Journal of the Korean Association for Science Education
Journal homepage: www.koreascience.org

과학과 교육과정의 핵심 개념 국제 비교 -미국, 캐나다, 호주, 영국을 중심으로-

김지현*, 정아준
서울대학교

International Comparison Study on Essential Concepts of Science Curriculum: Focus on the United States, Canada, Australia and England

Jihyeon Kim*, Are Jun Chung
Seoul National University

ARTICLE INFO

Article history:
Received 28 November 2016
Received in revised form
21 December 2016
Accepted 13 February 2017

Keywords:
science curriculum,
essential concepts,
Next Generation Science Standard (NGSS),
Ontario science curriculum,
Australia science curriculum,
England science curriculum

ABSTRACT

This study aims to find an effective way to present essential science concepts in national science curriculum through international comparisons. Next Generation Science Standard (US), Ontario Science Curriculum (Canada), Australia Science Curriculum, and British/English Science Curriculum were selected for comparison. In science curriculum documents, these countries used terms such as 'Key ideas,' 'Big ideas,' 'Key concepts,' 'Disciplinary core ideas.' and 'Fundamental concepts' to present essential concepts of science. This study reviewed the characteristics of the meaning, the status, and the role of essential concepts country by country. The result shows essential concepts have been used with different meanings and statutes in each case. Furthermore, various roles were performed through essential concepts in order to organize their science curriculum. From these foreign nation's cases, this study proposes several ways to present essential science concepts based on results. First, interdisciplinary integrated concepts were needed to organize an integrated science curriculum. In science curriculum documents of the United States, Canada, Australia and England, two types of terms were used in order to structuralize an integrated science curriculum. Second, essential concepts should include concepts related with function and value as well as scientific knowledge. Third, essential concepts need to be presented in such a way as to show specific contexts. Therefore, selecting appropriate contents and structure are needed to be able to improve the way to present essential concepts in Korea's educational environment.

Ⅰ. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

전통적으로 학교의 교육은 교과를 중심으로 이루어졌으며, 교과별 교육과정에서 교과의 내용을 어떻게 구조화하는가에 따라 학교의 교육은 다양한 모습으로 전개될 수 있다. 교육과정 문서에서 교과의 내용을 구조화 하는 방식은 나라별로 다양하며, 한 나라에서도 과학, 미술, 사회 등 과목별 특성에 따라 차이가 발생하기도 한다.

교육과정 목표를 명확히 하고 그 내용을 구체화하기 위해서는 적합한 교육과정 용어의 선정과 범주화가 매우 중요하다(Choi, 2008). 최근에 개정된 미국, 캐나다, 영국 등의 나라의 교과별 교육과정 문서를 살펴보면 Key ideas, Big ideas, Key concepts, Disciplinary core ideas, Fundamental concepts 등과 같은 용어를 새롭게 도입하면서 해당 개념의 의미, 역할 등을 상세히 기술하며, 이를 다양한 방식으로 사용하여 과학교과의 내용을 구조화하고 있다.

우리나라 역시 교육과정 문서에서 교과의 내용을 조직하면서 2015 개정 교육과정의 총론과 각론에서 '핵심 개념'을 사용한다. 초·중등학교 교육과정 총론(MOE, 2015a)의 교육과정 구성의 중점에서 "교과의 핵심 개념을 중심으로 학습 내용을 구조화하고 학습량을 적정화하여 학습의 질을 개선한다." (p. 3)라고 명시하고 있으며 교수·학습 항목에서 "교과의 학습은 단편적 지식의 암기를 지양하고 핵심 개념과 일반화된 지식의 심층적 이해에 중점을 둔다." (p. 32)라고 언급하고 있다. 교과별 각론에서는 핵심 개념을 중심으로 교과의 내용을 구조화하기 위한 교과별 내용 체계표가 구성된다. 하지만 우리나라의 2015 교육과정에서는 핵심 개념이 교과의 내용을 구조화 하며, 내용을 적정화하는 등의 역할을 할 수 있음에도 불구하고, 핵심 개념 자체가 어떤 의미와 어느 정도의 위상을 지니는지, 핵심 개념의 구체적 역할이 무엇인지 등이 교육과정 문서 상 명확하게 드러나지 않으며, 핵심 개념이 단순히 기존 과학과 교육과정의 대단원명에 해당하는 주요 학습 내용을 제시하는 것으로 보인다.

다른 나라의 핵심 개념에 대한 선행연구를 살펴보면, 핵심 개념 자체를 다루었다기보다는 역량 등을 연구하며 연구의 일부로 핵심 개념을 다루었다(Paik, 2014b; Paik & Ohn, 2015). 이런 연구들은 핵심 개념의 의미 등을 부분적으로 이해할 수 있도록 도와주었지만, 각 나라별 핵심 개념의 의미가 무엇이며, 어느 정도의 위상을 지니는지, 어떠한 맥락에서 어떤 역할을 하는지 등에 대한 심도 있는 논의를

* 교신저자 : 김지현 (007bluelady@hanmail.net)
http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2017.37.1.0215

Table 1. Documents and Words List of Science Curriculum for International Comparison

국 가	교육과정 개정 시기	분석 대상 자료	분석 대상 어휘
미국 NGSS	· 2013년 개정	· Next Generation Science Standard(2013)	· Cross Cutting Concepts, · Disciplinary core ideas
캐나다 온타리오 주	· 2008년 개정	· The Ontario Curriculum Grades 1-8 Science and Technology(2007) · The Ontario Curriculum Grades 9 and 10 Science(2008) · The Ontario Curriculum Grades 11 and 12 Science(2008)	· Fundamental concepts · Big ideas
호주	· 2015년 개정	· The Australian Curriculum Science(2015)	· Key ideas · Key Concepts
영국	· 2013년 개정, 2014년 부분 개정	· The national curriculum in England Framework document(2014)	· Key ideas · Big ideas

진행하기에는 다소 어려움이 존재한다.

본 연구에서는 국제비교를 통해 우리나라 과학 교육과정의 핵심 개념 제시 방안을 탐색하는 것을 연구의 목적으로 한다. 2015 교육과정에서 핵심개념은 내용 체계표를 통해 주로 제시되었지만, 다른 나라의 교육과정에서 주요 과학 개념을 제시하는 방법을 탐색하여 수시 개정 체계로 변화된 우리나라의 교육과정에서 과학 교과의 핵심 개념 제시 방안에 긍정적인 시사점을 도출할 수 있을 것이다. 이를 위해 미국, 캐나다, 호주, 영국의 과학 교육과정 문서에서 등장하는 Key Ideas, Big ideas 등과 같은 개념들을 살펴보고자 한다. 먼저 각국의 과학 교육과정 문서에서 핵심 개념의 등장 배경을 살펴보고 각국의 과학 교육과정 문서상 핵심 개념들의 의미, 위상, 역할에서의 공통점과 차이점, 관련성 등을 사례를 통해 귀납적으로 검토하고, 이를 토대로 우리나라 교육과정에서 핵심 개념이 어떻게 제시될 수 있는지를 탐색을 하는 것으로 연구를 마무리할 것이다.

2. 연구방법

가. 분석대상

본 연구에서는 우리나라의 핵심 개념 제시 방안을 탐색하기 위해 국가 및 주 수준의 과학 교육과정 문서를 분석하고자 한다. 국가 및 주별 과학 교육과정은 각 나라별 과학과 관련된 핵심 개념을 명시적으로 확인할 수 있는 문서이다. 이들 문서의 분석을 통해 각 나라의 과학 교육과정 문서에서 드러나는 핵심 개념의 의미, 위상, 역할을 확인할 수 있을 것이다.

연구에서는 각국의 과학 교육과정 문서의 핵심 개념 분석을 위해 비교 대상국으로 캐나다, 미국, 호주, 영국을 선정하였다. 비교 대상국 선정의 이유로는 첫째, 국가 및 주별 과학 교육과정 문서상 우리나라의 핵심 개념에 준하는 용어를 교육과정 문서에서 사용하고 있는 국가를 선정하였다. 둘째, 비교 대상국의 과학 교육과정 문서가 영어로 되어 있으며, 과학과 교육과정 분석을 위한 추가 설명 자료가 풍부하며 접근이 용이한 국가를 선정하였다. 셋째, 교육과정 문서에서의 핵심 개념의 위상 및 역할에서 우리나라와 뚜렷한 차이가 나는 국가를 선정하였다.

