

ORIGINAL ARTICLE

변혁적 역량 함양을 위한 2022 개정 고등학교 과학과 지구과학 교육과정 개발 성과 탐색

곽영순¹ · 김종희^{2*} · 김현종³

(¹한국교원대학교 교수, ²전남대학교 교수, ³경기과학고등학교 교사)

Exploring Development Achievement of the 2022 Revised High School Earth Science Curriculum to Cultivate Transformative Competency

Youngsun Kwak¹ · Jong-Hee Kim^{2*} · Hyunjong Kim³

(¹Korea National University of Education, ²Chonnam National University,
³Gyeonggi Science High School)

ABSTRACT

In this study, we investigated the philosophical background and progress of the 2022 revised curriculum development in the high school earth science field. Research that was not covered in the research report includes the relevance of the transformative competency of OECD Education 2030, and that core ideas and achievement standards are organized around knowledge understanding, process functions, and value attitudes that constitute the learning compass needle. In addition, the composition of core ideas and Earth science electives in light of the understanding-centered curriculum, and IB type inquiry-based teaching and learning. Main research results include that the 2022 revised Earth science curriculum emphasized the student agency to foster the transformative competency and scientific literacy, and the curriculum document system in the field of earth science uses a learning compass needle. In addition, based on the understanding-centered curriculum, core ideas of Earth science were derived, and elective courses were organized to help students reach these core ideas. Also, IB-type inquiry-based teaching and learning was emphasized to foster student agency with knowledge construction competency. Based on the research results, slimming of the national and general level curriculum, the need to develop process-centered assessment methods for value and attitudes, the need for curriculum backward design, and ways to develop student agency through inquiry-based teaching and learning were suggested.

Key words : earth science, 2022 revised curriculum, transformative competency, backward design, IB education, inquiry-based

I. 서론

국가 수준의 과학과 교육과정은 학교 현장의 교수·

학습 및 국내외 학생 성취도 평가 등 직간접적인 영향을 끼치므로 향후 과학교육의 질을 결정한다(한국과학창의재단, 2020; 2022). 2022 개정 과학과 교육과정의 경우 2015 개정 교육과정과 마찬가지로 역량 기반 혹은

Received 21 March, 2024; Revised 11 April, 2024; Accepted 24 April, 2024

*Corresponding author: Jong-Hee Kim, Chonnam National University, 77 Yongbongro Buk-gu, 61186, Korea

E-mail: earthedu@jnu.ac.kr

© The Korean Society of Earth Sciences Education. All rights reserved.

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

은 역량 함양을 위한 교육과정을 표방하면서 교육부와 한국과학창의재단의 주도하에 개발하였다(교육부, 2015; MOE & KOFAC, 2022).

2022 개정 과학과 교육과정 최종안 개발에 앞서 수행한 선행연구로는 2015 개정 과학과 교육과정 현장적용 모니터링 연구(한국과학창의재단, 2019a; 2019b; 2020; 2021), 포스트코로나 대비 미래지향적 과학교과 교육과정 구성 방안 연구(정대홍 외, 2021), 역량 함양 과학과 교육과정 재구조화 연구(신영준 외, 2021), 2022 개정 과학과 교육과정 시안 개발 연구(신영준 외, 2022) 등이 있다. 이들 선행연구에서는 2015 개정 과학과 교육과정 실태분석과 교육과정 평가와 모니터링 결과를 토대로 과학과 역량 함양을 위한 교육과정의 의미, 과학과 교육과정 구성 방안, 과학과 교육과정 재구조화 방안, 고교학점제 대비 과학과 선택과목 구성 방안(조향숙 외, 2018) 등을 도출하였다.

기존 교육과정과 마찬가지로 과학과와 같은 교과별 교육과정, 즉 ‘각론’ 교육과정 개발은 모든 교과목의 문서 체제와 국가 수준 교육과정 개발의 방향을 설정하고, 각론 간 문서 체제의 일관성을 조정하는 총론의 각론 조정연구(이하 총론)에서 제시하는 개발 방향, 지침 등을 준수해야 한다. 2022 개정 과학과 교육과정 시안 개발에서는 ‘국민과 함께하는 미래형 교육과정 총론 주요 사항’(교육부, 2021a)이라는 교육부 보도자료를 출발점으로 하여, 총론에서 제시하는 기본 방향에 따라 과학과 교육과정의 문서 체제는 물론 초·중·고등학교 과학과 공통과목 및 선택과목 교육과정 개발을 진행하였다.

구체적으로 살펴보면, 과학과 교육과정 성격과 목표, 교육과정 설계의 개요, 내용 체계를 구성하는 핵심 아이디어와 성취기준 구성요소, 성취기준 및 탐구활동, 교수·학습 및 평가 방향 등 문서 체제 일체를 총론에서 제시하는 개발 방향과 지침을 준수하면서 과학과 교육과정의 특성을 반영하여 개발하였다(교육부, 2021b; MOE & KOFAC, 2022). 총론에서 제시한 지침은 다소 엄격하여 예컨대 고등학교 과학과 선택과목 유형을 막론하고 모든 과목의 핵심 아이디어를 8개 내외로 제시하도록 하였으며, 과학과 선택과목들 간의 이수경로를 제시하지 말라고 요구하였다. 총론과 연계하여 개발한 2022 개정 과학과 고등학교 교육과정의 주요 성과를 살펴보면 다음과 같다(MOE & KOFAC, 2022).

첫째, 2022 개정 과학과 교육과정을 통해 길러주고

자 하는 역량을 ‘학습자가 특정한 상황과 맥락에서 교과의 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도 등을 통합적으로 작동시켜 삶의 다양하고 복잡한 문제를 해결하는 능력’으로 정의하였다(MOE & KOFAC, 2022:5).

둘째, 총론에서 제시하는 주요 방향에 따라 역량 함양을 위한 과학교육의 원칙과 중점을 반영한 과학과 교육과정 최종안을 개발하였다. 과학과 교육과정 내용 체계의 핵심 아이디어의 경우 기존 2015 개정 교육과정의 핵심 개념과 일반화된 지식을 통합하여 영역별 내용을 포괄할 수 있는 핵심 아이디어로 표현을 바꾸어 제시하였다(황규호, 2021; KICE, 2020). 핵심 아이디어는 이해중심 교육과정에서 강조하는 빅 아이디어에 상응하는 것으로, 물리학, 화학, 생명과학, 지구과학 등 과학 분야별로 국내외에서 공론화된 빅 아이디어를 중심으로 과학과 교과목의 핵심 아이디어를 구체화하였다.

