



핵심 개념으로 비교한 2015 개정 교육과정의 「통합과학」과 「융합과학」

이경건, 홍훈기*

서울대학교

A Comparison of 「Integrated Science」 and 「Converged Science」 of the 2015 Revised National Curriculum through Core Concepts**

Gyeong-Geon Lee, Hun-Gi Hong*

Seoul National University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 24 September 2017

Received in revised form

24 October 2017

8 November 2017

Accepted 12 December 2017

Keywords:

2015 revised national curriculum, core concept, big idea, integrated science, converged science

ABSTRACT

This research compares the subjects of 「Integrated Science」 and 「Converged Science」 in the 2015 Revised National Curriculum, through core concepts. The content priorities and levels of integration of each core concept were evaluated through an analytical framework, and visualized using two-dimensional visualization matrix of the content priorities and the levels of integration. The results show that 「Integrated Science」 had fewer core concepts, higher in priorities and slightly lower levels of integration than 「Converged Science」. This can be an evidence that 「Integrated Science」 is excellent in rigor and not so much inferior in relevance. And also, through visualization of analysis results, the characteristics of integrated subjects could easily be understood and compared.

1. 서론

2015 개정 교육과정은 그 개발 과정에서 ‘문·이과 통합형 교육과정’으로 지칭되거나 그 목표 중 하나가 ‘창의융합형 인재 양성’으로 생각될 만큼 통합을 중시하였으며(Ministry of Education, 2015a; Lee et al., 2014), 실제로 그 가장 큰 특징 중 하나로서 문·이과의 구분 없이 모든 고등학생들이 「통합과학」 및 「통합사회」를 이수하도록 하였다(Ministry of Education, 2015a). 이렇듯 교육과정에서 통합이 중요시되는 이유는 교과를 분절적인 형식으로부터 가르쳐서는 끊임없이 변화하는 현실 세계와 실생활에서 맞닥뜨리게 될 비구조화되고 정답이 없는 실제적인 문제들(authentic problems)을 해결하는데 한계가 있기 때문이다(So, 2017; Shin, & Cho, 2015; Brooks, 2017). 19세기 말부터 제기된 이러한 문제의식 하에서 통합적 교육과정 구성에 관한 관심이 이어져 왔으며(So, 2017: 290-299), 근래에는 학생의 역량과 기준(standards), 다중지능 이론 등과의 연관성 하에서 논의가 이루어지기도 한다(Drake, & Burns, 2004; Fogarty, & Stoehr, 2008). 과학 교과에서의 통합형 교육과정 관련 논의는 1980년대부터 확산된 과학 기술사회(STS)에서부터 비교적 최근에 제안된 과학관련 사회적 이슈(SSI) 등에까지(Kwon, & Ahn, 2012; So, 2017: 298; Cutcliffe, 1990; Tytler, 2012) 어느 정도 연속적으로 이루어져온 측면이 있으며, 특히 국내에서는 과학(Science), 기술(Technology), 공학(Engineering), 예술 또는 인문학(Arts), 수학(Mathematics)의 통합을 의미하는 STEAM 모형이 ‘융합교육’ 또는 ‘융합인재교육’과 동의어로 사용될 만큼 큰

관심을 얻어 왔다. 이에 따라 STEAM 모형의 이론적 배경(Kang, 2015)이나 개발·적용 사례 보고(Kwon, & Kwon, 2013) 및 교사들이 겪는 어려움 분석(Lee, & Shin, 2014) 등의 다양한 연구들이 이루어져 왔으나 STEAM 모형은 다섯 가지의 특정 교과만이 대상이 되며 그 중에서도 과학(S)이나 기술(T) 등 일부 과목이 중점이 된다는 점에서는 융합교육의 이상을 온전히 담지 못하는 한계를 갖는다고도 할 수 있다(Oh, 2015).

우리나라의 과학 교육과정의 경우, 제5차 교육과정에서부터 과학 I 및 과학II라는 과목에서 각각 생명과학과 지구과학 및 물리학과 화학을 함께 가르치게 되었으며 제6차 교육과정과 제7차 교육과정에서는 물리학, 화학, 생명과학, 지구과학을 모두 포함하는 이른바 공통 과학이 제안되었다. 하지만 이와 같은 과목들은 기존 교과의 틀을 유지한 분절적 형태라는 점에서 높은 수준의 통합을 이루고 있다고 보기 어려웠으며, 이와 달리 2009 개정 교육과정에서는 과학의 네 분야의 기계적 균등 배분을 탈피한 형태의 융합형 「과학」을 도입하였다. 2009 개정 교육과정의 융합형 「과학」에 대한 인식과 그 운영에 대한 선행 연구들에 따르면 융합형 「과학」은 기존 공통과학에 비하여 어느 정도 융합적인 것으로 인식되는 경우도 있었으나(Eoum, & Moon, 2014), 교과 내용이 너무 많고 어렵거나(Ha et al., 2012), 교과서 구성은 과학의 특정 영역에 편중되는 등 통합 방식에 문제가 있다거나(Yoon, Yoon, & Woo, 2011), 교사의 전공에 따른 분절적 교수로 인해 그 운영 실태가 본래의 취지에 맞지 않고 실증적인 효과가 없다는 등(Shin, & Choi, 2012; Eoum, & Moon, 2014; Yang, Kim, & Noh, 2015)의 지적을 받아왔다. 이에 2015 개정 교육과정의 「통합

* 교신저자 : 홍훈기 (hghong@snu.ac.kr)

** 「통합과학」과 「융합과학」에 대한 영문 표기는 선행 문헌마다 다르게 나타난다. 본 연구에서는 각각에 대하여 「Integrated Science」와 「Converged Science」를 사용하였다. <http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2017.37.6.981>

과학」은 기존의 융합형 「과학」이 가졌던 문제점을 보완함과 동시에 다양한 수준의 통합을 고려하며 개발되었다(Song *et al.*, 2014). 보다 구체적으로는 기존 과학과의 영역들을 통폐합하고, 각 영역을 다시 “핵심 개념들(Big Ideas)”로 구성하여 학생들이 “기본 개념의 통합적인 이해”를 갖도록 의도한 것이다(Ministry of Education, 2015b: 91). 여기서 2015 개정 교육과정의 경우 ‘단순 병렬적 통합이나, 활동이나 소재적 주제(topical theme)을 통합의 조직자로 삼는 것’이 지양되었음(Lee, On, & Paik, 2014: 74)에 유의해야 한다. 이는 피상적으로 ‘자연스러운 연결’을 언급하며 느슨한 토피카와 테마를 중심으로 이루어지는 교육과정 통합을 지양하는 입장들(Bernstein, 1971; Hargreaves *et al.*, 1996; Venville *et al.*, 2002)과 연관이 있는 것으로서, 「통합과학」이 기존의 융합형 「과학」과는 현저히 다른 모습을 갖춘 교과로서 기획되었음을 함의한다. 이러한 「통합과학」의 개발이 2015 개정 교육과정 전체의 주요 특징 중 하나로 인식되기도 하였으므로(Ministry of Education, 2015a), 「통합과학」을 기존의 융합형 「과학」과 비교하고 그 의도된 개선 방향이 적절히 실현되었는지를 살펴보는 일이 2015 개정 교육과정 전반에 있어서, 그리고 특히 과학 교육과정에 있어서 큰 의미를 지닌다고 할 수 있다.

본 연구에서는 2015 개정 교육과정의 내용 체계표에 새로 도입된 ‘핵심 개념’을 통해 「통합과학」과 융합형 「과학」의 성격을 다음과 같은 두 가지 측면에서 비교할 수 있다고 보았다. 먼저는 내용의 우선순위 측면이다. ‘핵심 개념’은 일종의 최소 학습 필수 요소이자 교과 내용이 왜 중요한지를 나타내는 일종의 내용 조직자이다(Lee, & Hong, 2017). ‘핵심 개념’의 본래 도입 취지는 본래 미국의 차세대 과학교육 표준(Next Generation Science Standards, NGSS)을 주로 참조한 ‘빅 아이디어(big ideas)’라는 의미였다. ‘빅 아이디어’는 학생들이 다른 세세한 사항들은 잊어버리더라도 반드시 기억해야만 하는, 학습의 최우선순위에 속하는 것이다(Lee, On, & Paik, 2014; Wiggins, & McTighe, 2005). 하지만 빅 아이디어 중심의 내용 체계 구성이 과학과 및 사회과에는 적합하여도 여타의 모든 과목들에 일괄적으로 적용하기는 어렵다는 비판들이 뒤따랐다(Jo, 2015; Lim, & Hong, 2015; Chung, 2016). 결과적으로 ‘핵심 개념’의 의미는 2015 개정 교육과정 전체적으로 볼 때 ‘빅 아이디어’ 뿐만 아니라 ‘교과 내 기초 개념’이나 ‘기타’ 등을 포함하도록 변화하였으며, 교과에 따라 그리고 개별 교과 내에서 달라질 수 있게 된 것이다(Lee, & Hong, 2017). 예컨대 「통합사회」 교과의 핵심 개념들 중 ‘인간, 사회, 환경과 행복’, ‘인권 보장과 헌법’ 등과 달리 ‘생활공간과 사회’, ‘시장경제와 금융’ 등은 빅 아이디어적인 성격이 떨어지는 것으로 볼 수 있다(Kim, 2015). 또한 국어과의 경우 내용학적 지식을 다루기보다는 실제 수행 능력 자체를 강조하여 ‘본질’, ‘수행’, ‘태도’ 등이 핵심 개념으로 선정되었다는 점에서(Seo, 2015) 기타 의미를 지닌다고 할 수 있을 것이다. 「통합과학」의 핵심 개념들도 본래 빅 아이디어로서 의도되었지만(Ministry of Education, 2015b: 91), 이들이 실제로 그러한가에 관한 연구는 그 필요성에도 불구하고(Lee, & Hong, 2017) 현재까지 거의 이루어지지 않은 것으로 보인다.

