이해를 활용하기	.

위해 과학적 원리와 적절한 기술을 적용하는 계획을 설계하는 것이다. 성취 기준에서 ‘~장치를 설계하거나 창의적으로 만들 수 있다.’, ‘~실천 계획을 세우고’ 등과 같이 ‘설계’, ‘만들기’, ‘계획 세우기’ 등이 이에 해당하는 것으로 분석하였다. ‘평가하기’의 요소는 대체 과정과 물질에 대한 결정을 하는데 장점과 단점을 비교하거나 결론을 뒷받침하는 자료의 충분성과 관련하여 탐구 결과를 평가하는 것이다. 성취 기준에서 ‘~그 결과물을 평가할 수 있다.’ 등과 같은 서술어를 대상으로 하였다. ‘분석하기’의 요소는 과학적 문제의 요소를 식별하고 질문에 답하거나 문제를 해결하기 위해 관련 정보, 개념, 관계 및 자료의 경향성을 파악하는 것이다. 성취 기준에서 ‘~ 분석하여’ 등의 서술어를 대상으로 하였다. ‘종합하기’의 요소는 다양한 학습 내용이나 요소와 관련된 개념을 고려해서 질문에 답하는 것이다. 성취 기준에서 ‘~ 소음을 줄이는 방법을 토의할 수 있다.’, ‘~ 화재 안전 대책에 대해 토의할 수 있다.’ 등과 같이 그 단원에서 학습한 과학적 개념과 지식을 활용하여 질문에 답하는 서술어를 해당하는 것으로 분석하였다. ‘일반화하기’와 ‘정당화하기’ 요소는 초등 과학과 성취 기준에서는 찾을 수 없었다. 우리나라와 미국의 지구과학 분야의 TIMSS 인지 영역 분석 연구(Kim, Kim & Shin, 2016)에서도 초등학교급에서는 ‘추론하기’ 영역의 ‘일반화하기’와 ‘정당화하기’ 요소가 반영되지 않았다고 하였다. Song et al.(2016)은 2009 개정 과학과 중학교 교육과정에서는 ‘정당화하기’ 요소는 반영되었지만 ‘일반화하기’ 요소는 중학교 성취 기준에도 없었다고 하였다.

3. 분석 방법

2015 개정 및 2022 개정 과학과 성취 기준을 분석하는 데에는 초등 과학교육을 전공한 3명의 현장 교사와 초등과학교육전문가 1명이 참여하였다. 분석 방법은 다음과 같다. 첫째, 분석자들과 TIMSS 2023 과학 인지 영역 분석틀을 이해하는 시간을 가졌다. 둘째, 운동과 에너지, 물질, 생명과학, 지구와 우주 분야의 각 1개 단원의 성취 기준을 함께 분석하여 인지 영역의 세부 요소에 따른 성취 기준의 예를 공유하였다. 셋째, 분석자들은 각각 운동과 에너지, 물질, 생명과학, 지구와 우주 분야, 과학과 사회(통합 포함) 중 하나를 선택하여 2015 개정과 2022 개정의 성취 기준을 분석하였다. 넷째, 분석자들은 자신이 선택하지 않은 다른 분야를 교차 분석하였다. 마지막으로 분석자들 간에 이견이 있는 성취 기준에 대해서는 협의 과정을 거쳤고 연구 참여자들의 최종 합의로 연구 결과를 도출하였다.

본 연구에서 분석 참여자 4인이 TIMSS 2023 인지 영역 분석틀에 따라 2022 개정 초등 과학과 성취 기준을 분석한 일치도는 Table 4와 같다. 분석자 A와 B는 .980, 분석자 A와 C는 .950, 분석자 A와 D는 .961, 분석자 B와 C는 .896, 분석자 B와 D는 .888, 분석자 C와 D는 .972의 일치도를 보였다. Cohen’s Kappa 지수는 .803~.966으로 모두 .801이상이었다. Landis and Koch(1977)에 따르면 본 연구 참여자들의 분석 일치도는 전반적으로 완벽한 일관성(almost perfect)을 보였다.

연구 참여자들이 분석에서 이견을 보인 성취 기준은 ‘[6과03-03]~용액의 필요성을 알리는 자료를 만들고 공유할 수 있다.’, ‘[4과 15-02]

Table 4. TIMSS cognitive domain assessment agreement between analysts

구분	분석자	A & B	A & C	A & D	B & C	B & D	C & D
분석 일치도		.980	.950	.961	.896	.888	.972
Cohen's Kappa		.966	.913	.931	.811	.803	.951

~관찰하여 서술할 수 있다.’, [6과06-03]~날씨의 특징을 기상 요소로 표현할 수 있다.’ 등이었다. 분석자에 따라 ‘자료를 만들어 공유할 수 있다.’를 알기 영역의 ‘기술하기’ 요소, 적용하기 영역의 ‘설명하기’ 요소나 추론하기 영역의 ‘설계하기’로 구분하였다. 2022 개정의 ‘자료를 만들어 공유’하는 것은 디지털 소양 교육과 연계되고 학생들이 직접 계획하고 자료를 만드는 점에 중점을 두고 본 연구에서는 추론하기 영역의 ‘설계하기’로 최종 분석하였다. ‘~서술할 수 있다.’와 ‘~표현할 수 있다.’도 알기 영역의 ‘기술하기’ 요소와 적용하기의 ‘설명하기’ 요소를 다르게 분석한 경우가 있었는데 이는 성취 기준 해설과 적용 시 고려 사항을 근거로 분석자 간의 합의 과정을 거쳐 최종 분석하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 운동과 에너지 분야 분석 결과

TIMSS 2023 과학과 인지 영역 분석틀을 활용한 운동과 에너지 분야의 분석 결과는 Table 5와 같다. 초등 3~4학년군에서 2015 개정의 ‘알기’ 영역은 8개(29.6%), ‘적용하기’ 영역은 16개(59.2%), ‘추론하기’ 영역은 3개(11.1%)였다. 반면 2022 개정에서 ‘알기’ 영역은 9개(50%), ‘적용하기’ 영역은 7개(38.9%), ‘추론하기’ 영역은 2개(11.1%)였다. 초등 3~4학년군에서 2022 개정 운동과 에너지 분야의 ‘알기’ 비율은 2015 개정에 비해 약 20.4% 증가하였고 ‘적용하기’ 비율은 약 20.3% 감소하였다. ‘추론하기’ 영역은 2015 개정과 2022 개정 모두 11.1%로 유사한 수준이었다. 운동과 에너지 분야에서는 2022로 개정되면서 초등 3~4학년군의 ‘알기’ 영역 비율이 증가하였고 ‘적용하기’ 영역은 감소한 것을 알 수 있다. 초등 5~6학년군에서 2015 개정의 ‘알기’ 영역은 14개(58.3%), ‘적용하기’ 영역은 9개(37.5%),

‘추론하기’ 영역은 1개(4.2%)였다. 반면 2022 개정에서 ‘알기’ 영역은 17개(65.4%), ‘적용하기’ 영역은 5개(19.2%), ‘추론하기’ 영역은 4개(15.4%)였다. 초등 5~6학년군에서 2022 개정의 ‘알기’ 영역이 2015 개정에 비해 약 7.1%, ‘추론하기’ 영역은 약 11.2% 증가하였다. 하지만 ‘적용하기’ 영역은 약 18.3% 감소하였다.

운동과 에너지 분야에서 TIMSS 2023 인지 영역의 비율은 학년군과 교육과정의 개정 시기에 따라 달랐다. 2015 개정 초등 3~4학년군에서 인지 영역의 비율은 적용하기, 알기, 추론하기의 순이었고, 초등 5~6학년군에서는 알기, 적용하기, 추론하기 순이었다. 반면, 2022 개정 3~4학년군과 5~6학년군 모두에서 인지 영역의 비율은 알기, 적용하기, 추론하기의 순이었다.

운동과 에너지 분야에서는 2022 개정 교육과정으로 바뀌면서 ‘알기’ 영역의 ‘인식하기’ 요소가 증가한 것을 전체 학년군에서 확인할 수 있다. 2022 개정 초등 3~4학년군에서는 ‘적용하기’ 영역 ‘비교/대조/분류’ 요소의 비율은 2015 개정과 유사한 수준이었지만, 초등 5~6학년군에서 ‘비교/대조/분류’ 요소의 비율은 약 9% 줄어들었다. ‘관계짓기’ 요소는 2022 개정 초등 5~6학년군에서는 약 7.7% 증가하였다. ‘설명하기’ 요소는 2022 개정 초등 3~4학년군에서 2015 개정에 비해 약 22.2% 줄어들었고, 초등 5~6학년군에서도 약 17% 줄어들었다. 2022 개정 초등 5~6학년군에서 추론하기 영역의 ‘설계하기’ 요소는 2015 개정에 비해 약 11.5% 증가하였다. ‘평가하기’ 요소는 2015 개정 초등 3~4학년군에서만 있었다. ‘종합하기’ 요소는 초등 3~4학년군에서는 2015 개정과 2022 개정에서 한 개씩이었고, 초등 5~6학년군에서는 2015 개정에서만 한 개 있었다.