셋째, 과학과 교육과정 내용 체계의 과정·기능, 가치·태도의 경우 OECD/PISA 2025 평가틀을 포함한 국제평가틀과 국내외 교육과정 동향을 반영하여 과학과 과정·기능과 가치·태도를 재분류하고, 학교급별 수준과 하위요소를 차별화하는 등 제시 방식을 수정·보완하였다. 특히 총론에서 과학과 과정·기능을 학교급별로, 그리고 물리학, 화학, 생명과학, 지구과학 등 과학 분야별 차별화하도록 요청함에 따라 학교급별, 과목별 과정·기능 진술 수준과 요소를 차별화하여 제시하였다. 다만, 과학과 가치·태도의 경우 학교급별이나 과학 분야별 차별화가 어려워 일관되게 공통으로 제시하였다.

넷째, 과학과 교육과정을 통해 학생들이 궁극적으로 이해하고 알아야 할 것(지식·이해), 과학과 사고 및 탐구과정과 절차(과정·기능) 및 과학과 교과 활동을 통해서 체험할 것으로 기대되는 가치(가치·태도)의 3차원으로 과학과 내용 체계표를 구성하고, 이에 근거하여 성취기준을 구체적으로 개발하였다. 성취기준의 경우 변혁적 역량 함양 및 학생의 행위 주체성 함양을 위해 영역별로 학생의 수행을 중심으로 학습의 결과(performance expectation)를 나타내도록 진술하였다(신영준 외, 2021; 교육부, 2022).

마지막으로, 환경·지속가능 발전 교육 등 10가지 범교과 학습 주제와 생태 전환 및 민주 시민 교육, 디지털 기초 소양 교육 등 미래사회 대비 역량 함양을 위한 국가·사회적 요구사항의 과학과 교육과정 반영(안)을 제시하였다.

이러한 맥락에서, 본 연구에서는 과학과 교육과정 시안 개발 연구 보고에서 다루지 못한 고등학교 지구과학 TF팀에서 수행한 고등학교 지구과학 분야의 2022 개정 교육과정 개발의 철학적 배경과 과정, 성과 등을 탐색하고자 한다. 본 연구의 내용은 연구보고서에 수록하지 못한 연구진의 독자적인 배경 철학과 성과를 탐구한 것이다. 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 2022 개정 교육과정 개발의 나침반이 된 OECD Education 2030의 변혁적 역량을 지구과학 분야 교육과정 문서 체제에 어떻게 반영하고 구체화하였는가?

둘째, 이해중심 교육과정과 관련지어 지구과학 분야의 핵심 아이디어를 어떻게 구성하였으며, 핵심 아이디어에 근거한 지구과학 분야 선택과목 내용 구성은 어떠한가?

셋째, 2022 개정 교육과정에서 지구과학 분야의 탐구 기반 교수·학습은 무엇인가?

II. 연구 방법

본 연구는 교육부와 한국과학창의재단(2022) 주관 하에 과학 분야별 현장전문가와 교과 전문가들이 팀을 이루어 수행하였다. 과학과 교육과정 개발 연구진은 전체적인 지침을 따르면서, 물리학, 화학, 생명과학, 지구과학 분과 모임을 통해 초·중·고 학교급별로 역할을 분담하여 교육과정을 개발하였다. 구체적인 연구 방법을 개관하면 다음과 같다.

첫째, 2022 개정 과학과 교육과정 최종안 개발에 앞서 2015 개정 교육과정 평가 연구 및 실태분석 연구 등을 포함하여 국내외 선행연구와 연구 동향을 분석하였다. 예컨대 OECD Education 2030(OECD, 2019), OECD/PISA 과학과 평가들 개발 동향(OECD, 2020) 등 국외 과학교육표준 관련 연구 동향을 분석하여 과학과 내용 표준과 핵심역량 등을 도출하였다. 특히 국내에서 2014년부터 2020년에 걸쳐 수행된 미래세대 과학교육 표준(Korean Science Education Standards, KSES) 개발 5단계 연구를 분석하여 과학과 교육과정의 인재상, 방향성, 문서체제, 내용 표준 등을 도출하였다(송진웅 외, 2020). 또한 핵심역량을 반영한 교육과정을 특징으로 하는 2015 과학과 교육과정 개발과 운영 실태분석 연구, 과학과 역량기반 교육과정 개발, 핵심개념을 중

심으로 한 과학과 통합형 교육과정 개발 등과 같은 선행연구 분석을 통해 초·중·고 교육과정의 개선점 및 방향을 도출하였다.

둘째, 현장 교사, 교육전문직 등 과학과 교육과정 개발 관련 전문가를 대상으로 2022 개정 교육과정의 과학과 교과목 구조 설계, 과학과 교육과정 재구조화 등에 대한 전문가 델파이 조사, 과학영역별 내용의 계열과 범위에 대한 FGI 결과를 분석하였다. 전문가 심층면담과 협의회 등을 통해 2030~2040 시대를 대비한 과학과 역량 함양 교육과정의 체제를 초등학교와 중학교 과학, 고등학교 과학과 공통과목, 고등학교 2~3학년의 선택과목군 등으로 구성하는 방안을 탐색하였다. 전문가 협의회 및 세미나 개최를 통해 교육과정 전문가, 교사, 학부모, 내용 전문가, 교육전문직 등 각계 전문가의 의견을 수렴, 반영하였다. 특히 과학기술계 전문가 협의회를 통해 최신 과학기술 내용과 실험방법, 과학적 오류 점검 등을 수행하였으며, 총론 및 각론 연구책임자 연석회의, 학교급별·교과별 각론 연구진 워크숍, 전체 교과 연구진 합동 워크숍 등을 통해 총론과 각론인 과학과 교육과정과의 일관성과 연계성을 확보하였다.

셋째, 초·중등학교 현장교원을 대상으로 현장적합성 검토를 실시하였다. 시·도교육청 추천 및 학교현장의 과학과 교사공동체 등을 통해 구성된 현장 핵심교원 등에게 연구내용의 적정성, 과학과 교육과정 시안(최종안) 자문 등을 중심으로 현장적합성 검토를 실시하였다. 특히 2015와 2022 개정 과학과 교육과정의 학년별, 영역별 내용요소 및 성취기준 등에 대한 전반적인 비교를 위해 ‘교육과정별 신규대조표’를 개발하였다(MOE & KOFAC, 2022:9).

본 연구에서는 2022 개정 과학과 교육과정 개발 연구 중에서 고등학교 지구과학 TF팀에서 수행한 연구 성과를 집중적으로 탐색하고자 한다.

III. 연구 결과 및 논의

1. OECD Education 2030의 변혁적 역량과 과학과 문서 체제

지구과학 분야를 포함하여 2022 개정 과학과 교육과정의 문서 체제 구성에 가장 큰 영향을 준 것은 ‘OECD

Education 2030'이다. OECD Education 2030의 학습 나침반은 학생 행위주체성(student agency)이라는 구호 아래 교사, 학부모, 지역공동체 등이 공동 행위주체(co-agency)로서 학생들의 복지를 이룩하기 위한 교육시스템의 역할을 조망하였다. 여기에서는 학습 나침반의 정점에 자리 잡은 변혁적 역량(transformative competencies)에 집중하였다. 변혁적 역량에서 변혁(trans-form-ative)이란 새로운 형상, 즉 새로운 동일성을 창출할 수 있는 역량으로 해석할 수 있으며, 이는 들뢰즈(G. Deleuze)의 생성(becoming) 존재론이 말하는 윤리적 주체와 연결 지을 수 있다(Kwak, 2022). 들뢰즈의 생성 철학에 따르면 질료라는 잠재성으로부터 새로운 형상을 창출하는 생성의 역량을 강조한다(KICE, 2022).