다음으로는 통합의 수준의 측면이다. ‘핵심 개념’의 의미를 관념적으로 파악하자면 상술한 바와 같은 빅 아이디어 중심의 이해가 필요하지만 2015 개정 교육과정에서 ‘핵심 개념’은 통합의 조직자로서도 여러 번 언급되기 때문이다. 예컨대, 「교과 교육과정 개발 방향 설정

연구」에서는 “교과의 ‘핵심 개념’을 중심으로 내용을 선정하되, 교과 간 유사 개념의 연결을 통한 교과 융합 수업 여건을 조성”할 것과 “교과 내 통합, 교과 간 연계의 구심점으로서 핵심 개념을 활용”할 것이 제안되었다(Lee *et al.*, 2014: 101). 그런가 하면 「2015 개정 교육과정 총론 해설서 (중·고등학교) 개발 연구」에서는 ‘핵심 개념’에 관하여 “통합적 사고는 학교 교육에서 교과 내 영역 간 교과 간 학습 내용의 연계성을 파악함으로써 가능”하며 “교과 교육과정은 각 교과가 갖는 고유한 개념을 중요하게 다루면서 동시에 교과 간 공통된 개념의 상호 관련성을 포함해야 한다”고 말하고 있다(KICE, 2015: 93-94). 여기서 ‘핵심 개념’에 의해 이루어지는 통합의 수준이 교과 내 수준과 교과 간 수준으로 다를 수 있음에 주목해야 한다. 핵심 개념들 각각이 빅 아이디어인지 여부를 판별하는 것도 중요하지만, 그것만으로는 각 핵심 개념들이 지향하는 통합의 수준이 어떠한지, 예컨대 교과 내 수준인지 혹은 교과 간 수준인지를 알기 어렵다. 그러므로 교과의 내용 체계표에 제시된 핵심 개념들 각각에 관하여 그것이 ‘빅 아이디어’인지의 여부와는 별도로 내용이 통합된 수준을 면밀히 살펴봐야 한다.

여기서 2015 개정 교육과정과 2009 개정 교육과정의 내용 체계표의 형태가 다르므로 「통합과학」과 융합형 「과학」 두 교과를 직접 비교하는 것은 어렵다는 문제가 제기될 수 있다. 하지만 2015 개정 교육과정은 기존 융합형 「과학」을 다소 수정한 「융합과학」을 포함하고 있다(Song *et al.*, 2014: 94). 이 수정은 내용 체계표의 형태상으로 해당 교과가 갖고 있던 대영역이 삭제되고 중영역과 소영역에 있던 항목들이 각각 ‘영역’과 ‘핵심 개념’으로 이동한 정도로서, 교과의 구조와 내용 요소는 변화하지 않고 그대로 유지되었다(Ministry of Education, Science and Technology, 2009: 73-74; Ministry of Education, 2015b: 245-247). 그러므로 2015 개정 교육과정의 「통합과학」과 「융합과학」을 그 내용 조직자인 핵심 개념들로 비교하는 일이 가능하며 이는 곧 「통합과학」과 기존의 융합형 「과학」을 비교한 것과 크게 다르지 않다.

이에 본 연구에서는 2015 개정 과학과 교육과정의 「통합과학」 및 「융합과학」의 내용 체계에서 핵심 개념들 각각의 성격은 어떠한지를 내용의 우선순위와 통합의 수준에서 규명함으로써, 2015 개정 과학과 교육과정을 이해하기 위한 시사점을 제공하고자 하였다.

II. 이론적 배경

1. ‘핵심 개념’

‘핵심 개념’은 그 명칭에서와 같이 학생들이 반드시 배워야 할 최소한의 필수 내용 요소이기도 하지만, 2015 개정 교육과정의 목표에 해당하는 ‘핵심 역량’을 기르기 위해 선정된 내용 요소이자(Lee, Beak, & Lee, 2017) 평가를 위한 성취 기준의 진술 근거에 해당한다(Lee, On, & Paik, 2014: 74). ‘핵심 개념’은 2015 개정 교육과정의 목표(핵심 역량), 수단(내용 요소), 결과(성취 기준) 모두를 관통하므로 결국 교과별 핵심 개념들을 이해하는 것이 중요하다(Lee, & Hong, 2017). 그러나 교육과정 개발 당시에는 ‘핵심 개념’ 중심의 교과 구성에 대하여 다양한 이견이 존재하였으며, 2015 개정 교육과정 개발 당시의 내용 체계표의 변화 양상(Figure 1)은 이를 고스란히 반영하고

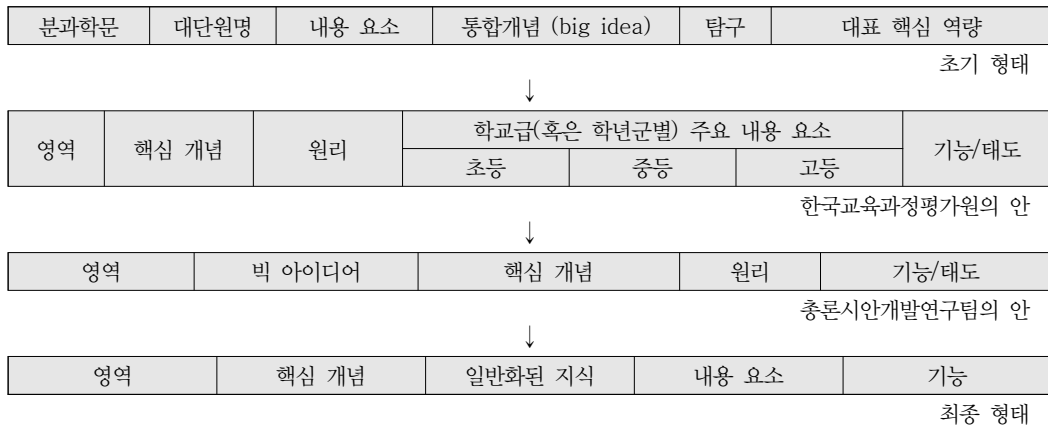


Figure 1. Change of the content system in the developmental process of 2015 Revised National Curriculum (Lee, & Hong, 2017)

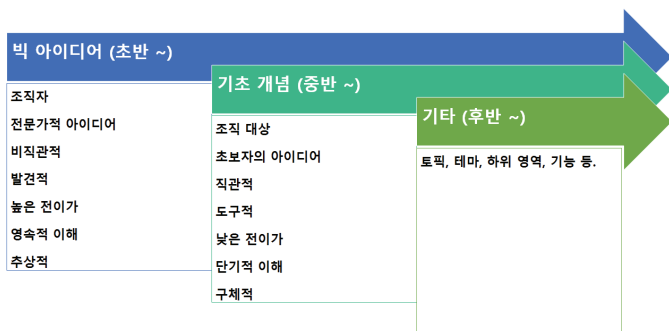


Figure 2. Meaning change of the term ‘Core Concepts’ in the developmental process of 2015 Revised National Curriculum (based on Lee, & Hong, 2017)

있다. 상술한 바와 같은 ‘핵심 개념’의 의미 변화(Figure 2)는 다양한 과목 내에서의 입장 차이에 기인하므로, 개별 교과에 따라 그리고 개별 교과 내에서도 그에 관한 다른 이해가 가능한 것이다(Lee, & Hong, 2017).

2. 빅 아이디어 (Big ideas)

가. 빅 아이디어의 정의

빅 아이디어는 Wiggins, & McTighe (2005)가 이론화한 바에 따라 “흠어진 사실들과 서술들에 의미와 연결을 부여하는 개념, 테마, 또는 이슈” 라고 할 수 있다. 빅 아이디어는 학생들이 학교에서 배운 내용 중 구체적인 것들은 잊어버리더라도 마음속에 남아 있어야 하는 핵심적인 아이디어로서 곧 ‘영속적 이해’에 해당하며, 브루너가 말하였던 ‘일반화’와 유사하게 이해할 수 있다(Lee, On, & Paik, 2014). 이는 핵심 질문들(essential questions)을 통해 얻어지며, 특정한 교과에 얽매이지 않고 교과 간 경계를 넘나들기도 하고(Bang *et al.*, 2013) 학습 내용을 선정하는 일종의 조직 원리(조직자)가 될 수도 있다. Wiggins, & McTighe (2005)는 그 예시로서 ‘(생물의) 적응’, ‘시스템에서 구조와 기능이 어떻게 연관되어 있는가’, ‘유용한 모델을 발견하여 문제 해결하기’, ‘정의(justice)를 정의(define)하기 위한 도전’, ‘작가 또는 화자로서 청자에게 초점을 맞출 필요성’ 등을 들었다. 빅 아이디어

중심의 교육과정 개발은 학습 경험 선정과 평가 계획의 순서가 기존의 Tyler 모형에 비하여 거꾸로이므로 역방향 교육과정 설계 (backward design) 방법으로도 불린다.

여기서 빅 아이디어가 교과 내 기초 개념과 다르다는 점에 유의해야 한다. 빅 아이디어는 교과에서 정의하고 사용하는 기초(기본) 개념이나 용어, 방법론이 아니라 많은 노력의 결과로서 얻어내야 하는 고차원적 이해에 해당한다(Wiggins, & McTighe, 2005: 67). 전문가가 초보자와 구별되는 이유는, 그의 지식이 빅 아이디어를 중심으로 조직화되어 있기 때문에 해당 영역에서의 사고와 문제 해결이 수월하다는 점에 있다(Bransford *et al.*, 2000: 36-42). 이러한 면에서 빅 아이디어 중심의 교육과정 편성이 많은 주목을 받게 되었으며, 근래 세계 각국의 교육과정 동향이 되고 있다(Lee, & Hong, 2017).

한편 이러한 빅 아이디어는 주로 명제형으로 진술되는 경우가 많다. 그러나 명제형과 병기된 경우에는 단어형의 진술이 불가능한 것은 아니다(Wiggins, & McTighe, 2005). 예컨대, 2015 개정 교육과정의 내용 체계표에서 ‘핵심 개념’과 ‘일반화된 지식’의 관계를 이와 같이 파악할 수 있다.

나. 빅 아이디어와 교육의 우선순위

Wiggins, & McTighe (2005)에 따르면 빅 아이디어는 다른 문제 상황으로의 전이 가능성(transferability)이 높기 때문에 가치 있는 것이며 학습에서 가장 우선순위에 있어야 한다(Figure 3). 여기서 세 개의 원 바깥은 수업에서 다루어질 가능성이 조금이라도 있는 온갖 것들이며 우선순위에서 최하위에 위치한다. 가장 바깥의 큰 원은 학생들이 듣고, 읽고, 조사하여 친숙해도 좋을만한 지엽적인 지식들을 의미한다.¹⁾ 가운데의 원은 연결적이고 전이력이 있는 중요한 지식, 기술, 개념들이다. 이는 다른 의미로, 가장 중요하고 복잡한 수행(빅 아이디어)을 하기 위한 사전 준비이다. 이때 학생들은 다양한 개념들을 단순히 아는 것이 아니라, 실제로 이해하고 그들 간의 차이를 이해하기 원하도록 자극받는다. 가장 안쪽의 원은 더욱 세밀한 결정을 요구한다. 여기서 단원이나 교과를 붙잡아줄 빅 아이디어를 선택하며, 교과의 심장부에 있는 전이 과제(transfer task)를 명시한다.

1) Wiggins, & McTighe (2005)가 본래 제안하였던 표현은 ‘worth being familiar with’ 이지만, 그 전반적인 맥락을 고려하면서 번역한다면 친숙하여서 나쁘지 않지만 모른다고 하여도 큰 문제가 없는 ‘지엽적인’ 것들을 의미한다고 보았다.