초등 전체 운동과 에너지 분야에서 2022 개정의 ‘알기’ 영역 비율은 2015 개정보다 약 16% 높았다(Figure 1). 초등 전체 운동과 에너지 분야에서 2022 개정의 ‘적용하기’ 영역은 2015 개정과 비교해 약 21.7% 감소하였다. 반면에 ‘추론하기’ 영역은 2022로 개정되면서

Table 5. Movement and energy domain analysis results (number and ratio)

학년군	알기			적용하기			추론하기				합계(비율)	
	인식하기	기술하기	예제시하기	비교/대조/분류	관계짓기	설명하기	예상하기	설계하기	평가하기	종합하기		
3~4학년	15개정	5 (18.5)	0 (0.0)	3 (11.1)	4 (14.8)	3 (11.1)	9 (33.3)	0 (0.0)	1 (3.7)	1 (3.7)	1 (3.7)	27 (100)
	22개정	8 (44.4)	0 (0.0)	1 (5.6)	3 (16.7)	2 (11.1)	2 (11.1)	0 (0.0)	1 (5.6)	0 (0.0)	1 (5.6)	18 (100)
5~6학년	15개정	8 (33.3)	1 (4.2)	5 (20.8)	4 (16.7)	0 (0.0)	5 (20.8)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (4.2)	24 (100)
	22개정	14 (53.8)	1 (3.8)	2 (7.7)	2 (7.7)	2 (7.7)	1 (3.8)	1 (3.8)	3 (11.5)	0 (0.0)	0 (0.0)	26 (100)
15 개정 전체	13 (25.5)	1 (2.0)	8 (15.7)	8 (15.7)	3 (5.9)	14 (27.5)	0 (0.0)	1 (2.0)	1 (2.0)	2 (3.9)	51 (100)	
22 개정 전체	22 (50.0)	1 (2.3)	3 (6.8)	5 (11.4)	4 (9.1)	3 (6.8)	1 (2.3)	4 (9.1)	0 (0.0)	1 (2.3)	44 (100)	

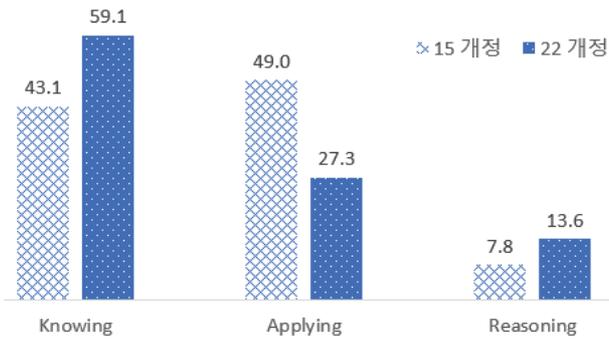


Figure 1. cognitive ratio of 'movement and energy'

2015 개정보다 약 5.8% 증가하였다. TIMSS 2023 인지 영역의 비율(알기: 40, 적용: 40, 추론: 20)에 근거하여 운동과 에너지 분야의 '알기' 영역의 비율은 높았고 '적용하기'와 '추론하기'의 비율은 상대적으로 낮았다. 성취 기준은 학생들이 학습할 내용과 학습 후 기대 능력을 포괄적으로 기술한 것이기에(MOE, 2015) 성취 기준에 도달한 학생의 성취는 TIMSS 2023과 같은 국제 수준의 인지 영역과 관련지어 생각해 볼 필요가 있다(Kwak, 2017). 즉, 과학과 교육과정의 분야별 내용의 범위와 수준을 어느 시기에 적용할지에 대한 점검이 필요한 것(Hong et al., 2006; Kim, Kim & Dong, 2015)과 동일하게 인지 영역의 수준과 범위의 적용에 대해서도 검토가 필요하다. 하지만, 2022 개정 성취 기준의 개발 지침(Shin et al., 2022a; 2022b)에서는 인지 영역 수준의 반영에 관한 기술이 없었다. TIMSS 2019 본 검사의 결과를 토대로 교육 내용 목표 일치도를 높이려는 시도와 정의적 태도 영역의 강조는 2022 개정 과학과 교육과정의 시간과 최종안에서도 확인할 수 있다. 하지만, 성취 기준에서 인지 영역의 목표와 수준을 어느 수준에서 반영한 것인가에 대한 구체적인 내용은 제시하지 않았다.

2022 개정 '운동과 에너지' 분야 내용 체계표에서 초등학교급의 '과정·기능'은 아래와 같고, '물질'과 '지구와 우주' 분야에서도 유사한 수준으로 기술하였다. 본 연구 결과에서 알 수 있듯이 '과정·기능'에서 제시한 '탐구 설계', '관찰·측정·분류·예상·추리'는 성취 기준의 서술어로 반영되었지만, '결론 도출'과 같은 요소는 성취 기준으로 서술되어 있지 않았다. 2022 개정에서 성취 기준을 작성할 때 세 범주를 정합하여 기술하고자 했으나(Shin et al., 2022a), '과정·기능'의 일부 내용은 성취 기준에 진술되지 않았음을 알 수 있다.

- 자연과 일상생활에서 운동과 에너지 관련 문제 인식하기
- 문제를 해결하기 위한 탐구 설계하기
- 관찰, 측정, 분류, 예상, 추리 등을 통해 자료를 수집하고 비교·분석하기
- 수학적 사고와 컴퓨터 및 모형 활용하기
- 결론을 도출하고, 자연과 일상생활에서 운동과 에너지 관련 상황에 적용·설명하기
- 자신의 생각과 주장을 과학적 언어를 사용하여 다양한 방식으로 표현하고 공유하기

2022 개정 평가 방향에서는 '교육과정상 내용 체계와의 관련성을 고려하여 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도를 균형 있게 평가하되, 지식·이해 중심의 평가를 지양한다.'고 하였다(MOE, 2022). 평가 방법에서는 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도 세 범주를 고르게

평가하여 '과학'의 교수·학습 목표 도달 여부를 종합적으로 파악하라고 제시하였다. 하지만 2022 개정 교육과정에서 '과정·기능'을 초등학교 학년군별로 구분하여 제시하지 않았을 뿐만 아니라 각각의 수준과 범위에 관한 진술이 없다. 평가 방법에서도 '과정·기능'과 '가치·태도' 평가의 중요성은 강조되었지만, 과학과 내용을 어떤 인지 수준으로 평가할지에 대한 논의는 빠져있다. 즉, 교육과정에서는 '지식·이해', '과정·기능', '가치·태도'의 세 범주를 교육과정의 성취 기준, 교수학습방법, 평가 항목에서 어떻게 구체적으로 반영할지(Lee, 2024)와 학년군별 세 범주에 대한 수준과 범위를 체계적으로 안내할 필요가 있다. Shin et al.(2022a)은 교과서의 개발에서 저자들의 전문성, 출판사의 능력, 인적 제한으로 인한 과학교육에 전문성이 있는 심사위원 구성의 어려움 등 교육과정을 교과서로 구현하고 심사하는 데에도 많은 제약사항이 있다고 하였다. 이는 교육과정이 구체적이고 체계적으로 구성되었다고 하더라도 교과서로 구현하는 단계에서도 많은 제약이 있음을 뜻한다. 따라서, 교육과정의 내용 체계표, 성취 기준, 평가에서 인지 영역의 수준과 범위를 체계화하여 제시할 필요가 있다. 또한 2025년부터 적용되는 초등 3~4학년군 과학 교과서에서도 교육과정의 성취 기준, 교수학습방법 및 평가의 원칙을 얼마나 반영했는지와 TIMSS 2023 인지 영역의 반영 정도를 분석하여 차기 과학과 교육과정의 성취 기준을 개발할 때 국제 수준의 인지 영역 목표를 어떻게 반영할지에 대한 심도 있는 논의가 필요하다.

2. 물질 분야 분석 결과

TIMSS 2023 과학과 인지 영역 분석틀을 활용한 물질 분야의 분석 결과는 Table 6과 같다.

초등 3~4학년군에서 2015 개정의 '알기' 영역은 14개(58.3%), '적용하기' 영역은 8개(33.3%), '추론하기' 영역은 2개(8.4%)였다. 반면 2022 개정에서 '알기' 영역은 7개(50%), '적용하기' 영역은 4개(28.6%), '추론하기' 영역은 3개(21.4%)였다. 초등 3~4학년군에서는 2022 개정 물질 분야의 '추론하기' 비율이 약 13% 증가하였고, '알기'와 '적용하기' 영역은 감소하였다. 초등 5~6학년군에서 2015 개정의 '알기' 영역은 11개(55%), '적용하기' 영역은 7개(35%), '추론하기' 영역은 2개(10%)였다. 반면 2022 개정에서 '알기' 영역은 15개(53.6%), '적용하기' 영역은 7개(25%), '추론하기' 영역은 6개(21.4%)였다. 2022 개정의 '추론하기' 영역은 2015 개정에 비해 약 11.4% 증가하였고 '알기' 영역은 약 1.4%, '적용하기' 영역은 약 10% 감소하였다. 2022 개정에서 5~6학년군과 3~4학년군 물질 분야의 공통점은 '알기'와 '적용하기' 영역은 감소했고 '추론하기' 영역은 증가했다는 것이다. 또한 물질 영역에서 TIMSS 2023 인지 영역의 비율은 학년군과 교육과정의 개정 시기와 관련 없이 알기, 적용하기, 추론하기의 순이었다.