각국의 과학 교육과정 문서를 분석하기에 앞서 각 나라별 핵심 개념을 선정하는 작업을 하였다. 연구자들은 각국의 과학 교육과정 문서를 탐색하는 과정에서 'Key ideas, Big ideas, Key concepts, Crosscutting concepts, Disciplinary core ideas, Fundamental concepts'과 같은 용어들을 선정[1]하였다. 이와 같은 용어 선정의 기준은 세 가지로, 첫째, 교육과정 문서상 해당 개념의 의미, 위상, 역할이 교육과정 문서상 명시적으로 드러난 용어를 선정하였다. 둘째, 교육과정 문서에서 해당 개념이 반복적으로 사용되며 교육과정의 성취 기준 등 교육과정의 중요한 항목들과 밀접한 관련을 맺는 용어를 선정하였다. 셋째, 사전적 정의 상 '핵심', '개념' 중 적어도 한 부분에 속하는 용어를 선정하였다. 이와 같은 조건들에 맞추어 선정된 각 나라별 핵심 개념들은 'Key ideas, Big ideas, Key concepts, Crosscutting concepts, Disciplinary core ideas, Fundamental concepts'이며 각 나라별 용어는 Table 1에 제시하였다.

본 연구에서는 분석 대상 어휘들을 '핵심 개념'이나 우리나라 말로 번역하여 사용하지 않고 각 나라별 교육과정 문서에서 사용하는 용어를 그대로 사용하였다. 그 이유는 각국의 과학 교육과정 문서에서 사용되는 용어들이 의미, 위상, 역할에 있어 공통점을 내포하고 있지만 차이점 또한 존재하며, 해당 개념의 문서상 표시 용어를 그대로 사용하는 것이 각 나라별 핵심 개념의 맥락상 의미를 그대로 드러낼 수 있다고 보았기 때문이다.

나. 연구 방법 및 분석 준거

본 연구의 주된 연구 방법은 비교 연구와 내용분석이다. 비교 연구의 의미는 연구자가 생각한 문제에 대한 사례 간 비교를 통해 공통점과 차이점, 관련성을 찾는데 있다(Given, 2008). 캐나다, 미국, 호주, 영국의 과학 교육과정 문서에서 핵심 개념이 각 나라별로 어떤 의미와 어느 정도의 위상을 지니며 어떤 역할을 하는지에 관하여 각 개념 간의 공통점과 차이점, 관련성을 찾고 이를 통해 우리나라의 핵심 개념 제시 방안을 탐색할 것이다. 내용 분석은 연구대상 자체가 말이나 글로 작성된 경우 효과적으로 활용될 수 있는 분석방법으로 관계분석연구에 사용이 가능하다(Kim & Choi, 2007). 관계분석연구의 경우 이론적, 해석적 방법을 주로 사용하여 특정 개념 간의 관계를 분석하는 것으로, 본 연구에서는 내용 분석을 통해 각 나라별 핵심 개념 간의 관계를 의미, 위상, 역할의 측면에서 탐색할 것이다.

본 연구는 미국, 캐나다, 호주, 영국의 과학 교육과정 문서의 핵심 개념 분석을 통해 우리나라의 핵심 개념 제시 방안을 탐색하는 데 연구의 목적이 있다. 이를 위한 분석 준거로 핵심 개념의 의미, 위상, 역할을 분석 준거로 사용하고자 한다. 첫째, 의미는 각국의 과학 교육

1) 각국의 과학 교육과정 문서 중에서 Scientific knowledge, Science concept, Basic concept 등의 개념은 제외하였는데 그 이유는 분석과정에서 이 용어들이 과학 교과의 핵심 개념으로써 사용되기보다는 일반적인 과학 개념을 의미하는 단어로 기술되었다고 해석되었기 때문이다.

과정 문서상 제시된 핵심 개념이 어떤 의미를 가지는가를 검토하기 위한 것이다. 각국의 교육과정 문서상 핵심 개념이 의미상 어떤 공통점과 차이점을 지니고 있는가에 대한 비교와 내용 분석을 통해 우리나라의 핵심 개념이 가질 수 있는 의미를 탐색할 것이다. 둘째, 위상은 각 나라별 핵심 개념들이 과학 교육과정의 전체적인 틀 속에서 어떤 위치나 상태를 지니고 있는지를 알아보기 위한 것이다. 핵심 개념이 과학 교육과정에서 최상위 항목으로 제시된 것과 하위 항목으로 제시된 것은 위상에서 명백한 차이가 난다. 핵심 개념이 각국의 과학 교육과정 문서상 어떤 위상을 가지는 지를 확인하여 우리나라의 핵심 개념이 가질 수 있는 위상에 대해 탐색할 것이다. 셋째, 역할은 핵심 개념이 각 나라별 과학 교육과정 문서에서 어떤 기능을 하는지를 확인하기 위한 것이다. 핵심 개념이 각국의 과학 교육과정에서 어떤 역할을 하는지를 비교 검토하는 과정을 통해 우리나라의 핵심 개념의 역할에 대해 탐색할 수 있을 것이다.

II. 연구 결과

1. 각국의 과학 교육과정에서의 핵심 개념의 등장

각국의 과학 교육과정에서 핵심 개념의 등장은 국가별 교육과정의 변화와 맥을 같이한다. 미국은 전통적으로 국가교육과정이 존재하지 않았다. 하지만 주별 학생의 학업성취도 차이, 주별 성취 기준의 차이로 발생하는 문제들을 해결하기 위하여 수학, 영어, 과학에서의 국가 공통기준을 만들고자 하는 움직임이 일어났다. 과학의 경우, 국가 과학 아카데미(the National Academy of Sciences)에서 2011년에 미국 학생들을 위한 과학교육을 위한 틀(framework)을 발표하였고 이 틀을 기반으로 2013년 차세대 과학 기준이 개발되었다(NGSS Lead States, 2013). 차세대 과학 기준은 세 차원[2]으로 구성되는 데, 세 차원 중 두 차원을 구성하는 개념으로 미국 차세대 과학의 핵심 개념인 Disciplinary core ideas와 간 학문적 통합 개념을 다루는 Crosscutting Concepts는 등장하게 된다.

캐나다는 전통적으로 국가교육과정이 존재하지 않으며 주별 교육 상황과 여건에 따라 교육과정을 개발하고 실행하는 주별 교육과정 체제를 유지해오고 있다. 그 중 온타리오는 캐나다 교육의 중심지로 학습 영역별 교육과정을 개발, 실행하고 있다. 과학과 관련하여 온타리오주는 과학적 소양과 기술적 소양(Literacy)을 키우기 위해 과학과 기술을 사회 및 환경에 적용시키기, 과학 탐구와 문제 해결을 위한 사고 습관 및 기술과 전략을 발달시키기, 과학과 기술의 기본 개념(basic concepts)을 이해하기라는 목표를 설정하였다(Ontario Ministry of Education, 2007, p.4). 이와 같은 목표들을 달성하기 위하여 Fundamental concepts를 모든 과학적, 기술적 지식의 획득을 위한 가장 기본적인 틀(framework)로 Big ideas는 Fundamental Concepts를 학년별 수준에 맞추어 구체화한 것으로 과학 교육과정 문서에서 규정하게 된다.

호주는 전통적으로 주별 교육과정을 유지해왔다. 하지만 질 높은 교육 제공을 통해 세계의 주요 변화에 대처하는 학생을 기르기 위한 2008년 멜버른(Melbourne) 선언 이후 국가교육과정을 개발, 2011년 주별 교육과정에서 국가교육과정으로의 체계 전환이 이뤄지게 된다. 이와 같은 변화는 국가교육과정을 통해 호주 교육에 대한 시대적 요구를 반영하며, 모든 학생을 위한 평등성과 수월성을 갖춘 교육 제공, 21세기 모든 직업에서 필요한 기술과 일관된 가치를 학생에게 함양하기 위한 것이었다(So, Jang & Lee, 2011). 몇 번의 개정을 거쳐 현재의 교육과정에서는 성공적인 학습자, 신뢰 있고 창조적인 개인, 적극적이며 정보화된 시민을 키우고자 하는 목표아래 Key ideas는 모든 과학 교과를 관통하는 핵심 개념으로 Key concepts는 물리, 화학, 생물, 지구 및 과학 각각에서의 핵심 개념으로 등장하게 된다.

