

## 고등학교 융합형 과학의 학습내용과 사범대학 예비과학교사 교육내용과의 연관성 분석을 통한 예비과학교사교육에 대한 시사점 고찰

김남희, 심규철\*  
공주대학교

### Educational Implications of Pre-Service Science Teachers' Education by Analysis of Connection between Learning Contents Presented in the High School 'Science' and in the Pre-Service Science Textbooks of College of Education

Nam-Hui Kim, Kew-Cheol Shim\*  
Kongju National University

#### ARTICLE INFO

##### Article history:

Received 25 March 2015

Received in revised form

6 May 2015

1 June 2015

Accepted 1 June 2015

##### Keywords:

high school science, pre-service science teacher, convergence science, science textbooks, college-level educational curriculum for pre-service science teachers

#### ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate the learning contents presented in high school science and in pre-service science textbooks of college of education, and to examine educational implications for pre-service science teachers by analysing their connection to each other. High school science is called as 'convergence science.' Seven high school science textbooks and eleven science textbooks related to physics, chemistry, biological science, and earth science for pre-service teachers were selected to analyse learning contents. The relationship between high school science with those of college-level science textbooks for pre-service science teachers was found when the learning contents were compared. Science textbooks for pre-service science teachers have the biggest number of learning contents on the chapter 'Energy and Environment' of high school science. About 86.6% of learning contents of high school science were introduced on textbooks on science, but pre-service teachers should learn the remainder. The part of learning contents presented in high school science textbooks was higher than the college-level for pre-service science teachers. Moreover, the part of learning contents was included in Engineering & Technology. And these required a special teacher education. Accordingly, the results suggested that learning contents for high school science should be optimized and reduced. Also, various educational programs should be developed and educational curriculum for pre-service science teachers should be revised.

## 1. 서론

현대 사회는 과학 기술 발달에 따라 폭발적으로 지식이 증가하고, 그 활용 주기가 빨라지고 있으며, 지식을 활용한 부가 가치 창출을 요구하는 지식 기반 사회를 향해 발전하고 있다(Kim *et al.*, 2012; KOFAC, 2009; Lee *et al.*, 2011). 이러한 사회의 변화는 과학 교육에도 영향을 주어, 교육의 목표가 단순히 지식을 습득하는 인재의 양성에서 기존 지식을 활용하여 새로운 지식을 창출하고, 문제를 해결하는 '창의적 인재 양성'으로 전환되고 있다(KOFAC, 2009). 특히 현대 사회는 기상이변이나 식량 문제, 지구 온난화 등 과학기술과 관련된 다양하고 복합적인 문제들이 등장하고 있으며, 이러한 문제들은 국가를 초월하는 특성을 띤다(Kim, Ryu, & Choi, 2012). 따라서 이러한 범지구적 현안들을 이해하고 해결하기 위해서는 다양한 분야를 아우르는 융합적 지식이 필요하며, 이를 위해서 한 분야에 국한된 사고보다는 다양한 분야들을 통합하는 사고로의 전환이 필요하다(Kim, Ryu, & Choi, 2012; Kwon and Ahn, 2012b; MOEST, 2009a).

과학교육에서도 이러한 시대적 요구에 부응하기 위해 과학적 사고

력과 창의적 문제해결능력을 갖춘 미래 인재 양성이란 목표를 설정하게 되었으며(Kwon and Ahn, 2012b; MOEST, 2009a; Shin and Han, 2011), 특히 과학 기술 분야에서 창의적 인재 양성을 위해서는 과학 내 여러 분야들을 통합할 수 있는 교육적 접근이 필요하다는 의견이 제기되어, 이에 대한 방안 중 하나로 융합 교육이 등장하게 되었다(Shin and Han, 2011; Song *et al.*, 2012). 교육과학기술부(2009a)에서는 학교 교육을 통한 창의적 융합 인재 양성을 목표로 2009 개정 교육 과정에 의한 과학과 교육과정(이하 2009 개정 과학과 교육과정)에서 소위 '융합형' 과학 과목을 신설하였다. 융합형 과학 과목은 학생들로 하여금 과학 분야의 과도한 분과적 한계를 벗어나게 함으로써, 미래 사회가 요구하는 수준 높은 융합적 사고를 소유한 합리적 인재를 양성하고자 하였다(MOEST, 2009b, Song *et al.*, 2012).

그러나 고등학교 융합형 과학이 현장에 도입되고 나서 현장에서 근무하는 교사들의 경우, 창의적 융합 인재 양성이란 교육과정의 목표에는 공감하지만, 이를 위해 개발된 교과서에는 다소 부정적 인식을 갖는다는 주장이 제기되기도 하였다(Yoon, Yoon, & Woo, 2011). 이러한 융합형 과학 과목 운영에 대한 과학 교사들의 부정적 인식은

\* 교신저자 : 심규철 (skcshim@kongju.ac.kr)  
http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2015.35.3.0363

과학 교사들이 교육과정에 명시된 본 융합형 과학 과목의 목적과 취지에 대한 이해 부족이나(Song *et al.*, 2012), 과학 분야의 분과적 한계를 없애고자 구성된 과목의 특성으로 인해 담당 교사들이 자신의 전공 분야와 관련된 단원 이외의 다른 단원에 대해 느끼는 수업에 대한 어려움(Kim, 2000; Park, 2004; Yoon, Yoon, & Woo, 2012) 때문이라는 연구 결과가 제기되기도 하였다. 또한, 고등학교 융합형 과학 과목에 제시된 학습 내용을 살펴보면, 최신 과학 내용이 상당히 실려 있으며, 이러한 최신 과학과 관련된 새로운 주제들은 고등학생이나 교사들에게 흥미를 유발하고 긍정적인 인식을 갖게 한다는 연구 결과가 있기는 하나(Kim, Hong, & Hong, 2011; Yoon, Yoon, & Woo, 2012), 과학 교과서에 제시된 ‘생명공학기술’이나 ‘신소재’와 ‘나노기술’ 등과 같은 첨단과학기술과 관련 주제에 대해 교수하는 것에 대해서 과학 교사들이 그다지 적극적이지는 않다고 한다(Yoon, Yoon, & Woo, 2012). 이는 교사들이 첨단과학기술 관련 내용에 대해 갖는 흥미에 비해 무엇을 가르쳐야하는지 명확히 인지하지 못하거나, 관련 지식 이해도가 낮기 때문이라는 것이다(Kim & Hong, 2010; Michael *et al.*, 1997; Shim, 2011; Yoon, Yoon, & Woo, 2012). 이러한 선행 연구들을 종합해보면, 고등학교 융합형 과학 과목에 제시된 내용들이 흥미로운 것은 사실이나, 제시된 개념에 대한 이해 수준이 낮아 과학 교사들이 교수 학습에 대한 부담을 느낀다는 것을 알 수 있다(Eoum, 2014).

한편 이러한 고등학교 과학 과목에 대한 과학 교사들의 부정적 인식 문제는 예비과학교사들에서도 동일하게 나타날 가능성이 높다(Park, Min, & Paik, 2008). 실제, 교육실습 시 예비교사들이 겪는 어려움을 분석한 결과, 교수 능력과 관련된 부분에서 일부 예비과학교사들이 대학의 전공 분야와 다른 교과 내용을 가르칠 때 수업에 대한 어려움을 느꼈다는 연구결과가 있기도 하다(Kang, 2009). 또한, 국내 사범대학 예비과학교사 교육과정 운영에 대한 실태조사 결과를 살펴보면, 주 전공이 공통과학인 학과를 제외하고 대부분의 학과들이 공통과학의 이수를 필수로 하고 있지 않으며, 심화전공(물리, 화학, 생물, 지구과학) 교원자격증을 취득하는 학과들의 경우에는 다른 전공의 전공 필수 혹은 선택 과목을 이수할 필요가 없는 것으로 확인되었다(Yang *et al.*, 2013). 그러나 실제 학교 현장에서 고등학교 융합형 과학 과목을 담당하는 교사들이 모두 공통과학전공 이수자들인 것은 아니며, 각 심화전공 이수자들 역시 상황에 따라서 고등학교 융합형 과학 과목을 가르치게 된다(Kim, 2012). 따라서 사범대학의 예비교사들을 위한 교육에서 고등학교 융합형 과학을 가르치기 위해 얼마나 준비하고 있는가를 살펴볼 필요가 있다. 선행 연구를 살펴봐도 고등학교 융합형 과학 과목의 내용에 대한 분석 연구는 고등학교 융합형 과학과 중학교 과학 또는 고등학교 과학 과목에 대한 내용 연계성을 분석한 연구가 있을 뿐이다(Huh, 2014; Yun & Park, 2013). 과학 교사 교육 관점에서 고등학교 융합형 과학의 특성을 고려한 연구 특히, 예비교사들을 대상으로 한 대학 수준에서 배우는 교육내용과의 연관성 분석 연구는 현재 미비한 상황이다.

