

2022 개정 중학교 과학과 교육과정과 과학교육표준(KSES)의 연관성 분석

정도준* · 김민수
부산대학교

Analysis of the Relationship Between the 2022 Revised Middle Science Curriculum and Korean Science Education Standards (KSES)

Dojun Jung* · Minsu Kim
Pusan National University

Abstract : The Korean Science Education Standards (KSES) were developed to support the establishment of a domestic national science curriculum to respond to future social and environmental changes as an action plan to improve scientific literacy in the context of science education. In this study, we analyzed the relationship between KSES and the 2022 revised middle science curriculum focusing its learning contents and learning objectives and sought effects of the successful implementation of the curriculum. As a result, the content system of the 2022 revised middle science curriculum was highly related to the categories of knowledge in KSES. Attempts to deal with the content related to the nature of science was also confirmed through content elements in science and society domains. In the case of achievement standards, it was focused on some areas of the performance expectations in KSES, but the level of statement of the achievement standards closely matched the level of middle school students as suggested by KSES. From these results, it was possible to confirm the high relationship between the 2022 revised middle science curriculum and KSES, as well as the possibility of using KSES as an international indicator for establishing future science education plans.

keywords : 2022 revised middle science curriculum, Korean Science Education Standards (KSES)

I. 서론

급변하는 사회와 새로운 교육적 요구에 유연하게 대처하기 위해 우리나라는 7차 교육과정을 끝으로 교육과정 수시 개정 체제를 도입·운영하고 있다. 현재 대부분의 학교급에서 적용되고 있는 「2015 개정 교육과정」은 우리나라의 10번째 교육과정이자 3번째 수시 개정 교육과정이다. 미래사회가 요구하는 창의융합형 인재 양성과 '학습경험의 질 개선을 통한 행복한 학습의 구현'을 비전으로 갖는 이 교육과정은 핵심역량 설정, 학습량 적정화, 문·이과 통합교육 등을 내세워 지난 2017년부터 학교 현장에 적용되어 오고 있다 (Ministry of Education, 2015).

2015 개정 교육과정의 고시 이후 제4차 산업혁명의 파고와 함께 코로나-19가 가져온 생존의 위기는 새로

운 교육과정으로의 체제 전환을 요구하였다. 이에 교육부에서는 2021년부터 교육과정 개정을 위한 총론 및 각론 개발 연구를 진행하여 2022년 12월 「2022 개정 교육과정」을 최종 확정·발표하였다. 디지털 대전환, 기후환경 및 인구 구조의 변화 등 인류가 직면한 새로운 문제를 해결하기 위하여 '포용성과 창의성을 갖춘 주도적인 사람'을 비전으로 하는 이 교육과정은 2024년 초등학교 1, 2학년을 시작으로 전체 학교급에 순차적으로 적용될 예정이다(Ministry of Education, 2022).

의미 있는 학습경험을 구성하는 것은 교육과 성장의 기반(Dewey, 1938)이 된다. 그런데 현재와 같이 수시로 개정되는 교육과정은 교육과정 개정의 명분을 제대로 수용하지 못한다는 비판(Wee *et al.*, 2011)이 있다. 그 결과, 교육과정이 개정될 때마다 교육내용의

* 교신저자: 정도준 (djjung@pusan.ac.kr)

** 2024년 2월 26일 접수, 2024년 4월 1일 수정원고 접수, 2024년 4월 24일 채택
http://dx.doi.org/10.21796/jse.2024.48.1.1

2 정도준 · 김민수

적정화에 관한 연구(Gu, 2013; Paik, 2014)가 수행되고 있으며, 선행 교육과정(Lim & Jang, 2015; Kang, 2023; Kim & Kim, 2024) 뿐만 아니라 국제 수준에서의 비교 연구(Chong *et al.*, 2016; Park & Jeong, 2018; Lee, 2023)를 통해 교육과정의 안정적인 실행과 운영을 위한 시사점이 도출되고 있다.

과학과 교육과정의 경우 차세대 과학교육표준(Next Generation Science Standards, 이하 NGSS), 국제 학업성취도평가(Programme for International Student Assessment, 이하 PISA), 수학·과학 성취도 추이변화 국제비교 연구(Trends in International Mathematics and Science Study, 이하 TIMSS) 등을 통한 국제 비교 연구(Dong, Ha, & Kim, 2015; Kim & Lim, 2019; Kim & Song, 2019; Lee, 2021)가 주로 이루어진다. 이중 미국의 NGSS는 과학 및 공학에서 중요하게 다루어야 할 내용과 실천을 제안하고 있는 과학교육 표준으로, 미래 과학교육목표 수립을 위한 장기간의 연구를 종합하여 2013년 4월 발표되었다. NGSS는 과학과 공학에서 학생들이 배워야 할 주요 내용을 교과별 핵심 아이디어(disciplinary core ideas), 과학·공학 실천(science and engineering practices) 및 관통 개념(crosscutting concepts)의 세 가지 차원을 통해 제시하고 있으며, 이를 통해 과학적 지식뿐만 아니라 문제해결력, 과학적 소양 등의 함양을 과학교육의 중요한 목표로 강조한다(NGSS Lead States, 2013). 또한 NGSS는 국가 과학교육을 위한 선연적인 표준 역할을 넘어 교육과정, 교사 발달, 평가 등의 측면에서 학생들의 성취도를 궁극적으로 향상시키기 위한 기회를 강조(Bybee, 2014)하고 있으며, 그 결과 세계 각국에서 과학과 교육과정을 개발할 때의 선행연구로써 활용되고 있다(Han, Kwon, & Oh, 2023).

장기적인 관점에서 과학교육 목표의 재설정과 과학 교육과정 개정을 위한 미국의 노력은 우리나라에도 영향을 미쳤다. 우리나라도 4년을 주기로 교육부 주도의 「과학교육 종합계획」이 발표되고는 있으나, 발표 당시의 과학교육이 지닌 문제점을 개선·발전하기 위한 정책적 제안이 이루어지는 경우가 대부분이었다(Leem & Kim, 2016). 이에 미래사회 및 환경변화에 부응하는 국내 과학교육 계획 수립을 지원하기 위한 한국형 과학교육표준 개발의 필요성이 제기되었다. 이러한 요구에 따라 다양한 전문가 집단에서 미래사회 인재상 및 핵심 과학 역량 도출 연구(Kim, Han, & Jeong, 2016), 한국인을 위한 과학적 소양의 정의 및 분류 연구(Jeon *et al.*, 2017), 미래세대 과학교육표준 개발을 위한 기초 연구(Kim *et al.*, 2017) 등 관련 연구가 활발히 수행되었다. 이외에도 NGSS와 같은 국외 과학 교육표준, 2015 개정 과학과 교육과정에 제시된 목표,

핵심역량 등의 분석 및 발전적인 보완을 거쳐 2019년 12월 모든 한국인을 위한 미래세대 과학교육표준(Korean Science Education Standards for the Next Generation, 이하 KSES)이 최종 발표되었다(KOFAC, 2019).

KSES가 우리나라 교육 현실 및 과학교육 맥락을 반영하고 있다는 사실에 비추어 볼 때, 앞으로 우리나라 과학과 교육과정의 적정성 판단이나 장·단점 분석 등을 위한 지표로서의 활용 가능성은 충분하다. 특히 우리나라의 성취기준 중심 교육과정 내용 진술 방식이 수행기대 중심의 NGSS와 유사하다는 점에서 많은 비교 연구가 수행되었다는 점을 고려할 때, KSES와 우리나라 과학과 교육과정의 비교 연구는 많은 시사점을 제공해 줄 수 있다. 하지만 물리 영역에서 NGSS 및 TIMSS 2019의 내용 요소를 KSES와 비교한 선행연구(Kim & Song, 2019) 외에는 관련된 연구는 미비한 실정이다. NGSS 개발 이후 NGSS의 실행과 정착을 위한 다수의 실질적인 연구(Fulmer, Tanas, & Weiss, 2018; Pruitt, 2017; Rodriguez, 2015)를 고려할 때, 우리나라 과학교육의 궁극적인 개선을 위해 KSES의 사용 및 이해에 관한 과학교육 공동체의 노력이 필요한 시점이다. 따라서 이 연구에서는 KSES와 최근 고시된 2022 개정 중학교 과학과 교육과정의 학습 내용 및 학습 목표의 연관성을 분석하고, 이를 토대로 2022 개정 교육과정과 KSES의 성공적인 현장 안착을 위한 시사점을 얻고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

이 연구는 우리나라의 2022 개정 중학교 과학과 교육과정과 미래세대 과학교육표준(KSES)을 대상으로 한다.