영국의 교육과정에서 핵심 개념은 정치의 변화를 계기로 등장한다. 2010년 보수당과 자유당의 연립정부 탄생은 학생의 국제 학업 성취도 점수 하락, 과도한 교육과정 상의 처방 등의 요인들과 결합하여 기존의 신노동장 정부가 추진해온 역량 중심적인 교육과정 방향을 핵심 지식 중심으로의 교육과정의 방향으로의 전환을 이끌어 내게 된다(So, 2015; Cho, 2006). 영국의 2013 교육과정은 교육받은 시민으로서 학생에게 필요한 본질적인 지식(essential knowledge)을 소개하는 것을 목표로 하는 교육과정이다. 따라서 영국의 국가교육과정은 각 교과별 핵심 지식(core knowledge)의 개요만을 제공하며 교사들은 이를 활용하여 학생의 지식, 이해, 기술의 발달을 촉진하기 위한 흥미로운 수업들을 제공할 수 있게 된다(Department for Education, 2014, p.6). 이와 같은 맥락에서 과학에서의 핵심 개념인 Key ideas와 Big ideas는 본질적인 지식 제공과 과학의 내용을 적정화하기 위한 수단으로 등장한다.

앞에서 살펴본 것처럼 각국의 교육과정 문서상 핵심 개념은 서로 다른 등장의 맥락을 지니지만, 새로운 과학 교육과정 혹은 기준을 구성하는 틀(framework)로 등장하게 된 공통된 특징을 가지고 있다. 미국의 Disciplinary core Ideas와 Crosscutting concepts는 차세대 과학 기준의 두 차원을 형성하며, 캐나다의 Fundamental concepts는 과학 교과의 기본적인 틀로 Big ideas는 이를 구체화 하였다. 호주의 Key ideas와 Key concepts, 영국의 Key ideas와 Big idea 역시 과학을 구성하는 기본 개념 틀 혹은 일부로 등장한다.

2. 각국의 과학 교육과정 문서에서의 핵심 개념 탐색

가. 핵심 개념의 의미

미국의 차세대 과학 기준(Next Generation Science Standard : 이하 NGSS)의 핵심 개념으로 Disciplinary core ideas와 Crosscutting concepts을 들 수 있다. Disciplinary core ideas는 "모든 학생들이 13년의 학교생활 동안 반드시 이해해야하는 주요 과학 학문의 가장 본질적인 아이디어들"(NGSS Lead States, 2013, xxv)을 뜻한다. Disciplinary core ideas는 차세대 과학 기준의 세 축 중 하나로 '물질과 물질의 상호작용', '에너지', '생물학적 진화 : 단일성과 다변성, 지구와 인간 행동' 등의 학문의 주요 개념[3]을 다룬다. Crosscutting

2) 미국 차세대 과학 기준은 학문의 핵심 아이디어를 다루는 Disciplinary core ideas, 과학의 기능 및 실행을 다루는 Science and Engineering Practices, 간 학문적 통합 개념을 다루는 Crosscutting concepts의 세 차원을 가진다(NGSS Lead States, 2013).

3) Disciplinary Core Ideas는 총 11개로 물리에서는 '물질과 그 상호작용', '운동과 안정성: 힘과 상호작용', '에너지', '파동과 정보 전달을 위한 기술에서의 적용'이며, 생명과학에서는 '분자로부터 생물까지: 구조와 과정', '생태계: 상호작용, 에너지, 역학', '유전: 유전과 형질의 변화', '생물학적 진화: 통일성과 다양성'이며 지구와 우주 과학에서는 '우주에서 지구의 위치', '지구의 시스템', '지구와 인간 활동'이 있다(NGSS Lead States, 2013).

concepts는 “모든 과학 학문들에서 나타나는 매우 중요한 과학적 테마(theme)”(NGSS Lead States, 2013: xv), “12년간의 과학 학습에서 학문의 일관성을 증가시키며, 엔지니어링, 물리, 생명과학, 지구와 우주 과학을 연결시키는 개념”(NGSS volume 2: Appendixes p. 29)을 뜻한다. 이와 같은 Crosscutting concepts 역시 Disciplinary core ideas와 더불어 차세대 과학 기준의 세 축 중 하나로 엔지니어링, 물리, 생명과학, 지구와 우주 과학 모두에서 나타나는 간학문적 통합의 특성을 지니는 개념[4]이다.

캐나다 온타리오 주의 과학 교육과정에서는 핵심 개념으로 Fundamental concepts와 Big ideas를 사용하고 있다. Fundamental concepts는 “모든 문화에서의 공통적인 현상에 관한 개념이자 시간이 지나도 기본적으로 변화하지 않는 현상에 관한 개념들”(Ontario Ministry of Education, 2007, p.5)로 과학의 가장 기본 개념인 물질, 에너지, 시스템과 상호작용, 구조와 기능, 지속가능성과 관리 그리고 변화와 계속성의 6개의 개념으로 구성된다. 이와 같은 Fundamental concepts는 과학 지식 이해를 위한 기본적인 틀(framework)의 역할을 하며, 학생들의 통합적인 사고를 촉진할 수 있도록 하는 개념이다 (Ontario Ministry of Education, 2007: 5). Fundamental concepts는 간 학문적 통합을 추구한다는 점에서 미국의 Crosscutting concepts와 의미상 비슷하다. 하지만 캐나다의 Fundamental concepts가 과학의 가장 기본적인 개념이라는 성격을 보다 잘 드러내는 반면, 미국의 Crosscutting concepts의 경우는 과학의 학문의 본질적인 개념인 Disciplinary core ideas가 존재하는 상황에서 간학문적 통합에 보다 초점 맞춰진 개념이라고 볼 수 있다. Big ideas는 “학생들이 학습 후 학습과 관련된 세세한 것들의 대부분을 잃어버린 후에도 오랜 시간동안 기억에 남는 폭 넓고, 중요한 이해들”(Ontario Ministry of Education, 2007: 6)을 뜻한다. Big ideas는 Fundamental concepts과 긴밀하게 연관되는 데, Big ideas는 과학을 구성하는 Fundamental concepts를 구체적으로 표현한 것이라고 볼 수 있다. 1학년 에너지와 물질의 이해 단원을 살펴보면, Fundamental Concepts인 에너지는 “발생하는 모든 것은 몇 가지 형태의 에너지 사용의 결과이다.”라는 Big ideas로 표현된다. 이와 같은 Big ideas는 내용을 다룬다는 면에서는 미국의 Disciplinary core ideas와 비슷한 의미로 쓰이지만, Fundamental concepts를 구체화한 것이라는 점에서 차이가 난다.

호주의 과학 교육과정에서 핵심 개념으로 Key ideas와 Key concepts를 들 수 있다. Key ideas는 “세계에 대한 과학적 관점과 과학 세부 학문들을 넘나드는 이해와 지식을 연결시키는 6개의 핵심 아이디어”(ACARA, 2015: 5)를 뜻하며 이는 패턴, 질서 그리고 조직, 형태와 기능, 안정성과 변화, 척도와 측정, 물질 및 에너지, 체계로 구성된다. 이와 같은 Key idea는 과학교과를 구성하는 핵심적인 개념으로 이를 기초로 각 학년별 내용들이 작성된다는 점에서 보면, 캐나다 온타리오 주의 Fundamental concepts와 의미상 가장 유사하며, Key ideas가 한 학년 내 혹은 여러 학년에 걸친 과학 지식의 일관성 및 발달적 계열성을 유지하기 위한 중요한 장치가 된다는 점에는 미국의 Crosscutting concepts과도 의미상 유사하다. Key concepts는 호주 과학 교육과정의 세 영역(strands)인 과학 이해, 과학 탐구 기술, 인간 활동으로서의 과학 중 과학 이해 영역의 하위 항목인 물리, 생명과학, 화학, 지구과학 각각에서 나타난다. 물리를 예로 들어보면, 물리는 두 개의 Key concepts을 가지는데 이는 “힘은 물질의 행위에 영향을 미친다, 에너지는 한 형태에서 다른 형태로 전환되거나 될 수 있다.”(ACARA, 2015: 8)이다. 그 의미가 명시적으로 드러나 있지는 않지만, Key concepts의 예시를 통해보면, Key concepts는 학문의 핵심 내용을 나타내기 위한 핵심 개념으로 볼 수 있으며 이는 미국의 Disciplinary core ideas, 캐나다의 Big ides와 의미상 유사하다.

