

ORIGINAL ARTICLE

2009 개정 교육과정 고등학교 융합형 과학에 대한 교사와 학생의 인식 및 수업 운영 실태조사

엄희숙·문성배*

부산대학교

An Examination on Teachers' and Students' Perception of Converged Science Introduced by the 2009 Revised High School Curriculum as well as its Actual Implementation

Eoum Hee-sook · Moon Seong-bae*

Pusan National University

ABSTRACT

This study investigates the implementation of the Converged Science, and what teachers and students think of it in order to understand how it is taking root in schools. The results identify ways in which the new curriculum can establish itself in schools.

One hundred and two science teachers, who had participated in the mandatory workshop for the 2009 Amended Course of Science, were given the first survey regarding their general perception of the converged science curriculum. A year after the first implementation of the new curriculum, one hundred and seventy one science teachers were given the second survey in order to determine their general perception and actual results in the classrooms. A similar survey was given to one hundred and forty nine tenth grade students. In addition, one hundred and forty eight tenth grade students, who had experienced the new science curriculum, took part in another survey revealing their general thoughts the course. The results show that the teachers' responses are rarely positive. The teachers claimed that the contents were too extensive while the level of fundamental concepts were too rigorous for tenth graders. They also asserted that the contents contained too much of a particular subject, and that it is necessary to lower the level of rigor. With regard to the level of unification of converged science textbooks, the teachers expressed that they are still slightly inadequate. The subject of science in the seventh curricula was criticized due to its lack of convergence: over 90% of the respondents answered negatively. On the other hand, the students responded more positively: they said that the new converged science was difficult to learn, but was interesting.

In Busan, most high schools adopted the new curriculum in the first year when it was introduced for the first time. In most cases (over 80%), several teachers divided and taught the contents either according to their majors or regardless of their majors.

Key words : Converged Science, Teachers' and Students' Perception, Actual condition of teaching management

I. 서론

21세기의 인류는 세계화·정보화의 거센 물결과 함께 기후 변화, 에너지, 식량, 환경 등의 분야에서

심각한 어려움에 직면하고 있다. 저탄소 녹색 성장의 실현 및 과학기술과 관련된 복합적인 사회 문제를 합리적이고 원만하게 해결할 수 있는 높은 수준의 창의성과 인성을 모두 갖춘 인재를 양성하기 위

한 교육이 필요하다. 이러한 시대가 요구하는 창의성과 인성을 갖춘 인재를 양성하기 위해서 과학교육은 과학자 양성에 필요한 지나친 개념 중심의 교육에서 과감하게 벗어나, 학생들에게 인위적인 과목 구분의 벽을 뛰어넘는 융합교육을 통한 진정한 창의·인성 교육을 추구해야 한다. 제7차 교육과정은 미래를 주도해 나갈 능력과 교양을 갖춘 새로운 가치 창조자를 양성하기 위하여 개발되었다. 그러나 적용과정에서 심화보충형 수준별 교육과정 운영의 한계, 10학년 과학의 이수 단위수의 부족, 이공계 기피 심화 등의 문제점이 나타났다(교원대 과학교육연구소, 2010). 또한 학습자 중심의 다양하고 특성화된 교육과정을 강조하였지만, 학교 현장의 현실적인 여건이 교육과정의 운영을 충분히 뒷받침하지 못하여 교사들의 부담이 늘어나는 등 당초 기대했던 성과를 거두지 못한 것으로 평가되었다(이화성 등, 2008). 이후 2009 개정 과학과 교육과정은 제7차 교육과정의 기본 철학을 유지하면서 과학교육을 획기적으로 강화해야 한다는 의견이 과학계, 과학교육계, 교육 현장에서 의견이 제기되어 개발되었다.