Table 1. Types of Curriculum Integration as continuum (Shin, 2014)

구분	인식론적 · 학문중심통합 <—————>						아동중심 · 경험중심 통합			
Ingram	구조적 통합	합산	기여	융합	종합	내적	외적	기능적 통합		
Jacobs	학문기초		학문병렬	다학문적		간학문적		통합		
Drake	다학문적 접근			간학문적 접근			탈학문적 접근			
Fogarty	단절형	연관형	동심원형	계열형	공유형	거미줄형	선형	통합형	몰입형	네트워크형

Wiggins, & McTighe (2005)는 통계학의 예시를 들며 이를 설명한다. 예컨대 블레이크 파스칼이라는 통계학자의 이름이나, 정규분포곡선의 역사 등은 일종의 ‘지엽적인 것’에 속한다. 반면 최빈값, 중간값, 평균 등 여러 대푯값들의 정의를 알고 이를 실제로 계산할 수 있게 되는 것은 ‘중요한 것’이다. ‘빅 아이디어’는 상황에 따라 어떤 대푯값을 사용해야 할지를 알고, 신뢰수준을 결정하며 합리적인 의사결정을 할 줄 아는 것이다. 이와 유사하게 과학에서의 이러한 구분을 생각해 볼 수도 있다. 화학의 경우 연금술사들에 의해 초기 형태의 화학이 정립되었다는 것은 ‘지엽적인 것’, s오비탈은 구형이고 p오비탈은 아령형이라는 단순한 사실이나 중화반응과 같은 용어의 정의 등은 ‘중요한 것’에 해당하며, 주기율표를 활용하여 임의의 원소의 성질을 예측하거나 르 샤틀리에의 원리에 따라 임의의 상황에서 화학 평형이 이동하는 방향을 예측하는 등 다양한 문제를 해결하는 것은 ‘빅 아이디어’에 해당한다.

이러한 3개의 원을 이용한 시각화는 학습 내용의 우선순위를 정하여 학생들을 가르치는데 도움을 준다. 이러한 방법은 교육과정을 분석하여 해당 교육과정이 중요하고 전이가가 높은 아이디어에 집중하는지, 그렇지 않으면 단순히 많은 정보를 다루고 있는지를 살펴보는 데 사용되기도 한다(Wiggins, & McTighe, 2005: 73)

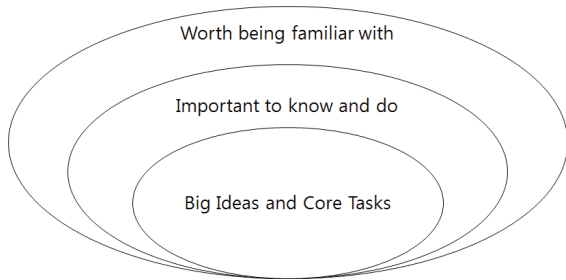


Figure 3. Priorities of Contents (Wiggins, & McTighe, 2005: 71)

3. 교육과정 통합의 유형

통합적 교육과정 구성은 새로운 아이디어가 아니며, 그에 관하여 논한 학자와 그 모형 또한 매우 다양하다. Ingram (1979)은 교육과정의 통합 유형을 구조적 유형과 기능적 유형으로 구분하고, 전자는 양적 형태와 질적 형태로, 후자는 내재적 범주와 외재적 범주로 나뉜다고 설명하였다. 그런가 하면 Jacobs (1989)는 교육과정의 통합을 연속적으로 이해할 것을 주장하며 통합의 수준에 따라 그 방법은 크게 6가지가 있다고 하였다. Drake, & Burns (2004)의 경우 통합의 유형에는 기존 교과와 틀을 유지하는 정도에 따라 다학문적 방법, 간학문적 방법, 탈학문적 방법이 있다고 하였으며, Fogarty, & Stoehr

(2008)의 경우 교과 내 통합, 교과 간 통합, 학습자간 통합의 분류 하에 10가지의 세부 통합 유형을 제안하였다. 다양한 학자들의 분류는 각각 차이점이 있지만, 대체로 인식론적 · 학문중심통합으로부터 학생중심 · 경험중심 통합으로의 연속선상에서 이해할 수 있다(Table 1)(Shin, 2014).

III. 연구 방법

1. 분석 대상

본 연구의 분석 대상은 2015 개정 과학과 교육과정 중 「통합과학」 및 「융합과학」의 내용 체계표에 제시된 핵심 개념들로 하였다. 상술하였듯이 ‘핵심 개념’은 2015 개정 교육과정에서 내용 조직자의 역할을 하며, 「통합과학」과 「융합과학」은 고등학교 1학을 대상으로 한(하였던) 교과라는 점에서 서로 대등한 비교의 대상이 된다.²⁾

여기서 핵심 개념들의 분석을 위해서는 내용 체계표를 비롯한 교육과정 문서를 종합적으로 고려할 필요가 뒤따른다. 예컨대 ‘일반화된 지식’은 “핵심 개념이라는 큰 그림 안에서 학생들이 이해해야 하는 원리나 일반화”로서 핵심 개념과 함께 이해되어야 한다(Ministry of Education, 2017). ‘핵심 개념’의 본래 도입 취지인 빅 아이디어라는 관점에서 볼 때, ‘핵심 개념’과 ‘일반화된 지식’은 사실상 같은 것을 각각 단어형과 명제형으로 표현한 것으로 이해할 수 있다(Lee, On, & Paik, 2014; Wiggins, & McTighe, 2005). 또한 ‘일반화된 지식’은 ‘내용 요소’로부터 도출된 것이므로, 결국 개별 핵심 개념들은 그에 대응하는 일반화된 지식 및 내용 요소들을 통해서 이해되어야 한다. 과학과의 핵심 개념들이 이를 포함하는 영역들과 그 관계의 혼동을 일으킨다는 점에서(Kim, & Na, 2017) 영역들 또한 고려할 필요가 있으며, 핵심 개념이 성취 기준의 진술 근거에 해당한다는 점에서(Lee, On, & Paik, 2014: 74) 내용 체계표 밖의 성취 기준 또한 염두에 두어야 한다. 이에 따라 본 연구에서는 「통합과학」 및 「융합과학」의 핵심 개념들을 분석 대상으로 삼되, 보다 정확한 분석을 위하여 내용 체계표 안에서는 이를 포함하는 영역 및 이에 대응하는 일반화된 지식과 내용 요소들을, 내용 체계표 밖에서는 그에 대응하는 성취 기준 등을 함께 고려하였다.

이 때 「통합과학」과 「융합과학」의 핵심 개념들 각각이 조직하고 있는 내용의 양, 이를테면 핵심 개념들의 크기가 비슷하여야 한다는 문제가 제기될 수 있다. 두 과목의 내용 체계표를 살펴보면(Ministry of Education, 2015b: 93-94; 245-247), 먼저 「통합과학」의 경우 총

2) 2009 개정 시기에서 융합형 「과학」은 고등학교 1학년의 필수 과목은 아니었지만, 일반적으로 해당 과목은 고등학교 1학년 때 학습할 과목으로 인식되었다(Shin, & Choi, 2012; Eoum, & Moon, 2014; Yang, Kim, & Noh, 2015).

9개의 핵심 개념들에 대응하는 일반화된 지식과 내용 요소가 총 14개와 39개로, 개별 핵심 개념마다 평균적으로 1.55개의 일반화된 지식과 4.33개의 내용 요소가 대응하고 있다. 한편 「융합과학」의 경우 총 21개의 핵심 개념들에 대응하는 일반화된 지식과 내용 요소가 총 21개와 91개로, 개별 핵심 개념마다 평균적으로 1.0개의 일반화된 지식과 4.33개의 내용 요소가 대응하고 있다. 결국, 핵심 개념들 각각이 포함하는 내용 요소의 수는 평균 4.33개로 동일하다. 또한 ‘공유결합’이나 ‘신재생에너지’, ‘열(에너지) 효율’ 등 두 교과에서 공통적으로 혹은 유사하게 나타나는 내용 요소들이 있으므로 두 교과의 내용 요소들의 층위도 유사한 것으로 보인다. 그러므로 두 교과의 핵심 개념들은 그 양적 크기의 측면에 있어서 어느 정도 균질하며, 이는 핵심 개념들의 속성에 대한 비교를 가능하게 하는 것으로 받아들일 수 있다.

2. 분석 틀

상술하였듯이, 본 연구에서는 개별 교과(특히 과학)의 핵심 개념들의 성격을 분석하기 위해서는 크게 두 가지 차원을 고려해야 한다고 보았다. 첫 번째는 교육의 우선순위 차원이다. 핵심 개념들 각각이 빅 아이디어인지 아닌지를 위주로 Wiggins, & McTighe (2005)가 설정하였던 교육의 우선순위에 의한 분류이다. 두 번째는 통합의 수준 차원이다. 핵심 개념이 빅 아이디어이며 교육의 우선순위에 해당하는 내용인지는 통합의 수준과는 별개의 이야기가 될 수 있다. 예컨대 빅 아이디어는 물리학, 화학, 생명과학, 지구과학을 통합하는 간학문적인 것일 수도 있고 이 중 하나와만 직접적으로 관련 있는 단일학문적인 것일 수도 있기 때문이다. 그러므로 과학과의 핵심 개념들이 어떤 형태의 통합을 이루고 있는지를 따로 살펴보는 일이 중요하다. 이에 본 연구에서는 각각을 서로 구별되는 차원으로 이해하면서 양방향으로 분석을 진행하고 이를 다시 종합하는, ‘우선순위-통합수준 2차원 시각화 매트릭스’를 분석틀로서 고안하였다.

가장 기본적으로 개별 핵심 개념들이 물리학, 화학, 생명과학, 지구과학 중 어느 교과와 직접적인 관련이 있는지를 판별한 이후에, 첫째로 교육의 우선순위에 대하여는 Wiggins, & McTighe (2005)가 제안한 증거속성에 따라 각 핵심 개념들이 ‘빅 아이디어(Big Ideas and Core Tasks)’, ‘중요한 것(Important to know and do)’, ‘지엽적인 것(Worth being familiar with)’ 중 어디에 해당하는지를 분류하였다 (Table 2). Wiggins, & McTighe (2005)에 따르면 이러한 분류는 교육

과정 분석을 수행하는데 사용될 수 있다(p. 73).