영국의 국가교육과정 문서에서의 핵심 개념은 Key ideas와 Big ideas를 들 수 있다. Key Ideas는 Key stage 4에 등장하는 개념으로 다음과 같은 문장 속에서 표현된다. “과학을 상호 연결(inter-linked)시키고 폭넓게 적용되는 과학의 Key ideas를 통해 학생들은 매우 복잡하고 다양한 자연 현상이 묘사되는 것을 확인할 수 있으며, 이를 통해 과학의 성취를 평가하는 데 있어 도움을 얻을 수 있다.”(Department for Education, 2014: 212) 이를 통해 보면, Key ideas는 과학을 상호 연결시키고 폭넓게 적용되는 통합적 특징을 가지고 있다. 이는 앞서 살펴본 미국의 Crosscutting concepts, 캐나다의 Fundamental concepts, 호주의 Key ideas와 유사한 의미로 사용됨을 알 수 있다. Big ideas는 Key Stage 3에서 등장하는 개념으로 그 의미가 명시적으로 설명되어 있지는 않지만, 생물, 화학, 물리에서 과학적 아이디어에 대한 깊은 이해를 발달시키는 학생들은 “과학적 지식과 이해의 바탕이 되는 Big ideas를 이해해야 한다.”(Department for Education, 2014: 200)라고 언급하고 있으며 Big ideas의 예로 유기체 내의 구조와 기능을 연결시키기, 상호작용의 핵심 인자로서 에너지의 전환의 원천과 수단 등을 들고 있다. 이와 같은 예들에 비춰보면, Big ideas는 학문의 내용과 관련된 핵심 개념이라고 볼 수 있다.

지금까지 살펴 본 각 나라별 핵심 개념의 의미 비교를 통한 특징은 다음과 같다. 첫째, 교과의 내용을 다루는 개념 뿐 아니라 간학문적 통합 개념이 존재한다. 미국의 Crosscutting Concepts, 캐나다 온타리오의 Fundamental Concepts, 호주와 영국의 Key Ideas는 의미상 유사하며 과학을 관통하는 간학문적 통합 개념의 특징을 지닌다. 이 간학문적 통합개념은 국가별로 조금씩 상이하지만 물질, 에너지, 구조 등을 다룬다는 점에서 그 의미가 상당 부분 유사하다고 볼 수 있다. 둘째, 내용 뿐 아니라 기능과 가치를 포함하는 핵심 개념이 존재한다. 영국의 Big ideas인 유기체에서의 구조와 기능 사이의 연결, 호주의 Key idea 중 하나인 척도와 측정과 같이 기능을 나타내는 핵심 개념이 존재하며, 캐나다 온타리오의 Fundamental concepts 중 하나인 책무성과 같은 가치를 포함하는 핵심 개념 역시 존재한다. 셋째, 핵심 개념의 용어 설명이 매우 상세하고 명시적이다. 영국을 제외한 미국, 캐나다, 호주의 과학 교육과정에서는 핵심 개념의 의미를 매우 상세하고 명시적으로 기술하고 있다. 이와 같은 핵심 개념에 대한 설명은 교육과정의 독자가 핵심 개념의 의미를 이해하는 데 상당한 도움을 줄 수 있다.

나. 핵심 개념의 위상

위상은 어떤 사물이 다른 사물과의 관계 속에서 가지는 위치나 상태를 뜻한다. 핵심 개념의 위상을 살펴본다는 것은 전체적인 교육과정의 틀 속에서 핵심 개념들이 가지는 위치와 상태를 확인하여 어느 정도의 중요성을 가지고 있는가를 유추할 수 있다는 점에서 의미

4) Crosscutting concepts는 ‘패턴’, ‘원인과 결과’, ‘규모, 비율, ‘양’, ‘구조와 구조 모형’, ‘시스템에서 에너지와 물질’, ‘구조와 기능’, ‘시스템에서 안정성과 변화’의 7가지 개념으로 구성된다(NGSS Lead States, 2013: xx). 이와 같은 7개의 Crosscutting concepts는 특정 학문에서만 나타난다고 보기는 어렵다.

Table 2. Science curriculum Contents Table of NGSS(US), Ontario(Canada), Australia and England

국 가	분석 대상 어휘	교육 과정 목차 (*해당 개념이 제시되는 부분)
미국 NGSS	・Crosscutting concepts ・Disciplinary core ideas	-서문 -차세대 과학 기준에 대한 국가연구위원회의 보고 -감사의 글 -도입(서론) -*차세대 과학 기준을 읽는 방법 -용어해설 -*Disciplinary core ideas로 정렬된 차세대 과학 기준 *Disciplinary core ideas로 정렬된 기준과의 연계성 -주제로 정렬된 차세대 과학 기준 주제로 정렬된 기준과의 연계성
캐나다 온타리오 주	・Fundamental concepts ・Big ideas	-서문 과학과 과학기술 프로그램의 목표 과학과 과학기술의 본성 *Fundamental concepts *Big ideas -과학과 과학기술 프로그램 -학생성취의 평가 -과학과 과학기술프로그램 계획의 몇 가지 고려사항 -학년별 교육과정 기대/과정들[5] -부록
호주	・Key ideas ・Key concepts	-성격 -목표 -*Key ideas -*구조[6] -학년별 교육과정 내용 *과학의 Key ideas를 통합하기 a. 학년 내용 기술 b. 학년 성취기준
영국	・Key ideas ・Big ideas	-학습 목적 -목표 -과학 지식과 개념 이해 -자연, 과정 그리고 과학의 방법 -진술된 언어 -학교교육과정 -성취 목표 -*학년군별 교육과정 내용[7]

가 있다. 각국의 교육과정에서 핵심 개념의 위상은 교육과정 문서상 핵심 개념이 어떤 구조적 위치에서 어떻게 기능하는지를 확인함으로 파악될 수 있으며, 이와 같은 구조적 위치를 파악하기 위한 각국의 교육과정 문서에서의 목차를 정리하면 Table 2와 같다.

미국의 차세대 과학 기준의 'Disciplinary core ideas로 정렬된 기준과의 연계성' 항목에서 확인할 수 있듯이 Disciplinary core ideas는 독립적인 위치를 지니며, 차세대 과학 기준이 Disciplinary core ideas로 정렬된다는 점, Disciplinary core ideas를 활용한 코딩을 통해 학년별 학습 내용의 연계성 유지와 영어, 수학의 국가공통기준(Common Core State Standards)과 연결을 유도한다는 점에서 Disciplinary core ideas는 상당한 위상을 차지한다고 볼 수 있다. Crosscutting concepts는 목차에서 독립된 항목으로 존재하고 있지는 않지만, 차세대 과학 기준을 읽는 방법에서 자세히 설명된다. 두 핵심 개념이 차세대 과학 기준의 세 차원 중 두 차원을 이룬다는 점과 학생이 학습 후 나타내야 하는 학생의 수행 기대를 구체화한 기초 박스(foundation box)의 영역을 이룬다는 점에서 두 핵심 개념은 높은 위상을 가지고 있다고 볼 수 있다.

캐나다 온타리오 주의 교육과정에서 Fundamental concepts과 Big ideas는 과학 교육과정 서문에서 별도 항목으로 자세히 기술되어 있으며, 두 핵심 개념은 과학 교육과정의 내용을 구조화하는 기반으로서의 위상을 가진다. Fundamental concepts은 과학교육의 기본적 개념이며 Big ideas는 Fundamental concepts을 단원의 목표와 내용에 맞추어 문장으로 구현한 것이다. '학년별 교육과정 기대' 항목을 예를 들어 살펴보면, 3학년의 물질과 에너지의 이해 단원에서의 Fundamental concepts은 에너지, 변화와 계속성이며, Big ideas는 '움직임을 일으키는 몇 가지 종류의 힘이 존재한다.', '힘은 직접적인 접촉 혹은 상호작용을 통해 물체의 속도를 높이거나 낮추며 방향을 변환토록 한다.'이다. Fundamental concepts과 Big ideas를 기반으로 '학생들은 사회와 환경에서의 다양한 힘의 효과를 평가할 수 있다.'등과 같은 전반적인 기대와 과학의 각 영역별 구체적인 기대가 작성된다(Ontario Ministry of Education, 2007: 76-77). 이런 과정을 고려해 보았을 때, Fundamental concepts와 Big Ideas는 과학 교육과정의 내용을 구조화하는 기반으로서 상당히 높은 위상을 가진다.