미국 국가과학위원회는 STEM(Science, Technology, Engineering and Mathematics) 교육시스템의 주요 요구 사항에 STEM 분야에 숙달된 시민을 육성하는 것이 미국 공교육의 핵심이라 하고, STEM 교육 강화 및 고도의 역량을 갖춘 교사 양성 등을 국가전략으로 건의하였다(National Science Board, 2007). 또한 수학과교육위원회(Commission on Mathematics and Science Education)의 보고서(Carnegie Corporation of New York/Institute for Advanced Study, 2009)는 “너무 많은 내용을 깊이 없이” 가르치는 과학교육 과정의 문제점을 지적하였다. 그리고 대학에서 심도 있는 내용을 배우기 위하여 필요한 과학의 핵심 내용 지정 및 구체적인 성취 기준의 설정이 필요하다고 하였다. 우리나라의 2009 개정 교육과정에서도 과학의 여러 분야를 통합적으로 교육해야 한다는 추세에 발맞추어 융합적 주제를 중심으로 과학의 핵심 내용을 포함하였다(교육과학기술부, 2011).

근대에서 현대로 넘어오면서 과학은 서서히 융합되기 시작하여 20세기 이후 학문 간의 통합의 개념이 시작되면서 다양한 학문들 간에 물리적, 개념적으로 학문 간의 연계를 가져왔다. 또한 과학혁명 이후로 시작된 과학과 기술 간의 융합은 현대에 이르러 나노공학, 생명공학, 정보과학, 인지과학 등으로

이어지며 융합과학기술의 틀이 마련되었다(이용규, 2007). 2009 개정 교육과정 융합형 과학은 현재 주요한 시대적인 흐름의 하나인 융합(좌혜정, 2010)을 적극적으로 도입하고 외국의 과학교육 동향을 반영하여 ‘우주와 생명’, ‘과학과 문명’이라는 두 개의 큰 주제를 중심으로 구성되었다. 또한 학생들의 과학적 태도에 긍정적인 영향이 있는 STS를 적용한 수업프로그램과 과학 글쓰기 및 과학사 등을 활용한 수업이 적극적으로 도입되었다(교육과학기술부, 2011). 2009 개정 교육과정은 2009년 1월 연구팀이 구성되고 2009년 12월에 공시될 정도로 짧은 연구기간이었다(김윤기, 2012). 게다가 과학과의 완성된 각론은 2011년 3월 융합형 과학 수업이 도입된 이후 2011년 8월에 공시되었다. 실제로 교육과정에서 추구하는 이상과 실제 현장에서의 괴리는 꾸준히 제기되었고, 2009 개정 교육과정은 이전의 과학과 교육과정에 비해 교과서 내용 및 구성이 크게 변화되고 한층 더 다양한 수업 방법을 요구하였다. 그러나 준비가 부족한 상황에서 급하게 학교에 도입되어 낮은 호응도로 시작되었다. 따라서 본 연구는 2009 개정 교육과정 융합형 과학이 학교 현장에서 실제로 어떻게 운영되고 있는지 알아보고 교육의 주체인 교사와 학생의 전반적인 인식을 조사하고자 한다. 이의 결과로 교육 현장의 문제점을 진단하여 융합형 과학 교과와 정착화를 위한 방안을 모색하고자 한다. 특히 융합형 ‘과학’과 관련된 선행연구들(신영옥과 최병순, 2013; 김홍중 등, 2013; 송신철 등, 2012; 하혜정 등, 2012)은 융합형 과학이 학교 현장에 도입된 이후의 교사 및 학생의 인식 조사를 주로 다루었다. 그러나 본 연구는 융합형 과학이 도입되기 직전 융합형 과학에 대한 교사 대상의 조사도 포함되어 있어 융합형 과학이 학교 현장에 실제로 도입되기 전과 후의 교사의 인식을 비교하였다. 그리고 7차 교육과정에서 통합형 과학을 이수한 학생과 2009개정 교육과정에서 융합형 과학을 이수한 학생들의 과학 과목에 대한 인식 비교도 함께 조사하였다.

II. 연구내용 및 절차

1. 연구 내용

첫째, 융합형 과학을 지도한 과학 교사들의 과학

교과에 대한 전반적인 인식을 알아본다. 또한 융합형 과학이 학교 현장에서 시행되기 전과 후, 그리고 융합형 과학 시행 후 융합형 과학을 지도한 교사와 지도하지 않은 교사의 인식을 비교한다.