따라서 고등학교 융합형 과학 과목이 물리학, 화학, 생명과학(생물), 지구과학 등 4가지 분야의 분과적 성향을 없애기 위해 디자인된 교과목이기 때문에(MOEST, 2009a) 예비과학교사들이 고등학교 융합형 과학 과목을 강의하는데 있어 어떤 과학적 내용들을 숙지해야 하며, 이것들이 고등학교 융합형 과학 과목 안에서 어떻게 연관되어 있는지를 알아보기 위해서는 고등학교 융합형 과학의 학습내용과 사범대학

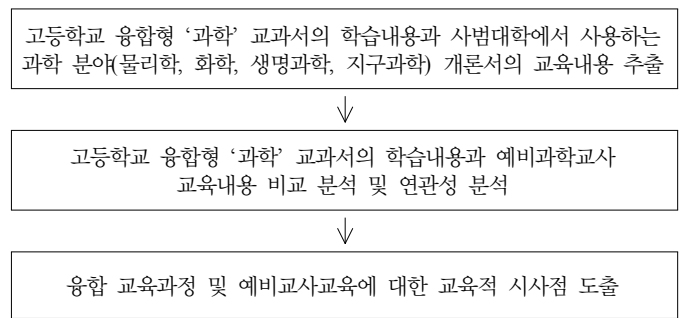


Figure 1. Research Process

Table 1. List of Science Textbooks in High School according to the Publisher

기호	Kh	Ks	Tt	Mr	Ss	Co	Cj
출판사	교학사	금성출판사	더 텍스트	미래엔 컬처그룹	상상아카데미	천재교육	천재교육
저자	정원호	등안태인	등광영진	등전동렬	등김희준	등오필석	등조현수 등
발행연도	2011	2011	2011	2011	2011	2011	2011

에서 예비과학교사들을 위해 각 과학 분야 교육의 기초로 삼고 있는 일반 과학 교재와의 연관성을 분석하는 것이 필요하다.

이에 따라 본 연구에서는 2009 개정 과학과 교육과정에 근거하여 개발된 고등학교 융합형 과학 교과서의 학습내용과 사범대학 예비과학교사들이 배우는 일반 과학 교재에서 추출한 교육내용과의 연관성을 분석하여, 이를 토대로 고등학교 과학 수업을 위한 교사교육과 융합 교육에 대한 시사점을 도출하고자 하였다.

## II. 연구 내용 및 방법

### 1. 연구과정

고등학교 융합형 과학 교과서의 학습 내용과 사범대학 예비과학교사 교육내용 간 연관성 분석을 위한 본 연구의 절차는 Figure 1과 같다.

### 2. 분석 대상

#### 가. 고등학교 융합형 과학 교과서

본 연구에서는 객관적인 분석을 위해 2009 개정 과학과 교육과정에 의해 개발되어 시판 중인 고등학교 융합형 과학 교과서 7종을 분석 대상으로 선정하였다(Table 1). 선정된 교과서들은 교육과정에 의거하여 ‘1. 우주의 기원과 진화’, ‘2. 태양계와 지구’, ‘3. 생명의 진화’, ‘4. 정보통신과 신소재’, ‘5. 인류의 건강과 과학기술’, ‘6. 에너지와 환경’이라는 6개 대단원으로 구성되었으며(MOEST, 2009), 본 연구에서는 6개 대단원 모두를 분석대상으로 선정하였다.

#### 나. 사범대학 예비과학교사들의 교육내용 분석을 위한 과학 교재 선정

본 연구에서는 사범대학에 재학 중인 예비과학교사들의 교육내용

Table 2. List of Teaching Materials for Pre-Service Science Teachers in the College of Education according to the Field of Science

과학 분야	저자	연도	제목	출판사
물리	David Halliday 외 2인	2011	일반물리학 (9TH EDITION)	범한서적
	Raymond A. Serway 외 2인	2010	일반물리학 (8TH EDITION)	복스힐
	Paul G. Hewitt	2010	수학 없는 물리	Pearson Education Korea
화학	Steven S. Zumdahl 외 1인	2011	일반화학 (8TH EDITION)	사이플러스
	David W. Oxtoby 외 2인	2008	일반화학 (6TH EDITION)	사이플러스
	Leo J. Malone 외 1인	2013	화학의 기본개념 (9TH EDITION)	자유아카데미
생명과학	Jane B. Reece 외 3인	2012	생명과학 (9TH EDITION)	바이오사이언스
	David Sadava 외 3인	2012	생명 생물의 과학 (9TH EDITION)	라이프사이언스
	Peter J. Russell 외 3인	2009	생명과학 (역동적인 자연과학)	라이프사이언스
지구과학	한국지구과학회	2005	지구과학개론	교육연구사
	한국지구과학회	1997	지구환경과학	대한교과서주식회사

을 분석하기 위해 물리학, 화학, 생명과학, 지구과학 등 4개 과학 분야에서 총 11종의 교재를 선정하였다(Table 2). 분석 교재 선정은 실제 예비교사 교육 시, 사범대학에서 선호하는 교재를 선정하기 위해, 각 과학 분야 별로 주요 3개 인터넷 서점에서 가장 많이 팔린 개론서들을 검색(2014년 10월 기준)하여 가장 많이 구매된 교재들을 조사하였다. 이 교재들의 구매량과 최근 출판일을 기준으로 하여 각각 3종씩 추려 분석 대상으로 선정하였다. 사범계 교육과정과 비사범계 교육과정의 큰 차이가 없고(Kim, 2003), 개론서 수준의 일반 대학 과학교재들은 대부분의 사범대학에서 예비교사 교재로써 채택하고 있음을 확인하고 선정하였다. 이 중 물리학과 화학 분야는 학습 주제를 더욱 명확하게 추출할 수 있도록 기본 개념을 다룬 교재들을 각각 1종씩 포함시켰다. 지구과학 분야는 지구과학 전반에 대해 다룬 교재가 충분하지 않아 2종만을 선정하였다.

### 3. 분석 방법

#### 가. 고등학교 융합형 과학 교과서 학습내용 추출

본 연구에서는 고등학교 융합형 과학 교과서에 제시된 학습 내용의 추출을 위해 7종 교과서별로 각각에서 제시하고 있는 학습 주제들을 추려내어 이들 중 2009 개정 과학과 교육과정에 명시된 내용 요소 및 영역별 내용(MOEST, 2009a)을 포함하고 있거나, 이들과 연관되어 있는 학습 주제들을 학습내용으로 선정하였다. 융합형 과학 교과서에 제시되어 있는 학습 주제이나, 교육과정에 명시된 내용 요소가 없는 경우에는 충분한 지면이 할애된 것들에 한하여 학습내용에 포함시켰다.

#### 나. 사범대학 예비과학교사 교육내용 추출

본 연구에서는 고등학교 융합형 '과학' 교과서와 사범대학 예비과학교사 교육내용 간 연관성 분석을 위해 사범대학 예비과학교사 교육내용을 추출하였다. 이를 위해 우선 각 과학 분야 별로 선정한 사범대학 예비과학교사 교재들의 목차를 확인한 뒤, Chapter 수준에서 학습 주제들을 추려내어 교육내용으로 선정하였다. 이들 중 추려진 학습 주제의 수준이 생화학, 혹은 유기화학과 같이 해당 분야의 전공 과목과 동일한 경우에는 이 보다 한 단계 낮은 하위 목차에서 학습 주제를 추출하고 이를 사범대학 예비과학교사 교육내용으로 선정하였다.

#### 다. 고등학교 융합형 과학의 학습내용과 사범대학 예비과학교사 교육내용과의 연관성 분석

본 연구의 연관성 분석 방식은 다음과 같다. 우선 고등학교 융합형 과학 교과서에서 추출한 학습내용들을 설명하기 위해 본문에 제시된 과학적 개념들을 파악하고, 해당 과학적 개념이 포함되는 사범대학 예비과학교사 교육내용을 확인하여 체크하였다. 이 결과를 토대로 과학 분야 별, 고등학교 융합형 과학의 대단원별로 사범대학 예비과학교사 교육내용을 분류하고, 해당 교육내용의 교과서 출현 빈도를 확인함으로써 고등학교 융합형 과학 교과서의 학습내용과 사범대학 예비과학교사 교육내용 간 연관성을 수직적, 수평적으로 분석하였다.

### III. 연구 결과 및 논의

사범대학에서 사용하고 있는 일반 과학 교과서에서 사범대학 예비과학교사 교육내용을 추출한 결과, 4개 과학 분야에서 총 162개 교육내용이 추출되었다(Table 3). 과학 분야 별로 추출된 교육내용 수를 살펴보면, 생명과학 분야에서 54개로 가장 많은 교육내용이 나타났고, 그 뒤를 이어 지구과학, 화학, 물리 분야에서 각각 43개, 34개, 31개 교육내용이 확인되었다.

고등학교 융합형 '과학' 교과서의 학습내용과 사범대학 예비과학교사 교육내용과의 연관성을 과학 분야 별로 분석한 결과, 지구과학 분야에서 전체 43개 지구과학 교육내용 중 39개 교육내용이 고등학교 융합형 과학의 학습내용에서 확인되었으며, 이는 지구과학의 전체 교육내용 중 90.7%를 차지했다. 그 뒤를 이어 물리 27개(87.1%), 화학 29개(85.3%), 생명과학 45개(83.3%)순으로 나타났는데, 이를 통해 지구과학 분야의 교육내용들이 다른 과학 분야에 비해 상대적으로 높은 비율로 고등학교 융합형 과학의 학습내용에 소개되었음을 확인할 수 있었다. 또한 과학 분야 별로 고등학교 융합형 과학의 학습내용에 소개된 교육내용의 수에는 다소 차이가 있었으나, 그 비율은 유사한 것으로 나타났으며, 그 평균값은 86.6%였다. 이는 예비과학교사들 또는 일선 현장에 근무하는 교사들이 본 고등학교 융합형 '과학'의 학습내용들을 제대로 설명하기 위해서 각 과학 분야 별로 제시된 교육내용들 중 평균 86.6% 이상을 제대로 숙지해야함을 의미한다. 그러나 실제 전국 17개 사범대학의 53개 학과 및 전공들을 대상으로 공통과학 교사양성 교육과정의 운영 실태를 조사한 결과를 보면, 대부분 학과에서 공통과학 복수전공을 필수로 지정하지 않고 있으며, 이들 중에서 65% 이상의

Table 3. Educational contents of teaching materials of the college of education according to science field