둘째로 통합의 수준에 관하여는 Forgarty (1991)와 Forgarty, & Stoehr (2008)가 제안한 교육과정 통합 유형을 다소 수정하여 분석틀로 삼았다(Table 3). 그 이유로서는 먼저 Forgarty의 교육과정 통합 유형이 다른 모델들에 비하여 보다 구체적이고 다양한 수준의 구분을 가능하게 하기 때문이다(Table 1). 특히 ‘핵심 개념’이라는 내용 조직자가 통해 교과 내 통합과 교과 간 통합을 모두 담당하는 2015 개정 교육과정의 특성 상, 역시 교과 내 통합과 교과 간 통합을 명시적으로 다루고 있는 Forgarty의 통합 유형의 특징점이 발휘될 수 있다. 다만 교육과정 문서를 분석하는 본 연구의 특성상 Forgarty의 10가지 통합 유형 중 ‘학습자 간 통합’의 2가지 유형은 제외하였다. 다음으로는, Forgarty의 통합 유형이 교육과정의 설계 뿐 아니라 분석 및 평가에도 활용될 수 있기 때문이다(Harden, 2000). 특히, Forgarty의 통합 유형은 사회와 과학 간의 통합과 같이 그 성격이 명백히 다른 교과들 간의 통합 뿐만 아니라, 자연과학의 하위 분야들 간의 통합을 논의하고 분석할 때에도 사용될 수 있다(Howard *et al.*, 2009; Åström, & Karlsson, 2007; Czerniak, Lumpe, & Haney, 1999).

양자를 결합한 ‘우선순위-통합수준 2차원 시각화 매트릭스’는 Figure 4와 같다. 우선순위를 종축으로, 통합수준을 횡축으로 한 본 매트릭스의 특징은 교육 내용의 우선순위를 살펴볼 뿐 아니라 통합의 수준과 유형까지를 시각적으로 파악할 수 있다는 점이다. 예컨대 만약 우리가 추구하는 교육과정이 가장 중요한 내용들만을 보다 통합된 형태로 가르칠 것을 목표로 한다면, 본 매트릭스의 우상향에 내용 조직자(본 연구의 경우 핵심 개념)들이 위치할수록 바람직하다고 할 수 있다. 반면 내용 조직자들이 좌상향에 위치한다면 내용의 우선순위가 중시되었지만 통합적 성격은 떨어지는 것이며, 우하향에 위치한다면 통합적 성격은 중시되었지만 내용의 우선순위는 다소 떨어지는 것이다.

이러한 시각화에 대하여 두 가지 정도의 문제가 제기될 수 있다. 첫째는 우선순위와 통합수준 각각을 위계적으로 보아 상위의 것과 하위의 것을 나눌 수 있느냐는 문제이다. 먼저, 교육의 우선순위는 그 명칭 자체에서 위계적 순서를 나타냄이 자명하다. 또한 통합의 수준에 있어서도 보다 통합적인 유형일수록 학생중심·경험중심인 것으로 파악할 수 있으며(Shin, 2014) Forgarty (1991)에 따르면 그의 통합 유형들은 일종의 ‘진화적 연속선(evolutionary continuum)’ 상에 있으므로 역시 위계적인 파악이 가능하다.

둘째는 빅 아이디어가 그 정의상 어느 정도는 연결적이고 통합적이

Table 2. Analysis framework for the content priorities (Wiggins, & McTighe, 2005)

우선순위 수준	증거 속성
빅 아이디어	<ul style="list-style-type: none"> - 단원이나 교과를 붙잡아주고(anchor), 교과의 심장부에 있는 전이 과제를 드러낸다. - 학생들이 다른 것들을 잊어버리더라도 반드시 기억해야 할 것이다. - 전이기가 높은, 전문가적 아이디어이다.
중요한 것	<ul style="list-style-type: none"> - 연결적이며 전이력이 있는 중요한 지식, 기술(skill), 개념들이다. - 단어를 단순히 정의하는 것과는 질적으로 다른, 실제 이해를 의미한다. - 학생들이 빅 아이디어를 배우고자 하는 흥미를 자극한다. - 성공적으로 빅 아이디어에 도달하기 위해 필요한 선행 지식과 기술이다.
지엽적인 것	<ul style="list-style-type: none"> - 비본질적인 용어들이다. - 듣고, 읽고, 보고, 연구하고, 접하여도 될 만한 것들이다. - 도입적 맥락에서 사용된다.

Table 3. Analysis framework for the level of integration (modified from Fogarty, 1991; Fogarty, & Stoehr, 2008)

유형		비유 - 속성	설명
교과 내	단절형 (Fragmented)	잠망경 - 한 방향, 한 시선; 단일 교과로 초점을 좁힌다.	학문 영역을 분절하는, 개별적이고 구별된 학문의 전통적 모델이다.
	연관형 (Connected)	오페라 안경 - 단일 교과의 세부 사항; 중요한 세부 요소들과 연결에 초점을 둔다.	교과 내 영역마다 교수 내용이 토픽 별, 개념 별, 학년 별로 연결되고 아이디어를 명시적으로 연관 짓는다.
	동심원형 (Nested)	3-D 안경 - 하나의 장면, 토픽, 단원에 대한 다차원적 접근이다.	교과 내 영역마다 교사가 사회적 기술, 사고 기술, 내용-특수적 기술 등의 다양한 기술을 목표로 할 수 있다.
교과 간	계열형 (Sequenced)	안경 - 폭넓은 연관된 개념들로 틀 지워진 다양한 내용들이다.	서로 분리된 과목의 특성을 유지하지만, 서로 유사한 토픽들이 동시에 가르쳐지도록 한다.
	공유형 (Shared)	쌍안경 - 겹치는 개념들과 기능들을 공유하는 교과들이다.	겹치는 개념이나 아이디어들이 조직자로서 창발하는 교과에서 공유된 계획과 교수가 일어나는 것이다.
	거미줄형 (Webbed)	망원경 - 전반적인 내용들을, 다양한 요소들에 거미줄친 하나의 테마로 넓게 보는 것이다.	풍성한 테마는 교육과정 내용과 교과들에 거미줄을 치고 있다; 교과에서 테마를 통해 적절한 개념, 토픽, 아이디어를 걸러낼 수 있다.
	실로 펜 형 (Threaded)	돋보기 - 메타교과적인 접근으로 모든 내용을 확대하는 아이디어이다.	사고 기술, 사회적 기술, 다중 지능, 공학, 학습 기술 등을 다양한 교과에서 실로 꿰어낸다.
	통합형 (Integrated)	만화경 - 각 교과의 기본 요소들로부터 새로운 패턴과 디자인을 찾는다.	교과들을 매칭시켜 실제적(authentic) 통합 모델에서의 팀티칭과 함께 겹치는 토픽, 개념들을 찾아낸다.

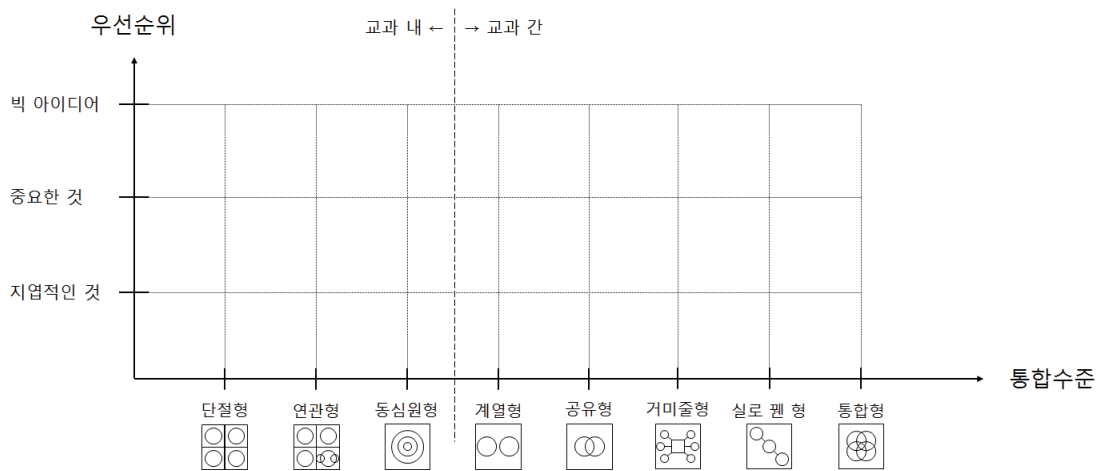


Figure 4. 2-dimensional visualization matrix of the content priorities and the level of integration

라는 점에서 우선순위와 통합수준이 과연 별개의 차원인가 하는 문제이다. 하지만 Fogarty, & Stoehr (2008)는 거의 대부분의 교과 내/간 통합 유형에서 빅 아이디어를 언급하고 있다. 이는 빅 아이디어가 도출되는 통합 유형이 결코 정해져 있지 않다는 것을 의미한다. 다만 Fogarty, & Stoehr (2008)는 단절형(Fragmented)과 계열형(Sequenced), 그리고 동심원형(Nested)의 경우에 빅 아이디어를 언급하지 않고 있다. 이는 단절형(Fragmented)과 계열형(Sequenced)의 경우 각각 교과 내, 교과 간 통합이 가장 덜 이루어진 모형이라는 점에서, 본질상 어느 정도는 연결적이어야 하는 빅 아이디어의 최소 요건을 만족하지 못했기 때문으로 이해할 수 있다. 동심원형(Nested)의 경우에는, 단일학문적 빅 아이디어를 드러낼 수 있는 연관형(Connected)보다 진화된 통합 유형에 해당하므로 역시 빅 아이디어를 가르치는데 사용될 수 있다고 생각된다. 그러므로, 핵심 개념의 통합수준이 단절

형(Fragmented)과 계열형(Sequenced)인 경우에는 그 우선순위가 빅 아이디어가 될 수 없다는 점을 제외하면, 본 연구에서 제안한 분석틀에서 우선순위와 통합수준은 거의 독립적이며 2차원 시각화도 충분한 의미가 있다.

3. 연구 절차

본 연구는 2015 개정 과학과 교육과정의 핵심 개념들이 교육의 맥락에서 갖는 우선순위와 그 통합수준을 판별하기 위한 것이므로 물리학, 화학, 생명과학, 지구과학 교육의 경력이 있는 교육자들의 의견을 반영하는 작업이 필요하다고 판단하였다.

이에 일차적으로 화학교육을 전공한 연구자 1인이 교육의 우선순위 분석틀과 통합의 수준 분석틀 각각에 근거하여 2015 개정 교육과

Table 4. Consultation Participants

참여자	성별	연령	전공	직위	경력 (년)
A	남	30대	물리교육	교사	3
B	남	50대	화학교육	교수	26
C	여	30대	생물교육	교사	8
D	여	30대	지구과학교육	교사	6

정의 「통합과학」 및 「융합과학」의 핵심 개념들에 관한 분석을 실시하였다. 이후 중등학교 현장에서 교사로 가르친 경험이 있는 물리교육 전공자 1인, 화학교육 전공자 1인, 생물교육 전공자 1인, 지구과학교육 전공자 1인 등 총 4인을 각각 면대면으로 인터뷰하면서 본 연구의 배경 이론과 맥락 등을 설명하고, 관련 자료를 제공하며 현장 교육자의 시각에서 분석을 수행해줄 것을 요청하였다(Table 4). 면담 참여자들은 모두 대학원 석사과정 이상의 학력을 소지하였으며, 고등학교에서 2009 개정 교육과정의 융합형 「과학」을 가르치거나 해당 교과서의 집필에 참여하는 등 통합형 과학 교과에 대한 이해를 갖추고 있었다. 면담 및 전자우편을 통해 참여자들의 분석 및 기타 견해를 수합한 이후, 의견이 일치하지 않는 부분에 대해서는 추가적으로 전자우편을 교환하거나 핵심 개념들마다 그와 관련된 각 영역 전공자의 의견을 우선적으로 반영하되 그 중에서도 다수의 견해를 따르는 과정을 거쳤다.