둘째, 2011년 융합형 과학 수업을 이수한 학생들의 융합형 과학에 대한 인식을 알아본다. 그리고 2011년 융합형 과학을 이수한 학생과 2010년에 통합형 과학을 이수한 학생의 과학 교과에 대한 인식을 비교한다.

셋째, 부산시 고등학교 융합형 과학의 수업 운영 실태를 알아본다.

2. 연구 대상

1) 과학교사

2009 개정 교육과정 융합형 과학이 학교 현장에서 실시되기 전 부산 과학 교사를 대상으로 실시한 부산광역시과학교육원 주최 ‘과학과 개정교육과정 직무연수’를 받은 교사 102명을 대상으로 1차 설문 조사를 하였다. 그리고 2009 개정 교육과정 융합형 과학 실시 후 교사 171명을 대상으로 2차 설문 조사를 하였다. 2차 설문에 응답한 교사는 융합형 과학 수업을 지도한 교사와 지도하지 않은 교사 모두 포함되어 있다.

2) 학생

통합형 과학을 이수한 2010학년도 학생 149명을 대상으로 2011년 2월 그리고 융합형 과학을 이수한 2011학년도 학생 148명을 대상으로 설문 조사를 실시하였다. 두 집단의 학생들은 모두 10학년 때 과학 수업을 들었고, 동일한 교사들에게 수업을 받았다. 별도의 동질성 검사를 하지 않았지만 학생들은 동일한 입학 전형을 거쳤으며 대부분 동일 계열의 진학을 희망하였고, 또한 같은 교사에게 과학 수업을 이수하여 동질집단이라고 가정하였다.

3. 연구 절차

교사의 설문 조사는 각종 과학과 직무연수를 받은 교사들을 직접 방문하여 1차 및 2차 설문 조사를 실시하였다. 1차 설문 조사는 융합형 과학이 학교 현장에서 실시되기 전, 융합형 과학의 특징에 대해 연수를 받은 과학 교사들의 융합형 과학에 대한 인식이 어떤지에 대해서 알아보았다. 그리고 2차 설문

조사는 융합형 과학 도입 1년 후 융합형 과학에 대한 교사들의 인식이 어떤지 조사하였다. 또한 2차 설문지에 응답한 교사가 재직하는 140개 고교의 수업 운영 실태는 교육계획서를 참조하여 과학 교과의 선택여부 및 단위 수 변화를 조사하였다. 학생의 설문 조사는 본 연구자가 근무하고 있는 학교의 학생들을 대상으로 통합형 과학을 이수한 학생들은 2011년 2월, 융합형 과학을 이수한 학생들은 2012년 2월에 각각 설문 조사를 실시하였다.

본 연구를 위한 설문지는 교사용 1차 및 2차 설문지, 학생용 설문지 3가지로 구성된다. 교사용 1차 설문지는 2차 설문지 제작을 위한 예비 설문지로도 활용되었다. 교사용 1차 및 2차 설문지, 학생용 설문지 모두 문항의 타당도를 높이기 위하여 교육학 관련 석·박사 학위를 가진 현직 과학 교사 3인 및 과학교육 전문가 1인에게 자문을 구하여 수정 및 보완하였다. 본 연구에서 설문 자료 분석은 통계 프로그램 SPSS 20.0을 이용하여 분석하였다.

III. 연구결과 및 논의

1. 융합형 과학 수업을 실시한 교사의 인식

2차 설문지 응답한 171명 중 융합형 과학 수업을 한 교사를 대상(83명)으로 융합형 과학 수업 준비도, 수업 방법, 평가 방법, 그리고 수업 및 평가의 어려움 등 전반적인 인식과 호응도를 알아보았다. 응답 대상 남녀 비율은 거의 비슷하였으며 학교 수는 인문계고 68개교 및 전문계고 15개교이었다. 연령대는 30대, 40대 및 50대가 거의 비슷하고 20대는 소수이었다. 전공은 화학(36%) 및 물리(35%)가 많았으며 생물(21%) 및 지구과학(8%)이었다. 융합형 과학 연수의 이수 정도를 알아보기 위하여 이수한 연수를 모두 선택하도록 하여 그 결과를 Table 1에 나타내었다.