들뢰즈(G. Deleuze)는 우리 몸을 포함한 우주는 동일성을 본질로 하는 것이 아니라, 차이들의 운동 결과로 동일성이 만들어지는 것이라고 해석한다(이정우, 2009). 즉, 차이생성의 과정(differentiation)에서 경우에 따라 반복(=동일성)이 발생하는 것으로 파악한다. 여기서 중요한 것은 '잠재적인 차이'에서부터 '현실적인 동일성'이 생성된다는 것으로, 질료의 차이생성의 운동 과정에서 형상이라는 어떤 동일성이 현실화되었다가 세월이나 이념이라는 파도에 휩쓸려 사라지기도 한다는 것이다(이정우, 2009).

그렇다면 변혁적 역량이란 차이 나는 반복을 통해 새로운 형상, 정체성, 시스템 등과 같은 동일성을 창출하는 역량을 가리킨다고 볼 수 있다. 니체 이후의 현대 철학에서는 시간 속에서 변하지 않는 것보다는, 오히려 시간 속에서 무언가 새로운 것을 계속 만들어내는 생성(becoming)에 가치를 둔다. 현대철학에서는 이 세계의 본질을 생성으로 보기 때문에 무언가 새로운 것을 창조하는 것, 즉 시간 속에서 어떤 창조적인 삶을 사는 데 윤리적 가치를 둔다(Kwak, 2023). 요컨대 변혁적 역량에서 핵심이 되는 것은 학생이나 교사의 행위

주체성(agency)으로 이는 가능적 존재인 학생이나 교사가 새로운 존재 생성을 실현해가는 행위실체론으로 연결할 수 있다(김현종, 2024). 지구과학을 포함하여 2022 개정 과학과 교육과정 문서 체제 개발에서는 한국의 초중등 교육과정을 통해 변혁적 역량을 함양할 수 있는 행위주체를 육성하는 것을 표방하였다.

OECD Education 2030의 학습 나침반 바늘을 구성하는 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도를 세 축으로 하여 개발된 2022 개정 교육과정의 과학과 문서체제 변화 내용과 개발 성과를 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 역량 함양을 위한 교육과정의 형태로 역량의 의미를 과학 소양 수준으로 사용하였다(Table 1 참고). 2015 개정 교육과정에서는 총론 차원의 '핵심역량'과 함께 교과별로 해당 교과에서 중점을 두어야 할 '교과 역량'을 제시하도록 하였다. 하지만 2022 개정 교육과정에서는 총론 수준에서 역량 함양을 위한 교육과정을 표방하면서, 기존 '교과 역량'이라는 표현을 삭제하였다. 이에 따라 2022 개정 과학과 교육과정에서는 과학과 교육과정 설계의 개요에서 "과학과 교육과정은 미래 사회를 살아갈 시민으로서 '과학적 소양을 갖추고 더불어 살아가는 창의적인 사람'을 육성하는 것을 목적으로 하며, 과학과 교육과정에서는 과학 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도가 복합적으로 발현되어 나타나는 총체적인 능력인 역량을 함양하고자 한다."라고 적시함으로써 초·중등 과학과 교육과정의 지향점을 '과학적 소양과 역량을 함양'에 두는 것으로 진술하였다. 또한 과학과 교과 역량이라는 표현은 사용하지 않고, "과학과 교육과정에서는 자기관리, 지식정보처리, 창의적 사고, 심미적 감성, 협력적 소통, 공동체 역량 등과 같은 범교과적이고 일반적인 총론의 역량과 연계하여 과학적 탐구와 문제해결 능력, 과학적 의사결정 능력 등을 기르는 데 초점을 둔다."라고 진술함으로써 과학과 교육과정에서 강조해야 할 능력들을 예시하였다.

Table 1. Comparison of key terms related to curriculum

	OECD Education 2030	2015 개정 교육과정	2022 개정 교육과정	
			총론	과학과
인간상 교육목표	역량 (competency)	과학소양 교육	역량 함양 교육	과학소양 교육 (역량 함양 교육)
성취 기준 구성 요소	내용지식	지식	지식·이해	지식·이해
	탐구 과정	기능(skills)	과정·기능	과정·기능
	가치·태도	가치·태도	—	가치·태도

Table 2. Process and skills in Earth science

PISA 2015	PISA 2025	2015 개정	2022 개정
• 현상에 대한 과학적 설명	• 현상에 대한 과학적 설명	• 문제 인식 • 탐구 설계와 수행	• 지구와 우주 관련 현상에서 문제를 인식하고 가설을 설정하기 • 변인을 조작적으로 정의하여 탐구 설계하기
• 과학 탐구의 평가 및 설계	• 과학 탐구 설계를 구성하고 평가하며, 과학적 데이터와 증거를 비판적으로 해석하기	• 자료의 수집·분석 및 해석	• 다양한 도구와 수학적 사고를 활용하여 정보를 조사·수집·해석하기
• 자료 및 증거의 과학적 해석	• 의사결정 및 실천을 위해 과학적 정보를 연구, 평가 및 활용하기	• 수학적 사고와 컴퓨터 활용 • 모형의 개발과 사용 • 증거에 기초한 토론과 논증	• 수학적 사고와 모형을 활용하여 지구와 우주 및 STEM 관련 현상 설명하기 • 증거에 기반한 과학적 사고를 통해 자료를 과학적으로 분석·평가·추론하기
		• 결론 도출 및 평가 • 의사소통	• 결론을 도출하고 자연 현상 및 STEM 상황에 적용·설명하기 • 과학적 주장을 다양한 방법으로 소통하고, 의사결정을 위해 과학적 지식 활용하기

Table 3. Values and attitude in Earth science

미래세대를 위한 과학교육표준(KSES)		2022 개정 과학과 가치·태도	
참여와 실천	<ul style="list-style-type: none"> • 과학 공동체 활동 • 과학리더십 발휘 • 안전사회 기여 • 과학문화 향유 • 지속가능사회 기여 	과학 가치	<ul style="list-style-type: none"> • 과학의 심미적 가치 • 과학 유용성
		과학 태도	<ul style="list-style-type: none"> • 자연과 과학에 대한 감수성 • 과학 창의성 • 과학 활동의 윤리성 • 과학 문제해결에 대한 개방성
		참여와 실천	<ul style="list-style-type: none"> • 안전·지속가능 사회에 기여 • 과학 문화 향유