2022 개정 과학과 교육과정은 1차 시안 개발 연구를 시작으로 현장 적합성 등을 거쳐 2022년 최종 시안이 확정·발표되었다(교육부 고시 제2022-33호). 전체적인 문서 체제는 2022 개정 교육과정 전체의 공통된 문서 체제를 따르고 있으며, 2015 개정 교육과정의 문서 체제와는 달리 ‘교육과정 설계의 개요’를 새롭게 도입하여 교육과정 사용자의 이해와 활용에 도움을 주고자 하였다. 또한 2022 개정 교육과정에서는 학습을 통해 일반화할 수 있는 내용으로서 ‘핵심 아이디어’를 새롭게 도입하였다. 이는 과학의 영역별 주요 개념이나 일반화된 지식으로서 과학의 지식·이해 측면 뿐만 아니라 과정·기능, 가치·태도 등 교육과정에서 제

시하고 있는 세 가지 차원을 종합적으로 함양함으로써 도달할 수 있는 수준이다(Ministry of Education, 2022). 하지만 아직까지 과학과 핵심 아이디어의 의미와 역할을 다룬 선행연구는 부족하며, 핵심 아이디어의 제시 형식이나 내용 구성에 대한 이해와 설계 방향이 교과마다 다르게 나타난다는 비판도 있다(Lim, 2023). 이에 우리나라와 국외 과학과 교육과정을 분석한 선행연구에서 대부분 성취기준을 비교(Dong, Ha, & Kim, 2015; Hong, Kim, & Hong, 2021; Kim, Kim, & Kim, 2020; Yoon & Cheong, 2017)하고 있다는 점에 착안하여, 이 연구에서도 학습 목표의 연관성을 분석하기 위하여 성취기준을 활용하였다.

KSES는 우리나라의 과학교육 목표를 재설정하고, 동시에 앞으로 진행될 국가 수준의 교육과정 개정을 위한 지침을 제공하는 등 우리나라 과학교육의 청사진을 마련하기 위한 목적으로 2014년부터 교육부와 한국과학창의재단의 지원을 받아 2019년 최종 시안을 확정·발표하였다.

KSES는 과학적 소양을 구성하는 차원으로서 역량 차원, 지식 차원 및 참여와 실천 차원에 바탕을 둔 ToSL (Tree of Scientific Literacy)을 토대로 한다(Figure 1). 또한 각 차원은 5~6개의 하위 영역으로 구성하여 국가 수준의 교육과정이나 과학교육 관련 정책 개발 시 참고할만한 지침을 제공하고 있으며, 교수-학습 실행의 실질적인 지원을 위하여 주제별 탐구 및 실천 가능한 내용, 교수-학습 유형, 평가방법, 교육환경 등에 관한 정보도 제시하고 있다(Song *et al.*, 2019).

2. 연구 방법

1) 학습 내용 분석

학습 내용의 연관성은 2022 개정 중학교 과학과 교육과정의 내용 체계와 KSES의 지식 차원을 중심으로 분석하였다. 2022 개정 중학교 과학과 교육과정의 내용 체계는 ‘운동과 에너지’, ‘물질’, ‘생명’, ‘지구와 우주’ 및 ‘과학과 사회’ 영역으로 구성된다. 각 영역은 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도의 측면에서 학년(군)별 내용 요소를 제시하고 있는데, 지식·이해 측면은 다시 3~5개의 하위 영역으로 나누어 학생들이 실제로 알고 이해해야 하는 학습 내용을 보다 세분화하여 제시하고 있다(Table 1). KSES의 지식 차원은 ‘규칙성과 다양성’, ‘에너지와 물질’, ‘시스템과 상호작용’, ‘변화와 안정성’, ‘과학과 사회’, ‘지속가능사회를 위한 과학기술’ 영역으로 구성된다. 각 영역은 3~5개의 하위 영역으로 나누어지며, 이중 앞 네 개 영역은 빅 아이디어(Big Idea)를 중심으로 조직된 과학의 기초 지식과 개념을, 나머지 두 개 영역은 민주시민으로서 갖추어야 할 지식을 제시하고 있다(Table 2).

학습 내용의 연관성 분석은 2022 개정 중학교 과학과 교육과정의 내용 체계 중 지식·이해 측면에서 제시하고 있는 하위 영역(총 18개)과 KSES 지식 차원의 각 영역에서 제시하고 있는 하위 영역(총 23개)을 일대일로 대응하는 방식으로 수행하였다. 다만 우리나라 중학교 과학과 교육과정은 물리, 화학, 생명과학, 지구과학별로 대단원을 구분하는 분과적 성향이 강해

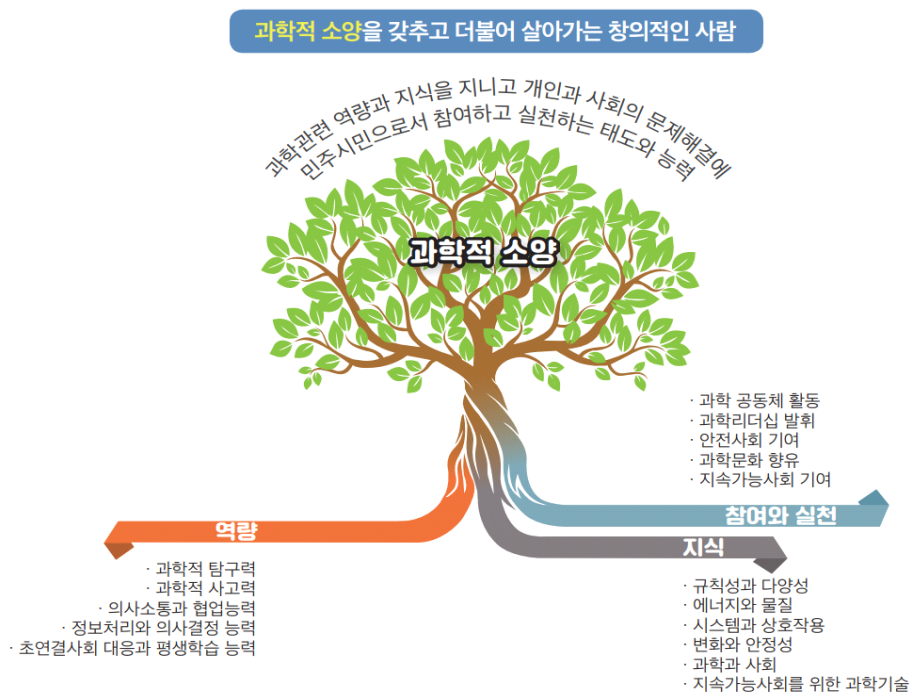


Figure 1. Scheme of ToSL (KOFAC, 2019, p. 10)

Table 1. Knowledge·Understanding Aspect of the 2022 Revised Middle School Science Curriculum

2022 개정 과학과 교육과정 내용 체계의 지식·이해 측면				
영역	하위 영역			
운동과 에너지	· 힘과 에너지	· 전기와 자기	· 열	· 빛과 파동
물질	· 물질의 성질	· 물질의 변화	· 물질의 구조	
생명	· 생물의 구조와 에너지 · 생명과학과 인간의 생활	· 항상성과 몸의 조절	· 생명의 연속성	· 환경과 생태계
지구와 우주	· 고체 지구	· 유체 지구	· 천체	
과학과 사회	· 과학과 안전	· 과학과 지속가능한 사회	· 과학과 진로	