예컨대, 「융합과학」의 핵심 개념 중 ‘태양계의 역학’은 물리학 및 지구과학과 연관이 있는 것으로 생각되는 가운데 우선순위 수준을

생물교육 전공자 1인이 ‘중요한 것’에 해당하는 것으로 분류하였더라도, 해당 핵심 개념과 보다 직접 연관이 있는 물리교육 및 지구과학교육 전공자 각 1인의 일치된 의견에 따라 이를 ‘빅 아이디어’에 해당하는 것으로 분류하였다. 「통합과학」의 핵심 개념 중 ‘생태계와 환경’은 물리학, 생명과학, 지구과학과 연관이 있는 것으로 생각되는 가운데 우선순위 수준을 물리교육 전공자 1인이 ‘중요한 것’으로 판단하기도 하였지만, 그와 관련된 생물교육 및 지구과학교육 전공자 각 1인이 이를 ‘빅 아이디어’에 해당하는 것으로 보았으므로 최종적으로는 다수 의견을 따라 ‘빅 아이디어’에 해당한다고 보았다. 그런가 하면 「통합과학」의 핵심 개념 중 ‘자연의 구성 물질’은 물리학, 화학, 생명과학, 지구과학 모두와 연관이 있는 것으로 생각되는 가운데 생물교육 전공자 1인이 그 통합 유형을 ‘교과 간 통합형’으로 분류하기도 하였지만, 물리교육, 화학교육, 지구과학교육 전공자 각 1인이 이를 ‘교과 간 거미줄형’으로 보았으므로 역시 이를 따랐다. 각각의 핵심 개념들에 대하여 이와 유사한 과정들을 거친 이후, 마지막으로 연구자 1인이 다시 한 번 분석 결과를 정리하였다.

IV. 연구 결과

1. 「통합과학」의 핵심 개념

「통합과학」의 내용 체계표는 총 9개의 핵심 개념들이 4개의 영역에 걸쳐 분포하고 있는 형태이다. 「통합과학」의 핵심 개념들을 우선

Table 5. Analysis Result of 「Integrated Science」

영역	핵심 개념	우선순위	통합				비고	
			물	화	생	지		
물질과 규칙성	물질의 규칙성과 결합	빅 아이디어		√		√	교과 간 공유형	
	자연의 구성 물질	빅 아이디어	√	√	√	√	교과 간 거미줄형	
시스템과 상호작용	역학적 시스템	중요한 것	√				교과 내 연관형	
	지구 시스템	빅 아이디어				√	교과 간 공유형	영역을 빅 아이디어로 볼 수도 있음
	생명 시스템	빅 아이디어			√		교과 내 연관형	
변화와 다양성	화학 변화	중요한 것		√	√	√	교과 간 거미줄형	영역을 빅 아이디어로 볼 수도 있음
	생물다양성과 유지	빅 아이디어			√	√	교과 간 공유형	
환경과 에너지	생태계와 환경	빅 아이디어	√		√	√	교과 간 실로 켄 형	
	발전과 신재생 에너지	중요한 것	√				교과 내 동심원형	

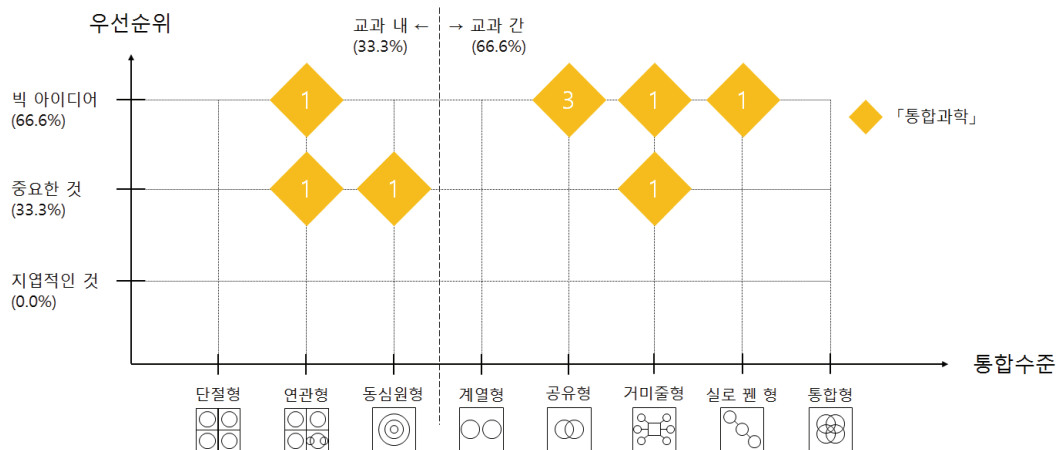


Figure 5. 2-dimensional visualization of 「Integrated Science」

순위와 통합수준 차원에서 분석한 결과는 Table 5와 같으며, 이를 우선순위-통합수준 매트릭스로 시각화한 결과는 Figure 5와 같다. Figure 5에서 사각형 내의 숫자는 해당 조합에 해당하는 핵심 개념의 개수를 의미한다.

예컨대, 「통합과학」(Ministry of Education, 2015b: 91-112)의 핵심 개념들 중 ‘물질의 규칙성과 결합’은 “원자에서 방출되는 전자기파를 활용하여 자연 현상에 대한 다양한 정보를 수집”한다거나 “원소의 주기율 등을 통해 자연의 규칙성을 확인”하는 등의 일반화된 지식과 대응하는 것이므로 우선순위 차원에서는 다양한 문제 상황에 적용될 수 있는 전문가적 ‘빅 아이디어’에 해당한다. 그런가 하면 내용 요소들이 화학 및 지구과학과 직접적인 관련이 있는 상황에서 전자기파를 활용한 정보 수집 등 서로 겹치는 개념들과 기능들을 공유하므로 ‘교과 간 공유형’의 통합에 해당한다. 핵심 개념들 중 ‘생태계와 환경’은 ‘생태계 평형’, ‘지구 온난화와 지구 환경 변화’, ‘에너지 전환과 보존’ 등의 내용 요소를 포함한다는 점에서 교과의 심장부에 위치하는 ‘빅 아이디어’에 해당한다. 또한 생명과학, 지구과학, 물리학 교과가 통합되어 “지속 가능한 과학기술 개발에 대한 흥미와 의사 결정 능력을 기르”도록 하는 메타교과적이고 사회적인 측면이 타 핵심 개념들에 비해 두드러지므로 ‘교과 간 실로 썬 형’의 통합에 해당한다고 할 수 있다. 그런가 하면 핵심 개념들 중 ‘역학적 시스템’은 “지구 시스템은 역학적 상호 작용에 의해 유지된다”는 일반화된 지식에 대응하지만, 내용 요소가 ‘중력’, ‘자유 낙하’, ‘운동량’, ‘충격량’ 뿐으로서 실제적으로는 물리학 교과와만 직접적인 연관이 있는 ‘교과 내 연관형’의 통합 수준으로 볼 수 있고, 우선순위는 용어의 정의와 이해에 준하는 ‘중요한 것’에 해당한다.

「통합과학」을 전반적으로 살펴볼 때, 핵심 개념들이 교육적 맥락에서 차지하는 우선순위는 ‘빅 아이디어’에 해당하는 것이 6개(66.6%), ‘중요한 것’에 해당하는 것이 3개(33.3%)로 나타났으며 ‘지엽적인 것’은 없는 것으로 나타났다. 한편 핵심 개념들의 통합 유형을 살펴보면 교과 내 통합이 3개(33.3%), 교과 간 통합이 6개(66.6%)로 나타났다. 가장 많은 조합은 ‘빅 아이디어 - 교과 간 공유형’으로 3개(33%)의 핵심 개념들이 여기에 해당하였다. 나머지 조합은 각 1개씩의 핵심 개념들이 해당하였다. 이에 따라, 「통합과학」의 경우 대체로 빅 아이디어에 해당하는 중요한 내용들을 위주로 구성되었고 교과 간 통합 또한 어느 정도 잘 이루어진 교과임을 알 수 있었다. 또한 과학 교과의 경우의 핵심 개념들은 대체로 빅 아이디어나 교과 내 기초 개념을 중심으로 이해할 수 있을 것이라는 선행 연구의 주장(Lee, & Hong, 2017)을 실증적으로 확인할 수 있었다.

한편으로는 ‘시스템과 상호작용’ 영역이나 ‘변화와 다양성’ 영역의 경우, 핵심 개념보다는 오히려 영역이 빅 아이디어에 가까울 수도 있는 것으로 생각되기도 하였다. 특히 전자의 경우 Bang *et al.*(2013)이 제안한 간학문적 빅 아이디어 ‘상호작용’과 그 내용 및 구조가 매우 유사한 측면이 있다. 이는 ‘영역’과 ‘핵심 개념’ 등의 관계가 모호하여 내용 체계표를 이해하기 어려울 수 있다는 선행 연구(Kim, & Na, 2017)를 뒷받침한다.