5) 캐나다 온타리오 주의 과학 교육과정 문서의 목차 명이 1-8학년은 교육과정 기대(The Curriculum Expectation)로 제시되며, 9-12학년은 과정들(Courses)로 다르게 기술되어 있다.

6) 호주의 Key concept은 명시적으로 규정되는 항목은 없지만 구조 부분에서 생물, 화학, 지구 및 우주과학, 물리 교과의 Key concept을 구체적으로 제시하고 있다.

7) 영국의 Big Ideas와 Key Ideas는 별도 항목은 없지만 Key stage 3와 Key stage 4의 도입에 그 의미가 명시적으로 규정되어 사용되고 있다.

호주의 교육과정에서 Key ideas는 성격과 목표 다음 항목으로 기술되며, 문서에서 차지하는 위치로 볼 때, Key ideas 역시 호주의 교육과정에서 차지하는 위상이 크다고 볼 수 있다. Key ideas는 의미와 요소뿐 아니라 과학 교육의 기초 개념을 이룬다는 점에서 캐나다 온타리오의 Fundamental concepts와 유사하다.

교육과정 목차에서 확인해 보면, '학년별 교육과정 내용' 항목에서 '과학의 Key ideas를 통합하기'가 '학년 내용 기술'과 '학년 성취기준'에 앞서 제시되는 것을 확인할 수 있는데, 이를 통해 볼 때 Key ideas가 학년별 성취 기준에 어느 정도의 영향을 미친다고 볼 수 있다. Key concepts는 교육과정 목차에 제시되지 않는 것으로 보아 Key ideas에 비해 상대적으로 차지하는 위상이 크지 않은 것으로 볼 수 있다. Key concepts는 목차 상 'Key Idea'의 다음 항목인 '구조' 항목에서 과학 교육과정의 세 영역(strands)인 과학 이해, 과학 탐구 기술, 인간 활동으로서의 과학 중 과학 이해 영역의 하위 항목인 물리, 생물, 화학, 지구과학 각각에서 두 개씩 기술되어 있다. Key concepts는 의미와 역할이 캐나다 온타리오의 Big ideas와 유사하지만, 국가교육과정에서 차지하는 위상은 캐나다 온타리오의 Big ideas와는 다른 특징을 보인다. Big ideas가 단원별로 제시되어 교과의 단원 내용을 구체화 하는 기본적인 틀로써의 위치를 가진다면, Key concepts는 물리, 화학, 생물, 지구 및 우주과학에서 두 가지 씩만 제시된다. Big ideas는 단원별로 제시되며, 호주의 Key concepts가 교과별로 포괄적으로 제시된다는 점에서 좀 더 상위에 있는 개념으로 생각할 수 있지만, 학생의 성취 기대에 미치는 영향을 볼 때, 영향력 측면에서는 온타리오의 Big ideas가 더 크다고 볼 수 있다.

영국의 경우 다른 나라의 과학 교육과정 문서와 문서 체계 등에서 상당한 차이가 난다. 교육과정의 목표, 평가 등의 항목들에 대한 설명과 지침이 매우 간결하게 제시되며 앞서 살펴본 미국, 캐나다, 호주와는 달리 목차에서 주요 용어인 Key ideas와 Big ideas를 찾을 수 없다. 그러나 '학년군별 교육과정 내용' 항목을 분석해보면, Key stage 3와 Key stage 4의 도입에서 역할 등이 규정되어 있음을 확인할 수 있다. Key stage 3의 경우 Big ideas 개념을 도입하여, 프로그램의 내용을 개관한다. Big ideas는 '유기체에서 구조와 기능 사이의 연결'과 같은 예시로만 제시되며, 학생의 성취 기대, 목표의 서술에서 Big ideas를 도입해서 과학적 지식과 이해의 바탕이 되는 Big ideas를 이해해야 하는 것으로 기술하고 있다. 여기서 주목할 점은 Big ideas를 우리나라의 중학교에 해당하는 Key stage 3의 학생부터 요구한다는 점에 있다. 영국의 경우 Big ideas에 근거하여 더 상위 과학지식이 구축된다고 보기보다는 어느 정도 기본적인 과학의 이해가 구축된 후 학생들이 표현할 수 있는 지식으로 Big ideas를 이해하는 것으로 볼 수 있다. Key stage 4에서는 6가지[8]의 Key ideas를 서술로 표시하고 있다. 고등학교 단계의 Key stage 4 학생들에게 기대하는 것은 Key ideas를 활용하여 과학 현상을 이해하는 것이므로 영국의 교육과정에서는 Key ideas가 Big ideas보다 더 상위개념으로서의 위상을 차지하는 것으로 볼 수 있다. 지금까지의 내용을 통해 볼 때, Big ideas와 Key ideas는 전체 교육과정을 관통하는 개념은 아닌 것으로 보이며, 앞서 분석한 다른 국가에 비해서는 핵심 개념이 차지하는 위상이 크지 않은 것으로 볼 수 있다. 영국의 경우 Big ideas와 Key ideas가 과학 교육의 내용을 조직하는 틀로서의 위상을 가진다기보다는 과학 교육을 통해 획득해야할 핵심 개념이며, 이것은 학년을 가로지르는 기초 개념으로 Key ideas와 Fundamental concepts를 설정한 호주 및 캐나다 온타리오와 대비된다고 볼 수 있다.

국가별 핵심 개념의 위상을 분석하는 과정에서 미국, 캐나다, 호주의 경우 핵심 개념을 독립적인 위치에서 별도 항목으로 기술하고 있는 것을 확인할 수 있었다. 이를 통해 볼 때 핵심 개념이 단순히 교육과정의 내용을 설명하는데 사용되는 어휘에 그치는 것이 아니라, 내용을 구조화 하는 틀로써의 위상을 가지는 것으로 볼 수 있다. 핵심 개념에 특별한 위상을 부여하여 전체 학년을 관통하는 개념으로 설정한 미국, 캐나다, 호주와 달리 영국의 경우 교육과정 문서에서 핵심 개념을 부각시키지 않지만, Key stage 3의 학생들에게 Big idea에 대한 과학적인 이해를 요구하고, 의무 교육의 종착점에 해당하는 Key stage 4의 학생들에게는 Key ideas에 대한 이해를 기대하는 것으로 볼 때, 영국 역시 핵심 개념을 부가적인 요소로 다루기보다는 교육을 통해 획득하여야할 요소로 설정한 것으로 이해할 수 있다. 이처럼 핵심 개념은 분석 대상 국가 모두에서 상당히 높은 위상을 가지고 교육과정 문서에 사용되는 것을 확인할 수 있다.

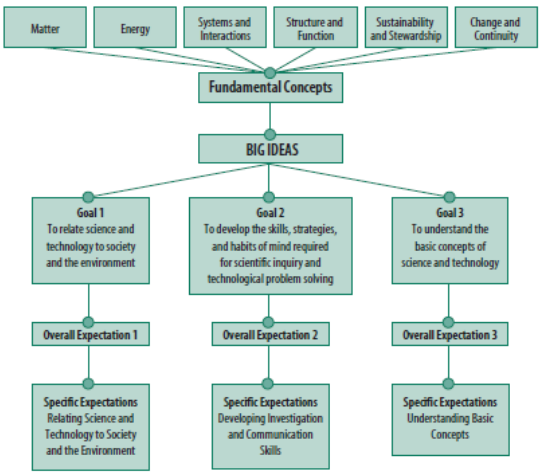
다. 핵심 개념의 역할

미국의 차세대 교육 기준에 따르면, 핵심 개념인 Disciplinary core ideas는 몇 가지 역할을 수행한다(NGSS Lead States, 2013: xvi). 첫째, 학년별 과학 교육의 주제이자 내용을 구성을 구성하는 원리로서의 역할을 한다. 11개의 Disciplinary core ideas는 학년별 학습 주제로서 12학년 동안 계속 반복된다. 예를 들어, '지구 시스템'이라는 Disciplinary core ideas는 유치원, 2, 3, 4, 5, 중학교, 고등학교 과정에서 반복되며 학년별 과학 교육 내용을 구성하는 원리로서 역할을 수행한다. 저학년의 경우 학생들이 핵심 개념을 이해하고 접근하기 쉽도록 단순한 개념들로 구성되지만, 학년이 높아질수록 탐구의 깊이가 더해지도록 구성된다는 점에서 차이가 발생한다. 둘째, 복잡한 개념을 이해하고 문제를 해결하기 위한 도구의 역할을 수행한다. Disciplinary core ideas는 물리, 생명과학, 지구과학의 기초를 이루는 핵심 개념이며, 학생들은 이런 핵심 개념을 도구 삼아 이후의 과학 교육을 통해 배우는 복잡한 개념과 어려운 문제들을 해결 할 수 있다. 셋째, 학생의 삶의 경험을 과학 지식과 연결시킨다. 학생은 삶의 경험에서 만나게 되는 흥미롭고 다양한 과학적 현상을 Disciplinary core ideas을 통해 이해하고 이를 자신의 삶과 연결시킬 수 있다.