과학 분야 (수)	대학 과학 교재의 교육 내용 (고등학교 과학 교과서 출현 빈도, 수)	
	물리학 (31)	뉴턴의 운동 법칙(7), 에너지 보존(7), 회전 운동과 중력의 법칙(7), 열과 물질의 열적 성질(7), 열역학 법칙(7), 진동과 파동(7), 소리[음파](7), 전기 에너지와 전기용량(7), 자기장(7), 전자기 유도와 유도계수(7), 물질의 자성(7), 전자기파(7), 빛의 반사와 굴절(7), 상대성 이론(7), 양자 물리(7), 원자 물리(7), 고체의 전도성(7), 핵물리와 핵에너지(7), 쿼크와 경입자와 대폭발(7), 광학 기기(6), 1차원 운동(5), 고체와 유체(3), 회전 평형과 회전 동역학(1), 기체 운동론(1), 전기력과 전기장(1), 전류와 전기 저항(1), 교류 회로와 전자기 진동(1), 2차원 운동(0), 운동량과 충돌(0), 직류 회로(0), 파동 광학(0)
화학 (34)	원자(7), 에너지의 본질과 종류(7), 화학 반응에서의 열화학(7), 주기율표와 원자들의 주기성(7), 공유결합(7), 용액의 특성(0), 화학 반응 속도(7), 화학 반응에서의 열역학(7), 산화-환원 반응(7), 전지(7), 유발해변환과 이용(7), 주족 원소(7), 분자와 빛의 상호작용(7), 무기재료물질(7), 탄화수소(7), 유기화합물의 응용(7), 고분자(7), 생화학적 화합물의 종류(7), 생명체 내에서의 생화학반응(7), 수용액에서의 화학반응(6), 화학반응식의 구성 및 종류(5), 액체와 고체(5), 기체(4), 산과 염기(4), 자연발생방사능과 이용(4), 원소와 화합물의 질량 측정(2), 이온결합(2), 전이금속의 성질(2), 분자와 이온(1), 탄화수소 유도체(1), 물질의 분류(0), 화합물의 성분원소(0), 화학 평형(0), 용해도 평형(0)	
생명과학 (54)	생명체의 화학적 구성(7), 물의 특성과 생명(7), 탄소화합물(7), 물질대사(7), 세포호흡(7), 광합성(7), 세포주기(7), 감수분열(7), 유전자와 염색체(7), 유전자 복제(7), 유전자 발현(7), 유전자 발현 조절(7), 생명공학(7), 지구 생물의 역사(7), 원핵생물(7), 원생생물(7), 식물의 영양(7), 동물의 형태와 기능(7), 동물의 영양(7), 순환계(7), 면역계(7), 감각계(7), 생물권(7), 생태계(7), 보존생물학과 복원생태학(7), 생명의 특성(6), 멘델의 유전(6), 바이러스(6), 다윈의 진화론(6), 집단의 진화(6), 동물의 행동(6), 배설계(6), 군집생태학(6), 세포의 구조와 기능(5), 세포막과 막수송(5), 동물의 생식(5), 생물의 계통발생과 계통수(4), 종의 개념과 분화(3), 균류(2), 식물의 계통 분류(1), 동물의 계통 분류(1), 식물의 구조와 기능(1), 호흡계(1), 근골격계(1), 내분비계(1), 세포 신호 교환(0), 유전체 진화(0), 외부 신호에 대한 식물의 반응(0), 식물의 생식(0), 관다발 식물 물질 수송(0), 동물의 발생(0), 신경 전달(0), 신경계(0), 개체군생태학(0)	
지구과학 (43)	지구의 탄생(7), 지구의 구조(7), 지구의 자기장과 중력장(7), 지구의 에너지(7), 지구의 자원(7), 지구물리탐사(7), 지질시대와 생물(7), 지구의 운동(7), 달과 흑성의 운동(7), 시와 역(7), 태양계의 형성과 구조(7), 우주의 모습(7), 별의 진화(7), 우주의 기원(7), 은하의 세계(7), 대기의 이동(7), 기후와 변화(7), 해류와 조류(7), 전 지구적 물질 순환(7), 환경오염(7), 환경보전(7), 지진(6), 화석과 화석화 작용(6), 태양(6), 해저지형과 해양의 역할(6), 판구조론(5), 환경재해(5), 화산활동과 화산암(4), 변성작용과 변성암(4), 우리 은하(4), 퇴적작용과 퇴적암(3), 일기의 변화(3), 해수의 성질(3), 지질구조(2), 지표변화(1), 조산운동과 조륙운동(1), 천구와 별자리 좌표(1), 대기 중 물(1), 대기의 상태(1), 지구의 형성과 크기(0), 지하수(0), 우리나라의 지질시대(0), 우리나라의 지질구조(0)	

Table 4. The connection between contents of teaching materials for pre-service science teachers and learning contents of high school science according to the unit of high school science textbook

대단원	중단원	고등학교 융합형 '과학' 교과서에서 추출한 학습 내용	
		사범대학 예비과학교사 교재에 제시	사범대학 예비과학교사 교재에 미 제시
1. 우주의 기원과진화	우주의 기원	천체까지의 거리 측정, 외부 은하의 발견, 빛의 스펙트럼, 도플러 효과, 허블 법칙, 우주의 팽창, 우주의 나이	-
	빅뱅과 기본입자	빅뱅 우주론, 빅뱅 우주론 확립과정, 기본 입자의 형성, 원자, 양성자와 중성자의 생성, 원자핵의 형성	-
	원자의 형성	우주 배경 복사의 방출, 우주 배경 복사 관측, 중성 원자의 형성, 수소와 헬륨의 질량 비율	-
	별과 은하	자연계에 존재하는 원소, 별의 탄생과정, 별의 에너지 생성, 별의 진화, 무거운 원소의 합성, 무거운 원소의 순환과 생명체 사이 연관성, 우리 은하의 구조, 은하의 분류, 밀도 차에 의한 은하들의 공간 분포 형성, 우주 거대 구조, 우주 암흑 물질과 암흑 에너지, 성운의 종류, 성간 화합물의 형성과 공유결합, 성간 화합물의 형성과 반응속도	-
2. 태양계와 지구	태양계의 형성	태양계 형성과정, 지구형 행성(의 종류와 특징), 목성형 행성(의 종류와 특징), 태양의 에너지 생성, 지구의 에너지 순환	-
	태양계의 역학	태양 중심설 확립과정, 행성 운동에 대한 케플러 법칙, 뉴턴의 운동법칙, 지구 자전, 지구 공전, 달의 위상 변화, 달의 공전주기와 자전주기, 일식, 월식	-
	행성의 대기	지구의 탈출 속도, 탈출속도 차이와 대기 조성, 기체의 분자구조와 성질, 행성 대기의 차이, 행성 대기의 진화	-
	지구	지구의 진화과정, 지구의 진화 특성, 물의 특성, 지구계의 구성, 지구계 각 권의 상호작용, 지구의 구성 원소, 원소의 성질과 주기율표, 산소의 화학적 특성, 지구 자기장의 형성, 지구의 자기권	-
3. 생명의 진화	생명의 탄생	원시 지구, 화학적 진화, 생명의 기원에 대한 여러 가설, 생명의 특성, 화학 반응식, 탄소화합물, 생명체의 기본요소 [탄수화물, 지질, 단백질, DNA, 세포막의 구조]	-
	생명의 진화	세포막의 출현, 원시 생명체의 탄생, 원핵생물의 출현, 광합성 생물의 출현, 광합성의 과정 및 특징, 화석의 종류와 기능, 지질시대의 구분, 화석의 이용(화석을 통한 생물의 진화와 멸종의 재구성), 생물 대 멸종, 원핵세포의 구조와 특징, 진핵세포의 구조와 특징, 진핵세포의 출현, 다세포 생물의 출현, 육상 생물의 출현, 종의 분화(다윈의 진화론), 생물의 분류체계	-
	생명의 연속성	유전자의 구조와 기능, 염색체의 구조와 기능, DNA가 유전물질인 증거, 유전암호, DNA 복제, 유전 정보의 발현, 동물의 생식, 감수 분열과 유전적 다양성, 사람의 생활사, 멘델 법칙, 생물 집단의 유전적 진화(현대 종합설), 유전 암호의 공통성과 진화	-

(Continued on next page)

(Table 4. Continued)