Table 2. Knowledge Dimension of the KSES

미래세대 과학교육표준(KSES)의 지식 차원	
영역	하위 영역
규칙성과 다양성	· 규칙성과 다양성의 기원(K-RD.1) · 물리의 규칙성과 다양성(K-RD.2) · 생물의 규칙성과 다양성(K-RD.4)
에너지와 물질	· 지구환경의 규칙성과 다양성(K-RD.5) · 에너지와 물질의 특성(K-EM.1) · 생물의 에너지(K-EM.2) · 지구의 에너지(K-EM.3) · 에너지와 환경(K-EM.4)
시스템과 상호작용	· 시스템의 유형(K-SI.1) · 역학적 상호작용(K-SI.2) · 생명 시스템(K-SI.3) · 지구와 우주 시스템(K-SI.4)
변화와 안정성	· 물질과 상태의 변화와 안정성(K-CS.1) · 생태계의 변화와 안정성(K-CS.2) · 지구와 우주의 변화와 안정성(K-CS.3)
과학과 사회	· 과학지식과 방법의 본성(K-SS.1) · 과학의 통합(K-SS.2) · 과학과 사회의 상호작용(K-SS.3)
지속가능사회를 위한 과학기술	· 과학기술의 양면성(K-SU.1) · 지속가능한 삶과 과학기술(K-SU.2) · 지속가능사회와 과학기술(K-SU.3) · 지속가능한 미래 과학기술(K-SU.4)

(Park *et al.*, 2023) 빅 아이디어를 중심으로 기술된 KSES의 지식 차원과 일대일 대응이 이루어지지 않는 경우가 많았다. 이에 학년(군)별 내용 요소가 KSES 지식 차원의 여러 하위 영역과 연관되는 경우 중복을 허용하여 분석하였다. 또한 과학과 교육과정 상의 내용 체계가 ‘지식·이해’ 측면으로 표현되는 것과는 달리 대부분 과학 개념(지식) 중심의 내용 요소로 제시되어 있다. 이에 ‘재해·재난에 대한 과학적 대처 방안’과 같이 이해가 중심이 된 내용 요소의 분석을 위해 KSES 지식 차원의 하위 영역마다 제시된 해설을 참고하였다. 분석의 정확성을 높이기 위하여 연구진이 개별적으로 분석을 수행한 후 결과를 종합하였으며, 이견이 있는 결과에 대해서는 의견이 일치할 때까지 협의를 시행하였다.

2) 학습 목표 분석

성취기준은 영역별 내용 요소를 학습한 결과 학생이 할 수 있거나 할 수 있기를 기대하는 도달점을 의

미하며, 교과서 집필 시 학습 목표나 내용 진술 기준으로 사용된다(Song *et al.*, 2016). KSES의 수행기대는 과학교육 맥락에서 과학적 소양을 함양하기 위한 실천 방안으로서, 과학교육을 받은 연한을 고려하여 연령대별로 목표하는 수준을 총 6단계로 제시하고 있다(Table 3). 이때 1단계는 유치원에서 2학년까지, 2단계는 3~4학년, 3단계는 5~6학년, 4단계는 7~8학년, 5단계는 9~10학년, 6단계는 11~12학년으로 구성되며, 각 단계별 수행기대가 학년(군)과 엄격하게 상응하지 않고 수행기대가 제시되지 않은 단계도 존재한다. 학습 목표 분석은 우리나라 교육과정에 제시된 성취기준(총 87개)과 KSES의 수행기대를 일대일로 대응하는 방식으로 수행하였다. 다만 성취기준에 명시된 내용만으로 분석을 수행하는 경우 제한적인 결과를 가져올 수 있어 성취기준과 함께 성취기준 해설 및 성취기준 적용 시 고려 사항 등을 함께 고려하였다. 학습 내용 분석 방법과 마찬가지로 각 연구진이 개별적으로 분석을 수행하여 결과를 종합하였으며, 이견이 있는 경우 합의에 이를 때까지 협의를 실시하였다.

Table 3. Example of Stage Performance Expectations in KSES

하위 영역	단계					
	Stage1	Stage2	Stage3	Stage4	Stage5	Stage6
규칙성과 다양성의 기원 (K-RD.1)				· 생명체, 지구와 우주 주는 다양한 종류의 물질로 이루어져 있다.	· 우주, 태양계, 지구, 생명체를 구성하는 물질의 원소는 빅뱅과 별의 진화 과정을 거쳐 만들어졌다.	· 자연에 존재하는 것은 다양한 물질로 구성되어 있다.
생물의 에너지 (K-EM.2)	· 동물은 생활에 필요한 에너지를 식물이나 다른 동물에서 얻는다. · 식물이 자라는 데는 빛과 물이 필요하다.	· 음식은 동물에게 몸의 회복, 성장, 온기, 운동에 필요한 물질과 에너지를 제공한다.	· 생태계의 구성 요소 간의 밀접한 관계 속에서 물질이 순환된다. · 식물은 생명 유지에 필요한 에너지를 광합성 작용으로 물질에 저장한다.	· 생태계에서 생명체를 이루는 물질들은 생물과 비생물 사이에서 반복적으로 순환한다. · 생명 현상은 다양한 화학반응으로 나타난다.	· 광합성과 세포 호흡은 생명 활동에 필요한 대부분의 에너지를 공급한다.	· 생태계에서 물질은 순환하고, 에너지는 흐른다.
과학의 통합 (K-SS.2)			· 자연현상은 과학의 세부 분야나 이들의 통합으로 연구된다.	· 과학은 기술, 음악, 미술 등 다른 학문과 영향을 주고받는다.	· 일상생활과 사회에서 접할 수 있는 산물들은 과학 내 통합이나 과학과 다른 학문의 통합으로 생산되었다.	· 자연 세계에 대한 많은 지식이 과학과 다른 학문의 통합으로 산출되었다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 교육과정 내용 체계와 KSES 지식 차원의 연관성

학습 내용 분석을 위해 2022 개정 중학교 과학과 교육과정에 제시된 ‘운동과 에너지’, ‘물질’, ‘생명’, ‘지구와 우주’ 및 ‘과학과 사회’ 5개 영역의 내용 체계를 기준으로 KSES에 제시된 ‘규칙성과 다양성(K-RD)’, ‘에너지와 물질(K-EM)’, ‘시스템과 상호작용(K-SI)’, ‘변화와 안정성(K-CS)’, ‘과학과 사회(K-SS)’, ‘지속가능사회를 위한 과학기술(K-SU)’ 6개 지식 차원과의 연관성을 살펴본 결과는 Table 4와 같다.

1) 운동과 에너지 영역

운동과 에너지 영역은 ‘힘과 에너지’, ‘전기와 자기’, ‘열’ 및 ‘빛과 파동’의 내용 체계로 구성되어 있다. 영역별 내용 요소를 살펴보면 ‘힘과 에너지’ 영역에는 힘, 중력, 마찰력, 탄성력, 부력, 등속운동, 자유낙하운동, 일과 에너지, 중력에 의한 위치에너지, 운동에너지, 역학적에너지 보존 등의 내용 요소가 있다. 이러한 요소들은 KSES에 제시된 시스템과 상호작용의 ‘역학적 상호작용(K-SI.2)’ 영역과 연관된다. ‘전기

와 자기’ 영역에는 전기력, 대전, 정전기유도, 전압, 전류, 전기에너지, 자기력, 자기장 등의 내용 요소가 있으며, KSES에서 에너지와 물질의 ‘에너지와 물질(K-EM.1)’ 영역과 유사하다. 다음으로 ‘열’ 영역에는 열평형, 비열, 열팽창 등이 있으며, KSES에서 변화와 안전성의 ‘물질과 상태의 변화와 안정성(K-CS.1)’ 영역과 연관된다. 마지막으로 ‘빛과 파동’ 영역에는 시각과 상, 거울과 렌즈, 반사와굴절, 빛의 합성과 삼원색, 파동의 발생과 전달, 파동의 요소와 소리의 특성 등의 내용 요소가 있으며, KSES에서 규칙성과 다양성의 ‘물리 현상의 규칙성(K-RD.2)’ 영역과 연관된다. 이처럼 운동과 에너지 영역의 내용 체계는 모두 KSES의 지식 차원의 하위 영역 중 1가지와 일대일로 대응되고 있었으며, ‘과학과 사회(K-SS)’, ‘지속가능사회를 위한 과학기술(K-SU)’과 연관되는 내용은 없었다.