물질 분야에서는 2022 개정 교육과정으로 바뀌면서 알기 영역의 '예 제시하기' 요소의 비율은 증가하였고, '인식하기' 요소는 감소하였다. 2022 개정으로 개정되면서 '적용하기' 요소의 비율은 감소하였지만, 2022 개정 초등 3~4학년군에서 '비교/대조/분류' 요소는 2015 개정에 비해 약 4.7% 증가하였다. 2022 개정 초등 3~4학년군에서 추론하기 영역의 '설계하기' 요소는 약 17.2% 증가하였다. 이는 2022 개정 물질 분야의 성취 기준에서 '설계', '만들기' 등과 관련된 내용이

Table 6. Material domain analysis results(number and ratio)

학년군		알기		적용하기			추론하기			합계 (비율)		
		인식하기	예제시하기	비교/대조/분류	관계짓기	설명하기	예상하기	설계하기	평가하기		분석하기	종합하기
3~4학년	15개정	11 (45.8)	3 (12.5)	4 (16.7)	1 (4.2)	3 (12.5)	0 (0.0)	1 (4.2)	1 (4.2)	0 (0.0)	0 (0.0)	24 (100)
	22개정	4 (28.6)	3 (21.4)	3 (21.4)	0 (0.0)	1 (7.1)	0 (0.0)	3 (21.4)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	14 (100)
5~6학년	15개정	8 (40.0)	3 (15.0)	4 (20.0)	1 (5.0)	2 (10.0)	0 (0.0)	1 (5.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (5.0)	20 (100)
	22개정	10 (35.7)	5 (17.9)	5 (17.9)	0 (0.0)	2 (7.1)	1 (3.6)	2 (7.1)	0 (0.0)	2 (7.1)	1 (3.6)	28 (100)
15개정 전체		19 (43.2)	6 (13.6)	8 (18.2)	2 (4.5)	5 (11.4)	0 (0.0)	2 (4.5)	1 (2.3)	0 (0.0)	1 (2.3)	44 (100)
22개정 전체		14 (33.3)	8 (19.0)	8 (19.0)	0 (0.0)	3 (7.1)	1 (2.4)	5 (11.9)	0 (0.0)	2 (4.8)	1 (2.4)	42 (100)

많이 반영되었다는 것을 의미한다. 또한 추론하기 영역의 ‘분석하기’ 요소는 2022 개정 5~6학년군에만 적용되었다. ‘종합하기’ 요소는 2015 개정과 2022 개정의 5~6학년군에서만 한 개씩 반영되었다.

초등 전체 물질 분야에서 2022 개정의 ‘알기’ 영역은 2015 개정에 비해 약 4.4% 감소하였고, ‘적용하기’ 영역은 약 7.9% 줄어들었다 (Figure 2). 반면에 ‘추론하기’ 영역은 2022로 개정되면서 2015 개정보다 약 12.3% 증가하였다. 2022 개정 물질 분야의 성취 기준은 TIMSS 2023(알기: 40, 적용: 40, 추론: 20)과 비교해 ‘알기’ 영역의 비율은 높고, ‘적용하기’ 영역의 비율은 낮다는 것을 알 수 있다. 반면 2022 개정 물질 분야의 ‘추론하기’ 영역은 TIMSS 2023의 추론하기 비율보다 1.4% 더 증가하였다. 2022 개정의 물질 분야는 운동과 에너지 분야와 비교해 ‘알기’ 영역의 비율은 감소하였고, ‘적용하기’ 영역의 감소 비율도 낮았다.

TIMSS 2019 초등 4학년 물상과학 영역의 성취도는 전체 성취도에 비해 상대적으로 높았고, ‘적용하기’ 영역의 성취도가 전체 성취도 평균에 비해 상대적으로 높았다(Sang et al., 2020). 반면 ‘추론하기’ 영역의 성취도는 TIMSS 2011에 비해 TIMSS 2015와 2019 모두에서 통계적으로 유의하게 하락하였다(Sang et al., 2020). 2015 개정의 운동과 에너지 분야의 ‘적용하기’ 영역의 비율은 49%이고 물질 분야는 34.1%이다. 2009 개정 과학과 교육과정의 성취 기준에서 인지 영역을 비교한 연구가 없었기에 직접적인 영향을 파악할 수 없지만, 물상과학의 ‘적용하기’ 성취가 높았던 것은 성취 기준의 ‘적용하기’ 영역의 비율과 관련이 있다고 판단된다. 본 연구에서 2022 개정의 운동과

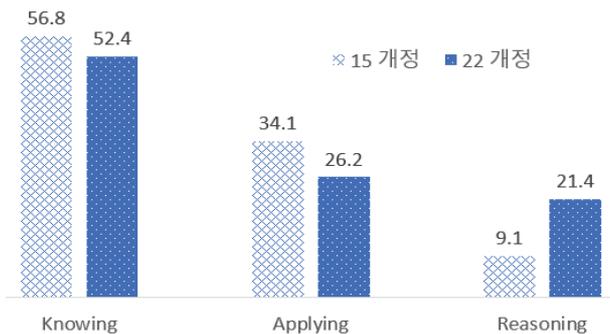


Figure 2. Cognitive ratio of 'material'

에너지와 물질 분야 모두에서 ‘적용하기’ 비율은 줄어들었고 ‘추론하기’ 비율은 상승하였다. 따라서, 2022 개정 물상 분야에서 인지 영역 비율의 변화가 TIMSS 평가에서 물상과학의 성취도에 미치는 영향에 관한 후속 연구가 필요하다. 그리고 물상 분야에서 성취 기준의 변화가 교과서 개발과 교과 교육 현장에서 잘 구현되었는지에 대한 지속적인 검토와 연구도 필요하다(Lee, 2024).

3. 생명과학 분야의 분석 결과

TIMSS 2023 과학과 인지 영역 분석틀을 활용한 생명과학 분야의 분석 결과는 Table 7과 같다.

초등 3~4학년군에서 2015 개정의 ‘알기’ 영역은 9개(40.9%), ‘적용하기’ 영역은 11개(50%), ‘추론하기’ 영역은 2개(9.1%)였다. 반면 2022 개정에서 ‘알기’ 영역은 14개(48.3%), ‘적용하기’ 영역은 9개(31%), ‘추론하기’ 영역은 6개(20.7%)였다. 초등 3~4학년군에서 2022 개정 생명과학 분야의 ‘알기’ 영역의 비율은 약 7.4%, ‘추론하기’ 영역은 11.6% 증가하였다. ‘적용하기’ 영역의 비율은 약 19% 감소하였다. 생명과학 분야도 운동과 에너지 및 물질 분야와 유사하게 2022로 개정되면서 초등 3~4학년군에서 ‘알기’, ‘추론하기’ 영역은 증가하고 ‘적용하기’ 영역은 감소한 것을 알 수 있다. 초등 5~6학년군에서 2015 개정의 ‘알기’ 영역은 12개(48%), ‘적용하기’ 영역은 10개(40%), ‘추론하기’ 영역은 3개(12%)였다. 반면 2022 개정에서 ‘알기’ 영역은 5개(38.5%), ‘적용하기’ 영역은 5개(38.5%), ‘추론하기’ 영역은 3개(23.1%)였다. 초등 5~6학년군에서 2022 개정의 ‘알기’와 적용하기 영역은 2015 개정에 비해 각각 약 9.5%, 1.5% 감소하였고 ‘추론하기’ 영역은 각각 약 11.1% 증가하였다.

생명과학 분야에서 TIMSS 2023 인지 영역의 비율은 학년군과 교육과정의 개정 시기에 따라 달랐다. 2015 개정 초등 3~4학년군 인지 영역의 비율은 적용하기, 알기, 추론하기의 순이었고, 초등 5~6학년군에서는 알기, 적용하기, 추론하기의 순이었다. 반면에 2022 개정 3~4학년군에서 인지 영역의 비율은 알기, 적용하기, 추론하기의 순이었고, 초등 5~6학년군에서는 알기=적용하기, 추론하기의 순이었다.