	정보의 발생과 처리	다양한 센서의 기본 원리, 광섬유의 원리, 전파를 이용한 무선 통신의 원리	로봇 제작, 물리적 정보 발생의 의미, 물리적으로 발생하는 정보의 종류, 정보의 기록과 전달, 아날로그 정보, 디지털 정보, 아날로그-디지털 변환, 센서의 기능, 활용 중인 센서들의 예시, 광섬유를 이용한 정보의 전달과정, 무선통신의 개념, 이동 통신의 원리와 발달과정, 전기에서 소리로의 정보 전환, 정보 통신의 발달과정
4. 정보통신과 신소재	정보의 저장과 활용	자성체의 성질과 원리, 자기 기록과 읽기의 원리, 반도체 칩을 이용한 교통 카드의 기본 원리, 빛을 이용한 정보 기록 원리, 시세포와 빛의 삼원색 인식, 디스플레이 장치의 광전효과, 디지털 카메라 구조	정보의 저장과 컴퓨터, 자기를 이용한 정보 기록의 활용, 반도체 칩을 이용한 교통 카드의 작용 방식, 전기를 이용한 정보 기록 및 저장, 빛을 이용한 정보 기록 방식 및 활용, 디스플레이 장치의 예시, 디지털 카메라의 정보 저장 과정, 동영상 저장 장치
	반도체와 신소재	에너지 준위와 에너지 띠, 도체·부도체·반도체의 특성, 반도체 도핑의 원리 및 종류, 트랜지스터의 원리, 집적 회로의 원리, 세라믹의 종류와 활용, 고분자 물질의 구조, 고분자 화학적 합성 과정, 천연 고분자로써의 생체 탄소 화합물, 천연고무의 구조 및 활용, 합성고무의 합성 및 활용	다이오드의 원리와 활용, 트랜지스터의 활용, 집적 회로의 활용, 논리 회로, 액정, 초전도체의 원리와 특성, 신소재의 개념, 자연을 모방한 신소재 물질, 플라스틱 개발의 유래, 형상 기억 합금, 수소 저장 합금, 고분자 물질의 개념, 고분자 물질의 구분, 합성섬유의 합성 및 활용, 합성수지의 합성 및 활용, 기능성 고분자, 첨단 나노 복합 재료
	광물자원	광물의 유형, 광물의 생성, 광물의 광상의 분포, 광물 자원의 탐사, 광물의 제련 방법, 광물 자원의 유한함	광물의 활용
5. 인류의 건강과 과학기술	식량자원	육축, 유전자 변형 생물, 비료와 질소 고정, 토양의 기능	농경과 목축, 농업혁명과 인구증가, 식품 안전, 식품 보관, 생태계와 생물다양성의 중요성, 생물다양성 침해 사례, 종자은행,
	과학적 건강관리	영양소의 종류와 기능, 물질대사와 에너지, 영양소 섭취와 건강, 병원체와 질병, 면역, 면역계 질환, 백신과 예방접종, 물의 화학적 성질과 생명현상	신중 전염병, 물의 오염, 물의 소독, 세계, 천연 의약품, 합성 의약품
	첨단과학과 질병치료	암세포의 특성	건강검진, 물리·화학적 검진 방법, CT의 원리와 활용, MRI의 원리와 활용, PET의 원리와 활용, 암의 발생현황, 암의 발생과정과 원인, 암의 진단, 암의 치료, 암의 예방, 암의 극복, 신약 개발, 의약품과 생물 다양성
6. 에너지와 환경	에너지와 문명	태양 에너지의 전환, 열역학 제 1법칙	에너지의 종류, 에너지의 전환과 이동, 에너지 보존, 에너지로 인한 문명의 발전, 에너지를 이용하기 위한 도구의 진화, 열역학 제 2법칙, 에너지 전환 과정의 효율
	탄소순환과 기후변화	인구 활동과 기후 변화, 지구복사 에너지 평형, 지구의 에너지 균형, 대기의 순환, 해수의 순환, 대기와 해양의 순환이 기후변화에 끼치는 영향, 산화·환원 반응, 온실효과, 지구 온난화, 광합성과 이산화탄소의 환원, 광합성에 영향을 주는 빛의 특성, 탄소 순환, 생태계 물질 순환과 에너지 흐름	기후변동의 사례, 기후변동에 대한 대처,
	에너지 문제와 미래	화석 연료의 생성,	화석 연료의 이용, 화석 연료의 문제점, 방사성 에너지의 생성, 신·재생 에너지의 개념과 필요성, 신·재생 에너지의 종류와 활용, 태양에너지의 활용, 풍력 에너지의 활용, 수력 에너지의 활용, 해양 에너지의 활용, 지열 에너지의 활용, 바이오매스 에너지의 활용, 폐기물 에너지의 활용, 석탄액화가스화의 활용, 수소 에너지의 활용, 태양 전지의 원리 및 활용, 연료 전지의 원리 및 활용, 하이브리드 기술의 원리 및 활용, 지속가능한 발전

학생들이 공통과학 복수전공을 하는 경우는 전체 학과의 50.9%에 해당하는 것으로 나타나(Yang *et al.*, 2013) 고등학교 융합형 과학을 가르치는데 충분하지 못하다고 할 수 있다.

고등학교 융합형 '과학' 교과서의 학습내용을 기준으로 사범대학 예비과학교사 교육내용을 분석한 결과, 1~3단원에서 추출한 학습내용들 중에는 사범대학 예비과학교사 교육내용에서 확인되지 않는 것들이 없는 것으로 나타났다(Table 4). 그러나 4~6단원에서는 고등학교 융합형 과학의 학습내용들 중 사범대학 예비과학교사 교육내용에서 확인되지 않거나 상대적으로 설명이 부족한 학습내용들이 발견되었다. 이는 두 가지 측면에서 분석이 가능하다. 우선 첫 번째는 학습내용의 수준이다. 위와 같은 결과는 일부 고등학교 융합형 과학의 학습내용 수준이 대학에 들어와 각 과학 분야에 입문하는 학생들이 배우는 교육내용의 수준보다 상대적으로 높을 수 있다는 것을 의미한다. 이렇듯 학문의 구조적 측면에서 계열성이 확보되지 않으면, 학생들은 그들의 흥미 및 발달 적합성에 맞지 않는 비효율적인 학습으로 인해 학습에 대해 많은 어려움을 느낄 수 있다(Kim *et al.*, 2012; Shim *et al.*, 2004;

Yoon, Yoon, & Woo, 2012). 따라서 융합 교육의 취지에 부합한다 할지라도 과학 과목의 경우, 변별, 구체적 개념 등으로 표현되는 지적 기능이 상·하위적 위계 구조를 가진다는 측면에서, 교과서의 내용 구성 시, 학습 경험이 누적되어 유의미한 학습이 가능하도록 계열성을 고려하여, 그 내용을 구성해야 한다(Kim *et al.*, 2012; Jeong, Cho & Lim, 1996; Lee *et al.*, 2010). 또한 이러한 연구 결과는 사범대학 교육과정을 통해 배우는 일반 물리학, 일반 화학, 일반 생물학, 일반 지구과학(지구과학개론) 교육내용들로는 고등학교 융합형 '과학'에 제시된 학습내용들을 충분히 설명할 수 없다는 것을 의미하기 때문에, 이는 후에 수업을 담당할 예비과학교사들과 현재 수업을 진행하고 있는 교사들 모두에게 부담으로 작용할 수 있다(Chung *et al.*, 2007; Park, 2004; Yang *et al.*, 2013; Yoon, Yoon, & Woo, 2012). 따라서 현재 일반 물리학, 일반 화학, 일반 생물학, 일반 지구과학(지구과학개론) 수준의 교육내용 뿐만 아니라, 각 과학 분야에서 고등학교 융합형 과학을 강의하는데 있어 필요한 교육내용들을 선정하여 이들에 대해 심도 있게 접근할 수 있는 사범대학 교육과정이 마련될 필요가 있다(Kang, 2009). 두

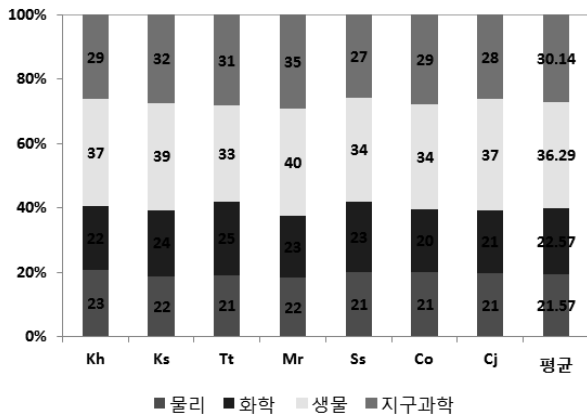


Figure 2. The ratio of education contents in each science fields of teaching materials for pre-service science teachers according to the publisher of high school science

Table 5. The distribution of education contents of teaching materials for pre-service science teachers according to presence frequency in high school science textbooks

과학 분야	사범대학 과학 교육 내용의 고등학교 과학 교과서 출현 빈도에 따른 분포(%)								
	0	1	2	3	4	5	6	7	합계
물리학	4 (12.9)	5 (16.1)	-	1 (3.2)	-	1 (3.2)	1 (3.2)	19 (61.3)	31
화학	5 (14.7)	2 (5.9)	3 (8.8)	-	3 (8.8)	2 (5.9)	1 (2.9)	18 (52.9)	34
생명과학	9 (16.7)	6 (11.1)	1 (1.9)	1 (1.9)	1 (1.9)	3 (5.6)	8 (14.8)	25 (46.3)	54
지구과학	4 (9.3)	5 (11.6)	1 (2.3)	3 (7.0)	3 (7.0)	2 (4.7)	4 (9.3)	21 (48.8)	43
합계	18 (13.6)	14 (11.1)	6 (3.1)	5 (3.1)	8 (4.3)	11 (4.9)	16 (8.6)	69 (51.2)	147

Table 6. The connection between contents of teaching materials for pre-service science teachers and learning contents of 'the Origin and Evolution of Universe' of high school science textbook according to science field

대단원명	중단원 (수)	과학 분야 별 사범대학 예비과학교과 교재의 교육내용			
		물리학	화학	생명과학	지구과학
1. 우주의 기원과 진화	우주의 기원 (11)	회전 운동과 중력의 법칙, 진동과 파동, 음파, 상대성 이론, 빛의 반사와 굴절, 쿼크와 경입자와 대폭발	원자, 분자와 빛의 상호작용	-	별의 진화, 은하의 세계, 우주의 기원
	빅뱅과 기본 입자 (9)	진동과 파동, 상대성이론, 핵물리와 핵에너지, 쿼크와 경입자와 대폭발	원자, 기체, 유발핵변환과 이용	생명체의 화학적 구조	우주의 기원
	원자의 형성 (8)	진동과 파동, 핵물리와 핵에너지, 쿼크와 경입자와 대폭발	원자, 기체, 주기율표와 원자들의 주기성, 유발핵변환과 이용	-	우주의 기원
	별과 은하 (22)	회전운동과 중력의 법칙, 전기력과 전기장, 상대성 이론, 핵물리와 핵에너지, 쿼크와 경입자와 대폭발	원자, 공유결합, 주기율표와 원소들의 주기성, 화학 반응 속도, 주족원소, 유발핵변환과 이용, 탄화수소	생명체의 화학적 구성, 물의 특성과 생명, 탄소화합물, 물질대사	지구의 구조, 우주의 모습, 별의 진화, 우리 은하, 은하의 세계, 우주의 기원

번째는 학습내용의 성격이다. 사범대학 예비과학교과 교재에 제시되지 않은 고등학교 융합형 과학의 학습내용들을 살펴보면 이들 대부분이 자연과학이 아니라 공학과 기술에 해당되는 내용인 것을 확인할 수 있다(National Science & Technology Commission, 2012). 이는 실제 생활에서는 쉽게 접할 수 있으나, 기존 교육과정에서 어렵거나 생소하다는 이유로 배제되었던 첨단 과학 기술 관련 내용들을 교육과정에 포함시키려는 2009 개정 교육과정의 의도(MOEST, 2009b)가 반영된 결과로 볼 수 있다. 그러나 이러한 내용들을 제대로 교육하기 위해서는 교사가 첨단 과학 기술에 대해 명확하게 인식할 수 있도록 돕는 교사교육이 필요하며(Kim et al., 2011), 이는 예비과학교과교육에서도 마찬가지로 요구된다.