둘째, 지구과학을 포함하여 과학과 성취기준을 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도 등 3가지 중 2가지 이상을 포함하여 진술하였다. 2022 개정 교육과정에서는 과학과는 물론이고 모든 교과목의 성취기준을 3가지, 즉 지식·이해, 과정·기능, 및 가치·태도로 구성하고, 이 중 2가지 이상을 넣어서 구성하도록 총론에서 요구하였다. 이에 따라 지구과학과 성취기준에 포함할 지식·이해는 빅 아이디어를 중심으로 지구과학의 고체, 유체, 천체 영역의 주요 개념 요소들을 선정하여 학교급별로 제시하였다. 지구과학과 과정·기능의 경우에는 2015 개정 교육과정의 과정·기능과 미국 차세대과학 교육표준(이하 NGSS)의 과정·기능, 그리고 과학과 국제학업성취도 평가인 OECD/PISA의 PISA 2025 과학 평가들에 제시된 과정·기능을 비교, 분석함으로써 2022 개정 지구과학과 과정·기능을 도출하였다. 지구과학과 과정·기능의 경우 Table 2와 같이 설정하고, 초·중·고 학교급 수준에 맞추어 조금씩 조정하였다. 물리학, 화학, 생명과학 등도 과학과 과정·기능의 기본 내

용을 공유하면서도 분야별 특성과 과목별 특성을 살려서, 소재와 주요 개념을 달리하면서 과정·기능 진술과 구성을 조금씩 차별화하였다.

셋째, 가치·태도는 OECD Education 2030의 가치·태도 및 미래세대를 위한 과학교육표준(KSES)에 제시된 과학과 가치·태도(KOFAC, 2020) 등을 종합하여 구성하였으며, 학교급이나 과학 분야별로 동일하게 제시하였다(Table 3 참조).

2. 이해중심 교육과정과 지구과학 분야의 핵심 아이디어 구성

2022 개정 지구과학 교육과정은 백워드 설계의 이해중심 교육과정을 참조하여 지구과학 분야의 핵심 아이디어를 중심으로 성취기준을 개발하였다. 2022 개정 교육과정의 핵심 아이디어란 이해중심 교육과정(Wiggins & McTighe, 2005), 2015 개정 교육과정의 일반화된 지식 혹은 핵심개념 등에 해당하는 것으로 총론에서 제안한 용어이다. Wiggins와 McTighe(2005)가

‘Understanding by Design’에서 제안한 백워드 설계는 이해중심 교육과정이라고도 불린다. 교육과정에서 출발하여 어떻게 가르치고 배우며, 무엇을 평가할 것인지를 설계하던 기존 방식과는 달리, 백워드 설계는 평가목표 설정에서 출발하여 학습 경험과 내용을 선정하는 역방향 설계를 특징으로 한다(김수영과 이지은, 2021; Wiggins & McTighe, 2011).

백워드 설계를 이해중심 교육과정이라고 부르는 데서 알 수 있듯이, 역방향의 백워드 설계는 학생들의 ‘심층적인 이해’에 목적을 둔다. 여기서 이해란 사실적 지식이 아니라 학생들이 기능(skills)을 활용하고 규칙성을 찾아 개념을 도출하고 이를 다양한 실제상황에 적용함으로써 ‘심층적 이해’에 도달하는 것을 가리킨다. 즉, 심층적인 이해를 통해 학습의 전이가 가능해진다(Wiggins & McTighe, 2005). 백워드 설계의 경우 학

습자의 이해와 개념 구성을 돕기 위해 빅 아이디어(big idea) 중심으로 교육과정을 설계한다. 여기서 빅 아이디어란 해당 영역에서 학생들이 반드시 이해하고 내면화해야 할 것으로, 아무리 세월이 지나도 잊지 않고 새로운 환경에 적용과 전이가 가능한 아이디어를 가리킨다(강현석 외, 2021). 우리나라 교육과정에서는 빅 아이디어에 상응하는 것을 2015 개정 교육과정에서는 핵심 개념(core concept), 2022 개정 교육과정에서는 핵심 아이디어(core idea)라고 표현하였다.

미국 지구과학 연합회(The American Geosciences Institute, AGI)에서는 NGSS(NGSS Lead States, 2013)에 기반하여 지구과학 분야의 빅 아이디어를 설명하는 동영상과 교수학습 자료를 제공하고 있다(AGI, 2022). AGI에서 제시한 포괄적인 빅 아이디어(Big Idea)와 2015 개정 교육과정의 일반화된 지식을 종합하여 2022 개정 교육과정 지

Table 4. Core ideas in Earth science

<p>미국(AGI)의 NGSS 기반 빅 아이디어</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Big Idea 1: Earth scientists use repeatable observations and testable ideas to understand and explain our planet. • Big Idea 2: Earth is 4.6 billion years old. • Big Idea 3: Earth is a complex system of interacting rock, water, air, and life. • Big Idea 4: Earth is continuously changing. • Big Idea 5: Earth is the water planet. • Big Idea 6: Life evolves on a dynamic Earth and continuously modifies Earth. • Big Idea 7: Humans depend on Earth for resources. • Big Idea 8: Natural hazards pose risks to humans. • Big Idea 9: Humans significantly alter the Earth.
<p>융합</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 지구시스템은 지권, 수권, 기권, 생물권 등으로 구성되며, 이러한 지구시스템을 구성하는 권역들이 상호작용을 통해 에너지와 물질을 교환하는 과정에서 다양한 자연 현상들이 발생한다. • 첨단 관측 장비의 발달로 우주탐사의 범위가 확장되고 있다. • 우주 위험 감시 기술을 통해 지구에 다가올 우주 재난을 예측할 수 있다.
<p>고체</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 지층과 화석, 지구 내부를 탐구함으로써 지질시대 동안의 지구 환경과 생물의 변천 과정을 밝혀낼 수 있다. • 암석과 화석, 지구 내부를 탐구함으로써 지질시대를 통한 지구 환경과 생물의 변천 과정을 밝혀낼 수 있다. • 판구조론을 통해 과거와 현재의 지구 표면의 암석 이동을 설명할 수 있으며, 판의 경계에서 발생하는 다양한 지각변동을 추론할 수 있다.
<p>2022 개정 교육과정 지구과학 핵심 아이디어</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 기온의 연직 분포에 따라 대기 안정도가 변화하며, 대기에 작용하는 여러 가지 힘에 의해 지근풍, 경도풍, 지상풍 등이 발생한다. • 해수는 바람, 밀도 차 등 다양한 요인들에 의해 운동하고 순환한다. • 지구의 기후시스템은 태양복사와 지구복사, 지역의 지질학적 특징, 인간 활동 등의 영향을 받으며, 이러한 요인들이 복합적으로 상호작용하여 다양한 기상 현상과 기후변화가 나타난다.
<p>유체</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 행성의 겉보기 운동은 태양계 모형으로 나타낼 수 있으며, 태양계의 식 현상은 태양-지구-달 시스템의 운동을 통해 추론한다. • 별의 관측을 통해 질량에 따른 진화 과정과 물리량을 결정할 수 있으며, 별과 성간 물질 등으로 구성된 은하 관측에 근거하여 우주가 팽창하고 있음을 추론한다. • 태양계를 지배하는 힘은 태양의 중력이며, 태양계 천체의 운동은 케플러의 법칙으로 설명할 수 있다. • 별에서 나오는 전자기파를 관측하여 별의 특성을 파악할 수 있다. • 별의 관측 자료와 증거기반 해석 등을 활용하여 천체의 거리 및 물리량을 결정한다. • 은하의 회전 속도를 관측하여 암흑물질이 존재함을 알 수 있고, 우주를 구성하는 기본 천체인 은하는 여러 규모의 집단을 이루고 있음을 추론할 수 있다.
<p>천체</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 행성의 겉보기 운동은 태양계 모형으로 나타낼 수 있으며, 태양계의 식 현상은 태양-지구-달 시스템의 운동을 통해 추론한다. • 별의 관측을 통해 질량에 따른 진화 과정과 물리량을 결정할 수 있으며, 별과 성간 물질 등으로 구성된 은하 관측에 근거하여 우주가 팽창하고 있음을 추론한다. • 태양계를 지배하는 힘은 태양의 중력이며, 태양계 천체의 운동은 케플러의 법칙으로 설명할 수 있다. • 별에서 나오는 전자기파를 관측하여 별의 특성을 파악할 수 있다. • 별의 관측 자료와 증거기반 해석 등을 활용하여 천체의 거리 및 물리량을 결정한다. • 은하의 회전 속도를 관측하여 암흑물질이 존재함을 알 수 있고, 우주를 구성하는 기본 천체인 은하는 여러 규모의 집단을 이루고 있음을 추론할 수 있다.