생명과학 분야에서는 2022 개정 교육과정으로 바뀌면서 초등 3~4

Table 7. Life science domain analysis results (number and ratio)

학년군	알기				적용하기			추론하기		합계 (비율)		
	인식하기	기술하기	예 제시하기	비교/대조/ 분류	관계짓기	모델해석	설명하기	설계하기	평가하기		종합하기	
3~4학년	15개정	4 (18.2)	1 (4.5)	4 (18.2)	3 (13.6)	2 (9.1)	0 (0.0)	6 (27.3)	2 (9.1)	0 (0.0)	0 (0.0)	22 (100)
	22개정	12 (41.4)	1 (3.4)	1 (3.4)	3 (10.3)	2 (6.9)	1 (3.4)	3 (10.3)	5 (17.2)	0 (0.0)	1 (3.4)	29 (100)
5~6학년	15개정	10 (40.0)	0 (0.0)	2 (8.0)	0 (0.0)	2 (8.0)	0 (0.0)	8 (32.0)	1 (4.0)	1 (4.0)	1 (4.0)	25 (100)
	22개정	5 (38.5)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (7.7)	1 (7.7)	3 (23.1)	2 (15.4)	0 (0.0)	1 (7.7)	13 (100)
15개정 전체	14 (29.8)	1 (2.1)	6 (12.8)	3 (6.4)	4 (8.5)	0 (0.0)	14 (29.8)	3 (6.4)	1 (2.1)	1 (2.1)	47 (100)	
22개정 전체	17 (40.5)	1 (2.4)	1 (2.4)	3 (7.1)	3 (7.1)	2 (4.8)	6 (14.3)	7 (16.7)	0 (0.0)	2 (4.8)	42 (100)	

학년군에서 ‘알기’ 영역의 ‘인식하기’ 요소가 증가하였다. ‘기술하기’ 요소는 유사한 수준이었다. ‘예 제시하기’ 요소는 2022로 개정되면서 초등 3~4학년군의 비율은 약 14.8% 감소하였고 초등 5~6학년군에서도 약 8% 감소하였다. ‘적용하기’ 영역 ‘비교/대조/분류’ 요소는 초등 3~4학년군에서는 유사한 수준이었지만, 초등 5~6학년군에서 2015 개정과 2022 개정 모두에서 반영되지 않았다. ‘관계짓기’ 요소는 2022 개정과 2015 개정에서 학년군별로 유사한 수준이었다. 반면에 ‘설명하기’ 요소는 2022 개정 초등 3~4학년군에서 약 17% 줄어들었고, 초등 5~6학년군에서도 약 8.9% 줄어들었다. ‘모델 해석하기’ 요소는 2022 개정에서만 초등 3~4학년군과 5~6학년군에 한 개씩 반영되었다. 추론하기 영역의 ‘설계하기’ 요소는 2022 개정 초등 3~4학년군에서 약 8.1%, 초등 5~6학년군에서는 약 11.4% 증가하였다. ‘평가하기’ 요소는 2015 개정의 초등 5~6학년군에서만 한 개 있었다. ‘종합하기’ 요소는 초등 3~4학년군에서는 2015 개정에서만 한 개가 있었고 초등 5~6학년군에서는 2015 개정과 2022 개정 모두 한 개씩 있었다. 2022 개정 생명과학에서는 추론하기 영역의 ‘설계하기’ 요소의 증가가 두드러졌다.

2022 개정 생명과학 분야에서 내용 체계표의 ‘과정·기능’은 아래와 같다. 생명과학 분야는 ‘운동과 에너지’와 ‘물질’과 달리 내용 체계표에 진술된 ‘과정·기능’이 모두 성취 기준에 반영되었다. 2022 개정 교육과정을 개발하면서 성취 기준의 진술과 관련하여 많은 검토 과정이 있었지만, 과학과 분야에 따라 반영 정도가 다를 수 있다. 과학과 교육과정 개발자들 또한 과학 교과의 ‘과정·기능’과 탐구 활동의 형태가 유사하여 이 둘의 구분이 애매한 예도 있다고 하였다 (Shin et al., 2022a). 이는 ‘과정·기능’과 ‘성취 기준’의 연결성과 진술에 대한 이견이 있었거나 초등 수준에서 ‘과정·기능’과 관련한 용어를 사용하는데 인식의 차가 있었음을 보여준다. 과학과 영역과 내용에 따라 목표하고자 하는 ‘과정·기능’의 차이는 있을 수 있다. 하지만 교육과정의 내용 체계표, 성취 기준, 교수학습, 평가 진술에서 ‘지식·이해’, ‘과정·기능’, ‘가치·태도’ 세 범주에 대한 진술의 일관성은 각 분야에서 지켜질 필요가 있다. 따라서 차기 교육과정의 개발에서는 이러한 점을 반영해야 할 것이다.

- 문제를 해결하기 위한 탐구 설계하기
- 생물 관찰 및 분류하기

- 자료 조사 및 해석하기
- 모형으로 설명하기
- 자신의 생각과 주장을 과학적 언어를 사용하여 협력적 소통하기

초등 전체 생명과학 분야에서 ‘알기’ 영역 비율은 2015 개정과 2022 개정이 유사한 수준이었다(Figure 3). 초등 전체 생명과학 분야에서 2022 개정의 ‘적용하기’ 영역은 2015 개정과 비교해 약 11.4% 줄어들었다. 반면에 ‘추론하기’ 영역은 2022로 개정되면서 2015 개정보다 약 10.8% 증가하였다. 2022 개정의 생명과학 역시 물질과 운동과 에너지 분야와 유사하게 ‘적용하기’ 영역의 비율이 감소하였음을 알 수 있다. 반면 ‘추론하기’ 영역은 물질, 운동과 에너지, 생명과학 세 분야 모두에서 증가하였다. 2015 개정과 2022 개정의 ‘생명과학 I, II’를 대상으로 한 선행연구(Kang, 2023)에서 ‘이해하기’ 인지과정의 비중이 가장 높았고, 2022 개정에서는 ‘창안하기’ 비중이 증가했다고 하였다. 이는 본 연구에서 초등 생명과학 분야의 결과와 유사한 결과이고 2022 개정 생명과학의 성취 기준이 학교급과 관련 없이 특정 인지 수준에 대한 의존도가 높게 나타난다는 것을 의미한다. 하지만, 학생들의 인지 발달 수준은 학교급에 따라 큰 차이가 있기에 교육과정의 성취 기준을 개발할 때 학생들의 인지 수준에 따라 성취 기준의 인지 수준을 어떻게 구성할지에 대한 논의가 필요해 보인다. TIMSS 2023 인지 영역의 비율(알기: 40, 적용: 40, 추론: 20)과 비교할 때 2022 개정 초등 생명과학이 TIMSS 2023과 가장 유사한 수준이라고 할 수 있다.

TIMSS 2019 평가 결과 생명과학 분야의 성취도는 다른 분야에

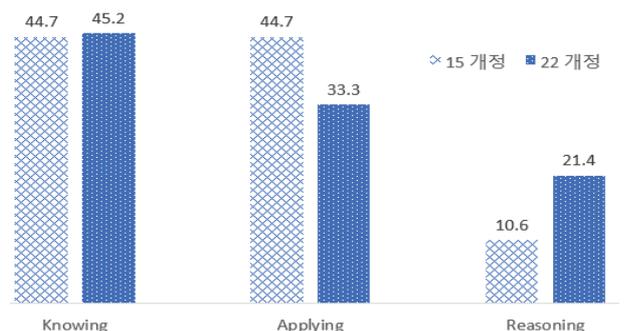


Figure 3. Cognitive ratio in 'life sciences'

Table 8. Earth and space domain analysis results (number and ratio)

학년군		알기			적용하기			추론하기			합계 (비율)		
		인식하기	예 제시하기	비교/대조 /분류	관계짓기	모델해석	설명하기	예상하기	설계하기	결론도출 하기		분석하기	종합하기
3~4학년	15개정	9 (33.3)	0 (0.0)	5 (18.5)	1 (3.7)	3 (11.1)	7 (25.9)	1 (3.7)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (3.7)	27 (100)
	22개정	10 (55.6)	0 (0.0)	4 (22.2)	2 (11.1)	1 (5.6)	1 (5.6)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	18 (100)
5~6학년	15개정	9 (45.0)	1 (5.0)	1 (5.0)	2 (10.0)	0 (0.0)	5 (25.0)	0 (0.0)	1 (5.0)	1 (5.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	20 (100)
	22개정	11 (47.8)	0 (0.0)	2 (8.7)	2 (8.7)	2 (8.7)	3 (13.0)	1 (4.3)	0 (0.0)	1 (4.3)	1 (4.3)	0 (0.0)	23 (100)
15개정 전체		18 (38.3)	1 (2.1)	6 (12.8)	3 (6.4)	3 (6.4)	12 (25.5)	1 (2.1)	1 (2.1)	1 (2.1)	0 (0.0)	1 (2.0)	47 (100)
22개정 전체		21 (51.2)	0 (0.0)	6 (14.6)	4 (9.8)	3 (7.3)	4 (9.8)	1 (2.4)	0 (0.0)	1 (2.4)	1 (2.4)	0 (0.0)	41 (100)

비해 상대적으로 낮았을 뿐 아니라 TIMSS 2015에 비해 통계적으로 유의하게 낮았다(Sang et al., 2021). 2022 개정에서 ‘알기’와 ‘추론하기’ 인지 영역의 증가가 차후 TIMSS 평가에서 어떤 영향을 미치는지 추이 분석이 필요하다. 또한 2022 개정 과학과 교육과정의 적용단계에서부터 성취 기준 진술의 변화가 학생들의 과학 학습 성취도와 교사의 교수 곤란도에 미치는 영향과 관련한 연구가 병행해서 이루어져야 할 것이다.