또 하나의 핵심 개념인 Crosscutting concepts는 과학 학문 및 학년간 과학교육을 연결시키는 역할을 수행한다. 7개의 Crosscutting concepts는 물리, 생명과학, 지구와 우주 과학과 같은 과학 학문 뿐 아니라 12년간의 학습 모두에 적용되는 개념이다. 학생들은 각자가 속한 학년에서 물리, 생명과학, 지구와 우주 과학을 배우고 나면 각각의 내용들이 학년에 따라 혹은 학문별로 독립적으로만 존재하는 것이 아니라 서로 연결되는 지식의 형태로 학생에게 내면화되도록 하는 기능을 Crosscutting concepts는 수행하게 된다.

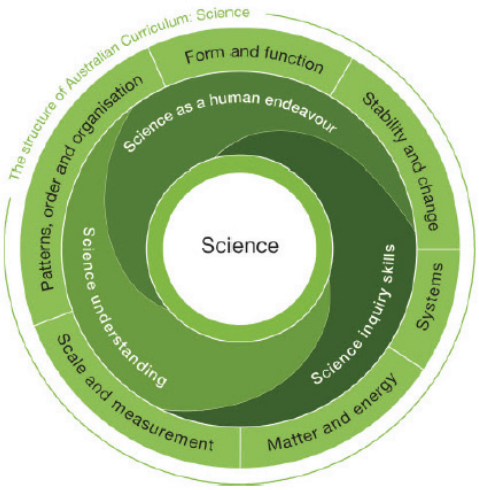
8) 영국의 Key ideas는 6가지로 '자연적 현상의 다양성을 관찰하기 위한 개념적 모델과 이론의 사용', '모든 결과는 하나 혹은 그 이상의 원인을 가지는 것을 가정함', '물체와 시스템 사이의 상호작용에 의해 변화는 추동된다.', '긴 시간과 거리에 걸쳐서 많은 상호작용의 발생한다.', '가설의 순환, 실천적 실험, 관찰, 이론의 발달과 관찰을 통해 과학이 진보한다.', '양적 분석은 많은 이론들과 과학적 탐구 방법 둘 모두의 중요한 요소이다.' 이다.(Department for Education, 2014: 212).

캐나다 온타리오 주의 과학 핵심 개념 간의 관계



Source: Ontario Ministry of Education, 2007. p. 6

호주 과학 교과의 Key ideas와 영역의 구조[9]



Source: Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority, 2015, p. 5

Figure 1. Comparison of the role of the key concepts between Canada(Ontario) and Australia

캐나다 온타리오 주의 핵심 개념인 Fundamental concepts은 모든 과학 지식 획득을 위한 가장 기본적인 틀(framework)로서의 역할과 간학문적 통합을 위한 개념으로서의 역할을 수행한다(Ontario Ministry of Education, 2007: 5). Figure 1에서 볼 수 있듯이 물질(matter), 에너지(Energy), 시스템과 상호작용(Systems and Interactions), 구조와 기능(Structure and Function), 지속가능성과 관리(Sustainability and Stewardship) 그리고 변화와 계속성(Change and Continuity)의 6개의 Fundamental concepts는 과학 지식을 획득하기 위한 틀로 모든 과학 학습의 바탕이 된다. 이런 6개의 Fundamental concepts는 1-8학년의 경우 네 항목으로 구체화되는 데, 이들 네 항목을 유심히 살펴보면 6개의 Fundamental concepts가 통합되어 네 항목으로 구성된 것을 확인할 수 있다. 4가지 항목은 Understanding Life Systems, Understanding Structures and Mechanisms, Understanding Matter and Energy, Understanding Earth and Space Systems이다. 이와 같은 네 항목은 9학년부터는 이 용어를 발전시켜 구체적인 교과 명으로 사용되는데 Understanding Life Systems는 생명과학으로, Understanding Structures and Mechanisms은 물리로, Understanding Matter and Energy는 화학으로, Understanding Earth and Space Systems는 지구과학으로 연결된다. 이처럼 Fundamental Concepts는 모든 과학 지식을 이해하기 위한 기본적인 틀로서 역할을 수행하지만, 결국 모든 학문의 습득이 6개의 Fundamental concepts를 기반으로 이뤄진다는 점에서 간학문적 통합의 성격을 지닌다. 이와 같은 통합적인 성격은 과학 교육과정이 Fundamental Concepts를 깊이 있게 확장시키도록 구성되며, '학년별 교육과정 내용' 항목에서 각 학년별 내용 제시에 앞서 어떤 Fundamental concepts 개념이 포함되어 있는지를 개관(overview)에 표기하고 있는 것을 통해 확인할 수 있다.

Big Ideas는 Fundamental concepts의 구체적인 표현으로 Fundamental concepts에 기초하여 각 주제별 학습을 위한 연결점으로서의 역할을 한다(Ontario Ministry of Education, 2007: 6). 이와 같은 Big ideas는 Figure 1에서 볼 수 있듯이 과학 교육의 세 가지 목표와 연결되며 이런 목표들은 전반적인 기대와 구체적인 기대로 과학 교육과정에서 구현된다.

호주의 Key ideas는 과학 지식과 이해를 위한 기본적인 틀과 학년과 학문을 관통하여 교육과정에 일관성을 부여하는 역할을 수행한다(ACARA, 2015: 5). 이런 Key ideas의 역할은 캐나다 온타리오의 Fundamental concepts과 유사하다. Figure 1에서 볼 수 있듯이, 호주의 과학 교과는 6개의 Key ideas와 3개의 영역으로 구성되어 있는데, 여기서 Key Ideas는 세 영역에서의 학습을 통해 통합적으로 이해되고 획득할 지식으로 볼 수 있다. 구체적으로 '각 학년별 교육과정 내용' 항목에는 '과학의 Key idea를 통합하기'라는 내용이 존재하며 여기서의 Key ideas는 "3-6학년 학습에서 학생들은 서로 다른 시간과 지리적 척도에서 작동하는 시스템의 범위에 대한 이해를 발달시킨다."(ACARA, 2015: 38)와 같은 구체적인 문장으로 표현된다.

Key concepts는 과학 이해(Science Understanding)에 속하는 물리, 생물, 화학, 지구 과학 각각에서 각 교과의 핵심 내용을 표현하는 역할을 한다. Figure 1에서 볼 수 있듯이 Key concepts가 제시되는 과학 이해는 각 학문의 개념 지식을 대표하며 이는 미국의 Disciplinary core concepts 및 캐나다 온타리오의 Big ideas와 비교할 수 있지만, Disciplinary core concepts와 Big ideas가 학년별 학습 주제 및 내용을 구성에 직접적으로 관여하는 반면에 Key concepts는 '구조' 항목을 통해 각 교과별 핵심 내용을 제시하며 학습 주제 및 내용 구성에 직접적으로 관여한다고 보기는 어렵다.

앞서 살펴본 국가들이 과학 교육과정의 전체 틀을 구성하는 역할로 핵심 개념을 사용한 반면, 영국의 경우 Key ideas와 Big ideas는 특정 학년군의 내용을 기술하는 제한적 역할을 수행한다. Key ideas는 Key stage 4에서 학생이 성취할 것으로 기대되는 것들로 표현되며, Big ideas는 Key stage 3에서 학생이 해야 하는 것들로 기술된다. 이를 통해 볼 때 영국의 경우 Key ideas와 Big ideas의 주된 역할은 각 학년 군의 학습 종착점에서 성취해야할 목표를 설정하는 것에 있는 것으로 볼 수 있다.