지구과학 교과와 핵심 아이디어를 개발하였다(Table 4 참조).

미국 NGSS의 지구과학 빅 아이디어와 우리나라 2022 개정 교육과정의 핵심 아이디어를 비교해 보면, NGSS이 경우 그야말로 상위수준의 거시적인 형태로 빅 아이디어를 진술하였다. 반면에 2022 개정 지구과학의 빅 아이디어는 고체, 유체, 천체 등 하위 영역별로 상당히 구체적으로 진술하였다. 이는 2022 개정 교육과정의 핵심 아이디어를 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도를 적절히 아우르면서 성취기준 진술의 출발점이 되도록 진술하라는 총론의 지침을 준수하면서 빅 아이디어를 세분화하는 과정에서 도출된 결과이다. 지구시스템이라는 거대 개념과 학습 적정화를 고려하여 2015 개정 교육과정부터 고체, 유체, 천체 영역으로 구분하기 시작한 지구과학 과목의 빅 아이디어는 과정·기능과 가치·태도를 아우르는 핵심 아이디어로 변모하였다. 일반선택 지구과학 과목이 고체, 유체, 천체 영역을 모두 다루지만, 진로선택 지구시스템과학은 고체와 유체 영역을, 진로선택 행성우주과학은 천체 영역을 주로 다루는 것을 고려하여 고체와 유체 영역에 비해 천체 영역의 핵심 아이디어를 더 세분화하였다. 또한 기존의 고체, 유체, 천체 영역 이외에 융합 영역을 설정하였다. 즉, 고등학교 과학과 선택과목 학습에 필요한 통합과학과의 연계, 그리고 고체, 유체, 천체 영역을 아우르는 지구시스템이라는 융합적인 수준의 핵심 아이디어를 제시하였다. 통합과학에 포함된 지구과학 분야의 핵심 아이디어인 지구시스템, 그리고 선택과목에서 다루는 우주탐사와 환경 관련 내용을 ‘융합’ 영역의 핵심 아이디어로 제시하였다.

3. 지구과학 분야 선택과목 구성과 과목별 내용 구성

2022 개정 교육과정의 고등학교 보통 교과 편제는 공통과목과 선택과목으로 구분하며, 선택과목은 일반

선택, 진로선택, 융합선택 과목으로 구성하였다. 고등학교 과학과 선택과목 중 지구과학 핵심 아이디어에 도달할 수 있는 과목은 Table 5와 같다.

Table 5. High school Earth science elective courses

일반선택 과목	진로선택 과목	융합선택 과목
• 지구과학	• 지구시스템과학 • 행성우주과학 • 고급 지구과학*	• 지구과학 실험*

*과학계열 과목

지구과학 교과와 일반선택 과목은 물리학, 화학, 생명과학과 층위를 맞추어 ‘지구과학’으로 과목명을 결정하였다. 진로선택 과목의 경우 대학의 학과 명칭이나 전공에 ‘지구과학’이라는 표현이 없다는 의견을 수용하여 ‘지구시스템과학’과 ‘행성우주과학’으로 구성하였다. 선택 과목명은 한국지구과학회 등을 포함한 지구과학 및 지구과학교육 관련 학회의 교육위원회를 통해 연구진이 제안한 과목명에 대한 공론화와 합의 과정을 거쳐 결정하였다(교육부, 2021). 선택 과목별 내용 영역은 2015 개정 교육과정의 지구과학 I, II 두 과목의 내용요소를 재구성하여 2022 개정 교육과정에 서는 Table 6과 같이 구성하였다.

일반선택 지구과학은 기초 소양과 미래사회 핵심역량 함양을 목적으로 하며, 중학교 ‘과학’, 고등학교 ‘통합과학1, 2’, ‘과학탐구실험1, 2’까지 다룬 지구과학의 기초 개념을 바탕으로 자연 현상을 체계적으로 이해하기 위한 과목이다(MOE & KOFAC, 2022: 143). 또한 일반선택 지구과학 과목은 교육과정 개발 시기에 수능 출제를 염두에 두고 개발하였다. 따라서 전통적인 지구과학의 핵심 아이디어를 구성하는 필수적인 내용을 중심으로 대기와 해양의 상호작용, 지구의 역사와 한반도의 암석, 태양계 천체와 별과 우주의 진화 등 3개 영역으로 지식·이해 내용요소를 구성하였다(Table 7 참조).