4. 지구와 우주 분야의 분석 결과

TIMSS 2023 과학과 인지 영역 분석틀을 활용한 지구와 우주 분야의 분석 결과는 Table 8과 같다.

초등 3~4학년군에서 2015 개정의 ‘알기’ 영역은 9개(33.3%), ‘적용하기’ 영역은 16개(59.3%), ‘추론하기’ 영역은 2개(7.4%)였다. 반면 2022 개정에서 ‘알기’ 영역은 10개(55.6%), ‘적용하기’ 영역은 8개(44.4%), ‘추론하기’ 영역은 0개였다. 초등 3~4학년군에서 2022 개정 생명과학 분야의 ‘알기’ 비율은 약 12.3% 증가하였고 ‘적용하기’ 비율은 약 14.9% 감소하였다. 지구과학 분야도 다른 영역들과 유사하게 2022 개정 초등 3~4학년군의 ‘알기’ 영역 비율이 증가한 것을 알 수 있다. 하지만 ‘추론하기’ 영역은 2022 개정 3~4학년군에 반영되지 않았다. 초등 5~6학년군에서 2015 개정의 ‘알기’ 영역은 10개(50%), ‘적용하기’ 영역은 8개(40%), ‘추론하기’ 영역은 2개(10%)였다. 반면 2022 개정에서 ‘알기’ 영역은 11개(47.8%), ‘적용하기’ 영역은 9개(39.1%), ‘추론하기’ 영역은 3개(13%)였다. 초등 5~6학년군에서 2022 개정의 ‘알기’ 영역은 2015 개정에 비해 약 2.2% 감소하였지만, ‘추론하기’ 영역은 약 3% 증가하였다. ‘적용하기’ 영역은 2015 개정과 2022 개정이 유사한 수준이었다. 지구와 우주 분야에서 TIMSS 2023 인지 영역의 비율은 2015 개정 초등 3~4학년군을 제외하고 모두에서 알기, 적용하기, 추론하기의 순이었다. 2015 개정 초등 3~4학년군에서 인지 영역의 비율은 적용하기, 알기, 추론하기의 순이었다.

지구와 우주 분야에서는 2022 개정 교육과정으로 바뀌면서 알기 영역의 ‘인식하기’ 요소는 전체 학년군에서 증가하였다. ‘예 제시하기’ 요소는 2015 개정 초등 3~4학년군에서만 한 개 있었다. 적용하기 영역의 ‘비교/대조/분류’ 요소는 초등 3~4학년군과 5~6학년군에서

모두 약 3.7% 증가하였다. ‘관계짓기’ 요소는 2022 개정 초등 3~4학년군에서는 약 7.4% 증가하였지만, 초등 5~6학년군에서는 약 1.3% 감소하였다. ‘모델 해석하기’ 요소는 2022 개정 초등 3~4학년군에서 약 5.5% 감소하였지만, 초등 5~6학년군에서는 약 8.7% 증가하였다. ‘설명하기’ 요소는 2022 개정 초등 3~4학년군에서는 약 20.3%, 초등 5~6학년군에서는 약 12% 감소하였다. ‘적용하기’ 영역에서 2022 개정으로 바뀌면서 ‘설명하기’ 요소의 감소가 두드러졌다. 2022 개정 초등 3~4학년군에서 ‘추론하기’ 영역의 ‘예상하기’ 요소는 2015 개정 3~4학년군과 2022 개정 5~6학년군에서 각각 한 개씩 제시되었다. ‘설계하기’ 요소는 2015 개정 5~6학년군에서만 한 개 있었다. ‘결론 도출하기’ 요소는 초등 5~6학년군에서 2015 개정과 2022 개정에 각각 한 개씩 반영되었다. ‘분석하기’ 요소는 2022 개정 5~6학년군에만 제시되었다. ‘종합하기’ 요소는 2015 개정 3~4학년군에서만 한 개 있었다.

2022 개정 지구와 우주 분야에서 내용 체계표의 ‘과정·기능’은 ‘운동과 에너지’와 ‘물질’과 유사한 수준이었다. 지구와 우주 분야는 생명과학과 동일하게 ‘과정·기능’에서 진술된 것을 모두 성취 기준에 1회 이상 반영하였다. 2022 개정 과학과 교육과정의 내용 체계표에서는 ‘과정·기능’을 초등 학년군에 따라 구별하지 않았다. 하지만, 초등학교 3~4학년군과 초등학교 5~6학년군은 과학과 탐구 능력에서 분명한 차이를 보인다. 따라서, 초등학생들의 탐구 수준을 고려하여 초등학교급에서 ‘과정·기능’을 학년군으로 수준을 달리해야 할 것이다. 또한, ‘지구와 우주’ 분야와 관련된 연구(Yo, Park & Lee, 2022)에서는 과학과 성취 기준의 기술 방식에 학습할 내용과 핵심역량, 이와 연계된 탐구 활동을 구체적으로 드러낼 필요가 있다고 하였다. 우리나라 교육과정의 성취 기준은 현장 교육을 실행하는 데 이론적 배경이고 지침으로서 기능을 한다. 차기 과학과 교육과정의 개발에서는 성취 기준의 진술 내용과 방식에 대한 충분한 논의를 통해 일관성과 체계성을 개선할 필요가 있다.

초등 전체 지구와 우주 분야에서 2022 개정의 ‘알기’ 영역의 비율은 2015 개정보다 약 10.8% 증가하였다(Figure 4). 초등 전체 지구와 우주 분야에서 2022 개정의 ‘적용하기’ 영역은 2015 개정과 비교해 약 9.6% 감소하였다. ‘추론하기’ 영역 또한 2022로 개정되면서 2015 개정보다 약 1.2% 감소하였다. 2022 개정의 지구와 우주 분야에서는

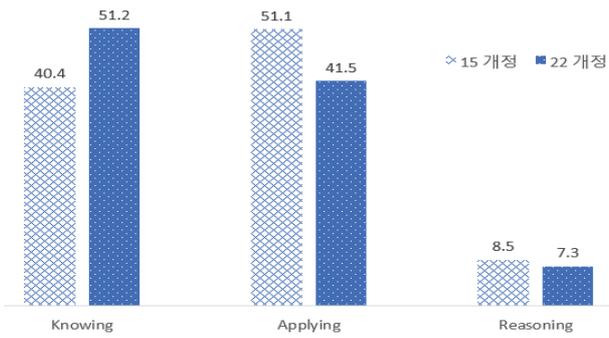


Figure 4. Cognitive ratio of 'Earth and Space'

운동과 에너지 분야와 유사하게 ‘알기’ 영역의 비율은 증가하였고 ‘적용하기’ 영역은 감소하였음을 알 수 있다. 하지만 다른 세 분야는 2022로 개정되면서 ‘추론하기’ 영역이 모두 증가하였는데 지구와 우주 분야에서는 오히려 감소하였다. 선행연구(Kim, Kim & Shin, 2016)에서 우리나라와 미국 모두 지구과학 분야에 ‘추론하기’ 내용이 현저하게 낮았다고 하였는데 2022 개정 과학과 교육과정에서도 지구와 우주 분야에서 ‘추론하기’ 비율이 감소하였다. 교육과정의 성취 기준을 개발할 때 개발자들은 성취 기준의 진술 지침에 따라 기술하였을 것이다. 지구와 우주 분야에서 ‘추론하기’ 비율이 다른 분야에 비해 낮은 까닭을 밝힐 필요가 있다. 또한 차기 교육과정의 개발에서는 이러한 점을 고려하여 성취 기준에서 인지 영역의 목표 반영에 대한 충분한 논의와 검토 과정이 필요함을 알 수 있다.

5. 통합 단원과 과학과 사회 분야의 분석 결과

TIMSS 2023 과학과 인지 영역 분석틀을 활용한 과학과 사회 분야의 분석 결과는 Table 9와 같다. 초등 3~4학년군에서 2015 개정의 ‘알기’ 영역은 2개(50%), ‘적용하기’ 영역은 2개(50%)였다. 2022 개정에서 ‘알기’ 영역은 5개(45.5%), ‘적용하기’ 영역은 6개(54.5%)였다. 초등 3~4학년군에서 2022 개정 과학과 사회 분야의 ‘적용하기’ 비율은 4.5% 증가하였고 ‘알기’ 비율은 4.5% 감소하였다. 초등 5~6학년군에서 2015 개정의 ‘알기’ 영역은 3개(75%), 추론하기 영역은 1개(25%)였다. 반면 2022 개정에서 ‘알기’ 영역은 7개(63.6%), ‘적용하기’ 영역은 3개(27.3%)였다. ‘추론하기’ 영역은 1개(9.1%)였다. 초등 5~6학년군에서 2022 개정의 ‘알기’ 영역은 2015 개정

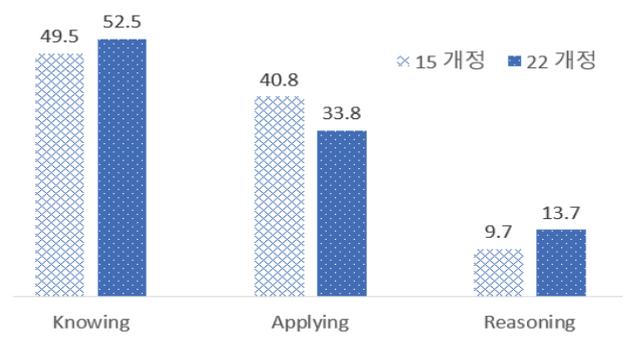


Figure 5. Comparison of 2015 vs 2022

11.4% 감소하였고, ‘적용하기’ 영역은 27.3% 증가하였다.