한편 사범대학 예비과학교과 교육내용의 수를 출판사 별로 분석한 결과, 이들 중 Mr에서 가장 많은 교육내용이 소개된 것으로 나타났는데 이는 가장 적은 교육내용이 확인된 출판사에 비해 약 1.2배 많았다(Figure 2). 또한 각 고등학교 융합형 과학 교과서에는 평균 110.6개 교육내용들이 나타났는데, 이는 실제 현장에서 수업을 진행하는 교사들이 고등학교 융합형 과학 교과서들을 가르치기 위해 평균 110.6개 교육내용을 숙지해야함을 의미한다. 뿐만 아니라, 실제 현장에서 근무하는 교사들의 경우, 수업에 사용하는 교과서 이외에 다른 교과서에 제시된 모든 학습개념들을 다룬다는 측면에서 교과서 간 교육내용의

큰 편차는 교사들의 수업 준비에 부담으로 작용할 수 있어(Kim et al., 2012; Shim et al., 2004; Yoon, Yoon, & Woo, 2012) 부담을 경감시킬 수 있도록 학습 내용을 적정화할 필요가 있다(Kim et al., 2012; Shim et al., 2004; Shim, Yi, & Kim, 2003).

사범대학 예비과학교과 교육내용의 교과서 출현 빈도수를 조사한 결과, 7종 모두에서 확인된 교육내용은 83개(51.2%)로 전체의 과반수를 차지했다(Table 5). 과학 분야 별로 비교해보면, 생명과학 분야에서 25개(46.3%)로 가장 많은 수의 교육내용이 확인되었으나, 각 과학 분야에서 7회 출현한 교육내용이 차지하는 비율은 물리 분야(61.3%)에서 가장 높은 것으로 나타났다. 7종 교과서 전부에서 다루는 교육내용은 예비과학교과사들로 하여금 숙지하게 할 필요가 있다. 또한 전체 교과서 출현 빈도수 중 6회 이하로 나타난 교육내용들이 79개(48.8%)로 확인되었는데(Table 5), 이는 교과서의 크기 및 분량, 구성 등이 교과서 검인정 제도 변화로 인해 더욱 다양해지고(Gim, Yoo, & Jeong, 2011), 교과서 별로 다양한 과학적 원리의 활용 사례를 제시하는 과정에서 등장한 것으로 파악된다. 그러나 신소재와 같은 첨단 과학 기술에 대한 교사들의 이해도가 낮기 때문에, 과학적 원리뿐만 아니라 다양한 첨단 과학 기술 활용 사례에 대해서 예비과학교과 및 일선 교사들이 직접 체험하고 전문가들과 교류할 수 있는 프로그램을 개발할 필요가 있다(Yoon, Yoon, & Woo, 2012).

Table 7. The connection between contents of teaching materials for pre-service science teachers and learning contents of 'the Solar System and the Earth' of high school science textbook according to science field

대단원명	중단원 (수)	과학 분야 별 사범대학 예비과학교사 교재의 교육내용			
		물리학	화학	생명과과학	지구과학
태양계의 형성 (17)		회전운동과 중력의 법칙, 열과 물질의 열적성질, 상대성 이론, 핵물리와 핵에너지	에너지의 성질과 종류, 유발핵변환과 이용	광합성, 생물권, 생태계	지구의 탄생, 지구의 에너지, 태양, 태양계의 형성과 구조, 별의 진화, 우주의 기원, 전지구적 물질 순환, 지구의 자원
	태양계의 역학 (14)	뉴턴의 운동법칙, 회전운동과 중력의 법칙, 회전평형과 회전동역학, 소리[음파], 빛의 반사와 굴절, 상대성 이론	원자, 분자와 빛의 상호작용	-	지구의 운동, 달과 흑성의 운동, 시와 역, 천구와 별자리좌표, 우주의 기원, 대기의 이동
2. 태양계와 지구	행성의 대기 (13)	에너지의 보존, 회전 운동과 중력의 법칙	공유결합, 에너지의 성질과 종류, 원소와 화합물의 질량, 주기율표와 원자들의 주기성, 액체와 고체, 기체, 탄화수소	생명체의 화학적 구성, 물의 특성과 생명, 지구생물의 역사	태양계의 형성과 구조
	지구 (44)	회전운동과 중력의 법칙, 자기장, 진동과 파동, 전자기파, 핵물리와 핵에너지(1)	원자, 원소와 화합물의 질량, 이온결합, 공유결합, 주기율표와 원자들의 주기성, 수용액에서의 화학반응, 액체와 고체, 산화-환원 반응, 유발핵변환과 이용, 생화학적 화합물의 종류	생명체의 화학적 구성, 물의 특성과 생명, 탄소화합물, 광합성, 세포호흡, 유전자 발현의 조절, 지구 생물의 역사, 식물의 구조와 기능, 식물의 영양, 동물의 행동, 호흡계, 생물권, 생태계	지구의 탄생, 지구의 운동, 지구의 에너지, 지구의 자기장과 중력장, 지구의 구조, 판구조론, 화산활동과 화산암, 변성작용과 변성암, 조산운동과 조륙운동, 지표변화, 태양계의 형성과 구조, 지질시대와 생물, 대기의 상태, 대기 중 물, 해수의 성질, 전지구적 물질순환

Table 8. The connection between contents of teaching materials for pre-service science teachers and learning contents of 'the Evolution of Life' of high school science textbook according to science field

대단원명	중단원 (수)	과학 분야 별 사범대학 예비과학교사 교재의 교육내용			
		물리학	화학	생명과과학	지구과학
3. 생명의 진화	생명의 탄생 (19)	-	원자, 분자와 이온, 화학반응식의 구성 및 종류, 주족원소, 탄화수소, 탄화수소 유도체, 고분자, 생화학적 화합물의 종류, 생명체 내의 생화학 반응	생명의 특성, 생명체의 화학적 구성, 탄소화합물, 세포막과 막수송, 물질대사, 유전자와 염색체, 지구 생명의 역사, 식물의 영양	지구의 탄생, 지질시대와 생물
	생명의 진화 (24)	-	산화-환원 반응, 생명체 내에서의 화학반응, 생화학적 화합물의 종류	생명의 특성, 세포막과 막수송, 물질대사, 광합성, 세포호흡, 세포의 구조와 기능, 지구 생명의 역사, 종의 개념과 분화, 다윈의 진화론, 생물의 계통발생과 계통수, 식물의 계통분류, 동물의 계통분류, 원핵생물, 원생생물, 동물의 형태와 기능, 식물의 구조와 기능, 생태계	지구의 탄생, 화석과 화석화 작용, 지질시대와 생물, 기후와 변화
	생명의 연속성 (14)	-	생화학적 화합물의 종류, 고분자	탄소화합물, 세포주기, 감수분열, 유전자와 염색체, 유전자 발현, 유전자 복제, 멘델의 유전, 집단 진화, 계통발생과 계통수, 동물의 생식, 종의 개념과 분화, 보존 생물학과 복원생태학	-

고등학교 융합형 '과학' 교과서 대단원 별로 학습내용과 사범대학 예비과학교사 교육내용의 연관성을 분석한 결과, '1. 우주의 기원과 진화' 단원은 4개 중단원에서 총 50개 교육내용(중복된 교육내용 포함)이 확인되었으며, 4개 과학 분야 중 생명과학을 제외한 물리, 화학, 지구과학 분야의 교육내용이 모든 중단원에서 확인되었다(Table 6). 특히 중복된 교육내용들을 제외하고, 물리와 화학 분야 교육내용이 각각 9개로 가장 많이 소개되었는데, 이는 고등학교 융합형 '과학' 교과서에 대한 과학 교사들의 인식 조사 결과, 우주와 관련된 단원들의 영향으로 지구과학 분야에 교과서 내용이 편중되었다고 느낀 것(Yoon, Yoon, & Woo, 2012)과는 다른 연구 결과인 것으로 보인다. 그러나 이러한 결과는 본 연구에서 사용한 각 과학 분야 별 교육내용들

의 범위가 달라 실제 교사의 인식과 교육내용 분석 결과에서 차이가 나타난 것으로 해석된다. 실제 중단원인 '1-1. 우주의 기원'을 보면, 본 중단원에 제시된 7개 학습내용을 설명하기 위해 물리 분야에서는 '회전 운동과 중력의 법칙'을 비롯한 6개 교육내용들이 등장했으나, 지구과학 분야에서는 본 학습내용들의 모든 내용들이 '별의 진화'를 비롯한 3개 교육내용에 포함된다.