진로선택 과목인 지구시스템과학과 행성우주과학은 지구과학적 지식과 실천을 연계하여 미래사회를 살아

Table 6. Areas of Earth science electives

구분	일반선택	진로선택	
	지구과학	지구시스템과학	행성우주과학
영역	1. 대기와 해양의 상호작용 2. 지구의 역사와 한반도의 암석 3. 태양계 천체와 별과 우주의 진화	1. 지구 탄생과 생동하는 지구 2. 해수의 운동 3. 강수 과정과 대기의 운동	1. 우주 탐사와 행성계 2. 태양과 별의 관측 3. 은하와 우주

Table 7. Contents of the Earth Science General Elective

영역	지식·이해(학습요소)			
1. 대기와 해양의 상호작용	<ul style="list-style-type: none"> • 해수의 성질 • 일기 예보 • 용승과 침강 	<ul style="list-style-type: none"> • 표층 순환 • 이동성 고기압과 저기압 • 남방진동 	<ul style="list-style-type: none"> • 심층 순환 • 지구 온난화 	<ul style="list-style-type: none"> • 수온과 염분 • 약기상 • 기후변화 요인
2. 지구의 역사와 한반도의 암석	<ul style="list-style-type: none"> • 퇴적구조와 퇴적암 • 변동대 • 지질 시대의 환경과 생물 	<ul style="list-style-type: none"> • 화성암 • 지사 해석 방법 	<ul style="list-style-type: none"> • 변성작용과 변성암 • 상대연령과 절대연령 • 국가지질공원 	
3. 태양계 천체와 별과 우주의 진화	<ul style="list-style-type: none"> • 태양계 모형 • 별의 진화와 H-R도 	<ul style="list-style-type: none"> • 행성의 겉보기 운동 • 은하의 구성과 분류 	<ul style="list-style-type: none"> • 일식과 월식 • 우주의 팽창 	<ul style="list-style-type: none"> • 별의 물리량

가는 데 필요한 역량을 함양하기 위한 과목이다(MOE & KOFAC, 2022: 229), 지구시스템과학은 지구과학의 기본 개념에 대한 이해를 바탕으로 지구시스템을 구성하는 각 구성요소의 상호작용 과정과 결과를 탐구하여 지구시스템을 통합적으로 이해하는 데 목적을 두는 과목으로, 지구 탄생과 생동하는 지구, 해수의 운동, 강수 과정과 대기의 운동 등 3개 영역으로 구성하였다.

진로선택 행성우주과학은 태양계가 속한 은하와 우주에서 관측할 수 있는 현상을 과학적으로 이해하고 미래 사회를 살아가는 데 필요한 행성우주과학 관련 소양을 함양하기 위한 과목이다. 행성우주과학은 천체 영역과 행성지질 관련 내용을 포함하는 과목으로 우주 탐사와 행성계, 태양과 별의 관측, 은하와 우주 등 3개 영역으로 구성하였다.

또한, 2022 개정 과학과 교육과정에서는 핵심 아이디어를 중심으로 교과 간 연계와 통합이 가능하도록 내용요소를 구성한 과학의 역사와 문화, 기후변화와 환경생태, 융합과학 탐구 등과 같은 융합선택 과목을 신설하였다. 융합선택 과목은 학생의 진로를 막론하고 과학기술 및 사회의 상호관계에 대한 이해로부터 개인과 사회의 문제를 해결하기 위해 참여하고 실천하는 과학적 소양 함양에 기여할 것으로 기대된다(MOE & KOFAC, 2022).

4. 지구과학 교육과정의 교수학습과 평가

OECD Education 2030 프로젝트를 포함하여 국외 교육과정과 IB(International Baccalaureate) 등은 초·중등학교 교육을 통해 학습자가 스스로 탐구하고 과정·기능을 습득할 뿐만 아니라 개념 발달과 깊은 이해를 발전시키는 것을 목표로 한다. 이러한 탐구 기반 교수학습을 통해 세계 시민성, 의사소통, 비판적 사고 등과

같은 국가나 글로벌 수준에서 설정한 역량을 함양하는 것을 초중등 교육의 지향점으로 설정하고 있다.

이해중심 교육과정인 백워드 설계에서는 학습자가 스스로 탐구하여 개념을 구성하고 이해에 도달하고 내면화하도록 요청된다. 이는 IB 교육에서 채택하고 있는 접근 방식이기도 하다. IB에서는 교과목을 막론하고 사실적, 개념적, 논쟁적 질문을 도출하고 학생들이 스스로 탐구를 통해 깊은 이해에 도달하도록 하는 교수학습 접근 방식을 활용한다. IB의 탐구기반 수업에서는 교과를 막론하고 학생들은 스스로 질문을 구성하고 탐구를 통해 해결 방안을 찾아나가고 개념 이해에 도달한다. 모든 수업에서 학생들은 답이 열린 논쟁적 질문을 포함한 탐구 질문을 중심으로 문제를 해결하고, 개념을 구성하며, 이해에 도달하기 위해 적극 참여해야 한다.

이는 2022 개정 교육과정의 지구과학 분야 과정·기능과 직접 연결된다. 핵심 아이디어를 중심으로 구성된 교육과정의 교수학습 방법도 개념 구성이나 이해를 교사 주도로 전달하는 것이 아니라, 학생들 스스로 과학과 과정·기능을 활용하여 탐구 기반으로 구성해야 한다. 즉, 학습의 전 과정에서 학생 주도로 탐구과정을 수행하고, 탐구 문제를 해결하는 과정에서 개념을 구성하고 깊은 이해에 도달(Wigging & McTighe, 2005) 하는 것을 목표로 한다. 2015 개정 교육과정에 이어서 2022 개정 교육과정에서도 역량 함양 교육과정을 표방함으로써 지식 전달이 아니라 탐구를 통해 지식을 생산할 수 있는 행위주체(agency) 육성을 초중등 교육의 목적으로 설정하였다. 과학과 과정·기능의 경우 Table 8과 같이 가설연역적 탐구를 통해 새로운 결론과 이론을 도출하는 단계를 세분화하여 제시한 것이다.

과학과 교육과정은 다른 교과와 달리 영역별 성취 기준과 함께 탐구활동을 제시하고 있다. 영역별로 제시된 탐구활동은 학생 중심의 탐구활동을 유도하여 핵

Table 8. Hypothetico-deductive inquiry and science process skills

가설연역적 탐구	과학과 과정·기능
<ul style="list-style-type: none"> 가설에서 출발 초기조건 제시 가설 H가 옳을 경우, 관찰가능한 예측(O) 도출 관찰을 통해 예측한 현상 O가 일어나지 않는다는 사실을 알았다. 이 경우 가설 H는 반증 사례에 의해 기각된다. 	<ul style="list-style-type: none"> 가설을 설정하기 변인을 조작적으로 정의하여 탐구 설계하기 정보를 조사·수집·해석하기 관련 현상 설명하기 증거에 기반한 과학적 사고를 통해 자료를 과학적으로 분석·평가·추론하기 결론을 도출하고 현상과 상황에 적용·설명하기 과학적 주장을 소통하고, 의사결정을 위해 과학적 지식 활용하기

심 아이디어의 지식·이해에 도달하고, 그 과정에서 가치·태도를 함양할 수 있도록 필수 탐구의 성격을 가진다. 특히 지구과학 교과는 지진, 자연재해, 위성영상, 기상 관측, 위성 관측, 천체 관측 등 방대한 데이터와 시공간적 시뮬레이션을 다루므로 데이터를 수집·분석하는 행위로부터 출발하여 데이터를 처리하고 분석하는 과정에서 기존 지식에 대한 이해뿐만 아니라 새로운 지식을 창출할 수 있도록 탐구활동을 설계하였다. 이를 위해 온라인 학습 지원 도구와 디지털 도구를 활용하여 첨단 과학기술 기반의 탐구 설계·수행이 가능하도록 탐구 기반 교수학습을 강조하였다(MOE & KOFAC, 2022:151-152).