통합 단원과 과학과 사회 분야에서는 알기 영역의 ‘인식하기’와 ‘예 제시하기’, 적용하기 영역의 ‘관계짓기’와 ‘설명하기’, 추론하기 영역의 ‘종합하기’ 요소만 다루고 있었다. 2022 개정 과학과 사회 분야 내용 체계표에서 ‘탐구 설계’, ‘모형 활용하기’, ‘결론 도출’의 과정·기능을 제시하였지만, 성취 기준 진술에는 반영되지 않았다. 이는 생명과학과 지구과학을 제외한 다른 분야와 동일한 결과이다. 과학과 사회 분야에서도 내용 체계표와 성취 기준 진술의 개선이 필요하고 다양한 인지 영역과 요소를 반영할 필요가 있다.

초등 전체 과학 분야(물질, 운동과 에너지, 생명과학, 지구와 우주, 과학과 사회)에서 2015 개정과 2022 개정의 인지 영역 비율은 Figure 5와 같다. 2022로 개정되면서 ‘알기’ 영역은 3%, ‘추론하기’ 영역은 4% 증가하였다. 반면에 ‘적용하기’ 영역은 7% 감소하였다. 2022 개정 과학과 교육과정에서 국제 수준의 목표를 반영하고자 하였으나 2015 개정에 비해 ‘알기’ 수준의 의존도는 높아졌으며 ‘적용하기’ 수준은 낮아진 것을 알 수 있다. ‘추론하기’ 비율은 2015 개정에 비해 다소 높아졌으나 국제 수준의 비율(20%)에 미치지 못한다는 것을 알 수 있다. 또한 선행 연구(Lee & Noh, 2014)에서 우리나라는 ‘알기’ 영역의 비율이 높고 교과서의 주제별 인지 영역의 전개는 대부분 알기로 시작하는 인지 전개 패턴을 보였다고 하였다. 본 연구의 결과에서는 ‘추론하기’ 비율의 증가가 있었지만, ‘알기’ 인지 영역의 의존도 또한 높아졌다. 과학과 교육과정의 개발 단계에서 TIMSS 내용 목표와의 일치도를 높이기 위한 노력은 있었지만(Shin et al., 2022b), 인지 영역의 목표는 고려하지 않은 것으로 판단된다. 2022 개정 과학과 교육과정에서 세 범주를 균등하게 고려하고 ‘가치·태도’를 강조한

Table 9. science and society domain analysis results

학년군		알기		적용하기		추론하기	합계 (비율)
		인식하기	예 제시하기	관계짓기	설명하기	종합하기	
3~4학년	15개정	1 (25.0)	1 (25.0)	1 (25.0)	1 (25.0)	0 (0.0)	4 (100)
	22개정	5 (45.5)	0 (0.0)	4 (36.4)	2 (18.2)	0 (0.0)	11 (100)
5~6학년	15개정	3 (75.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (25.0)	4 (100)
	22개정	6 (54.5)	1 (9.1)	1 (9.1)	2 (18.2)	1 (9.1)	11 (100)
15 개정 전체		4 (50.0)	1 (12.5)	1 (12.5)	1 (12.5)	1 (12.5)	8 (100)
22 개정 전체		11 (50.0)	1 (4.5)	5 (22.7)	4 (18.2)	1 (4.5)	22 (100)

것은 고무적이지만 성취 기준에서 인지 영역의 목표 수준에 대한 논의가 부족했던 것으로 판단된다. 성취 기준의 진술은 교과서 개발과 검정 과정에 많은 영향을 미치기 때문에(Yo, Park & Lee, 2022), 앞으로 2025년부터 적용될 2022 개정 초등 과학 검정 교과서에 성취 기준의 인지 영역 반영 수준이 미치는 영향에 관한 후속 연구가 필요하다. 또한 TIMSS 2023의 결과는 2015 개정 교육과정에서 다른 학생들의 과학 학업 성취도이다. 따라서 TIMSS 2027을 통해 2022 개정의 성취 기준에서 TIMSS 인지 영역의 반영 수준이 학생들의 학업 성취도에 미치는 영향을 분석하는 연구가 계획되고 진행되어야 할 것이다.

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 TIMSS 2023 과학 인지 영역 분석틀을 활용하여 2015 개정과 2022 개정의 과학과 교육과정의 성취 기준을 분석하였다. 2015 개정과 2022 개정 초등 과학과 교육과정에서 전 분야를 연구 대상으로 하였다. TIMSS 2023 과학 인지 영역 분석틀을 활용한 과학과 성취 기준의 분석에는 초등과학교육을 전공한 3명의 현장 교사와 초등과학교육전문가 1명이 참여하였다. 본 연구의 결과에 따른 결론과 제언은 다음과 같다.

첫째, 2022 개정 운동과 에너지 분야에서 ‘알기’ 영역의 비율은 2015 개정보다 약 16% 높게 나타났고, ‘추론하기’ 영역의 비율도 약 5.8% 증가하였다. 반면 2022 개정에서 ‘적용하기’ 영역의 비율은 2015 개정에 비해 약 21.7% 감소하였다. 과학과 인지 영역의 세부 요소 비율은 학년군과 교육과정의 시기에 따라 차이가 있었다. 국제 수준의 인지 영역 비율과 비교할 때 ‘추론하기’ 비율의 증가는 의미 있었지만 ‘알기’ 영역의 의존도가 높아진 것은 아쉬운 점이다. 2022 개정 ‘운동과 에너지’ 분야 내용 체계표에서 제시한 ‘과정·기능’이 성취 기준의 진술에 반영되지 않은 예도 있었다. 성취 기준이 개념적 지식에 편중되어 있으면 교수학습 활동이 제한된 범위에서 이루어질 가능성이 있다(Kang, 2023). 2022 개정 과학과의 목표는 자연 현상과 일상생활에 대하여 흥미와 호기심을 가지고 과학적 탐구를 통해 주변의 현상을 이해하고, 개인과 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결하는 데 민주 시민으로서 참여하고 실천하는 과학적 소양을 기르는 것이다(MOE, 2022). 과학과 목표에서도 ‘개인과 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결하는 문제해결력’과 ‘실천하는 과학적 소양’을 중요시하고 있다. 또한, 사실, 법칙, 이론 등의 지식의 산출은 절차적 지식을 통해 얻어지는 것이므로(Lee, Choi & Kwon, 2009), 과학과 각 영역에서는 ‘적용하기’와 ‘추론하기’의 인지 영역의 목표가 더 강조될 필요가 있다.

둘째, 물질 분야에서 TIMSS 2023 인지 영역의 비율은 학년군과 교육과정의 개정 시기와 관련 없이 모두 알기, 적용하기, 추론하기의 순이었다. 2022 개정의 물질 분야에서는 ‘적용하기’ 영역의 비율은 감소하였고 ‘추론하기’ 영역의 비율은 증가하였다. 2022 개정의 물질 분야는 운동과 에너지 영역과 비교해 ‘알기’ 영역 비율의 증가와 ‘적용하기’ 영역 비율의 감소는 낮게 나타났다. 하지만, 물질 분야에서 ‘추론하기’ 영역의 비율은 TIMSS 2023과 비교해 더 높은 수준이었지만, ‘알기’ 영역의 의존도는 높았다. TIMSS 2019에서 초등 4학년의 물상과학 영역과 인지 영역의 ‘적용하기’ 성취도는 전체 성취도에 비해 상대적으로 높았지만, ‘추론하기’ 영역의 성취도는 TIMSS 2011

에 비해 TIMSS 2015와 2019 모두에서 통계적으로 유의하게 하락하였다(Sang *et al.*, 2020). 따라서 2022 개정 교육과정에서 물상과학의 인지 영역 변화가 TIMSS 평가에서 학생들의 과학 성취도에 미치는 영향을 후속 연구를 통해 밝힐 필요가 있다.

셋째, 생명과학 분야에서 TIMSS 2023 인지 영역의 비율은 학년군과 교육과정의 개정 시기에 따라 달랐다. 2015 개정 초등 3~4학년군의 인지 영역 비율은 적용하기, 알기, 추론하기의 순이었고, 초등 5~6학년군에서는 알기, 적용하기, 추론하기의 순이었다. 반면 2022 개정 3~4학년군에서 인지 영역의 비율은 알기, 적용하기, 추론하기의 순이었고, 초등 5~6학년군에서는 알기=적용하기, 추론하기의 순이었다. 2022 개정 생명과학 분야의 전체 비율은 ‘물질’ 및 ‘운동과 에너지’ 분야와 유사하게 ‘알기’ 영역의 비율은 증가하였고 ‘적용하기’ 영역의 비율은 감소하였다. 반면에 ‘추론하기’ 영역의 비율은 물질, 운동과 에너지, 생명과학 세 분야 모두에서 증가하였다. 따라서, 물질, 운동과 에너지와 생명과학 분야에서 ‘추론하기’ 비율의 증가는 국제 수준의 인지 영역 목표 수준을 잘 반영하였다고 할 수 있다. TIMSS 2019 평가에서 생명과학 분야의 성취도는 다른 분야에 비해 상대적으로 낮았는데(Sang *et al.*, 2021), 2022 개정 생명과학에서 인지 영역의 변화가 학생들의 생명과학 성취도에 미치는 영향을 추이 분석할 필요가 있다.