교사 24명(29.3%)은 연수를 받은 적이 없으며 59명(70.7%)은 융합형 과학 연수를 받았다. 또한 응답자 중 8명은 2개의 연수를 받았다. 연수의 종류를 보면, 원격연수를 받은 교사는 34명(41.5%) 그리고 교육청 출석 직무 연수를 받은 교사는 28명(34.1%)이었다. 융합형 과학을 지도한 교사 중 29.3%가 연수를 받은 적이 없으며 융합형 과학을 지도하지 않은 교사 중 72.7%가 연수를 받았다. 이는 학교 현장

Table 1. The Extent of Training on Converged Science (Duplicate Reply, N=83)

Training Type	Frequency(Persons)	Percent(%)
Never Received Training	24	29.3
Received Remote Training	34	41.5
Received Mandatory Training Hosted by the Dept. of Education	28	34.1
Received Mandatory Training Hosted Institutions other than the Dept. of Education	5	6.1
Total	91	111.0

에서 수업 담당 학년이 2월에 결정되므로 나타난 결과로 여겨진다. 7차 교육과정 개정 후 연수이수 정도에 대한 선행연구(이민수, 2007)에서 연수 이수 정도가 50% 정도였던 것과 비교하면 2009 개정 교육과정 관련 연수를 받은 교사의 수는 상대적으로 높았다.

융합형 과학 연수가 실질적인 도움이 되었는가에 대한 응답은 ‘도움이 되었다’ 36.2%, ‘보통이다’ 50%, ‘도움이 되지 않았다’가 13.8%로 나타났다. 이는 교사들이 융합형 과학에 대한 부정적인 견해가 많았지만 연수가 도움이 되었다고 하였다. 따라서 좋은 연수 프로그램을 제공하면 교사들의 융합과학에 대한 부정적인 생각을 줄일 수 있을 것이다. 연수는 교과 내용 심화 36.1%, 평가방법 27.7%, 토론지도 13.3% 등이 포함되기를 희망하였다. 그리고 연수가 필요 없다는 기타 소수의견이 있었는데, 이는 연수에 대한 만족도가 낮았던 교사들이었다. 특히 교사들은 수업지도 및 평가 시 많은 어려움이 있으므로 이를 반영한 연수가 실시되면 교사들의 만족도는 더 커질 것으로 기대된다.

통합 정도에 대한 인식은 ‘교과의 통합정도가 미흡하다’ 51.8%, ‘전혀 통합이 이루어지지 않았다’ 8.4%로 나타나 통합정도가 미흡하다고 하였다. 그러나 7차 교육과정 과학 교과의 통합 정도를 묻는 선행연구(이민수, 2007)와 비교하면 2009개정 교육과정 융합형 과학에 대한 통합정도에 대한 인식은 이전의 과학 교과보다는 상대적으로 높았다.

융합형 과학을 지도하기에 가장 적합한 전공은 지구과학 48.2%, 공통과학 28.9%, 물리 14.5%, 생물 8.4%, 화학은 0% 순으로 나타났다. 물리, 화학, 생물, 지구과학 전공 교사 모두가 지구과학을 가장 많이 선택하였고 화학을 선택한 교사는 단 1명도 없었다. 이 결과는 융합형 과학이 특정 영역에 편중되어 있다는 교사들의 견해가 나타난 것으로 보인다. 교사들은 융합형 과학의 문제점으로 지구과학과 물리