2. 「융합과학」의 핵심 개념

「융합과학」의 내용 체계표는 총 21개의 핵심 개념들이 6개의 영역에 걸쳐 분포하고 있는 형태이다. 「융합과학」의 핵심 개념들을 우선

Table 6. Analysis Result of 「Converged Science」

영역	핵심 개념	우선순위	통합				수준	비고
			물	화	생	지		
우주의 기원과 진화	우주의 기원	중요한 것	✓			✓	교과 간 공유형	
	빅뱅과 기본 입자	빅 아이디어	✓			✓	교과 간 공유형	
	원자의 형성	중요한 것	✓			✓	교과 간 공유형	
태양계와 지구	별과 은하	중요한 것	✓	✓		✓	교과 간 계열형	
	태양계의 형성	중요한 것				✓	교과 내 연관형	
	태양계의 역학	빅 아이디어	✓			✓	교과 간 공유형	
	행성의 대기	중요한 것		✓		✓	교과 간 계열형	
생명의 진화	지구	빅 아이디어				✓	교과 내 연관형	
	생명의 탄생	중요한 것		✓	✓	✓	교과 간 거미줄형	영역을 빅 아이디어로 볼 수도 있음
	생명의 진화	빅 아이디어			✓	✓	교과 간 거미줄형	
생명의 연속성	빅 아이디어			✓		교과 내 연관형		
정보 통신과 신소재	정보의 발생과 처리	지엽적인 것	✓				교과 내 연관형	
	정보의 저장과 활용	지엽적인 것	✓		✓		교과 간 거미줄형	전통적인 과학 분과학문과 연관성이 적음
	반도체와 신소재	중요한 것	✓	✓			교과 간 계열형	
광물 자원	지엽적인 것				✓	교과 내 동심원형		
인류의 건강과 과학기술	식량 자원	중요한 것			✓		교과 내 동심원형	전통적인 과학 분과학문과 연관성이 적음
	과학적 건강관리	중요한 것		✓	✓		교과 간 실로 썬형	
	첨단 과학과 질병치료	지엽적인 것	✓		✓		교과 간 거미줄형	
에너지와 환경	에너지와 문명	빅 아이디어	✓	✓		✓	교과 간 거미줄형	영역을 빅 아이디어로 볼 수도 있음
	탄소 순환과 기후 변화	빅 아이디어		✓	✓	✓	교과 간 거미줄형	
	에너지 문제와 미래	중요한 것	✓			✓	교과 간 거미줄형	

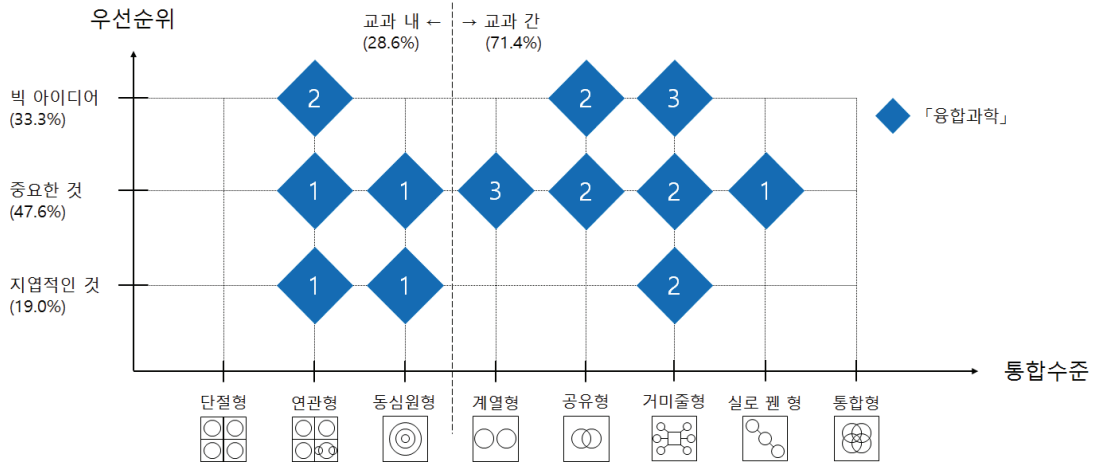


Figure 6. 2-dimensional visualization of 「Converged Science」

순위와 통합수준 차원에서 분석한 결과는 Table 6과 같으며, 이를 우선순위-통합수준 매트릭스로 시각화한 결과는 Figure 6과 같다. Figure 6에서 사각형 내의 숫자는 해당 조합에 해당하는 핵심 개념의 개수를 의미한다.

예컨대, 「융합과학」(Ministry of Education, 2015b: 243-253)의 핵심 개념들 중 「생명의 진화」는 “지질 시대를 통해 생물은 진화해 왔다”는 일반화된 지식에 대응하므로 가장 높은 우선순위인 ‘빅 아이디어’에 해당한다. 그런가 하면 이러한 하나의 테마를 중심으로 ‘광합성과 대기의 산소’, ‘화석’, ‘지질 시대’, ‘원핵 세포’, ‘진핵 세포’, ‘생물 다양성’ 등 지구과학 및 생명과학과 관련된 내용 요소들을 살펴보게 하므로 ‘교과 간 거미줄형’의 통합 수준에 해당한다. 핵심 개념들 중 ‘반도체와 신소재’는 내용 요소로 ‘반도체 특성’, ‘반도체 소자’, ‘고분재 소재’를 가지므로 물리학과 화학과 직접적인 연관이 있으나, 이로부터 도출된 일반화된 지식이 “반도체와 신소재의 물리적 원리를 이해하고 활용”하는 것임에 비추어 볼 때 ‘생명의 진화’에 비견될 만한 ‘빅 아이디어’라고 하기는 어렵고 용어와 정의와 이해에 준하는 ‘중요한 것’의 우선순위에 해당한다. 또한 고등학교 수준에서 반도체와 고분자 사이에 겹치는 개념이 있다기보다는 기능성 물질이라는 서로 유사한 주제를 함께 다루는 형태이기에, ‘교과 간 계열형’의 통합 수준을 보여준다고 할 수 있다. 핵심 개념들 중 ‘첨단 영상 진단’, ‘암의 발생과 진단’ 등의 내용 요소가 물리학과 생명과학과 직접적인 관련이 있지만 교과에서 중요시해야 할 개념이나 기능을 다룬다고 보기 어렵기에 우선순위에서는 ‘지엽적인 것’에 해당하며, 하나의 테마를 중심으로 관련된 내용 요소를 다루는 ‘교과 간 거미줄형’에 해당한다.

「융합과학」을 전반적으로 살펴볼 때, 핵심 개념들이 교육적 맥락에서 차지하는 우선순위는 ‘빅 아이디어’에 해당하는 것이 7개(33.3%), ‘중요한 것’에 해당하는 것이 10개(47.6%)로 나타났으며 ‘지엽적인 것’에 해당하는 것도 4개(19.0%) 존재하는 것으로 나타났다. 한편 핵심 개념들의 통합 유형을 살펴보면 교과 내 통합이 6개(28.6%), 교과 간 통합이 15개(71.4%)로 나타났다. 가장 많은 조합은 ‘빅 아이디어 - 교과 간 거미줄형’ 및 ‘중요한 것 - 교과 간 계열형’으로 각각 3개씩(14.3%)의 핵심 개념들이 여기에 해당하였고, 나머지 조합들에는 각 1~2개씩의 핵심 개념들이 해당하였다. 특히, 교과 간 통합이 이루어진 15개 핵심 개념 중에서 약 절반에 해당하는 7개(46.7%)가 거미줄

형(Webbed)라는 점에 주목할 만하다. 이는 「융합과학」이 소재적 주제, 또는 이야기를 구성하는 테마 중심으로 구성된 교과라는 점을 다시 한 번 확인시켜준다(Table 3). 이에 따라, 「융합과학」의 경우 대체로 ‘중요한 것’에 해당하는 것들을 위주로 구성되었던 내용의 우선순위와 통합 유형이 상당히 분산되어 있음을 알 수 있다.

그런가 하면 「융합과학」에서도 ‘생명의 진화’ 및 ‘에너지와 환경’ 등의 영역이 빅 아이디어에 가까운 것으로 생각된 경우가 있었으므로 내용 체계표 항목 간의 관계가 여전히 모호하였다. 한편 ‘정보통신과 신소재’ 및 ‘인류의 건강과 과학기술’ 영역들의 경우 기존 과학 교과 관점에서 보았을 때에는 ‘지엽적인 것’에 해당하는 핵심 개념을 포함했으나, 만약 이를 공학의 관점에서 볼 때에는 그 중요도를 달리 평가해볼 수 있을 것으로 생각되기도 하였다. 곧, 「융합과학」의 경우 과학 교과의 전통적인 경계를 넘어서는 측면이 일부 있는 것이다.

3. 「통합과학」과 「융합과학」의 비교

위에서와 같이 이루어진 「통합과학」과 「융합과학」의 핵심 개념들의 분석 결과를 종합적으로 시각화하여 나타내면 Figure 7과 같다. Figure 7에서 사각형[삼각형] 내의 숫자는 해당 조합에 해당하는 핵심 개념의 개수를 의미한다.

이러한 시각화를 통하여 다음과 같은 점들을 쉽게 파악할 수 있다. 첫째로, 「통합과학」의 핵심 개념 수(9개)가 「융합과학」(21개)에 비하여 상당히 적다는 점이다. 둘째로, 「통합과학」의 핵심 개념들은 매트릭스상 어느 정도 위쪽에 분포하는 반면에 「융합과학」의 경우에는 아래쪽에도 적지 않은 핵심 개념이 분포한다는 점이다. 이는 「통합과학」의 경우 빅 아이디어(66.6%) 위주의 중요한 내용을 가르치지만, 「융합과학」은 빅 아이디어는 적고(33.3%) ‘지엽적인 것들’을 포함하는 등(19%) 상대적으로 중요하지 않은 내용들을 포함하고 있음을 의미한다. 셋째로, 교과 간 통합의 비율은 「통합과학」(66%)에 비해 「융합과학」(71.4%)에서 조금 더 큰 편으로 나타난다. 하지만 「통합과학」에는 존재하지 않는 형태인 ‘계열형(Sequenced)’ 통합이 「융합과학」에서 3회나 발견된다는 점은, 그 통합이 초보적이거나 무리한 형태에서 이루어진 측면이 있음을 보여준다.

이는 교육과정의 ‘엄격성(rigor)’과 ‘적절성(relevance)’의 관점에서 「통합과학」 및 「융합과학」을 비교할 수 있게 해준다. 먼저 「통합과학

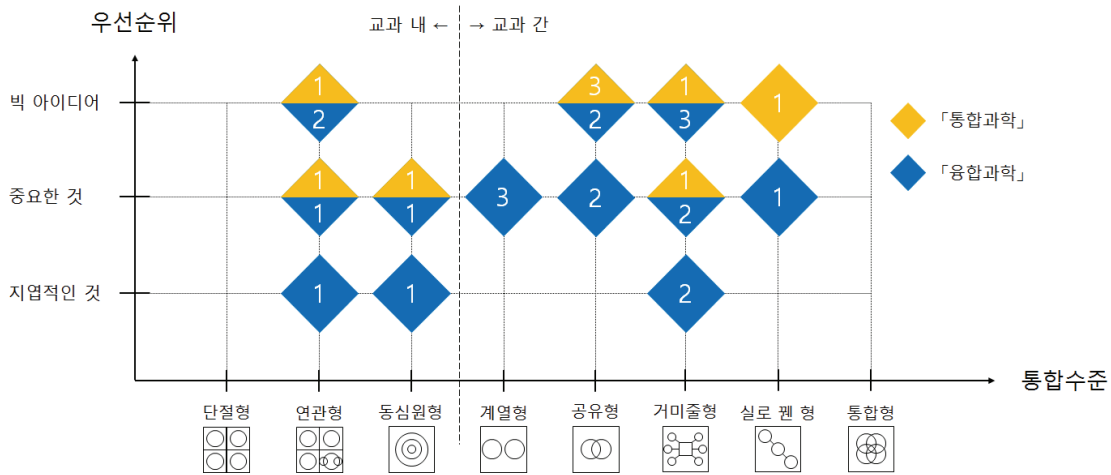


Figure 7. Comparison between 'Integrated Science' and 'Converged Science'

학의 핵심 개념들은 「융합과학」에 비하여 그 수가 적으면서도 주로 빅 아이디어에 해당하는 것들이 많았으므로, 교육 내용의 양을 줄이 되 질은 높인다는 엄격성의 원리에서 상당히 앞서나가는 것이다. 여기서 적절성의 측면을 논하기는 쉽지 않지만, 보다 통합적인 것이 실생활 관련 적절성이 높을 것이라고(Drake, & Burns, 2004) 조심스럽게 가정한다면, 「융합과학」과 달리 ‘계열형’의 단순한 통합을 배제 하는 「통합과학」이 상대적으로 적절성이 낫다고 볼 이유가 없다. 또한 「융합과학」에서는 ‘거미줄형(Webbed)’ 통합유형이 상대적으로 많지만 「통합과학」은 그렇지 않다는 점에서, “활동이나 소재적 주제 (topical theme)를 통합의 조직자로 삼는 것을 지양”하려는 교육과정 개발 방향이(Lee, On, & Paik, 2014) 잘 달성되었다고도 볼 수 있다.