2) 물질 영역

물질 영역은 ‘물질의 성질’, ‘물질의 변화’, ‘물질의 구조’의 내용 체계로 구성되어 있다. 영역별 내용 요소를 살펴보면 ‘물질의 성질’ 영역에는 기체의 압력과 부피 관계, 기체의 온도와 부피 관계, 입자 운동, 기체의 압력, 밀도, 용해도, 녹는점, 끓는점, 순물질과 혼합물, 상태 변화와 열에너지, 물질의 상태와 입자 모형 등의 내용 요소가 있다. 이러한 요소들은 KSES

Table 4. Analysis Result of Learning Contents' Relationship

내용 체계	KSES					K-RD					K-EM				K-SI			K-CS			K-SS			K-SU			
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4				
운동과 에너지	힘과 에너지														✓												
	전기와 자기						✓																				
	열																										
	빛과 파동		✓																								
물질	물질의 성질			✓																							
	물질의 변화							✓																			
	물질의 구조			✓				✓																			
생명	생물의 구조와 에너지								✓					✓													
	항상성과 몸의 조절														✓												
	생명의 연속성				✓										✓			✓									
지구와 우주	고체 지구				✓			✓		✓			✓			✓											
	유체 지구				✓				✓				✓														
	천체	✓				✓								✓			✓							✓			
과학과 사회	과학과 안전																							✓			
	과학과 지속가능한 사회																	✓		✓		✓	✓	✓			
	과학과 진로																				✓						
연관 유무	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			

에 제시된 규칙성과 다양성의 '물질의 규칙성과 다양성(K-RD.3)'과 변화와 안정성의 '물질과 상태의 변화와 안정성(K-CS.1)'과 연관된다. '물질의 변화' 영역에는 화학 반응에서 열에너지의 출입, 질량 보존 법칙, 일정 성분비 법칙, 기체 반응 법칙, 화학 변화, 화학 반응식 등의 내용 요소가 있으며, 이러한 요소들은 KSES에서 에너지와 물질의 '에너지와 물질의 특성(K-EM.1)'과 변화와 안정성의 1번째 하위 영역인 '물질과 상태의 변화와 안정성(K-CS.1)'과 연관된다. 마지막으로 '물질의 구조' 영역에는 원소, 원자, 분자, 이온 화합물, 화학식, 주기율표 등의 내용 요소가 있으며, KSES에 제시된 규칙성과 다양성의 '물질의 규칙성과 다양성(K-RD.3)'과 에너지와 물질의 '에너지와 물질의 특성(K-EM.1)'과 연관된다. 이처럼 물질 영역의 내용 체계는 KSES의 규칙성과 다양성(K-RD), 에너지와 물질(K-EM) 및 변화와 안정성(K-CS)과 연관이 있었으며, '시스템과 상호작용(K-SI)', '과학과 사

회(K-SS)' 및 '지속가능사회를 위한 과학기술(K-SU)'과 연관되는 내용은 없었다.

3) 생명 영역

생명 영역은 '생물의 구조와 에너지', '항상성과 몸의 조절', '생명의 연속성'의 내용 체계로 구성되어 있다. 영역별 내용 요소를 살펴보면 '생물의 구조와 에너지' 영역에는 광합성 과정, 광합성에 영향을 미치는 요인, 식물의 호흡과 광합성의 관계, 세포와 생물 구성 단계, 소화계, 순환계, 호흡계, 배설계의 구조와 기능 등의 내용 요소가 있다. 이러한 요소들은 KSES에서 에너지와 물질의 '생물의 에너지 영역(K-EM.2)'과 시스템과 상호작용의 '생명 시스템(K-SI.3)'과 연관된다. '항상성과 몸의 조절' 영역에는 감각 기관의 구조와 기능, 뉴런과 신경계의 구조와 기능, 자극에서 반응까지의 경로, 호르몬에 의한 항상성 유지 등의 내용

요소가 있으며, 이는 KSES에서 시스템과 상호작용의 ‘생명 시스템(K-SI.3)’과 연관된다. ‘생명의 연속성’ 영역에는 동물의 발생 과정, 유전 형질과 유전 원리, 변이와 생물다양성, 종의 개념과 분류 체계, 생물다양성 보전의 중요성, 세포분열 등의 내용 요소가 있다. 이러한 요소들은 KSES에서 규칙성과 다양성의 ‘생물의 규칙성과 다양성(K-RD.4)’과 시스템과 상호작용의 ‘생명 시스템(K-SI.3)’, 변화와 안정성의 ‘생태계의 변화와 안정성(K-CS.2)’과 연관된다. 이처럼 생명 영역은 운동과 에너지 영역과 마찬가지로 KSES의 ‘규칙성과 다양성(K-RD)’, ‘에너지와 물질(K-EM)’, ‘변화와 안정성(K-CS)’ 및 ‘시스템과 상호작용(K-SI)’과 연관이 있었으며, ‘과학과 사회(K-SS)’ 및 ‘지속가능사회를 위한 과학기술(K-SU)’과는 연관되는 내용이 없었다.

4) 지구와 우주

지구와 우주 영역은 ‘고체 지구’, ‘유체 지구’, ‘천체’의 내용 체계로 구성되어 있다. 이 영역의 학습 내용은 다른 영역과 비교했을 때 KSES의 다양한 영역과 중복되어 나타났다. 영역별 내용 요소를 살펴보면 ‘고체 지구’ 영역에는 지구계, 광물과 암석, 암석의 순환, 풍화 작용, 판과 대륙이동설, 지진대와 화산대 등의 내용 요소가 있다. 이러한 요소들은 규칙성과 다양성에서 ‘지구환경의 규칙성과 다양성(K-RD.5)’, 에너지와 물질에서 ‘지구의 에너지(K-EM.3)’, 시스템과 상호작용에서 ‘지구와 우주 시스템(K-SI.4)’, 변화와 안정성에서 ‘물질과 상태의 변화와 안정성(K-CS.1)’ 및 ‘지구와 우주의 변화와 안정성(K-CS.3)’과 연관된다. ‘유체 지구’를 구성하는 내용 요소에는 대기와 해양의 층상 구조, 수권과 수자원, 염분과 해류, 온실효과와 지구온난화, 대기 대순환, 강수 과정, 중위도 저기압, 일기도 등이 있다. 이러한 요소들은 규칙성과 다양성에서 ‘지구환경의 규칙성과 다양성(K-RD.5)’, 에너지와 물질의 ‘에너지와 환경(K-EM.4)’ 및 시스템과 상호작용의 ‘지구와 우주 시스템(K-SI.4)’과 연관된다. 마지막 영역인 ‘천체’를 구성하는 내용 요소에는 태양계 구성 천체, 태양 표면과 태양 활동, 달의 위상변화, 일식과 월식, 연주시차, 별의 특성, 우리은하, 우주 팽창, 우주탐사 등이 있다. 이러한 요소들은 규칙성과 다양성에서 ‘규칙성과 다양성의 기원(K-RD.1)’ 및 ‘지구환경의 규칙성과 다양성(K-RD.5)’, 시스템과 상호작용(K-SI)의 ‘지구와 우주 시스템(K-SI.4)’, 변화와 안정성에서 ‘지구와 우주의 변화와 안정성(K-CS.3)’ 및 지속가능사회를 위한 과학기술에서 ‘지속가능한 미래 과학기술(K-SU.4)’과 연관된다. 이처럼 지구와 우주 영역의 내용 체계는 KSES의 ‘과학과 사회(K-SS)’를 제외한 모든 영역과 연관이 있는 것으로 나타났다.