교과 내용이 매우 많이 편성되어 있으며 화학 영역의 내용은 거의 구성되지 않음을 지적하였다. 융합형 과학을 학습하는데 가장 적당한 학년은 10학년 51.8%, 3학년 39.8%, 2학년 8.4% 순으로 나타났다. 많은 교사들은 융합형 과학 교과에의 경우 심도 깊은 전공 내용이 많아 학생들이 전공과목을 배운 후에 융합형 과학을 학습하게 된다면 좀 더 쉽게 접근할 수 있을 것이라는 의견을 제시했다. 그러나 12학년은 수능을 준비해야 하는 시기로 수능을 치르지 않는 과목인 융합형 과학을 12학년에 편성할 경우 학생들의 부담이 커지고 수업이 제대로 진행되지 못할 것이라는 우려도 있었다. 실제로 융합형 과학이 거의 10학년에 편성되어 있는 것은 7차 교육과정의 과학 교과가 10학년에 편성되어 있었던 것과 같이 편성한 것으로 보인다.

융합형 과학에 대한 호응도를 살펴보면, 융합형 과학에 대해서 ‘대체로 반대한다’ 48.2%, ‘전적으로 반대한다’가 15.7%, ‘대체로 찬성한다’ 34.9%, ‘전적으로 찬성한다’ 1.2%로 나타나 반대 의견이 더 많았다. 찬성하는 이유는 ‘과학적 현상의 본질은 통합적으로 연결되어 있기 때문’이라는 견해가 50%, 그 다음 ‘학습자가 과학에 관한 폭넓은 지식을 습득할 수 있기 때문’ 26.7%로 나타났다. 또한 융합형 과학이 도입되기 전 102명의 과학 교사를 대상으로 실시한 1차 설문조사에서 융합형 과학을 지도하고자 하는 여부와 그 이유를 물었다. 그 때에는 ‘지도해 보고 싶다’ 38.2%이었으며, 그 이유는 전공하지 않은 학습자에게도 의미 있는 과학교육을 할 수 있기 때문으로 의견을 제시하였다. 하지만 실제 수업을 해본 과학 교사들은 호응도에 대한 부정적인 인식을 갖고 있는 것으로 보인다. 그 이유는 ‘통합된 교과 내용이 너무 방대하기 때문’이라는 견해가 50.9%, ‘통합 교육이 학생들의 지적 수준 향상에 도움이 되지 않기 때문’ 18.9%로 나타났다. ‘학습자가 과학에 관한 폭넓은 지식을 습득할 수 있기 때문’이라는 이

유로 찬성하는 의견이 26.7%였던 것과 비교하면 같은 교과를 바라보는 교사의 시각이 큰 차이가 있음을 알 수 있다. 또한 융합형 과학이 도입되기 전 102명의 과학 교사를 대상으로 한 1차 설문조사에서 융합형 과학을 지도해 보고 싶지 않다면 가장 큰 이유는 무엇인지 물었을 때 ‘전공외의 교과내용을 잘 몰라서 수업하기 힘들기 때문’이라는 의견이 38.2%, ‘통합된 교과내용이 너무 방대하기 때문’이라는 의견이 32.4%로 두 번째로 많았다.

교육과정 총론을 숙지하고 있는 정도를 보면, ‘보통이다’ 50.6%, ‘매우 그렇다’ 와 ‘그렇다’가 34.9%, ‘매우 그렇지 않다’ 와 ‘그렇지 않다’가 14.5%이었다. 이 결과는 교사들은 대체적으로 총론을 숙지하고 있는 것으로 보인다. 전공 교과와 비교하여 교재 연구 시간이 많이 걸리는지 묻는 질문에는 ‘매우 그렇다’ 32.5%, ‘그렇다’ 49.5%이었다. 이는 융합형 과학을 수업한 교사들 대부분이 융합형 과학 교과에 부담을 갖고 있으며 교재 연구에 많은 시간을 할애하고 있는 것으로 생각된다. 강의식 비중이 높은 편인지 묻는 질문에는 ‘매우 그렇다’ 10.8%, ‘그렇다’ 69.9%로 나타났다. 전체 응답자의 80.7%가 강의식 비중이 높은 편이라고 하였으며 단지 18.1%가 ‘보통이다’, 1.2%가 ‘강의식 비중이 높지 않다’라고 하였다. 이는 개정 교육과정에서는 학생 중심의 다양한 활동을 요구하고 있지만(교육과학기술부, 2011) 여전히 많은 교사들이 교사 중심의 강의식 수업을 선호하는 것으로 보인다. 또한 2009 개정 교육과정 융합형 과학 교과(교육과학기술부, 2011)에서는 창의성과 인성 교육을 강조하고 있으므로 창의·인성 학습의 수업 도입 여부를 살펴보니 ‘보통이다’ 49.4%, ‘그렇지 않다’ 39.8%로써 그다지 적극적으로 수업에 도입하고 있지 않는 것으로 보인다.