'2. 태양계와 지구' 단원에서는 4개 중단원에서 총 88개 교육내용(중복된 교육내용 포함)이 확인되었는데(Table 7), 1개 중단원에서 생명과학 분야가 조사되지 않은 것을 제외하고 3개 중단원에서 4개 과학 분야가 모두 나타났다. 특히 중복된 교육내용들을 제외하고, 본 단원에서 지구과학 분야는 23개 교육내용이 소개되었는데 이는 전체 지구과

Table 9. The connection between contents of teaching materials for pre-service science teachers and learning contents of 'the Information Communication and Advanced Material' of high school science textbook according to science field

대단원명	중단원 (수)	과학 분야 별 사범대학 예비과학교사 교재의 교육내용			
		물리학	화학	생명과학	지구과학
4. 정보통신과 신소재	정보의 발생과 처리 (34)	일차원 운동, 뉴턴의 운동법칙, 에너지 보존, 열과 물질의 열적성질, 고체의 유체, 전류와 전기저항, 전자기 유도과 유도전압, 자기장, 소리[음파], 진동과 파동, 전자기파, 빛의 반사와 굴절, 광학기기, 고체의 전도성, 양자물리, 원자물리	원자, 원소와 화합물의 질량, 분자와 빛의 상호작용, 무기재료물질, 산과 염기의 성질, 생화학적 화합물의 종류	생명의 특성, 탄소화합물, 유전자와 염색체, 순환계, 감각계, 생태계, 동물의 행동, 동물의 형태와 기능	지구의 에너지, 지구물리탐사, 지진, 화산활동과 화산암
	정보의 저장과 활용 (16)	기체, 자기장, 물질의 자성, 전자기 유도과 유도전압, 교류와 전자기 진동, 전자기파, 빛의 반사와 굴절, 양자물리, 원자물리, 광학기기, 고체의 전도성	원자, 분자와 빛의 상호작용, 무기재료물질, 고분자	감각계	-
	반도체와 신소재 (17)	물질의 자성, 교류와 전자기 진동, 고체의 전도성, 전자기파, 빛의 반사와 굴절	원자, 무기재료물질, 탄화수소, 분자와 빛의 상호작용, 고분자, 유기화합물의 응용, 생화학적 화합물의 종류, 생명체 내에서의 생화학 반응	탄소화합물, 생명공학	지구의 자원 환경오염
	광물 자원 (17)	회전운동과 중력의 법칙, 진동과 파동, 물질의 자성, 핵물리와 핵에너지, 고체의 전도성	전이금속의 성질, 무기재료물질, 자연발생방사능과 이용	생물권	판구조론, 지구의 자원, 지구물리탐사, 화산 활동과 화산암, 퇴적작용과 퇴적암, 변성작용과 변성암, 환경보존, 지질구조

Table 10. The connection between contents of teaching materials for pre-service science teachers and learning contents of 'the Hearth of Humanity and Scientific technology' of high school science textbook according to science field

대단원명	중단원 (수)	과학 분야 별 사범대학 예비과학교사 교재의 교육내용			
		물리학	화학	생명과학	지구과학
5. 인류의 건강과 과학 기술	식량자원 (21)	-	화학반응속도, 주족원소, 유기화합물의 응용, 생명체 내에서의 화학반응, 유발핵변환과 이용	물질대사, 광합성, 생명공학, 지구생물의 역사, 면역계, 세포호흡, 동물의 영양, 식물의 영양, 원핵생물, 생태계, 군집생태계, 생물권, 보존생물학과 복원생태학	전지구적 물질순환, 환경오염
	과학적 건강관리 (30)	-	수용액에서의 화학반응, 침전과 점성분석, 주족원소, 산과 염기의 성질, 생화학적 화합물의 종류, 유기화합물의 응용, 생명체 내에서의 생화학 반응	생명의 특성, 생명체의 화학적 구성, 물의 특성과 생명, 물질대사, 세포호흡, 광합성, 세포주기, 탄소화합물, 바이러스, 원핵생물, 원생생물, 균류, 동물의 형태와 기능, 동물의 영양, 면역계, 순환계, 배설계, 내분비계, 근골격계, 보존생물학과 복원생태학	지구의 탄생, 환경오염, 환경보존
	첨단 과학과 질병치료 (23)	물질의 자성, 소리[음파], 전자기파, 빛의 반사와 굴절, 핵물리와 핵에너지, 고체와 유체	분자와 빛의 상호작용, 유발핵변환과 이용, 유기화합물의 응용, 생화학적 화합물의 종류	탄소화합물, 세포주기, 유전자 복제, 유전자 발현의 조절, 생명공학, 원핵생물, 균류, 순환계, 배설계, 면역계, 동물의 영양, 군집생태학, 보존생물학과 복원생태학	-

학에서 추출한 교육내용들 중 53.5%에 해당된다. 이에 따라 본 단원은 상대적으로 지구과학 분야와 연관성이 높다고 파악된다. 특히 중단원 '2.4. 지구'는 분석된 중단원들 중에서 가장 많은 수의 교육내용(44개)이 확인되었는데, 이들 중 물리를 제외한 3개 과학 분야에서 각각 교육내용들이 10개 이상 확인되었다는 측면에서, 본 중단원은 지구의 진화 과정을 지구의 지권과 수권, 기권의 형성 및 이들 사이의 상호작용을 종합적인 관점에서 제시하고자 했던 교육과정의 의도(MOEST, 2009a)에 적합하도록 구성되었다고 판단할 수 있다.

'3. 생명의 진화' 단원에서는 3개 중단원에서 총 57개 교육내용이 확인되었다(Table 8). 6개 대단원들 중 가장 적은 교육내용이 확인되었

고, 4개 과학 분야가 모두 확인된 중단원이 없다. 특히 중복된 교육내용들을 제외하고, 생명과학 분야의 교육내용이 29개 확인되었는데 이는 전체 생명과학 분야 중 53.7%에 해당하는 교육내용들이 소개되었음을 의미한다. 또한 본 단원에 제시된 57개 교육내용 중 36개(63.2%)가 생명과학 분야에 편중되었으며, 물리 분야에서는 관련된 교육내용이 확인되지 않았다는 측면에서 본 단원이 상대적으로 생명과학 분야와 연관성이 높으며, 특히 물리 분야와는 연관성이 없음이 확인되었다.

4. 정보통신과 신소재 단원은 4개 중단원에서 총 84개 교육내용(중복된 내용 포함)이 소개되었는데, 4개 중 3개 중단원에서 4개 과학 분야가 모두 확인되었다(Table 9). 중복된 교육내용들을 제외하고 물



Table 11. The connection between contents of teaching materials for pre-service science teachers and learning contents of 'the Energy and Environment' of high school science textbook according to science field

대단원명	중단원 (수)	과학 분야 별 사범대학 예비과학교사 교재의 교육내용			
		물리학	화학	생명과학	지구과학
6. 에너지와 환경	에너지와 문명 (29)	에너지 보존, 열과 물질의 열적 특성, 진동과 파동, 열역학법칙, 전기에너지와 전기용량, 회전운동과 중력의 법칙, 핵물리와 핵에너지	에너지의 성질과 종류, 화학반응에서의 열역학, 산화-환원 반응, 분자와 빛의 상호작용, 생명체 내 생화학반응, 유발핵변환과 이용	물질대사, 광합성, 세포호흡, 지구생물의 역사, 동물의 행동, 생물권 생태계	지구의 에너지, 지구의 자원, 대기의 이동, 전지구적 물질순환, 해류와 조류 확산활동과 화산암, 지진, 일기의 변화, 환경오염
	탄소 순환과 기후 변화 (30)	열과 물질의 열적 특성, 전자기파	화학반응속도, 분자와 빛의 상호작용, 산화-환원반응, 탄화수소, 생명체 내에서의 화학반응	탄소화합물, 물의 특성과 생명, 물질대사, 세포의 구조와 기능, 광합성, 세포호흡, 지구 생물의 역사, 식물의 영양, 생물권, 생물권	태양계의 형성과 구조, 지구의 자원, 지구의 에너지, 지질시대와 생물, 대기의 이동, 일기의 변화, 기후와 변화, 해류와 조류, 대기와 해양의 상호작용, 해저지형과 해양의 역할, 전지구적 물질 순환, 환경재해, 환경보존
	에너지 문제와 미래(32)	전자기유도와 유도전압, 에너지 보존, 전기에너지와 전기충량, 양자물리, 상대성 이론, 고체의 전도성, 핵물리와 핵에너지, 열역학법칙	원자, 에너지성질과 종류, 화학반응에서의 열화학, 전기, 자연발생방사능과 이용, 유발핵변환과 이용, 산화-환원 반응, 분자와 빛의 상호작용, 무기재료물질, 탄화수소, 고분자	생태계, 광합성, 세포호흡, 지구 생물의 역사, 보존생물학과 복원생태학	지구의 자원, 지구의 에너지, 기후의 변화, 환경오염, 지구물리탐사, 지질시대와 생물, 지질구조, 환경보존

리에서 21개 교육내용들이 소개되었는데 이는 전체 물리 분야 교육내용 중 67.7%에 해당된다. 특히 '신소재'에 대한 예비고등학교 학생들과 교사들의 인식을 조사한 결과, '신소재'라는 자체에 대한 학생들과 교사의 인식은 긍정적이나, 본 단원과 관련된 내용들이 기존에 다루지 않았던 내용들이기 때문에 교사와 학생 모두에게 생소하며, 교사들은 신소재 관련 내용들에 대해 얼마나 다루어야 하는지에 대한 기준이 없어 수업에 어려움을 느낄 수 있다는 주장이 제기되었다(Yoon, Yoon, & Woo, 2012). 또한 신소재 관련 지식에 대한 교사의 이해도가 낮아 이에 대한 대안으로 교사들을 대상으로 하는 다양한 연수 및 체험 프로그램을 개발할 것을 주장하였다(Yoon, Yoon, & Woo, 2012). 따라서 예비과학교사들 역시 실질적인 신소재 기술에 대해 접할 수 있도록 다양한 분야의 전문가들과 협의하여 연구소나 산업 현장을 체험할 수 있는 다양한 프로그램들이 개발될 필요가 있다.