5) 과학과 사회

과학과 사회 영역은 ‘과학과 안전’, ‘과학과 지속가능한 사회’, ‘과학과 진로’의 내용 체계로 구성되어 있다. 영역별 내용 요소를 살펴보면 ‘과학과 안전’을 구성하는 내용 요소 재해·재난, 재해·재난에 대한 과학적 대처 방안 등이 있으며, 이러한 요소들은 모두 지속가능사회를 위한 과학기술의 ‘지속가능사회와 과학기술(K-SU.3)’ 영역과 연관되었다. ‘과학과 지속가능한 사회’를 구성하는 내용 요소는 과학적 탐구 방법, 과학기술의 영향, 과학과 지속가능한 사회 등이 있다. 이러한 내용 요소는 과학과 사회의 ‘과학지식과 방법의 본성(K-SS.1)’, ‘과학과 사회의 상호작용(K-SS.3)’ 및 지속가능사회를 위한 과학기술의 ‘지속가능한 삶과 과학기술(K-SU.2)’, ‘지속가능사회와 과학기술(K-SU.3)’, ‘지속가능한 미래 과학기술(K-SU.4)’과 연관된다. 마지막 ‘과학과 진로’ 영역은 과학 관련 진로와 직업, 진로 계획 실천 방안 등의 내용 요소로 구성되어 있으며, 과학과 사회의 ‘과학과 사회의 상호작용(K-SS.3)’과 연관되었다. 이처럼 과학과 사회 영역은 ‘과학과 사회(K-SS)’ 및 ‘지속가능사회를 위한 과학기술(K-SU)’ 영역과 주로 연관이 있었으며, 나머지 영역과의 연관성은 나타나지 않았다.

이상의 결과를 종합해보면, 2022 개정 중학교 과학과 교육과정의 내용 체계는 KSES 지식 차원은 일부 하위 영역을 제외하고 높은 연관성을 보여주었다. 과학과 교육과정 및 KSES 모두 과학교육을 통한 궁극적인 목표로서 과학적 소양을 갖춘 사람을 제시하고 있다는 점을 고려할 때, 2022 개정 중학교 과학과 교육과정의 학습 내용이 교육적으로 가치가 있는 요소로 선정되어 있다고 해석할 수 있다.

2. 교육과정 성취기준과 KSES 수행기대의 연관성

학습 목표 분석을 위해 KSES에 제시된 6개 지식 차원의 수행기대를 기준으로 2022 개정 교육과정 중학교 과학과 성취기준과의 연관성을 분석한 결과는 다음과 같다.

1) 규칙성과 다양성 차원

‘규칙성과 다양성’ 차원은 자연의 규칙성과 다양성을 미시적 관점과 거시적 관점에서 통합적으로 설명하는 것을 목표로 한다. 이 차원과 연관성을 보이는 성취기준 수는 총 21개로 나타났다. 하위 영역별로 살펴보면 ‘물질의 규칙성과 다양성’에서 가장 많은 수(11개, 52.4%)의 성취기준이 연관성을 보였다. 이어서

Table 5. Analysis Result of Learning Contents' Relationship

단계	규칙성과 다양성					합계(%)
	규칙성과 다양성의 기원	물리 현상의 규칙성	물질의 규칙성과 다양성	생물의 규칙성과 다양성	지구 환경의 규칙성과 다양성	
1	-	-	-	-	-	0 (0.0)
2	-	[9과10-02]	-	-	-	1 (4.8)
3	-	[9과10-01]	-	-	[9과17-03]	2 (9.5)
4	-	[9과10-03], [9과10-04]	[9과04-01], [9과06-01] [9과06-02], [9과06-03] [9과08-01], [9과08-02] [9과08-03], [9과11-01] [9과11-02], [9과11-03] [9과11-04]	[9과02-04]	[9과09-02]	15 (71.4)
5	-	-	-	[9과21-04], [9과21-05]	[9과15-01]	3 (14.3)
6	-	-	-	-	-	0 (0.0)
합계(%)	0 (0.0)	4 (19.0)	11 (52.4)	3 (14.3)	3 (14.3)	21 (100.0)

Table 6. Analysis Result of Learning Objectives' Relationship Focusing Energy and Matter in KSES

단계	에너지와 물질				합계(%)
	에너지와 물질의 특성	생물의 에너지	지구의 에너지	에너지와 환경	
1~2	-	-	-	-	0 (0.0)
3	-	[9과12-01]	-	-	1 (6.2)
4	[9과14-01], [9과14-02] [9과16-06]	-	-	-	3 (18.8)
5	[9과14-03], [9과14-04] [9과16-02], [9과16-03] [9과16-04], [9과16-05] [9과19-04]	[9과12-02], [9과12-03] [9과13-05]	[9과17-04]	-	11 (68.8)
6	[9과16-01]	-	-	-	1 (6.2)
합계(%)	11 (68.8)	4 (25.0)	1 (6.2)	0 (0.0)	16 (100.0)

‘물리 현상의 규칙성’이 4개(19.0%)였고, ‘생물의 규칙성과 다양성’ 및 ‘지구 환경의 규칙성과 다양성’이 각각 3개(14.3%)로 나타났다. ‘규칙성과 다양성의 기원’ 영역과 연관성을 나타내는 성취기준은 없었다. KSES에는 이 영역에서 빅뱅과 별의 진화 등을 통해 우주 초기 및 태양계에서 원소가 생성되거나 지구에서의 생명체 구성 물질 생성 과정을 다룰 것을 제시하고 있다. 과학과 교육과정 상에는 이러한 내용이 핵심 개념을 중심으로 내용 체계를 구성하고 있는 고등학교 통합과학(Kwak, Lee, & Lee, 2017) 수준에서부터 다루고 있으며, 따라서 이 영역과의 연관성을 확인할 수 없는 것으로 보였다. 또한 KSES 수행기대 단계별 연관 성취기준 수를 분석한 결과 4단계가 15개(71.4%)로 가장 많았다. 이어서 5단계 3개(14.3%), 3단계 2개(9.5%), 2단계 1개(4.8%)로 나타났고, 1단계와 6단계는 없었다. 4단계가 과학교육을 받은 연한이 7~8년

정도에 해당한다는 것에 비추어 볼 때, 규칙성과 다양성 차원과 연관된 성취기준 대부분이 적절한 수준에서 서술되고 있음을 알 수 있다(Table 5).

2) 에너지와 물질 차원

‘에너지와 물질’ 차원은 에너지와 물질의 상호작용과 순환을 설명할 수 있으며, 에너지 관련 사회문제의 다양한 해결 방안을 과학적이고 창의적으로 설명하는 것을 목표로 한다. 이 차원과 연관성을 보이는 성취기준 수는 총 16개로 나타났다. 하위 영역별로 살펴보면 ‘에너지와 물질의 특성’이 11개(68.8%)로 가장 많았으며, 다음으로 ‘생물의 에너지’가 4개(25.0%), ‘지구의 에너지’가 1개(6.2%)였다. ‘에너지와 환경’ 영역과 연관 있는 성취기준은 없었다. KSES에는 이 영역에서 인간의 활동이 지구 환경문제에 영향을 끼친다는 사

실을 통해 에너지의 효율적인 이용과 신재생에너지 개발을 다룰 것을 제시하고 있는데, ‘규칙성과 다양성’ 차원과 마찬가지로 이러한 내용은 주로 고등학교 통합과학 수준에서 다루어지고 있어 연관성이 낮은 것으로 보인다. KSES 수행기대 단계별 연관 성취기준 수를 분석한 결과 5단계가 11개(68.8%)로 가장 많았다. 이어서 4단계 3개(18.8%), 3단계와 6단계가 1개(6.2%)로 나타났고, 1단계와 2단계는 없었다. 5단계가 과학교육을 받은 연한이 9~10년 정도에 해당하므로, ‘에너지와 물질’ 차원과 연관된 성취기준은 다소 높은 수준에서 제시되고 있음을 알 수 있다(Table 6).