넷째, 2022 개정의 지구와 우주 분야 또한 다른 세 분야와 유사하게 ‘알기’ 영역의 비율은 증가하였고 ‘적용하기’ 영역은 감소하였다. 하지만 2022 개정에서 다른 세 분야에서는 ‘추론하기’ 영역이 모두 증가하였는데 지구와 우주 분야에서만 감소하였다. 2022 개정 학년군 전체에서 지구와 우주 분야의 인지 영역 비율은 다른 세 분야와 동일하게 알기, 적용하기, 추론하기의 순이었다. 하지만, 2015 개정 3~4학년군 지구와 우주 및 생명과학 분야의 인지 영역 비율을 볼 때 과학과 각 영역에서 성취 기준의 인지 영역 수준을 국제 수준에 부합하게 수정할 수 있음을 알 수 있다. 또한 지구와 우주 분야 분석 결과 내용 체계표의 ‘과정·기능’을 초등학교 학년군에 따라 수준을 달리하여 제시할 수 있음도 알 수 있다. 차기 교육과정의 개발에서는 학생들의 인지 발달과 탐구 수준을 고려하여 ‘과정·기능’을 학년군별로 구분하여 제시하고 인지 영역의 목표 수준을 반영해야 할 것이다.

다섯째, 2015 개정 통합 단원과 2022 개정 과학과 사회 분야에서는 ‘알기’ 영역의 ‘인식하기’와 ‘예 제시하기’, ‘적용하기’ 영역의 ‘관계 짓기’와 ‘설명하기’ 요소, ‘추론하기’ 영역의 ‘종합하기’ 요소만 다루고 있었다. 2022 개정 과학과 사회 분야 내용 체계표에서 ‘탐구 설계’, ‘모형 활용하기’, ‘결론 도출’의 과정·기능을 제시하였지만, 성취 기준 분석에는 반영되지 않았다. 과학과 사회 분야에서도 내용 체계표와 성취 기준 진술의 개선이 필요할 뿐만 아니라 추론하기 등의 다양한 인지 영역과 요소를 반영할 필요가 있다.

TIMSS 2023에서 ‘알기’, ‘적용하기’, ‘추론하기’ 분야의 비율은 각각 40%, 40%, 20%이다(IEA, 2023). 2022 개정 초등 전체 과학 분야에서 ‘알기’ 영역의 비율은 52.5%, ‘적용하기’ 영역의 비율은 33.8%, ‘추론하기’ 영역의 비율은 13.7%였다. 2022 개정에서 ‘알기’ 영역의 의존도는 높았고 ‘적용하기’의 비율은 낮았다. TIMSS의 평가 틀에 맞게 우리나라 교육과정을 개정해야 하는 것은 아니지만(Kwak & Shin, 2017; Park, 2004). 국제 과학교육의 동향, 우리나라의 교육여건, 미래 세대의 역량 및 학생의 수준을 고려하여 우리나라 과학과

교육과정에서도 인지 영역의 수준을 적절히 수정·보완해야 할 것이다(Kim & Kim, 2021). 따라서, 우리나라 초등 과학과 교육과정의 성취 기준을 TIMSS 2023 인지 영역의 수준으로 개선한다면 ‘적용하기’와 ‘추론하기’ 영역의 비율을 더 높여야 할 것이다. 또한 TIMSS 2023 인지 영역의 하위 요소를 학생들의 인지 발달, 탐구 수준 등에 따라 어떻게 구성할지에 대한 논의도 필요하다. 특히, ‘적용하기’와 ‘추론하기’ 하위 요소들은 학교급 수준에 어떻게 편성할지와 초등학교 학년군에 따른 적용 시기에 대해서도 충분한 검토가 필요하다.

2022 과학과 교육과정은 지식·이해(학생들이 궁극적으로 이해하고 알아야 할 것), 과정·기능(과학과 사고 및 탐구 과정과 절차, 가치·태도(과학과 교과 활동을 통해 기대되는 정서적 영역)의 3차원으로 과학과 내용 체계를 구성하였고, 이에 근거하여 학교급과 학년군의 학생 발달 수준에 적합하게 3차원의 교육 내용을 반영한 성취 기준을 개발하였다(Shin *et al.*, 2022a). 성취 기준은 과학과 영역별 내용 요소를 학습한 결과로 학생들이 궁극적으로 할 수 있거나 할 수 있기를 기대하는 도달점이다(Moe, 2022). 따라서 성취기준은 교육 내용 요소뿐만 아니라 학생들이 도달해야 할 인지 목표 수준 또한 반영해야 할 것이다. 이러한 관점에서 차기 교육과정에서는 국제 수준의 인지 영역과 이에 따른 목표가 과학과 교육과정에 반영되기를 기대한다. 또한 2022 개정 과학과 교육과정이 학교 현장에 안정적으로 적용되기 위해서는 교원들에게 2022 개정 교육과정에서 변화된 내용을 체계적이고 지속적으로 연구하고 안내할 필요가 있다(Lee *et al.*, 2022; Lim, 2023).

앞으로 2022 개정 교육과정이 완전히 적용된 후 TIMSS 2027 평가를 통해 우리나라 2022 개정 교육과정의 효과를 분석하는 연구가 필요하다. 또한 각 교육과정의 인지 영역 목표의 일치도가 과학 학업 성취도 미치는 영향에 관한 추이도 함께 연구되어야 할 것이다. 더불어 2022 개정 과학과 교육과정 영역별 교육 내용과 TIMSS 2023 내용 목표와의 일치도에 관한 연구도 필요하다. 마지막으로 우리나라 과학과 교육과정의 성취 기준에서 기대하는 인지 영역의 수준을 현장 교사나 교과서 개발자들이 명확히 이해할 수 있는 안내가 필요하다. 예를 들면 해당 성취 기준이 어떤 인지 영역과 요소를 의미하는지를 성취 기준의 기술 방법이나 어미를 통해 쉽게 이해할 수 있으면 좋을 것이다. 그 이유는 교육과정에서 의도한 내용과 수준을 정확히 구현하고 실행하기 위해서는 모든 이들이 교육과정의 성취 기준을 이해하는 데 이견이나 어려움이 없어야 하기 때문이다. 앞으로 차기 초등 과학과 교육과정을 개발하는데 본 연구의 결과가 기초 연구로써 활용되기를 기대한다.

국문요약

본 연구의 목적은 TIMSS 2023 과학 인지 영역 분석틀을 활용하여 2015 개정과 2022 개정의 과학과 교육과정의 성취 기준을 분석하는 것이다. 연구 대상은 2015 개정과 2022 개정 과학과 교육과정에서 초등 전 영역의 성취 기준이다. 연구 분석에는 초등과학교육을 전공한 3명의 현장 교사와 초등과학교육전문가 1명이 참여하였다. 본 연구의 결과는 다음과 같다. 첫째, 2022 개정 운동과 에너지 분야에서 ‘알기’ 영역의 비율은 2015 개정보다 약 16% 높았고, ‘추론하기’ 영역의 비율도 약 5.8% 증가하였다. 둘째, 물질 분야에서 TIMSS 2023

인지 영역의 비율은 학년군과 교육과정의 개정 시기와 관련 없이 ‘알기’, ‘적용하기’, ‘추론하기’의 순이었다. 셋째, 생명과학 분야에서 TIMSS 2023 인지 영역의 비율은 학년군과 교육과정의 개정 시기에 따라 달랐다. 넷째, 2022 개정의 지구와 우주 분야 또한 다른 세 영역과 유사하게 ‘알기’ 영역의 비율은 증가하였고 ‘적용하기’ 영역은 감소하였다. 하지만 2022 개정에서 다른 세 분야의 ‘추론하기’ 영역은 모두 증가하였는데 지구와 우주 분야에서만 감소하였다. 다섯째, 2015 개정 통합 단원과 2022 개정 과학과 사회 분야에서는 ‘알기’ 영역의 ‘인식하기’와 ‘예 제시하기’, ‘적용하기’ 영역의 ‘관계짓기’와 ‘설명하기’, ‘추론하기’ 영역의 ‘종합하기’ 요소만 다루고 있었다. 2022 개정 초등 전체 과학 분야에서 ‘알기’ 영역의 비율은 52.5%, ‘적용하기’ 영역의 비율은 33.8%, ‘추론하기’ 영역의 비율은 13.7%였다. 결론적으로 2022 개정 초등 과학과 성취 기준에서 ‘알기’ 영역의 의존도가 너무 높았기 때문에 ‘적용하기’와 ‘추론하기’ 영역의 비율이 낮았다.