Key ideas는 제시 방식에서 Big ideas와 비교되는 특징을 가지는데,

9) 캐나다 온타리오 주의 과학 교육의 세 가지 목표는 '사회와 환경에 과학과 과학기술 관련시키기', '과학적인 연구와 기술적인 문제해결을 위해 요구되는 마음의 습관, 기술, 전략을 개발하기', '과학과 과학기술의 기본적인 개념 이해하기'이다. (Ontario Ministry of Education, 2007: 4)

"자연적 현상의 다양성을 관찰하기 위한 개념적 모델과 이론의 사용"(Department for Education, 2014: 212) 등과 같은 6가지 Key ideas를 문장의 형태로 Key stage 4의 도입 부분에서 명시하고 있음에도 물리, 생물, 화학 교과 설명에 각 과목별 Key ideas를 제시하고 있다는 점이다. 예를 들어 Key Stage 4의 개관에서 Key ideas 중 하나인 "물체와 시스템 사이의 상호작용에 의해 변화는 추동된다."(Department for Education, 2014: 212)는 Key idea가 제시되고, 생물 교과의 내용 요소를 다루기에 앞서 "생명 반응 과정은 그 기능과 관련 있는 구조의 분자에 의존한다."(Department for Education, 2014: 216)는 Key ideas가 다시 제시된다. 이것은 영국의 Key Ideas는 간학문적인 통합 개념이면서, 교과에서 학습되어야할 핵심 지식을 제시하는 역할 또한 부가적으로 수행하는 것을 의미한다.

지금까지 살펴본 내용을 간략하게 정리해보면, 분석 대상 국가인 미국, 캐나다, 호주, 영국에서 핵심개념은 그 내용과 의미가 유사한 경우에도 국가에 따라 교육과정의 구조에서 수행하는 역할이 다르다. 같은 간학문적 통합 개념을 다루는 미국의 Crosscutting concepts와 캐나다 온타리오의 Fundamental concepts는 요소와 의미가 유사하지만, Crosscutting concepts는 학문 및 학년을 연결하는 역할을 더 중시하며, Fundamental concepts는 과학 지식의 획득의 틀(framework)로서의 역할을 더 중시한다는 점에서 다르다.

내용 구조화의 측면에서 보면, 미국, 캐나다, 호주, 영국의 교육과정 문서에서 핵심 개념은 과학 교과의 내용을 구조화하는 역할을 공통적으로 수행한다. 그러나 내용의 구조화는 다양한 방식으로 이뤄지는 데, 미국처럼 성취 기준으로 구조화되기도 하며, 캐나다 온타리오처럼 단원마다의 목표로 구조화되는 등 다양한 방식을 취한다.

Ⅳ. 결론 및 제언

지금까지 미국, 캐나다 온타리오, 호주, 영국의 과학 교육과정 문서에 제시된 핵심 개념을 의미, 위상, 역할을 중심으로 검토해 보았다. 이와 같은 검토를 통해 각국의 교육과정 문서에서 제시된 핵심 개념에 대해 몇 가지 유의미한 공통점과 국가 간 차이를 나타내는 특징을 찾을 수 있었다. 이를 바탕으로 우리나라의 핵심 개념 제시 방안에 대해 논의해 보면 다음과 같다.

첫째, 간학문적 통합 개념을 핵심 개념으로 지정하여 제시할 수 있다. 연구 결과 분석 대상 국가였던 미국, 캐나다, 호주, 영국의 경우 교과의 주요 학습내용을 구조화하기 위해 두 가지 종류의 용어를 사용하고 있었다. 미국의 Crosscutting concepts과 Disciplinary core ideas, 캐나다 온타리오의 Fundamental concepts과 Big ideas, 호주의 Key ideas와 Key concepts, 영국의 Key ideas와 Big ideas가 그것으로 분석 대상 국가들은 전자를 간학문적 통합을 위한 핵심 개념으로, 후자를 물리, 생물, 지구 과학 등의 교과의 내용을 구체화하기 위한 핵심 개념으로 사용하고 있었다. 우리나라의 핵심 개념에서는 존재하지 않는 간학문적 통합 개념은 서로 분리될 수 있는 교과의 개념들을 연결시키며 복잡한 문제 해결 등을 위한 통합적 사고를 촉진하기 위해 필요하다고 본다. 이와 같은 간학문적 통합 개념을 지칭하는 용어를 우리나라의 교육과정에서도 지정하여 제시할 수 있을 것이다.

둘째, 핵심 개념에 교과의 내용 뿐 아니라 기능, 가치 등의 요소를 포함하여 제시할 수 있다. 분석 대상 국가들의 핵심 개념의 요소들을 분석해보면, 미국의 Crosscutting concepts는 '물질', '에너지' 같은 내용 외에도 '패턴', '원인과 결과' 등의 요소를 포함하고 있고(NGSS Lead States, 2013: xx), 캐나다 온타리오의 Fundamental Concepts 역시 내용에 해당하는 '물질', '에너지'와 가치에 해당하는 '지속 가능성과 관리' 등의 요소를 가진다(Ontario Ministry of Education, 2007: 5). 호주의 Key ideas에서도 기능에 해당하는 '척도와 측정'과 같은 구성 요소를 찾아볼 수 있으며(ACARA, 2015: 5), 문장으로 제시된 영국의 Key ideas 역시 "양적 분석은 많은 이론들과 과학적 탐구 방법 둘 모두의 중요한 요소이다."(Department for Education, 2014: 212)라는 표현처럼 기능을 중시한다. 분석 대상 국가들에서 교과의 내용 외의 기능과 가치의 요소를 비중 있게 다루고 있는 것은 기능과 가치 등의 요소를 교과의 내용 지식과 같은 위상을 가지는 핵심 개념으로 볼 수 있다는 점에서 우리에게 시사하는 바가 크며, 과학 교과의 특성에 따라 기능 및 가치 등의 요소를 핵심 개념으로 규정하는 방안 등을 고려해 볼 수 있다.

셋째, 핵심 개념에 대한 자세한 설명이 필요하다. 캐나다 온타리오와 호주는 핵심 개념을 교육과정 문서에서 별도의 최상위 항목으로 독립시켜 핵심 개념을 설명하며, 미국은 '차세대 과학 기준을 읽는 방법'이라는 항목에서 핵심 개념의 의미 및 역할 등을 제시한다. 영국은 Key stage 4의 개관에서 핵심 개념에 대해 설명하고 있다. 우리나라의 경우 과학과 교육과정에서 학교급과 과목에 따라 핵심개념의 성격과 내용에 차이가 있음에도 이에 대한 설명은 상대적으로 부족하며, 교육과정 총론의 교육과정 구성의 중점과 교수·학습 항목 및 각론의 내용 체계에서 핵심 개념을 사용하면서도 핵심 개념 자체의 의미, 역할 등이 교육과정 문서에서 명시적으로 규정되어 있지 않다. 핵심 개념에 대한 설명을 별도의 항목으로 독립시키거나 하위 항목에 첨가하여 설명하는 방안을 추가 하는 것은 교육과정 문서를 접하는 교사 및 학부모의 교육과정 문서 문해력을 높이는 측면에서 도움이 될 수 있을 것이다.

넷째, 핵심 개념은 단어, 문장 등 다양한 방식으로 제시가 될 수 있다. 미국의 Disciplinary core ideas, 캐나다 온타리오의 Big ideas, 호주의 Key concept, 영국의 Big ideas는 문장으로 기술되어 있다. 특히 영국의 경우 핵심 개념인 Key ideas, Big ideas 모두 문장으로 제시하고 있다. 이처럼 우리나라의 핵심 개념 제시 방식 역시 '개념=단어', '개념=내용'이라는 한계를 넘어 다양한 형태의 표현 방식을 취할 수 있을 것이다.

지금까지의 논의를 토대로 우리나라의 핵심 개념과 관련된 연구 과제를 제언하면 다음과 같다. 첫째, 교과별 핵심 개념의 의미 및 역할에 대한 연구가 진행될 필요가 있다. 교과별 내용은 다르며 교과의 내용상 차이와 특성을 반영하여 핵심 개념은 서로 다른 의미와 역할을 가질 수 있다. 총론에서는 교과별 핵심 개념의 의미와 역할 등에 대한 최소한의 지침을 제공하고 각론에서는 총론에서 지침을 참조하여 교과별 핵심 개념의 의미와 역할에 대해 구체적으로 연구하는 것이 필요하다.