'5. 인류의 건강과 과학 기술' 단원에서는 3개 중단원에서 총 74개 교육내용(중복된 내용 포함)이 확인되었는데, 4개 분야가 모두 확인된 중단원은 없었다(Table 10). 중복된 교육내용들을 제외하고 생명과학 분야에서 26개 교육내용이 소개되었는데, 이는 전체 생명과학 분야 교육내용들 중 48.1%에 해당된다. 또한 본 대단원에서 확인된 74개 교육내용 중 47개 교육내용이 생명과학 분야에 해당된다는 측면에서 본 단원은 생명과학 분야와 연관성이 상대적으로 강한 단원임을 확인할 수 있었다. 본 단원은 과학 기술이 발달이 식량 생산성 증가 및 의약품의 발달 등 인류에 끼친 영향을 이해시키고자 구성되었으며, 이를 위해 생명공학기술들을 비롯한 다양한 첨단과학기술의 장점들을 소개하고 있다(MOEST, 2009a). 그러나 상대적으로 전문적 지식을 갖고 있는 예비 생물 교사들조차도 생명공학기술과 관련된 정보를 활용하여 자신의 의견을 정립할 기회를 갖지 못하고 있는 현재 상황을 고려할 때(Shim, 2011), 생명과학에 대한 전문 지식이 상대적으로 낮은 타 전공 예비과학교사들의 경우에는 생명공학기술에 대한 더 낮은 인식을 가지고 있을 것으로 예상된다. 따라서 예비과학교사들이 생명공학기술들을 비롯한 다양한 첨단기술들에 대해 올바른 인식을 가질 수 있도록 다양한 첨단 기술 관련 교육 프로그램들을 개발할 필요가

있다(Kim *et al.*, 2012; Shim, 2011; Yoon, Yoon, & Woo, 2012).

'6. 에너지와 환경' 단원에서는 3개 중단원에서 총 91개 교육내용(중복된 교육내용 포함)이 확인되었다(Table 11). 6개 대단원 중 가장 많은 수의 교육내용이 분석되었는데, 모든 중단원에서 4개 과학 분야가 모두 확인되었다. 중복된 교육내용들을 제외하면 물리, 화학, 생명과학, 지구과학 분야에서 각각 12개, 13개, 11개, 17개 교육내용들이 확인되었다. 생명과학 분야가 전체 생명과학 분야 교육내용들 중 20.4%를 차지하는 것을 제외하고 다른 3개 분야에서는 모두 38~39%에 해당하는 교육내용들이 소개되었다. 이는 본 단원이 상대적으로 타 단원에 비해 과학 분야 간 연관성이 높다는 것을 의미하며, 과학의 4개 분야들이 상호 유기적인 연관성을 갖도록 조직되면 학습 효과가 증가할 것이라 측면(Lee *et al.*, 2010)에서 긍정적인 평가가 가능하다.

고등학교 융합형 '과학'의 대단원 별로 사범대학 예비과학교사 교육내용과의 연관성을 분석한 결과, 중복된 교육내용들을 포함하여 가장 많은 교육내용이 제시된 단원은 '6. 에너지와 환경' 단원이었다. 또한 과학 분야 별로 봤을 때, 물리 분야와 연관성이 높은 단원은 '4. 정보통신과 신소재' 단원이었으며, 화학 분야에서는 '5. 인류의 건강과 과학 기술' 단원에서 가장 많은 교육내용들이 소개되었으나, '2. 태양계와 지구', '4. 정보통신과 신소재' 단원에서도 이와 비슷한 수의 교육내용들이 소개되었다는 측면에서 본 3개 단원에서 화학 분야와의 연관성이 상대적으로 높게 나타났음을 확인할 수 있었다. 생명과학 분야에서는 '3. 생명의 진화', '5. 인류의 건강과 과학 기술' 단원에서 연관성이 높음을 확인할 수 있었으며, 지구과학은 '2. 태양계와 지구' 단원에서 가장 높은 연관성을 보였다. 특히 '6. 에너지와 환경' 단원은 4개 영역의 교육내용 소개 비율이 비교적 고르게 분포한 것으로 확인되어 타 대단원들에 비해 수평적 연관성이 높은 단원임을 알 수 있었다.

#### IV. 결론 및 제언

본 연구는 2009 개정 과학과 교육과정에 근거하여 개발된 고등학교 융합형 과학의 학습내용과 사범대학 예비과학교사 교육내용과의 연관

성 분석을 통해 고등학교 융합형 과학 수업을 위한 예비과학교사 교육과 융합 교육에 대한 시사점을 제공하고자 하였다. 이를 위해 2009 개정 과학과 교육과정에 의거하여 개발된 7종 교과서에서 추출한 학습내용과 사범대학에서 예비과학교사들이 배우는 교육내용들을 추출하여 비교·분석하였다.

사범대학 예비과학교사들의 교육내용을 추출한 결과, 4개 과학 분야에서 총 162개 교육내용이 추출되었으며, 4개 과학 분야 중 생명과학 분야에서 가장 많은 수의 교육내용이 추출되었다. 교육내용들을 바탕으로 고등학교 융합형 과학의 학습내용과 연관성을 분석한 결과는 다음과 같다. 우선 4개 과학 분야에서 평균 86.6%의 교육내용들이 고등학교 융합형 과학에서 소개되었으며, 이는 본 과목을 수업하는 과학 교사들이 교과서에 제시된 학습내용들을 설명하기 위해서는 적어도 각 과학 분야 별 교육내용의 86.6% 이상을 제대로 숙지해야 함을 의미한다. 그러나 현재 사범대학 교육과정에서는 이에 대한 준비가 미흡한 상황이다.

고등학교 융합형 과학의 학습내용을 기준으로 사범대학 예비과학교사 교육내용을 분석한 결과, 1~3단원에서 추출한 학습내용들은 모두 사범대학 예비과학교사 교육내용에서 확인되었으나, 4~6단원에서 추출한 일부 학습내용들은 사범대학 예비과학교사 교육내용으로 설명이 되지 않거나 설명이 부족한 학습내용들이 있는 것으로 확인되었다. 이는 두 가지 측면에서 해석이 가능하다. 우선 첫 번째로 학습내용의 수준 측면에서, 본 결과는 고등학교 융합형 과학의 일부 학습내용의 내용 수준이 오히려 사범대학 예비과학교사들의 교육내용보다 높을 수 있다는 점을 시사하며, 현재 고등학교 융합형 과학의 교과 내용 구성 시 학문의 구조적 측면과 계열성을 충분히 고려하지 않았다는 의미로 해석 가능하다. 또한 이러한 연구 결과는 본 과목을 배우는 학생들뿐만 아니라, 앞으로 본 과목을 담당하게 될 예비과학교사 및 현재 본 과목을 담당하고 있는 과학 교사들에게도 부담으로 작용할 수 있다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 과학 교과 내용 구성 시, 학문의 구조적 체계와 계열성 등을 충분히 고려한 교과서 개발이 필요하며, 일반 물리학, 일반 화학, 일반 생물학, 일반 지구과학 수준의 교육내용 뿐만 아니라, 더 높은 수준의 교육내용을 접할 수 있는 사범대학 교육과정이 마련될 필요가 있다. 두 번째는 학습내용의 성격 측면에서, 본 결과는 일부 고등학교 융합형 과학의 학습내용들이 공학과 기술적 내용을 포함하고 있음을 시사한다. 이러한 학습내용들은 첨단 과학 기술 관련 내용을 교과서에 포함하고자 했던 2009 개정 교육과정의 의도와는 충분히 부합되나, 실제 과목을 담당하는 교사들이 이를 제대로 수업하기 위해서는 철저한 교사교육이 필요하며, 이러한 교사교육은 앞으로 본 과목을 담당하게 될 예비과학교사에게도 동일하게 요구된다.

고등학교 과학 교과서의 출판사 별로 소개된 교육내용의 수와 이들의 교과서 출현 빈도수를 분석한 결과, 7종 교과서 간 교육내용의 수와 종류에서 다소 차이가 나타났는데, 이는 교과서 검인정 제도의 변화 및 교과서 별로 다양한 과학적 원리의 활용 예시를 제시하는 과정에서 나타난 결과로 보인다. 그러나 교과서 간 큰 편차는 일선 교사들의 수업 준비에 큰 부담으로 작용할 수 있는 만큼 수업 내용에 대한 적정화가 필요하며, 교사와 예비과학교사들을 대상으로 다양한 과학 원리의 활용 사례들에 대한 인식 및 이해를 높일 수 있도록 각 분야 전문가들과 함께하는 체험 프로그램을 개발·운영할 필요가 있다.

고등학교 융합형 과학의 대단원 별로 소개된 교육내용을 분석한 결과, 중복된 교육내용들을 포함하여 가장 많은 교육내용이 제시된 단원은 '6. 에너지와 환경' 단원이었다. 또한 과학 분야 별로 봤을 때, 물리 분야와 연관성이 높은 단원은 '4. 정보통신과 신소재' 단원이었으며, 화학 분야에서는 '5. 인류의 건강과 과학 기술' 단원에서 가장 많은 교육내용들이 소개되었으나, '2. 태양계와 지구', '4. 정보통신과 신소재' 단원에서도 이와 비슷한 수의 교육내용들이 소개되었다는 측면에서 본 3개 단원에서 화학 분야와의 연관성이 상대적으로 높았다고 판단된다. 생명과학 분야에서는 '3. 생명의 진화', '5. 인류의 건강과 과학 기술' 단원에서 높은 연관성을 보였으며, 지구과학은 '2. 태양계와 지구' 단원에서 가장 높은 연관성이 확인되었다. 특히 '6. 에너지와 환경' 단원은 4개 영역의 교육내용 소개 비율이 비교적 고르게 분포한 것으로 확인되어 타 대단원들에 비해 수평적 연관성이 높음을 알 수 있었다.