3) 시스템과 상호작용 차원

‘시스템과 상호작용’ 차원은 시스템의 경계와 하위 시스템을 이해하고, 다른 시스템과의 관계와 시스템의 안정화와 관련된 피드백 메커니즘을 설명하는 것을 목표로 하며, 총 29개의 성취기준과 연관성을 보였다. 하위 영역 중 ‘생명 시스템’에서 가장 많은 수(12개, 41.4%)의 성취기준이 연관성을 보였으며, 이어서 ‘지구와 우주 시스템’이 10개(34.5%), ‘역학적 상호작용’이 7개(24.1%)로 나타났다. ‘시스템의 유형’과 연관성을 보이는 성취기준은 없었는데, KSES에는 이 영역에서 자연계가 여러 가지 유형의 시스템으로 이루어져 있음을 다룰 것을 제시하고 있다. 마찬가지로 이러한 내용은 주로 고등학교 통합과학 수준에서부터 다루어지므로, 현재 성취기준의 내용 일부를 검토하여 연계성 결여로 인해 학습에 어려움이 발생하는 부분을 방지할 필요가 있다. KSES 수행기대 단계별 연관 성취기준 수를 분석한 결과 4단계와 5단계가 각각 11개(37.9%)로 가장 많았다. 이어서 3단계가 7개(24.2%)가 나타났으며, 1단계와 2단계 및 6단계는 없었다(Table 7).

4) 변화와 안정성 차원

‘변화와 안정성’ 차원은 변화 및 안정성 개념을 바탕으로 자연현상을 통합적으로 이해하는 것을 목표로 하며, 총 13개의 성취기준이 연관성을 나타냈다. 하위 영역별로 살펴보면 ‘생태계의 변화와 안정성’ 및 ‘지구와 우주의 변화와 안정성’ 영역이 각각 5개(38.5%), ‘물질과 상태의 변화와 안정성’ 영역이 3개(23.1%)로 나타났다. 이 차원의 경우 하위 영역별로 성취기준이 균형 있게 분포되어 있으나 성취기준의 수는 앞서 살펴본 차원보다는 비교적 적었다. 또한 KSES 수행기대 단계별 연관 성취기준 수를 분석한 결과 4단계가 9개(69.2%)로 가장 많았다. 이어서 6단계 3개(23.1%), 5단계 1개(7.7%)로 나타났으며, 1~3단계는 없었다(Table 8).

5) 과학과 사회 차원

‘과학과 사회’ 차원은 자연의 규칙성과 다양성을 미시적 관점과 거시적 관점에서 통합적으로 설명하는 것을 목표로 한다. 이 차원과 연관성을 보이는 성취기준 수는 총 4개로 ‘과학과 사회의 상호작용’ 영역에서 3개(75.0%), ‘과학지식과 방법의 본성’ 영역에서 1개(25.0%)로 나타났다. ‘과학의 통합’ 영역과 연관성을 보이는 성취기준은 없었는데, KSES에서는 이 영역에서 자연 세계의 많은 지식들은 과학과 다른 학문의 통합으로 산출되었음을 다루고자 하였다. 앞서 언급하였듯이 우리나라 중학교 과학과 교육과정은 여전히 분과적 성향이 강하므로(Park *et al.*, 2023), 이 영역과의 연관성이 떨어지는 것은 자연스러운 결과라고 생각한다. 하지만 현대 과학이 직면한 현실을 고려할 때 이 영역에서 다루어지는 과학의 본성 측면에서의 교육은 반드시 필요하며, 이미 학교 수업에서도 많은

Table 7. Analysis Result of Learning Objectives' Relationship Focusing System and Interaction in KSES

단계	시스템과 상호작용				합계(%)
	시스템의 유형	역학적 상호작용	생명 시스템	지구와 우주 시스템	
1~2	-	-	-	-	0 (0.0)
3	-	[9과05-01], [9과05-02] [9과19-01]	[9과13-01], [9과13-02] [9과13-03], [9과13-04]	-	7 (24.2)
4	-	[9과05-03], [9과05-04] [9과19-02], [9과19-03]	[9과02-01], [9과02-02] [9과20-03]	[9과09-01], [9과09-05] [9과18-01], [9과18-02]	11 (37.9)
5	-	-	[9과20-01], [9과20-02] [9과21-01], [9과21-02] [9과21-03]	[9과07-01], [9과07-02] [9과15-02], [9과17-01] [9과17-02], [9과18-03]	11 (37.9)
6	-	-	-	-	0 (0.0)
합계(%)	0 (0.0)	7 (24.1)	12 (41.4)	10 (34.5)	29 (100.0)

Table 8 Analysis Result of Learning Objectives' Relationship Focusing Change and Stability in KSES

단계	변화와 안정성			합계(%)
	물질과 상태의 변화와 안정성	생태계의 변화와 안정성	지구와 우주의 변화와 안정성	
1~3	-	-	-	0 (0.0)
4	[9과04-02], [9과04-03]	[9과03-01], [9과03-02], [9과03-03]	[9과07-03], [9과07-04] [9과09-03], [9과09-04]	9 (69.2)
5	-	[9과02-03]	-	1 (7.7)
6	[9과04-04]	[9과02-05]	[9과15-03]	3 (23.1)
합계(%)	3 (23.1)	5 (38.5)	5 (38.5)	13 (100.0)

Table 9. Analysis Result of Learning Objectives' Relationship Focusing Science and Society in KSES

단계	과학과 사회			합계(%)
	과학지식과 방법의 본성	과학의 통합	과학과 사회의 상호작용	
1	-	-	-	0 (0.0)
2	-	-	[9과23-01], [9과23-02]	2 (50.0)
3	[9과01-01]	-	[9과15-04]	2 (50.0)
4~6	-	-	-	0 (0.0)
합계(%)	1 (25.0)	0 (0.0)	3 (75.0)	4 (100.0)

시도가 이루어지고 있다(Park & Kim, 2008; Do, Hwang, & Park, 2009; Seo, Lee, & Jho, 2017). 이러한 측면을 고려할 때 초·중등 과학과 교육과정 내에서 과학의 본성에 대한 교육이 더욱 강조될 필요가 있어 보인다(Cho, Kim, & Choe, 2018). 또한 이 차원과 연관되는 성취기준을 KSES 수행기준 단계별로 분석한 결과 2단계와 3단계가 모두 2개(50.0%)로 나타났다. 이러한 단계는 과학교육을 받은 연한이 3~6학년 정도에 해당하므로, 성취기준의 진술 방식을 다소 수정하는 방안도 고민할 필요가 있어 보인다(Table 9).

6) 지속가능사회를 위한 과학기술 차원

‘지속가능사회를 위한 과학기술’ 차원은 지속가능사회 시스템을 환경, 사회 및 경제의 통합적 관점으로 설명하는 것을 목표로 한다. 이 차원과 연관성을 보이는 성취기준 수는 총 4개로 ‘지속가능한 미래 과학기술’ 영역에서 2개(50.0%), ‘과학기술의 양면성’ 영역에서 1개(25.0%), ‘지속가능사회와 과학기술’ 영역에서 1개(25.0%)로 나타났다. ‘지속가능한 삶과 과학기술’ 영역과 연관성을 보이는 성취기준은 없었다. KSES에서는 이 영역에서 지속가능사회를 위해 개인의 생각과 행동 양식을 성찰하고, 과학기술의 역할에 대해 고

민해볼 것을 제시하고 있다. 2022 개정 교육과정의 도입과 함께 과학의 중요성과 유용성을 다루며 이와 유사한 내용을 일부 다루고는 있으나, 지속가능사회를 위한 과학기술의 역할에 관해 고민하는 부분은 고등학교 통합과학 수준에서부터 다루고 있어 연관성이 떨어지는 것으로 보여진다. 이 차원과 연관되는 성취기준 또한 KSES 수행기준 단계를 기준으로 2단계 3개(75.0%), 5단계 1개(25.0%)로 나타났다. 따라서 추후 교육과정 개정 시 중학교 학생들의 수준에 알맞게 해당 내용을 새롭게 도입하는 방안도 고민해 볼 필요가 있다(Table 10).

이상의 결과를 종합해보면, 2022 개정 중학교 과학과 교육과정의 성취기준과 KSES 수행기준은 높은 연관성을 보여주었으며, 성취기준의 진술 수준도 적절한 것으로 나타났다. 하지만 성취기준이 KSES의 하위 영역 일부에 다소 치중되어 있었는데, 이는 분과적 성향이 강한 우리나라 중학교 과학과 교육과정의 한계 때문으로 보인다. 따라서 교사가 학교 교육활동을 설계하는 과정에서 2022 개정 중학교 과학과 교육과정에 제시된 성취기준을 KSES 수행기준 측면에서 일부 재구성하여 사용한다면, 보다 폭넓은 관점에서 학생들의 교육목표 도달 정도를 판단할 수 있을 것이라고 생각된다.