개정 교육과정에서 제안한 여러 가지 학습지도 방법 중에서 실제로 수업에 활용한 것을 모두 선택하도록 한 결과를 Table 2에 나타내었다. 응답 교사 83명중 65.4%인 54명이 ‘이야기 형식의 개념 전달’ 방법을 활용해 본 것으로 나타났다. 융합형 과학이 도입되기 전 1차 설문조사에서 응답자 39.2%가 수업에 도입하기에 가장 어려운 학습지도 방법으로 ‘이야기 형식의 개념 전달’ 을 선택했음에도 불구하고 많은 수의 교사가 수업에 활용해 보았다고 하였다. 이는 이야기 형식의 개념 전달이 교사의 강의식 수업 시 용이함으로 나타난 결과로 여겨진다. 또한

Table 2. Utilized Instructional Practices

Instructional Practices	Frequency (Persons)	Percent(%)
Storytelling	54	65.1
Introduction of science history	24	28.9
Use of STS	22	26.5
Scientific Passage Reading	16	19.3
Discussions	12	14.5
Scientific Writing	4	4.8
Total	132	159.0

1차 설문조사에서 수업에 활용하기에 가장 어려울 것으로 생각되는 학습 지도 방법을 선택하도록 하였을 때 차례대로 이야기형식의 개념 전달(39.2%) > 과학글쓰기(26.5%) > 토론(20.6%) > STS활용(6.9%) > 과학 글읽기(3.2%) > 과학사 도입(2.9%) 순서였다. 사전 조사에서 활용하기 어려울 것으로 예상했던 과학 글쓰기와 토론에 대해서는 실제 수업에 활용해 본 교사가 각각 4.8%, 14.5%로 적은 비율이 나타났다. 이는 교육과정에서 제안하고 활용을 강조하는 방법이라도 익숙한 방법이 아니면서 수업 준비나 수업 시에 어려움이 예상되어 수업에 활용하는 것을 기피하는 것으로 보인다.

제시된 학습 지도 방법을 활용하여 수업을 했을 때 학생들에게 효과적으로 향상된 영역은 기본개념 이해 55.4%, 과학적 태도 향상 32.5%, 과학탐구능력 향상 12.0%로 나타났다. 수업을 하였을 때 가장 어려웠던 점은 ‘수업을 평가로 연결시키기 어려워서’가 34.9%, ‘학생의 호응도가 낮아서’ 18.1%, ‘수업 준비하는 시간이 너무 많이 걸려서’ 18.1%, ‘수업하는데 시간이 너무 많이 걸려서’ 16.9%로 나타났다. 그 외에는 타 전공에 대한 기본 개념이 전혀 없어 수업에 어려움이 있었다는 의견도 있었다. 수업에 활용하지 않은 학습 지도 방법이 있다면 그 이유를 물었더니, ‘수업하는데 시간이 너무 많이 걸려서’ 27.7%, ‘수업을 평가로 연결시키기 어려울 것 같아서’ 24.1%, ‘수업운영방법에 익숙하지 않아서’ 22.9%, ‘수업을 준비하는데 시간이 너무 많이 걸려서’ 12%로 나타났다. 이러한 결과를 유추해보면 교사들은 학습 지도 방법을 선택할 때 평가와 수업시간에 대한 많은 고민을 하고 있는 것으로 여겨진다.