이는 곧 2015 개정 교육과정의 「통합과학」과 2009 개정 교육과정의 융합형 「과학」간의 관계에도 그대로 적용된다고 보아도 무방할 것이다. 곧, 2015 개정 교육과정의 「통합과학」은 2009 개정 교육과정의 융합형 「과학」에 비하여 적어도 그 내용의 우선순위 측면에서 상당히 개선되었으며 그 통합적 성격도 크게 감소하지 않았다.

V. 결론 및 논의

본 연구에서는 핵심 개념을 중심으로 2015 개정 교육과정의 「통합과학」 및 「융합과학」을 분석·비교하였다. 이 때 분석 틀로서는 교육적 맥락에서의 우선순위와 그 통합의 수준을 각각 살펴보았으며 이를 시각화할 수 있는 우선순위-통합수준 2차원 매트릭스를 제안하였다. 분석 결과 「통합과학」은 「융합과학」에 비하여 상대적으로 핵심 개념의 수는 줄어들었고, 우선순위 측면에서는 빅 아이디어의 비율이 증가하였으며, 교과 간 통합의 비율이 다소 감소하였으나 낮은 수준의 통합을 지양하고 있었다. 이는 2015 개정 교육과정의 「통합과학」이 2009 개정 교육과정의 융합형 「과학」에 비하여 양은 줄이고 질은 높인다는 엄격성(rigor)의 원리에 있어서 우수하며, 한편으로는 적절성(relevance) 또한 낮지 않다는 증거가 될 수 있다. 또한 이를 시각화함으로써 교과별 내용 조직자(단위)들의 특성 분포를 비교할 수 있는 가능성을 제시하였다.

다만 본 연구는 그 분석 대상과 분석 틀에 있어서 일말의 한계성을 지니기도 하므로, 이와 관련하여 추후 연구 과제 및 논의사항들을 짚어보고자 한다. 첫째, 본 연구는 선행 문헌에 따라 교육과정 문서가

핵심 개념을 중심으로 충분한 통일성(coherence)을 지닌 텍스트라는 가정 하에 핵심 개념, 일반화된 지식, 내용 요소, 성취 기준들을 종합적으로 고려하였지만 교육과정 문서가 실제로 그러한지에 관하여 추가적인 고찰이 이루어질 필요가 있다. 예컨대 Lee, & Jeung (2017)은 실과 교과의 사례를 들며 일반화된 지식이 핵심 개념이나 내용 요소들과 연관성이 부족할 수 있다는 점을 지적하였던 바 있으며, 이러한 문제의식은 과학 교과에 있어서도 예외가 될 수 없다. 특히, 내용 체계 표 안에 있지는 않지만 평가에 관한 보다 구체적인 지침을 제공하고 있는 성취 기준들이 그에 대응하는 개별 핵심 개념들 안에서 얼마나 응집성(cohesion)을 갖추고 있는지, 또한 그 대응 관계는 타당한지에 관한 연구가 요구된다.

둘째, 본 연구는 국가 교육과정 문서만을 분석하여 「통합과학」의 우수성을 주장하였지만, 교과가 학교 현장에서 어떻게 정착되어 가는지에 관한 다양하고 면밀한 조사가 반드시 뒤따라야만 한다. 일선 교사들은 교과서에 크게 의존하는 경향이 있으므로 「통합과학」을 비롯한 과학 교과의 핵심 개념들의 성격이 교과서에서는 어떻게 나타나 는지를 살펴볼 필요가 있다. 또한 기존 융합형 「과학」이 초래하였던 교수학습상의 어려움이 「통합과학」에서 재현되지는 않는지 그 운영 실태 및 교사와 학생들의 인식을 조사할 필요가 있다. 가능하다면 「통합과학」이 갖는 교수효과를 조사하여 기존의 융합형 「과학」의 효과(Yang, Kim, & Noh, 2015)와는 다른 점이 나타나는지도 연구해야 한다. 이 때, 2015 개정 교육과정에서 「통합과학」과 함께 필수 교과로 지정된 「과학탐구실험」의 효과를 별개로 측정할 수 있다면 더욱 좋을 것이다.

셋째, 본 연구는 핵심 개념들의 성격을 교육의 우선순위와 통합의 유형이라는 두 차원에서 분석하였지만, 각각에 대하여 사용한 분류 방법에 관하여 다소 이견들이 제기될 수 있다. 예컨대, 통합의 유형을 파악하기 위해서는 Forgarty의 분류틀 이외에도 다양한 방법들이 사용될 수 있으며 그 경우 교과에 대한 이해가 다소 달라질 수도 있으므로 이러한 측면에서는 본 연구가 담아내지 못했다 분명히 있을 것이다. 또한 해당 분석틀에 근거한 세부적인 분석 결과에 대하여도 근거 있는 이견이 제기될 수 있다. 개별 핵심 개념들의 우선순위 및 통합수준을 달리 생각하거나, 본 연구에서 지적하지 않은 영역들까지도 빅 아이디어에 해당한다고 보는 것이 가능하다. 그러나 본 연구에서 설정한 두 차원을 명확히 구분하면서도 함께 바라보아야 할 필요성은

여전히 남아 있다. 통합형 교육과정으로의 요청은 그 시대적 필요에 의해 타당한 측면이 많지만, 다소는 「교육과정의 이념」으로서 작용하면서 개별 교과에 입장을 반영하지 못할 위험성도 내재하기 때문이다 (Venville *et al.*, 2002). 실제로 2015 개정 교육과정의 내용 조직자인 「핵심 개념」의 의미가 본래 도입 취지에서 벗어날 수밖에 없었던 이유도 처음부터 다양한 교과에 목소리를 반영하지 못했기 때문이었다 (Lee, & Hong 2017). 어쩌면 교육과정의 개발과 분석에 있어서 내용 조직자의 우선순위와 통합수준을 의식적으로 함께 고려하는 일은, 예컨대 우선순위-통합수준 2차원 매트릭스에서 내용 조직자들이 좌상향이나 우하향에 치우치지 않고 우상향에 가까운지를 시각적으로 확인하는 일은 이와 같은 긴장관계 속에서 균형점을 찾아가는데 하나의 도움이 될 가능성이 있다.

한편 본 연구의 결과는 「통합과학」과 「융합과학」의 성격을 보다 구체적으로 비교할 수 있게 하였으며 이에 따라 양자를 통합형 과학 교과의 서로 다른 전형적 모델로서 바라보는 관점에 힘을 실어준다고 하겠다. 예컨대 본 연구는 「핵심 개념」의 측면에서 「통합과학」의 우수성을 주로 언급하였지만, 전통적인 교과 구분을 허무는 탈학문적인 (Drake, & Burns, 2004) 새로운 시도가 「융합과학」에서 더 많이 이루어진 면이 있음 또한 간접적으로 드러내었다. 이는 과학 교과의 통합이 수준 높은 개념의 차원에서 이루어져야 하는지 혹은 실제적인 소재나 주제(topic, theme) 차원에서 이루어져야 하는지에 관한 쟁점 (Venville *et al.*, 2002)과 연관이 있는 것으로서, 「통합과학」 및 「융합과학」이 각각의 전형적인 사례가 될 수 있는 것이다. 물론 Lee *et al.* (2012)은 메타분석 결과 내용(교과) 중심의 통합이 주제(소재) 중심의 통합에 비하여 과학적 지식 획득, 과학탐구능력, 과학에 관련된 태도 형성 모두에서 효과크기가 더 크다고 보고한 바 있으며 이는 「통합과학」의 교수 효과가 기존의 융합형 「과학」에 비하여 높을 것임을 예상하게 한다. 하지만 상술하였듯이 이는 추후 연구에서 밝혀져야 하는 부분이며, 통합형 과학 교과의 지향해야 할 목표와 그 모델에 관한 고민은 여전히 계속되어야 한다. 다만 이전에는 국가 교육과정 내의 통합형 과학 교과의 단순히 기존에 없었던 새로운 모델로서 비춰진 면이 있다면, 본 연구의 결과를 염두에 둘 때 추후의 통합형 과학 교과에 관한 논의의 쟁점이 「둘 중 어느 모델을 선택해야 하는지」, 혹은 「두 모델 사이의 어느 지점이 되어야 하는지」 등의 변증법적 표현으로 명료화될 가능성이 있다.

마지막으로 「핵심 개념」의 본래 도입 취지를 살리기 위해서는 차기 교육과정 개발에서 내용 체계의 수정이 이루어져야 함을 제언하고자 한다. 「영역」과 「핵심 개념」간의 관계가 모호한 상황에서 「핵심 개념」이 본래 도입 취지인 빅 아이디어로서 내용 요소의 조직자로 기능하기 위해서는 단순한 병렬적 구분이라는 한계를 갖기 쉬운 「영역」이 상위에 위치해서는 안 된다. 「영역」을 삭제하고 「핵심 개념」이 최상위에 위치하는 내용 체계표가 마련된다면 「핵심 개념」이야말로 학생들이 도달해야 할 가장 궁극적인 목표라는 의미를 올바르게 전달하고 학교 현장에서의 혼란을 줄이는데 효과가 있을 것이다.