Table 10. Analysis Result of Learning Objectives' Relationship Focusing Science & Technology for a Sustainable Society in KSES

단계	지속가능사회를 위한 과학기술				합계(%)
	과학기술의 양면성	지속가능한 삶과 과학기술	지속가능사회와 과학기술	지속가능한 미래 과학기술	
1	-	-	-	-	0 (0.0)
2	[9과01-02]	-	-	[9과22-01], [9과22-02]	3 (75.0)
3~4	-	-	-	-	0 (0.0)
5	-	-	[9과01-03]	-	1 (25.0)
6	-	-	-	-	0 (0.0)
합계(%)	1 (25.0)	0 (0.0)	1 (25.0)	2 (50.0)	4 (100.0)

IV. 결론 및 제언

이 연구는 2022 개정 중학교 과학과 교육과정과 미래세대 과학교육표준(KSES)의 연관성을 학습 내용 및 학습 목표 관점에서 분석하고자 하였다. 학습 내용의 연관성은 2022 개정 교육과정의 내용 체계와 KSES 지식 차원을, 학습 목표의 연관성은 2022 개정 교육과정의 성취기준과 KSES 지식 차원의 수행기대를 비교·분석하였다. 연구 결과부터 도출한 결론은 다음과 같다.

첫째, 2022 개정 중학교 과학과 교육과정의 내용 체계는 KSES의 지식 차원과 높은 연관성을 보여주었다. 특히 2015 개정 교육과정에서 제시하고 있는 중학교 과학과 내용 체계와는 달리, 과학과 사회 영역을 새롭게 추가하여 현대사회에서 민주시민으로서 가져야 할 과학적 소양과 관련된 내용도 충실히 다루고 있었다. KSES의 ‘과학의 통합(K-SS.2)’이나 ‘과학기술의 양면성(K-SU.1)’ 등 일부 영역과 관련된 내용은 찾아볼 수 없었다. KSES에는 이 영역에서 과학과 다른 학문과의 통합, 과학기술의 이중적 기능 등을 다룰 것을 제시하고 있는데, 이러한 내용 요소는 분과적 과학 지식이 아닌 상위 범주로서 과학의 본성(Nature of Science) 측면에서의 접근이 필요하다. 물론 새롭게 도입된 과학과 사회 영역에서 과학의 본성 측면을 일부 다루고 있기는 하나, 과학의 중요성과 유용성 측면에서만 다루어지고 있다. 따라서 추후 교육과정 개정 시에는 좀 더 실제적인 관점에서 과학의 본성에 관한 학습 내용을 다룰 수 있도록 해당 내용 요소에 대한 적극적인 검토가 필요하다고 생각된다.

둘째, 2022 개정 중학교 과학과 교육과정의 성취기준은 KSES 수행기대의 일부 영역에 치중되는 경향을 나타냈다. 연관성을 보이지 않은 수행기대는 통합과학 수준에서 다루어지는 경우가 많았다. 또한 성취기준의 진술 수준을 분석한 결과, 총 87개의 성취기준 중에서

KSES가 제안한 중학교 수준(4~5단계)에 해당하는 수행기대는 64개로 나타났다. 성취기준의 진술 방식이나 수준이 교사의 수업 계획과 실행에 영향을 미친다(Song *et al.*, 2016; Cho & Kang, 2018)는 점을 고려할 때, 현재의 성취기준은 교수-학습의 실질적인 기준으로 활용될 수 있을 것이다. 다만 KSES의 과학과 사회, 지속가능사회를 위한 과학기술 차원과 연관된 성취기준은 진술 수준이 다소 낮았다. 해당하는 성취기준은 우리나라 교육과정에서 과학과 사회 영역에 포함되는 것으로, 앞서 언급하였듯 2022 개정 교육과정에서 새롭게 도입된 부분이다. 따라서 해당 부분의 학습 내용과 성취기준의 진술 방식을 함께 검토하여 학교 현장에서 효과적으로 구현될 수 있도록 지원할 필요가 있다.

이상의 연구 결과를 바탕으로 연구의 제한점 및 후속 연구를 위한 제언을 하면 다음과 같다.

첫째, 2022 개정 교육과정에서는 역량을 과학 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도가 복합적으로 발현된 총체적인 능력으로 정의하고 있으나, KSES에서는 지식과 역량, 참여와 실천을 과학적 소양의 하위 차원으로 제시하고 있다. 즉, 2022 개정 교육과정에서는 과학교육을 통한 궁극적인 도달점으로서 역량을 정의하고 있으나 KSES에는 그 과정에 필요한 구인으로서 역량을 제시하고 있으며, 이러한 차이가 연구 결과에 영향을 미쳤을 가능성을 배제할 수 없다.

둘째, 우리나라 과학과 교육과정에서 ‘과학’ 교과의 경우 내용 체계 및 성취기준 등을 초등학교와 중학교를 아울러 공통 교육과정으로서 함께 제시하고 있다. 하지만 이 연구에서는 중학교 과학과 교육과정만을 연구 대상으로 삼고 있어 연구 결과가 오용되거나 확대하여 해석될 수 있다는 제한점이 있다. 따라서 초등학교 과학과 교육과정을 대상으로 후속 연구를 수행한 후 이 연구의 결과와 비교해 본다면 더욱 심도 있는 고찰이 가능할 것이다.

셋째, 교육과정은 교육목표 성취를 위해 제공되는 일련의 학습경험(Saylor & Allexandre, 1981)으로, 교육과정의 효과적인 실행을 위해서는 교육과정에 대한 이해가 선행되어야 한다(Lee, 2006). 이러한 측면에서 볼 때 이 연구의 결과는 2022 개정 과학과 교육과정 내용의 적정성이나 다른 학교급과의 연계성 등을 알아보기 위한 기초 자료로 활용될 수 있다. 하지만 2022 개정 교육과정과 KSES 모두의 안정적인 교육 현장 안착을 위해서는 보다 많은 수의 연구가 수행될 필요가 있다. 특히 이 연구에서 주목한 KSES의 지식 차원 외에도 역량과 실천 차원에서 교육과정과의 상호 관련성을 살펴보는 연구가 수행되어 교육과정과 KSES 모두의 지속적인 검토 및 보완이 이루어질 필요가 있다. 끝으로 교육과정 실행에서 교사의 역할에 주목하여 교사가 교육과정 주체성을 발휘할 수 있도록 KSES의 활용을 위한 교사의 역할, 학년 간 또는 학년 내에서의 활용 방안 등에 대한 실질적인 안내가 이루어진다면 미래사회가 요구하는 과학적 소양을 갖춘 인재 양성에 궁극적으로 기여할 수 있을 것이다.

국 문 요 약

미래세대 과학교육표준(KSES)은 과학적 소양을 과학교육 맥락에서 구현하기 위한 실천 방안으로, 미래사회 및 환경변화에 부응하는 국내 과학교육 계획 수립을 지원하기 위하여 개발되었다. 이에 이 연구에서는 KSES와 최근 고시된 2022 개정 중학교 과학과 교육과정의 학습 내용 및 학습 목표의 연관성을 분석하고, 교육과정의 성공적인 현장 안착을 위한 시사점을 얻고자 하였다. 연구 결과, 2022 개정 중학교 과학과 교육과정의 내용 체계는 KSES의 지식 차원과 높은 연관성을 보여주었다. 또한 새롭게 추가된 과학과 사회 영역에서의 내용 요소를 통해 과학의 본성과 관련된 내용을 다루고자 하는 시도도 확인되었다. 성취기준의 경우 KSES의 수행기대 일부 영역에 치중되는 경향을 나타냈으나, 성취기준의 진술 수준은 KSES에서 제시하고 있는 중학교 학생들의 수준에 알맞게 진술되어 있었다. 이러한 결과로부터 2022 개정 과학과 중학교 교육과정과 KSES의 높은 연관성과 함께 미래 과학교육 계획 수립을 위한 국제적 지표로서 KSES의 활용 가능성을 확인할 수 있었다.