주제어 : TIMSS 2023 과학 인지 영역 분석틀, 2015 개정 과학과 교육과정, 2022 개정 과학과 교육과정, 알기, 적용하기, 추론하기, 운동과 에너지, 물질, 생명과학, 지구와 우주, 과학과 사회

References

- Cheong, Y., & Yoon, H. (2022). Consideration on the Contents of the Electromagnetism Domain in the 2022 Revised Elementary School Science Curriculum. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 41(2), 186-198.
- ERISNU(Educational Research Institute Seoul National University). (2011). *The Dictionary of Educational Studies*. Seoul: Hawoo.
- Han, J., Kwon, Y., & Oh, H. (2023). Analyzing the adequacy of the Contents of the 2022 Revised Science Curriculum-Elementary School ‘Earth and Universe’ Units-. *School Science Journal*, 17(2), 120-137.
- Hong, M., Jeong, E., Lee, M., & Kwak, Y. (2006). Analysis of Korean Middle School Student Science Achievement at International Benchmarks in TIMSS 2003. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 26(2), 246-257.
- IEA. (2019). TIMSS 2019 Assessment Frameworks. <https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/frameworks/index.html>
- IEA. (2023). TIMSS 2023 Assessment Frameworks. <https://timssandpirls.bc.edu/timss2023/frameworks/index.html>
- Jho, H. (2023). Comparing the 2015 with the 2022 Revised Primary Science Curriculum Based on Network Analysis. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 42(1), 178-193.
- Jho, H., Noh, H., & Choi J. (2023). Network Analysis of Achievement Standards Relevant to the Concept of Energy Presented in the 2022 Revised National Curriculum of Science. *Journal of Energy and Climate Change Education*, 13(2), 125-136.
- Kang, K. (2023). Comparison of Achievement Standards in the Life Science of 2015 and 2022 Revised Curriculum Based on Bloom’s Revised Taxonomy. *The Journal of Curriculum and Evaluation*, 26(3), 103-119.
- Kim, H., & Lee, B. (2023). Analysis of Climate Change-Related Content in the New Jersey Student Learning Standard and the 2022 Revised Science National Curriculum. *Journal of Energy and Climate Change Education*, 13(2), 163-172.
- Kim, H., & Lim, H. (2019). Comparison between TIMSS 2019 science framework and Korea elementary school science curriculum. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 19(21), 497-516.
- Kim, J., Kim, S., & Dong, H. (2015). International Comparison of Cognitive Attributes using Analysis on Science Results at TIMSS 2011 Based on the Cognitive Diagnostic Theory. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 35(2), 267-275.
- Kim, K., Kim, S., Kim, N., Park, S., Kim, J., Park, H., & Chung, S. (2008). *Trends in international mathematics and science study: Report of TIMSS 2007 Results*, Seoul: KICE.

- Kim, M., & Kim, K. (2011). A Content Analysis of Biology Domain of Korean and Singaporean Textbooks Based on the TIMSS Framework. *Biology Education*, 39(2), 217-234.
- Kim, S., & Kim, H. (2021). The Relationship Analysis of the Korean Science Curriculum with the Physical Science Domains of the 4th Grade TIMSS 2019. *Journal of Science Education*, 45(1), 1-10.
- Kim, W., Shin, Y., & Kwon, N. (2024). Analysis of achievement standards for 3rd and 4th grade elementary school students in the 2022 revised science curriculum based on Bloom's new classification of educational goals. *The Korean Elementary Science Education Society Academic Conference Materials Collection*, 85, 67.
- Kim, Y., Kim, J., & Shin, M. (2016). A Comparative Study of Elementary Science Curriculum between Korea and USA - Focusing on Earth and Space Domain of Third and Fourth Grades -. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 35(3), 362-376.
- Kwak, Y. (2017). Analysis of Features of Korean Fourth Grade Students' TIMSS Science Achievement in Content Domains with Curriculum Change. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 37(4), 599-609.
- Kwak, Y. (2018). Analysis of Features of Korean Eighth Grades' TIMSS 2015 Achievement in Chemistry. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 38(5), 625-633.
- Kwak, Y. (2021). Ways to Restructure Science Convergence Elective Courses in Preparation for the High School Credit System and the 2022 Revised Curriculum. *Journal of the Korean Society of Earth Science Education*, 14(2), 112-122.
- Kwak, Y., & Shin, Y. (2017). Analysis of Features of Korean Eighth Grade Students' TIMSS 2015 Achievement in Life Science. *Biology Education*, 45(3), 350-363.
- Kwak, Y., & Shin, Y. (2021). Exploring Ways to Improve Integrated Science and Science Laboratory Experiments in Preparation for the 2022 Revised Curriculum. *Journal of Science Education*, 45(2), 143-155.
- Kwon, Y., Nam, J., Lee G., Lee, H., & Choi, G. (2013). *Science Education -From thinking to learning-*. Seoul: Bookshill.
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics*, 33(1), 159-174.
- Lee, G. (2024). Trends and Issues of the Korean National Curriculum Documents' Subject-Matter Content System Table: Focusing on the Science Subject Case. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 44(1), 87-103.
- Lee, I., & Kwak, Y. (2021). Ways to Restructure Science Elective Courses in Preparation for the High School Credit System and the 2022 Revised Curriculum. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 41(2), 145-154.
- Lee, J. (2023). Characteristics of the 2015 and 2022 Revised National Curriculum and Future Tasks Through International Comparative Study. *Journal of the future of Society*, 14(1), 35-61.
- Lee, J., Choi, K., & Kwon, Y. (2009). Science Knowledge and Scientific Emotion during the Generation of Biological Hypotheses in High School Students. *Biology Education*, 37(2), 229-243.
- Lee, J., Lim, Y., Bae, H., Jeon, H., Shin, C., Noh, J., & Kim, J. (2022). Exploring the support system for curriculum implementation in the 2022 Revised National Curriculum. (Research Report RRC 2022-3). Jincheon, Korea: KICE.
- Lee, S., & Noh, S. (2014). Comparison and Analysis of the 2009 Elementary Science Curriculum of South Korea and the Elementary Science Curriculum of Finland. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 33(3), 491-509.
- Lim, Y. (2023). A critical review of the 'key ideas' in the 2022 revised national curriculum. *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 23(18), 747-768.
- MOE(Ministry of Education). (2015). 2025 Revised Science Education Curriculum. Saejong: MOE.
- MOE(Ministry of Education). (2022). 2022 Revised Science Education Curriculum. Saejong: MOE.
- Mullis, I. V. S., & Martin, M. O. (2018). TIMSS 2019 progress report. 5th Meeting of National Research Coordinators, Stockholm, Sweden, unpublished.
- Park, K. (2004). Prospects and tasks of international comparative study on mathematics achievement: Outcomes and tasks of international comparative study of student achievement. (Research Report RRC 2015-4). Seoul: KICE.
- Park, S., Kim, H., Sang, K., Jeon, S., & Choi, I. (2019). Trends International Mathematics and Science Study: TIMSS 2019 main survey. Jincheon, Korea: KICE. Research Report, RRE 2019-10.
- Sang, K., Kim, K., Jeon, S., Park, M., & Lee, J. (2020). International comparative study on changes in math and science achievement trends: Analysis of TIMSS 2019 results. Jincheon Korea: KICE, Research Report RRE 2020-10.
- Sang, K., Kwak, Y., Choi, J., Park, S., & Jeon, S. (2017). The Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS): In-depth analysis of TIMSS 2015. Seoul: KICE. Research Report RRE 2017-5-1.
- Seo, M., Kim, K., Lee, J., Jeon, S., & Kim, S. (2021). In-depth analysis of TIMSS 2019 results and change trends. Jincheon, Korea: KICE, Research Report RRE 2021-5.
- Shin, Y. (2023). Contents Analysis of the 2022 Revised Curriculum related to the Climate Change Education. *Journal of Energy and Climate Change Education*, 13(1), 23-34.
- Shin, Y., Kang, I., Kang, H., So, K., Kwak, Y., Shin, W. *et al.*(57person) (2022a). 2022 revised science curriculum draft (final draft) development policy research final report. Seoul: KOFAC
- Shin, Y., Kang, S., So, K., Kang, I., Shin, W., Kang J., Sim K. *et al.*(57person) (2022b). Research on the development of the 2022 revised science curriculum plan. Seoul: KOFAC
- Song, E., Je, M., Cha, K., & Yoo, J. (2016). Analysis of the Verbs in the 2009 Revised National Science Curriculum-from the Viewpoint of Cognitive Domain of TIMSS Assessment Framework. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 36(4), 607-616.
- Yoon, J., & Ohn, J. (2022). A Conceptual Analysis of Reflection in Learning and Its Application in the Curriculum Design. *The Journal of Curriculum Studies*, 40(1), 1-27.
- Yu, E., Park, J., & Lee, H. (2022). Improving the 2022 Revised Science Curriculum: Elementary School 'Earth and Universe' Units. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 41(2), 173-185.

저자정보

신성찬(서울선린초등학교 교사)