이와 같은 결과를 볼 때, 고등학교 융합형 과학의 학습내용과 사범대학 예비과학교사들의 교육내용 분석 결과, 수직적 연관성을 고려했을 때 각 과학 분야 별로 특정 단원과 상대적으로 높은 연관성을 보였다. 또한 연구를 통해 수평적으로도 한 대단원 혹은 중단원 내에서 각 과학 분야 교육내용들을 연관성 있게 다루는 경우들이 많음을 확인할 수 있었다. 그러나 실제 고등학교 융합형 과학의 학습내용에는 등장하였으나, 사범대학 예비과학교사 교육내용에는 없는 학습주제들이 소개되었다는 측면에서 앞으로 교육과정의 내용 구성 및 내용 수준을 결정할 때 과학 과목 자체가 가진 학문적 구조와 계열성 등을 고려할 필요가 있으며, 해당 학습주제들에 대해 예비과학교사들이 충분히 대비할 수 있도록 돕는 예비교사교육이 마련될 필요가 있다. 무엇보다도 현재의 융합형 과학뿐만 아니라 창의적 융합 인재 양성을 위한 통합 교육의 필요성이 요구되는 현 시점에서 일선 현장에서 과학 수업하는 교사와 앞으로 현장에 나가 학습자들을 가르칠 예비과학교사들을 위해 적절한 교육 프로그램 개발 및 사범대학 교육과정의 개편이 필요하다.

## 국문요약

본 연구의 목적은 고등학교 과학 교과에서 추출한 학습 내용과 사범대학 예비과학교사 교재에서 추출한 교육내용을 비교하여 그 연관성을 분석하고자 하였다. 이를 위해 소위 융합형 과학으로 불리는 고등학교 과학 교과서 7종과 물리, 화학, 생물, 지구과학 등 4개 과학 분야에서 사용하고 있는 11종 사범대학 예비과학교사 교재를 분석하였다. 고등학교 과학의 교육 내용과 예비과학교사 교재의 교육내용을 비교 분석한 결과, 관련성이 있는 것을 알 수 있었다. 특히 '에너지와 환경' 단원은 가장 많은 예비과학교사 교육내용이 포함된 것으로 나타났다. 그러나 전체 고등학교 과학 교과 내용의 86.6% 정도가 사범대학 4개 분야의 교재에 소개되고 있을 뿐 나머지는 예비교사들이 스스로 공부해야 하는 부담을 갖는 것으로 나타났다. 심지어 일부 학습내용들은 그 내용 수준이 사범대학 예비과학교사 교육내용보다 높은 것을 확인할 수 있었다. 게다가 또 다른 일부 학습내용들은 공학과 기술 영역에 포함되어, 이를 대비하기 위한 별도의 교사교육이 필요하다. 위와 같은 내용을 종합했을 때, 고등학교 과학 교과서의 교육내용을 적정화 할 필요가 있다. 또한 본 교과를 가르칠 교사와 예비교사들을 위해 다양한

교육 프로그램을 개발할 필요가 있으며, 예비과학교사들이 과학을 지도할 수 있도록 도울 수 있는 사범대학 교육과정의 개편이 필요하다.

**주제어:** 고등학교 과학, 예비과학교사, 융합형 과학, 과학 교과서, 예비과학교사 교육과정

## References

- Chung, A., Maeng, S., Lee, S., & Kim, C. (2007). Pre-service Science Teachers' Areas of Practice Concern and Reflections on the Science Classes in Student-Teaching. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 27(9), 893-906.
- Eoum, H., and Moon, S. (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.
- Gim, S., Yoo, H., & Jeong, E. (2011). Comparative Analysis of Middle School Science 1 Textbooks by the 2007 Revision Curriculum -Focused on the Unit "Organization and Diversity of Living Organisms". *Biology Education*, 39(3), 135-151.
- Huh, Y. (2014). Analysis on contents continuity between middle school science and high school science. Master's Thesis, Gyeongsang National University, Gyeongnam, South Korea.
- Jeong, J., Cho, S., & Lim, C. (1996). A Study of the Validating Evaluation of Science Curriculum Sequence and Instructional Effectiveness with the Application and Hierarchical Analysis of Science Conceptions. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 16(1), 1-12.
- Kang, K. (2012). Analysis of Difficulties Experienced by Pre-service Secondary Science Teachers in Student-Teacher Practice. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 29(5), 580-591.
- Kim, B. (2003). A study on the motivation of prospective teachers' entrance into teachers college and the process of their adaptation in pre-service teacher education program. *The Journal of Korean Teacher Education*, 20(1), 57-83.
- Kim, G. (2012). High School Teachers Perception and operating status of the convergence science. Master's Thesis, Kyungpook National University, Daegu, South Korea.
- Kim, H., and Hong, B. (2010). Science Teachers' Perception and Attitudes toward Nanotechnology. *Journal of the Korean Chemical Society*, 54(5), 633-642.
- Kim, H., Hong, J., & Hong, B. (2011). The Effect of Advanced Science Content Introduced to High School Curriculum on Students' Interest in Science. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 31(6), 827-835.
- Kim, N., Han, H., Hong, B., & Shim, K. (2012). Analysis of fusing science and STEAM factors of learning contents related to life science presented in high school 'science' and the connection between 'science' and 'life science I' or 'life science II'. *Biology Education*, 40(1), 121-131.
- Kim, S., Ryu, H., & Choi, K. (2012). An analysis of the contents and Steam educational factors of global issues presented in the 2009 revision of secondary school science curriculum. *Journal of learner-centered curriculum and instruction*, 12(2), 73-96.
- Kim, Y. (2000). The state of the Art of Common Science Teaching in High School. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 20(2), 200-213.
- Kim, Y., Park, S., & Lee, S. (2010). A Survey on Perception and Knowledge of Science-gifted Students and General Students in Middle-school level about High Technology Related to Science. *Journal of Gifted/Talented Education*, 20(3), 901-919.
- KOFAC(Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity) (2009). Survey Analysis of Policy trend and Education Case on Mathematics, Science and Creativity Education at home and abroad. Retrieved October 16, 2014, from <https://www.kofac.re.kr/upload/201001/1263889297526.pdf>
- Kwon, N., and Ahn, J. (2012a). The science-arts convergence strategy analysis for scientific creativity and artistic sensibility. *Journal of education*, 32(1), 77-93.
- Kwon, N., and Ahn, J. (2012b). 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.
- Lee, j., Kim, Y., Paik, S., & Lee, K. (2010). An Analysis of Content-related Issues of Curriculum for the Improvement of Contents in Science Education. *Journal of science education*, 34(1), 140-154.
- Lee, K., Cho, N., Oh, E., Kwon, j., Kim, H., Chi, E., & Hong, W. (2011). A Study on the Improvement of Secondary School Education for Cultivating Students' Creativity. Korea Institute Of Curriculum & Evaluation, RRC-2011-2.
- Lee, S. (2006). Establishment of Criteria for Text Analysis. *The Journal of Educational Research*, 27(1), 59-82.
- Michael, M., Grinyer, A., & Turner, J. (1997). Teaching biotechnology: identity in the context of ignorance and knowledgeability. *Public understanding of science*, 6, 1-17.
- MOEST(Ministry of Education and Science Technology) (2009a). High school science curriculum. Seoul: Ministry of Education and Science Technology.
- MOEST(Ministry of Education and Science Technology) (2009b). High school science curriculum manual. Seoul: Ministry of Education and Science Technology.
- National Science & Technology Commission(2012). National Science & Technology standard classification system. Gwacheon: National Science & Technology Commission.
- Park, C., Min, H., & Paik, S. (2008). An Analysis of Pre-service Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge through the Student-Teacher Practice. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 28(6), P641-648.
- Park, M. (2004). (A) Comparative study of high school science classes given by science teachers according to whether science is their major or not. Master's Thesis, Korea National University, Chungnam, South Korea.
- Shim, K. (2011). Study on Perception of Pre-Service Biology Teachers about Biotechnology. *Biology Education*, 39(1), 126-134.
- Shim, K., Kang, Y., Shin, J., & Kim, H. (2004). An Analysis of Learning Contents in the Life Science Textbooks under the 7th Curriculum: on the Unit of Stimuli and Response. *Biology Education*, 32(2), 114-123.
- Shim, K., Yi, B., & Kim, H. (2003). Analysis of Learning Concepts Related to Metabolism Presented in the Life Filed of Science Textbooks According to the National Common Basic Curriculum. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 23(6), 627-633.
- Shin, Y., and Han, S. (2011). A Study of the Elementary School Teachers' Perception in STEAM(Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) Education. *Journal of Korean elementary science education*, 30(4), 514-523.
- Song, S. Hong, B., Kim, N., Han, H., & Shim, K. (2012). Study on Perceptions of High School Students and Science Teachers about High School Fusing Science. *Journal of science education*, 36(1), 130-138.
- Yang, C., Kwak, Y., Han, J., & Noh, T. (2013). Current Status of Teacher Education Curriculum and Recruitment of General Science Teachers and Ways to Improve Them as Suggested by Professors from the Department of Science Education. *Journal of the Korean Association*

- for Research in Science Education, 33(2), 345-358.
- Yoon, H., Yoon, W., & Woo, A. (2011). High School Science Teachers' Perceptions of the 2009 Revised Science Curriculum and the Science Textbook. *Journal of Research in Curriculum Instruction*, 15(3), 243-262.
- Yoon, H., Yoon, W., & Woo, A. (2012). Investigation of Prospective High School Students' and Science Teachers' Views on 'Advanced Material'. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 32(2), 279-292.
- Yun, E, & Park, Y. (2013). Relationship of Using Science Terminology between Science Curriculum and Middle School Science Textbooks in the 2009 National Curriculum. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 34(7), 667-675.