주제어: 2022 개정 중학교 과학과 교육과정, 미래세대 과학교육표준

References

- Bybee, R. W. (2014). NGSS and the Next Generation of Science Teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 211-221.
- Cho, E., Kim, C., & Choe, S. (2018). A Study on the Plurality of Nature of Science in Science Education. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 38(5), 721-738.
- Cho, I., & Kang, W. (2018). An Analysis of Achievement Standards Statements in the Elementary Mathematics Curriculum of Korea. *Journal of elementary mathematics education in Korea*, 22(1), 69-92.
- Chong, Y., Chang, K., Tak, B., Kang, H., Seo, D., Park, S., Nam, J., Kim, G., Ko, H., Kim, J., & Kwon, N. (2016). A Comparative Study of Mathematics Curriculum among the United States, Singapore, England, Japan, Australia and Korea. *Journal of Educational Research in Mathematics*, 26(3), 371-402.
- Dewey, J. (1938). *Experience and Education*. New York: Macmillan Company.
- Do, S., Hwang, Y., & Park, J. (2009). The Importance of Reflection on the Middle School Science Experiment Class for Teaching the Nature of Science. *Journal of Science Education*, 33(2), 184-192.
- Dong, H., Kim, Y., & Ha, S. (2015). A Comparative Analysis of Achievement Standards of Korean Science Curriculum and Performance Expectation of Next Generation Science Standards (NGSS) in the United States: Content Elements and Objectives for Middle School Life Science. *EDUCATIONAL RESEARCH*, 64(1), 95-125.
- Fulmer, G. W., Tanas, J., & Weiss, K. A. (2018). The challenges of alignment for the Next Generation Science Standards. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(7), 1076-1100.
- Gu, W. (2013). Exploring the Meaning of the Appropriateness of Curriculum Coverage and Depth based on the Analysis of Conflicting Issues. *Journal of*

- Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 13(2), 285-305.
- Jeon, S., Koh, H., Lee, Y., Kwak, Y., Choi, S., Kang, H., & Park, M. (2017). *Development for "Science for All Koreans"*. Seoul: KOFAC.
- Kang, K. (2023). Comparison of Achievement Standards in Physic of 2015 and 2022 Revised Curriculum - Based on Bloom's Revised Taxonomy of Educational Objectives. *New Physics: Sae Mulli*, 73(11), 941-948.
- Kim, B., & Kim, K. (2024). A comparative study of the achievement standards of the 2015 and 2022 revised national English curriculum based on Bloom's revised taxonomy of educational objectives. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 24(1), 775-788.
- Kim, D., Han, K., & Jeong, D. (2016). *Research on the talent of 2045 future society and milestone of core science competencies*. Seoul: KOFAC.
- Kim, E., Kim, J., & Kim, H. (2020). Comparative Analysis of the 2015 Revised Science Curriculum and US Next Generation Science Standards -Focusing on Ecosystem Related Concepts in Middle School and High School Courses-. *Biology Education*, 48(2), 288-307.
- Kim, H., Kang, N., Kim, M., Maeng, S., Park, J., Baek, Y., Son, J. W., Shim, K., Oh, P. S., Lee, G., Lee, B., Joung, Y., Han, I. (2017). *Basic research for next generation science education standards*. Seoul: KOFAC.
- Kim, H., & Lim, H. (2019). Comparison of TIMSS 2019 Science Framework and Korean Middle School Science Curriculum. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 19(18), 1221-1242.
- Kim, H., & Song, J. (2019). Comprehensive Comparison of NGSS and KSES and Analysis of Physics Content Elements of Performance Expectations Based on the TIMSS Science Framework. *New Physics: Sae Mulli*, 69(9), 916-931.
- Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity [KOFAC]. (2019). *Korean Science Education Standards for the Next Generation*. Seoul: KOFAC.
- Kwak, Y. Lee, J., & Lee, Y. (2017). Ways to Improve In-Service Science Teachers' Expertise with the Introduction of 'Integrated Science' in the 2015 Revised Curriculum. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 37(2), 263-271.
- 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, J., Kim, H., & Hong, H. (2021). Comparison of the Science Curriculum of Korea and Singapore: Focus on the Chemistry. *Journal of the Korean Chemical Society*, 65(5), 370-381.
- Lee, J. (2023). Characteristics of the 2015 and 2022 Revised National Curriculum and Future Tasks Through International Comparative Study. *Journal of Future Society*, 14(3), 35-61.
- Lee, K. (2006). A Case Study on Teacher's Understanding of Curriculum Affecting on Curriculum Implementation. *The Journal of Curriculum & Evaluation*, 9(2), 1-27.
- Lee, S. (2021). Exploring Cognitive Achievement Characteristics by Group of Achievement Levels in the PISA 2018 Science Domain and Education for Cultivating Epistemic Knowledge in the National Curriculum. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 41(5), 401-414.
- Leem, Y., & Kim, Y. (2016). A Historical Study on the Korean Science Education Development Plans for the Elementary and Secondary Schools. *Biology Education*, 44(2), 210-221.
- Lim, Y. (2023). A Critical Review of the 'Key Ideas' in the 2022 Revised National Curriculum. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 23(18), 747-768.
- Lim, Y., & Jang, S. (2015). A Study on the Reduction of Educational Contents in the 2015 Revised National Science Curriculum:

- Focusing on the Common Curriculum. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 15(12), 437-460.
- Ministry of Education. (2015). *2015 Revised general curriculum*. Sejong: Author.
- Ministry of Education. (2022). *2022 Revised general curriculum*. Sejong: Author.
- NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Paik, N. (2014). Review of statements of achievement standards in subject curriculum: Focusing on the national science curriculum of Republic of Korea and the U. S. *The Journal of Curriculum Studies*, 32(2), 101-131.
- Park, D., Kwon, M., Ha, S., & Choi, H. (2023). A Study on the Vertical Articulation of Physics in the 2015 Revised National Curriculum: Focused on the Middle School Science and the High School Integrated Science. *New Physics: Sae Mulli*, 73(6), 515-529.
- Park, J., & Kim, D. (2008). Development of Teaching Materials for the Nature of Science and Pilot Application to Scientifically Gifted Students. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 28(2), 169-179.
- Park, K., & Jeong, H. (2018). International Comparison Study on the Science & Practical Arts (Technology·Home Economics) Curricula about Continuity of the 'System' and 'Energy' as a Big Concepts. *Journal of Science Education*, 42(1), 27-48.
- Pruitt, S. L. (2017). The Next Generation Science Standards: The Features and Challenges. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 145-156.
- Rodriguez, A. J. (2015). What about a dimension of engagement, equity, and diversity practices? A critique of the next generation science standards. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(7), 1031-1051.
- Saylor, J. G., & Alexandre, W. M. (1974). *Planning curriculum for schools*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Seo, D., Lee, Y., & Jho, H. (2017). Development and Implementation of the History of Science and Technology Program for Understanding of Technical High School Students about the Nature of Science. *Journal of Science Education*, 41(1), 60-79.
- 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.
- Song, J., Kang, S.-J., Kwak, Y., Kim, D., Na, J., Do, J.-H., Park, S. C., Son, Y.-A, Son, J. W., Oh, P. S., Lee, J.-K., Lee, H. J., Ihm, H., Jeong, D. H., Joung, Y. J., Kim, J. (2019). *Developing Performance Expectations, School Implementation Strategies, Evaluation Indicators of the Korean Science Education Standards (KSES) for the Next Generation*. Seoul: KOFAC.
- Wee, S., Kim, B., Cho, H., Sohn, J., & Oh, C. (2011). Comparison of Instructional Objectives of the 2007 Revised Elementary Science Curriculum with 7th Elementary Curriculum based on Bloom's Revised Taxonomy. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 30(1), 10-21.
- Yoon, H., & Cheong, Y. (2017). Comparison of the Science Curricula of Korea, the United States, England, and Singapore: Focus on the Concept of Energy. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 37(5), 799-812.

저 자 정 보

정 도 준 (부산대학교 강사)

김 민 수 (부산대학교 대학원생)