과정중심의 교수학습 및 평가는 지능형 과학실 등 미래지향적 과학교육 환경을 기반으로 한다(한국과학창의재단, 2021). 기존의 정형화된 탐구활동으로는 학습자가 행위주체(agency)로서 과학과 탐구과정과 사고 기능을 체화함으로써 지식 생산 및 변혁적 역량을 함양하는 목적을 달성하기 어렵다(교육부, 2022:8). 백워드 설계 기반의 교육과정에서는 교사가 데이터를 제시하고 학생들이 정해진 방법을 따라 분석하는 활동보다는 교사와 학생, 학생과 학생의 협업으로 다양한 센서나 도구를 활용하여 데이터를 생산하고 분석하는 활동이나 데이터베이스에 직접 접근하여 필요한 데이터만을 추출하고 스스로 분석 방법을 결정하거나 결과를 논의하는 활동이 요구된다(김현중, 2024:230).

또한 데이터 분석 도구를 다루는 과정과 새로운 상황에 적용하는 과정에서는 학습자의 행위주체뿐만 아니라 디지털 도구의 행위주체를 인식할 수 있을 것으로 기대된다. 이러한 탐구활동은 이미 정형화된 과정이 존재하는 것이 아니므로 과학적 사실과 증거에 기반한 열린 탐구와 협업을 유도할 수 있으며, 과학의 심미적 가치, 유용성, 창의성, 개방성 등 가치·태도를 포괄하는 과학적 소양 함양에 기여할 수 있을 것이다.

IV. 결론 및 제언

본 연구의 목적은 2022 개정 과학과 교육과정 개발 과정에서 고등학교 지구과학 TF팀이 수행한 고등학교 지구과학 분야의 2022 개정 교육과정 개발의 철학적 배경과 성과 등을 탐색하려는 것이다. 연구보고서에서 다루지 못한 연구로, OECD Education 2030의 변혁적 역량과 지구과학 분야 교육과정 문서 체제의 관련성, 이해중심 교육과정에 비추어 본 지구과의 핵심 아이디어 구성과 선택과목 구성, 지구과학 분야의 탐구 기반 교수학습의 특징 등을 탐색하였다.

주요 연구결과를 살펴보면, 지구과학 분야를 포함하여 2022 개정 과학과 교육과정에서는 OECD Education 2030의 변혁적 역량과 과학소양을 함양할 수 있도록 학생과 교사의 행위주체성(agency)을 강조하였으며, 학습 나침반을 구성하는 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도를 중심으로 핵심 아이디어와 성취기준을 구성하였다. 이해중심 교육과정에 근거하여 지구과학 분야의 핵심 아이디어를 도출하고, 이에 도달할 수 있도록 선택과목별 특성에 맞추어 과목별 영역과 지식·이해 내용요소를 구성하였다. 또한, 지식 생산 역량을 갖춘 학생 행위주체 육성을 위해 과학과 과정·기능에 부합하는 IB형 탐구 기반 교수학습을 강조하였다. 연구 결과를 토대로 다음과 같은 결론을 도출하였다.

첫째, 국가 수준 교육과정의 대강화를 통해 현장교사들의 교육과정 편성·운영의 권한을 부여할 필요가 있다. 2022 개정 교육과정 개발뿐만 아니라 기존에도 교육과정 개정 시기마다 총론의 엄격한 지침으로 인해 교과별 특성과 자율성을 발휘하기 어려운 점이 있었다. 2022 개정 교육과정에서는 지구과학 분야를 포함한 과학과 교육과정 개발에서 영역별 탐구활동 제시 불가, 고등학교 선택과목 이수경로 제시 불가 등과 같은 총론의 지침으로 인해 어려움을 겪었다. 탐구활동

은 과학과 성취기준 진술에 필요하다고 설득하여 포함하였지만, 이수경로의 경우 명시할 수 없었다. 이러한 맥락에서, 장기적으로는 국가 수준, 특히 총론 수준의 엄격하고 정밀한 지침을 제시하기보다는 교과별, 그리고 학교현장 교사들의 교육과정 개발과 재구성이 가능하도록 총론의 지침을 완화하고 국가 수준의 교육과정을 대강화할 필요가 있다. 예컨대 IB 프로그램처럼, 교육과정을 개념 기반으로 평가 준거를 중심으로 프레임워크의 형태 등으로 대강화하여 제시함으로써, 단위학교 차원의 교과별 교사공동체가 학교 차원의 교육과정(written curriculum)을 설계할 수 있도록 교사들의 교육과정 개발과 재구성 권한을 강화할 필요가 있다.

둘째, 가치·태도 평가를 포함하여 2022 개정 교육과정의 성취기준에 포함된 3가지 구성요소를 과정중심으로 평가하는 방안을 안내할 필요가 있다. 지구과학을 포함한 과학과 성취기준에 처음으로 가치·태도를 명시적으로 적시함으로써, 학교현장에서는 가치·태도를 가르치고 평가해야 한다. 따라서 과학의 심미성과 유용성, 안전·지속가능 사회 기여 등과 같은 과학과 가치·태도를 과정중심으로 평가할 수 있는 안내 자료 및 평가 방안을 개발, 보급할 필요가 있다. 이러한 맥락에서 교육과정 개발에 백워드 설계를 적극 접목할 필요가 있다. 2022 개정 교육과정에서도 백워드 설계의 이해중심 교육과정을 참조하여 지구과학 분야의 핵심 아이디어를 중심으로 교육과정을 구성하였다. 하지만 가치·태도의 과정중심평가 등을 염두에 두고 무엇을 핵심 아이디어로 선정하고 교육과정을 구성할 것인지 등에 관한 후속 연구와 숙고가 필요하다.

끝으로, 2022 개정 지구과학 분야의 핵심 아이디어에 도달하려면 탐구기반의 교수학습 방법과 과정·기능 평가 방안을 개발, 보급할 필요가 있다. OECD Education 2030과 IB 교육 프로그램에서는 학습자의 자발적인 탐구를 통한 개념 이해와 가치·태도 함양을 강조한다. 백워드 설계에서 학생들의 자발적인 탐구를 추구하기 위해서는 과학과 과정·기능 요소를 중심으로 교수학습과 평가가 이루어져야 한다. 탐구활동 중심의 과정·기능을 수행하는 과정에서 (지구)과학과 가치, 과학 태도, 참여와 실천 등과 같은 가치·태도를 개발하고 평가할 수 있다. 교사 중심의 지식 전달 과정에서는 학생의 학습과 변화 과정을 관찰하거나 평가하는 것이 매우 제한적이다. 지식·이해의 전달 목적으로 수행하는 탐구활동은 지

식·이해, 과정·기능, 가치·태도의 세 차원이 상호보완적인 관계를 확보하기 어려우며, 새로운 지식을 창출하거나 당면한 문제를 해결하기 위해 참여·실천하는 역량을 함양하기 어렵다. 지구과학 교과는 과학 교과 중에서도 융복합적 데이터 활용 및 접근성을 요구하고, 높은 자유도의 데이터 분석 및 개방적인 결론 도출이 가능하므로, 탐구 기반의 교수학습과 과정중심 평가가 필요하다. IB 프로그램처럼 과학탐구의 과정·기능에 입각한 탐구 기반 교수학습을 통해 학생들이 깊은 이해에 도달하고, 새로운 지식 생산을 위한 행위주체로서 성장할 수 있도록 후속 지원 방안 마련이 필요하다.