국문요약

본 연구에서는 핵심 개념을 중심으로 2015 개정 교육과정의 「통합과학」 및 「융합과학」을 분석·비교하였다. 이 때 분석 틀

로서는 교육적 맥락에서의 우선순위와 그 통합의 수준을 각각 살펴보고 이를 시각화할 수 있는 우선순위-통합수준 2차원 시각화 매트릭스를 제안하였다. 분석 결과 「통합과학」은 「융합과학」에 비하여 핵심 개념의 수는 줄어들었고, 우선순위 측면에서는 빅 아이디어의 비율이 증가하였으며, 교과 간 통합의 비율이 다소 감소하였으나 낮은 수준의 교과 간 통합을 지양하고 있었다. 이는 2015 개정 교육과정의 「통합과학」이 2009 개정 교육과정의 융합형 「과학」에 비하여 양은 줄이고 질은 높인다는 엄격성(rigor)의 원리에 있어서 우수하며 한편으로는 그 적절성(relevance)도 낮지 않다는 증거가 될 수 있다. 또한 이러한 분석 결과를 시각화한 결과로 통합적 교과의 특성을 보다 쉽게 이해 및 비교할 수 있었다.

주제어 : 2015 개정 교육과정, 핵심 개념, 빅 아이디어, 통합과학, 융합과학

References

- Åström, M., & Karlsson, K. G. (2007). Using hierarchical linear models to test differences in Swedish results from OECD's PISA 2003: Integrated and subject-specific science education. *Nordic Studies in Science Education*, 3(2), 121-131.
- Bang, D., Park, E., Yoon, H., Kim, J., Lee, Y., Park, J., Song, J., Dong, H., Shim, B., Lim, H., & Lee, H. (2013). The Design of Curricular Framework for Integrated Science Education based on Big ideas. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 33(5), 1041-1054.
- Bernstein, B. (1971). On classification and framing of educational knowledge. In M.F.D. Young (Ed.), *Knowledge and control: New directions for the sociology of education* (pp. 47-69). London: The Open University.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., Anderson, J. R., Gelman, R., Glaser, R., Greenough, W. T., Ladson-Billings, G., Means, B. M., Mestre, J. P., Nathan, L., Pea, R. D., Peterson, P. L., Rogoff, B., Romberg, T. A., Wineburg, S. S., Cocking, R. R., & Phillips, M. J. (2000). *How people learn*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Brooks, C. F. (2017). Disciplinary convergence and interdisciplinary curricula for students in an information society. *Innovations in Education and Teaching International*, 54(3), 206-213.
- Chung, H. S. (2016). Critical Review of the Key Concept-Centered Content System of the 2015 Revised Education Curriculum with a Focus on the Korean Language Curriculum. *The Journal of Curriculum Studies*, 34(3), 29-50.
- Cutcliffe, S. H. (1990). The STS curriculum: What have we learned in twenty years? *Science, Technology, & Human Values*, 15(3), 360-372.
- Czerniak, C. M., Lumpe, A. T., & Haney, J. J. (1999). Science Teachers' Beliefs and Intentions to Implement Thematic Units. *Journal of Science Teacher Education*, 10(2), 123-145.
- Drake, S. M., & Burns, R. C. (2004). *Meeting Standards Through Integrated Curriculum*. Alexandria, VA: ASCD.
- Eoum, H. S., & Moon, S. B. (2014). An Examination on Teachers' and Students' Perception of Converged Science Introduced by the 2009 Revised High School Curriculum as well as its Actual Implementation. *Journal of the Korean Society of Earth Science Education*, 7(2), 203-213.
- Fogarty, R. (1991). Ten ways to integrate curriculum. *Educational leadership*, 49(2), 61-65.
- Fogarty, R., & Stoeberl, J. (2008). *Integrating Curricula with Multiple Intelligences* (2nd Ed.). Corwin Press.
- Ha, H. J., Park, H. J., Kim, J. H., Son, J. W., Kim, Y. J. (2012). Difficulties of Biology Teachers in Teaching Activities on the Fusing "Science" in High School. *Biology Education*, 40(2), 267-277.
- Harden, R. M. (2000). The integration ladder: a tool for curriculum planning and evaluation. *Medical Education*, 34, 551-557.
- Hargreaves, A., Earl, L. & Ryan, J. (1996). *Schooling for change: Reinventing education for early adolescents*. London: Falmer.
- Howard, K. M., Stewart, T., Woodall, W., Kingsley, K., & Ditmyer, M.

- (2009). An Integrated Curriculum: Evolution, Evaluation, and Future Direction. *Journal of Dental Education*, 73(8), 962-971.
- Ingram, J. B. (1979). *Curriculum Integration and Lifelong Education*. NY: Pergamon.
- Jacobs, H. H. (1989). *Interdisciplinary curriculum*. Alexandria, VA: ASCD.
- Jo, S. Y. (2015). A Review On Direction of The 2015 Revised National Curriculum Development Through Teachers' Planning. *The Journal of Elementary Education*, 28(3), 199-227.
- Kang, K. W. (2015). The Exploration of the Origin, Transition, Background, and Identity of STEAM Education. *The Journal of the Korean Society for the Gifted and Talented*, 14(2), 5-29.
- KICE (2015). Development Research for the Commentary on the General Guideline of the 2015 Revised National Curriculum (Elementary and Middle School). KICE Research Paper CRC 2015-28.
- Kim, H. K., & Na, J. (2017). A Study on Elementary and Middle School Teachers' Perception and Need for the Application of 2015 Revised Science Curriculum. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 37(1), 103-112.
- Kim, H. S. (2015). Discussion on the Draft of Integrated Social Studies Curriculum. KICE. Public Hearing on the draft of Integrated Social Studies Curriculum. KICE Research Paper ORM 2015-56-5 (pp. 55-66).
- Kwon, N., & Ahn, J. (2012). The Analysis on Domestic Research Trends for Convergence and Integrated Science Education. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 32(2), 265-278.
- Kwon, N., & Kwon, H. (2013). The Development of STEAM Education Teaching and Learning Strategy Using the Olympics Science. *School Science Journal*, 7(1), 1-11.
- Lee, G. -G., & Hong, H. -G. (2017). Analysis on the Meaning Change of the Term 'Core Concept' in the 2015 Revised National Curriculum. *The Journal of Curriculum and Evaluation*, 20(2), 1-30.
- Lee, H., Kwon, H. S., Park, K., Jung, C. R., Oh, H. J., & Nam, J. C. (2012). The Effects of Integrated Science Instruction: A Meta-Analysis on Scientific Knowledge, Scientific Inquiry Ability, and Science-related Attitude. *Korean Journal of Teacher Education*, 28(2), 223-246.
- Lee, J. M., & Shin, Y. J. (2014). An analysis of elementary school teachers; difficulties in the STEAM class. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 33(3), 588-596.
- Lee, K. W., Beak, K. S., & Lee, S. J. (2017). Key Competencies in the 2015 Revised Curriculum: The Relationship with the Idea of the Educated Person, Educational Goals, and Subject Competencies. *The Journal of Curriculum Studies*, 35(2), 67-94.
- Lee, K. W., & Jeung, Y. K. (2017). A Reflective Review on Constitution of Content System in 2015 Revised Subject Curriculum: Focused on Key Concept, Generalized Knowledge, and Skill. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 17(16), 597-622.
- Lee, K. W., Jeung, Y. K., Seo, Y. J., Jeong, C. W., Choi, J. S., Park, M. H., Lee, B. W., Jeon, E. N., Yu, J. A., Lee, K. U., Park, S. Y., Joo, H. M., Paik, N. J., On, J. D., Lee, K. H., & Kim, S. H. (2014). Research on Subject Curriculum Development Strategy. KICE Research Paper CRC 2014-7.
- Lee, K. W., On, J. D., & Paik, N. J. (2014). Exploration of curriculum content composition and achievement criteria statement methods. *Korean Society for Curriculum Studies. The 2nd National Curriculum Experts' Forum Proceeding* (pp. 31-78).
- Lim, Y. N., & Hong, H. J. (2015). Suitability Analysis of the 2015 Korean National Curriculum Revision Rationale Applied to Subjects. *The Journal of Curriculum Studies*, 33(3), 125-149.
- Ministry of Education (2015a). News Release of Decision and Announcement of the Introduction and Particulars of the 2015 Revised National Curriculum. Retrieved July 7, 2017, from <http://www.moe.go.kr/boardCnts/view.do?boardID=294&boardSeq=60753&lev=0&searchType=SC&statusYN=W&page=26&s=moe&m=0503&opType=N>.
- Ministry of Education (2015b). *Science Curriculum*.
- Ministry of Education (2017). *Commentary on the General Guideline of the 2015 Revised National Curriculum*.
- Ministry of Education, Science and Technology (2009). *Science Curriculum*.
- Oh, C. S. (2015). Issues and Tasks of the Practical Application Ways of Convergence Education in Secondary School. *Korean Journal of Educational Research*, 53(3), 229-264.
- Seo, Y. J. (2015). Major Issues and Tasks of the 2015 Revised Korean Language Curriculum. *Journal of CheongRam Korean Language Education*, 56, 67-106.
- Shin J., & Cho E. (2015). Characteristics of convergence learning experience using an educational documentary film. *Asia Pacific Educ. Rev.*, 16, 213-223.
- Shin, J. H. (2014). A search for Design and application plans of goal-oriented activity-based integrated units. *Journal of Curriculum Integration*, 8(4), 81-111.
- Shin, Y. O., & Choi, B. S. (2012). A Survey on the Management Status and Science Teachers' Perception of Science in High School Based on 2009 Curriculum Revision. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 32(10), 1599-1612.
- So, K. H. (2017). *Understanding curriculum*. Paju: Kyoyookbook.
- Song, J. W., Kang, N. H., Kwak, Y. S., Na, J. Y., Bang, D. I., Son, Y. A., Son, J. W., Shim, K. C., Lee, K. Y., Lee, B. K., Jeon, H. Y., & Choi, I. J. (2014). Research on Restructuring Science Curriculum Integrating Liberal Arts Track and Natural Sciences Track. Sejong: Ministry of Education.
- Tytler, R. (2012). Socio-scientific issues, sustainability and science education. *Research in Science Education*, 42(1), 155-163.
- Venville, G. J., Wallace, J., Rennie, L. J., & Malone, J. A. (2002). Curriculum Integration: Eroding the High Ground of Science as a School Subject? *Studies in Science Education*, 37(1), 43-83.
- Wiggins, G., & McTighe, J. (2005). *Understanding by design* (Expanded 2nd Ed.). Alexandria, VA: ASCD.
- Yang, C., Kim, M., & Noh, T. (2015). The Influences of Integrated Science Developed Under the 2009 Revised National Curriculum on Students' Views on Nature of Science and Science-Technology-Society Relationship, Interest in Science, and Science Aspiration. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 35(4), 549-555.
- Yoon, H., Yoon, W., & Woo, A. J. (2011). High School Science Teachers' Perceptions of the 2009 Revised Science Curriculum and the Science Textbook. *Journal of Research in Curriculum Instruction*, 15(3), 757-776.