둘째, 교과별 핵심 개념을 엄선하기 위한 연구가 진행될 필요가 있다. 핵심 개념들이 지나치게 많을 경우 가르치는 교사에게 부담으로 작용하며, 지나치게 적을 경우 학생들의 핵심 개념 습득 부족으로 이어질 수 있다. 그렇기 때문에 핵심 개념을 엄선하기 위한 논리와 근거를 마련하는 연구가 이뤄져야한다.

셋째, 국가교육과정 문서상 핵심 개념의 제시 방안에 대한 관심과 이에 따른 연구가 진행될 필요가 있다. 다른 나라의 핵심 개념 제시 방안들 중에서 과연 어떤 것이 우리나라의 교육과정에 적합한 것이며 교과별 핵심 개념을 활용하여 교육과정을 어떻게 구조화 할지에 대한 연구가 진행될 필요가 있다.

국문요약

본 연구에서는 과학과 교육과정의 핵심 개념을 국가별로 비교하여 우리나라의 핵심 개념 제시 방안을 탐색하였다. 최근 개정된 미국, 캐나다, 호주, 영국의 교과별 교육과정 문서를 살펴보면 Key ideas, Big ideas, Key concepts, Disciplinary core ideas, Fundamental concepts 등과 같은 용어를 새롭게 도입하면서 해당 개념의 의미, 역할 등을 상세히 기술하며 이를 다양한 방식으로 사용하여 과학교과의 내용을 구조화하고 있다. 본 연구에서는 분석 대상국의 핵심 개념을 다루는 용어의 의미와 위상, 역할을 용례를 통해 분석하여 이를 통해 우리나라의 핵심 개념 제시 방안을 검토해보았다. 비교 대상국의 과학과 핵심 개념의 의미를 비교해본 결과 4개국 모두 교과의 내용을 다루는 개념뿐 아니라 간학문적 통합 개념을 설정하여 사용하고 있었고, 분석 대상 국가 모두에서 해당 개념들이 상당한 위상을 가지고 교육과정 문서에 사용되는 것을 확인할 수 있었다. 분석 대상 국가인 미국, 캐나다, 호주, 영국에서 핵심개념은 그 내용과 의미가 유사한 경우에도 국가에 따라 역할로서 중시하는 면에는 차이가 있었으며, 과학과 교육과정을 구조화하는 방식은 다양하지만 이 구조화에서 핵심개념이 중요한 역할을 수행하는 공통점을 가지고 있었다. 핵심개념은 학문 및 학년을 연결하는 역할을 할 수도 있으며, 과학 지식 획득의 틀(framework)로 작용하기도 한다. 또한, 핵심 개념이 미국처럼 성취 기준을 제시하는 방식으로 구조화될 수도 있으며, 캐나다 온타리오의 경우와 같이 단원마다의 목표로 구조화될 수도 있다. 이를 통해 볼 때 우리 나라 또한 우리 과학교육의 맥락에 맞는 간학문적 통합 개념을 핵심 개념으로 지정하여 과학 교육과정에서 제시할 필요가 있을 것으로 생각된다. 또한, 핵심개념은 단순히 과학 교과의 지식 내용뿐 아니라 기능, 가치 등의 요소를 포함할 수 있으며, 표현 방식 또한 단어, 문장, 도식 등 다양한 방식으로 제시될 수 있을 것이다. 이를 위해 우리 교육 목표에 맞는 핵심 개념의 내용을 선정하고 적절한 방식으로 핵심 개념을 제시하는 방안을 채택하기 위한 논의가 필요하다.

주제어 : 과학과 교육과정, 핵심 개념, 미국 차세대 과학 기준, 캐나다 온타리오 교육과정, 호주 교육과정, 영국 교육과정

References

Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority(2015). The Australian Curriculum Science. Retrieved October 24, 2015, from http://www.australiancurriculum.edu.au/download/f10

Cho, C-K. (2006). A Continuous Concern of Citizenship Education in British Geography Education. Journal of the Korean Association of Regional Geographers, 12(3), 421-435.

Choi, J-H. (2008). A study on fixing and categorizing of curriculum terms for planning curriculum of literary education in secondary school(2) - curriculum terms in secondary school curriculum of literary education in USA and Canada. Journal of the Korean Society of Literary Education, 21, 199-294.

Choi, J., & Paik, S. (2013). A Comparative Analysis of Achievement Standards of the 2007 & 2009 Revised Elementary Science Curriculum with Next Generation Science Standards in US based on Bloom's Revised Taxonomy. Journal of the Korean Association for Science Education, 35(2), 277～288.

Department for Education(2014). The national curriculum in England Framework document. London: Department for education.

Given, L. M. (Ed.). (2008). The Sage encyclopedia of qualitative research methods. Sage Publications.

Kim, D.-H., & Kim, H.-N. (2012). International comparison of contents about particle concept in national science curricula. Journal of Korean Elementary Science Education, 31(2), 164-176.

Kim, S. & Choi, T. (2007). Research methodology in education. Seoul: Hakjisa.

Kim, J.-S., Park, S.-K., Choi, J., & Lee, H. (2013). International comparative studies on the sequence and integrity of elementary and secondary school curricula (Research report RRC 2013-3). Seoul: Korea Institute for Curriculum and Evaluation.

Kwak, Y., Son, J,. Kim, M-Y,. & Ku, J. (2014). Research on Ways to Improve Science Curriculum Focused on Key Competencies and Creative Fusion Education. Journal of the Korean Association for Science Education, 34(3), 321～330.

Lee, Y., Yoon, H., Song, J-Y., & Bang, D. (2014). Analysis of science educational contents of Singapore, Canada and US focused on the integrated concepts., Journal of the Korean Association for Science Education, 34(1), 21-32.

Lee, H., & Yeo, C,. (2015). International comparison study on the articulation of the science curriculum: Focus on the concept of photosynthesis., Journal of the Korean Association for Science Education, 35(5), 805-815.

Ministry of Education (MOE). (2014). Main points of the general guidelines for 2015 liberal art and natural science integrated curriculum. Ministry of Education. Retrived from http://ncic.re.kr/mobile.revise.board.view.do

Ministry of Education (MOE). (2015a). 2015 revised curriculum -Overview-. Seoul: Ministry of Education.

Ministry of Education (MOE). (2015b). 2015 revised curriculum -Science-. Seoul: Ministry of Education.

Marsh, C. (1992). Key Concept for Understanding Curriculum Development. Paris: UNESCO.

NGSS Lead States(2013). Next generation science standards for states, by states. Washington, D.C.: The National Academies Press.

Next Generation Science Standards. (2014, December 14). NGSS Executive Summary. Retrieved from http://www.nextgenscience.org/sites/ngss/files/Final%20Release%20NGSS%20Front%20Matter%20-%206.17.13%20Update_0.pdf

Ontario Ministry of Education(2007). The Ontario Curriculum Grade 1-8, Science and Technology. Retrieved November 6, 2015 from https://www.edu.gov.on.ca/eng/curriculum/elementary/scientec18currb.pdf

Ontario Ministry of Education(2008a). The Ontario Curriculum : Science Grades 9 and 10. Retrieved November 6, 2015 from http://www.edu.gov.on.ca/eng/curriculum/secondary/science910_2008.pdf

Ontario Ministry of Education(2008b). The Ontario Curriculum : Science Grades 11 and 12. Retrieved November 6, 2015 from http://www.edu.gov.on.ca/eng/curriculum/secondary/2009science11_

Paik, N.-J. (2014a). 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.

Paik, N-J. (2014b). Review of subject-specific competency based standards : focusing on social studies curriculum of Australia, Canada, Singapore. The Journal of Curriculum Studies, 32(4), 163-194.

Paik, N-J., Ohn, J-D. (2015). Examination of How General Competency is Reflected and Presented in the Australian National Curriculum. The Journal of Curriculum Studies, 33(2), 99-128.

So, K-H. (2015). Things intended and realized in the 2013 revision of the national curriculum in England: significance and limitation. The Journal of Curriculum Studies, 33(3), 199-220.

So, K-H., Jang, J-K., Lee, S-Y. (2011). Review on the Australian Curriculum: Process of the Development and Features. Korean Journal of Comparative Education, 21(2), 51-73.

Yun, E., & Park, Y. (2014). Relationship of using science terminology between science curriculum and middle school science textbooks in the 2009 national curriculum. Journal of the Korean Association for Science Education, 34(7), 667-675.