국문요약

본 연구에서는 2022 개정 과학과 교육과정 개발 과정에서 고등학교 지구과학 TF팀에서 수행한 고등학교 지구과학 분야의 2022 개정 교육과정 개발의 철학적 배경과 성과 등을 탐색하였다. 연구보고서에서 다루지 못한 연구로, OECD Education 2030의 변혁적 역량과 지구과학 분야 교육과정 문서 체제의 관련성, 이해중심 교육과정에 비추어 본 지구과학 분야의 핵심 아이디어 구성과 선택과목 구성, 지구과학 분야의 탐구 기반 교수학습의 특징 등을 탐색하였다. 주요 연구결과를 살펴보면, 지구과학 분야를 포함하여 2022 개정 과학과 교육과정에서는 OECD Education 2030의 변혁적 역량과 과학소양을 함양할 수 있도록 학생과 교사의 행위주체성(agency)을 강조하였으며, 지구과학 분야 교육과정 문서 체제에서는 학습 나침반 바늘을 구성하는 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도를 중심으로 핵심 아이디어와 성취기준을 구성하였다. 이해중심 교육과정에 근거하여 지구과학 분야의 핵심 아이디어를 도출하고, 지구과학 분야의 핵심 아이디어에 도달할 수 있도록 선택과목별 특성에 맞추어 과목별 영역과 지식·이해 내용요소를 구성하였다. 또한, 지식 생산 역량을 갖춘 학생 행위주체 육성을 위해 과학과 과정·기능에 부합하는 IB형 탐구 기반 교수학습을 강조하였다. 연구결과를 토대로 국가 수준 그리고 총론 수준에서 교육과정 대강화의 필요성, 가치·태도에 대한 과정중심 평가 방안 개발보급, 및 백워드 설계 형태의 교육과정 개

발의 필요성, 과학과 탐구의 과정·기능에 입각한 탐구 기반 교수학습을 통한 학생 행위주체의 과학 역량 함양 방안 등을 결론으로 제안하였다.

주제어: 지구과학, 2022 개정 교육과정, 변혁적 역량, 이해중심 교육과정, IB 교육, 탐구 기반

References

교육부(2015). 2015 개정 교육과정. 세종: 교육부.

교육부(2021a). 2022 개정 교육과정 총론 주요사항 발표. 교육부 보도자료 2021.11.24.

교육부(2021b). 2022 개정 총론 주요사항 마련을 위한 연구 공청회 자료집. 세종: 교육부.

교육부(2022). 과학과 교육과정. 교육부 고시 제2022-33호 [별책 9]. 세종: 교육부.

김수영, 이지은(2021). 이해중심의 수업 혁신을 위한 백워드 설계와 IB 교육과정의 통합 방안 탐구. *교육혁신연구*, 31(3), 385-408.

김현중(2024). 포스트휴먼 시대를 위한 지구과학 교사의 프로네시스. *한국교원대 박사학위논문*.

송진웅, 박영순, 손정우, 이준기, 정대홍, 조현국, 김효진, 강신철(2020). 고교-대학 연계를 고려한 미래세대 과학교육표준 발전방안 연구. *한국과학창의재단 연구보고서*.

신영준, 박영순, 김영학, 송오준, 심규철, 유아람, 이재봉, 이준기, 임성민, 최애란, 최원호, 추교형, 홍옥수(2021). 역량 함양 과학과 교육과정 재구조화 연구. *교육부 연구보고서*.

이정우(2009). 신즉과 거인의 투쟁 III: 플라톤 대화편 읽기(1). *철학아카데미 강의록*.

정대홍, 강다연, 고수영, 김명화, 박지선1, 박지선2, 서기원, 손미현, 심규철, 이재봉, 조현국, 하민수, 홍옥수, 문공주(2021). 포스트코로나 대비 미래지향적 과학교과교육과정 구성 방안 연구. *교육부 연구보고서*.

조향숙, 이환철, 이화영, 최임정, 김울, 홍옥수, 류지열(2018). 이공계 대학 전공 계열별 대학과 고교간 학습격차 조사 및 해결방안 모색 연구. *한국과학창의재단 연구보고 BD19030011*.

한국과학창의재단(2019a). 2015 개정 과학과 교육과정 운영 모니터링 연구. *한국과학창의재단 연구보고 BD19030006*.

한국과학창의재단(2019b). 2015 개정 과학과 교육과정 현장적용 실태분석 연구. *한국과학창의재단 연구보고서 BD20070005*.

한국과학창의재단(2020). 2015 개정 과학과 교육과정 현장적용 실태분석 연구. *한국과학창의재단 연구보고 BD20070005*.

한국과학창의재단(2021). 2021년 지능형 과학실 구축운영 가이드. *한국과학창의재단*.

황규호(2021). 2022 국가교육과정 개정의 방향과 과제. 2021 국가교육과정 현장소통 포럼 1차 자료집, 27-35.

American Geosciences Institute (2024). <https://www.earthsciweek.org/big-ideas> (검색일: 2022.10.21.)

KICE (2022). 미래 사회 메가트렌드에 따른 학교지식의 구상과 교육과정 재구조화(II). *진천: 한국교육과정평가원*.

KICE (2020). 교과 교육과정 개발 방향 설정 연구. *한국교육과정평가원 연구보고 CRC 2020-8*.

Kwak, Y. (2023). 포스트휴먼 신물질주의 시대의 2022 개정 과학과 교육과정 개발 체형에 대한 현상학적 접근. *교육과학연구*, 25(1), 123-142.

MOE & KOFAC (2022). 2022 개정 과학과 교육과정 시안(최종안) 개발 정책연구. 세종: 교육부.

NGSS Lead States (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. Washington DC: The National Academies Press.

OECD (2019). *OECD learning compass 2030: A series of concept notes*. OECD.

OECD (2020). *What students learn matters: Towards a 21st century*.

Wiggins, G., & McTighe, J. (2005). *Understanding by design* (2nd ed.). Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

Wiggins, G., & McTighe, J. (2011). *The understanding by design guide to creating high-quality units*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.