융합형 과학에서 제안하고 있는 평가 방법 중에서 실제로 수업에 적용한 것을 모두 선택하도록 한 결과는 Table 3에 나타내었다. 54.2%인 45명이 서술

Table 3. Utilized assessment methods suggested by converged science

Assessment Methods	Frequency(Persons)	Percent(%)
Multiple Choice	74	89.2
Narrative Response	45	54.2
Short Answers	27	32.5
Scientific Experiments	20	24.1
Reports	17	20.5
Portfolio	10	12.0
Essay	7	8.4
O, X Response	7	8.4
Observation	3	3.6
Interview	1	1.2
Total	211	254.2

을 실시했다고 하였는데, 이는 부산교육청에서 평가의 30% 이상을 서술형으로 출제하라고 권장한 결과로 보인다. 그리고 평가 시 교사들은 평가영역 및 평가방법에 여러 가지 이유로 어려움을 느끼고 있는 것으로 보인다. 평가방법 중 활용하지 않은 방법에 대한 이유를 보면, ‘평가기준이 모호해서’ 50.6%, ‘시간이 너무 많이 걸려서’ 24.1%, ‘평가항목을 만들기 어려워’ 22.9% 순으로 나타났다. 교사들이 평가 방법을 선택할 때 평가 기준이 모호해서 객관적으로 평가하기가 곤란한 영역과 방법은 꺼리는 것으로 보이며, 평가를 실시했을 경우에도 객관적인 평가 기준 제시에 대해서 많은 어려움을 느끼고 있는 것으로 나타났다.

2. 융합형 과학에 대한 교사의 인식 비교

융합형 과학이 도입된 1년 후 융합형 과학을 지도한 교사와 그렇지 않은 교사의 인식을 비교해보고 아울러 융합형 ‘과학’이 도입되기 전과 도입된 후에 교사들의 인식에 어떠한 변화가 있는지도 알아보았다. 그 결과는 Table 4에 나타내었다.

융합형 과학이 도입되기 전(C)과 후 (A), (B) 그리고 융합형 과학 교과를 지도한 교사(A)와 그렇지 않

은 교사(B)의 경우에 융합형 과학 교과와 통합 정도에 대한 인식에 차이가 있는지 알아보았다. 그 결과는 통계적으로 유의미하지 않았다($p>.05$). 교사들은 통합정도가 미흡하다는 인식이 통합이 잘되었다는 인식보다는 약간 높았다. 그러나 7차 교육과정의 통합형 과학 교과와 통합 정도에 대해서는 통합정도가 미흡하다는 인식이 90%정도로 높았던 것(이민수, 2007)과 비교하면 다소 긍정적인 것으로 보인다. 융합형 과학을 지도하기에 적합한 전공에 대한 인식 차이는 통계적으로 유의미하지 않았다($p>.05$).

융합형 과학을 학습하는데 적합한 학년에 대한 인식 차이는 통계적으로 유의미하지 않았다($p>.05$). 또한 융합형 과학에 대한 호응도에 대한 인식 차이는 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다($p>.05$). 융합형 과학 교과에 대한 호응도는 도입 전과 후, 교과 지도를 한 교사와 하지 않은 교사의 경우 모두 찬성한다는 의견이 반대한다는 의견보다 더 높은 것으로 나타났다.

3. 융합형 과학을 이수한 학생의 인식

융합형 과학을 이수한 학생들의 인식을 알아보기 위해 실시한 설문조사 결과를 빈도와 백분율로 분석하였다.

과학 관련 글이나 TV보기를 좋아하는가에 대한 질문에 대하여 ‘매우 그렇다’ 및 ‘그렇다’가 28.4%, ‘매우 그렇지 않다’ 및 ‘그렇지 않다’가 33.8%이었다. 좋아하지 않는다는 비율이 좋아한다는 비율보다 약간 더 많았다. 그리고 이공계열에 진학하지 않으면 과학을 배울 필요가 없는가에 대해서는 ‘매우 그렇지 않다’ 14.9% 및 ‘그렇지 않다’ 43.9%로 나타났다. 응답한 학생의 58.8%가 필요하다는 인식을 갖고 있는 것으로 보아 비록 과학에 대한 흥미도는 낮을 지라도 이공계열에 진학하지 않아도 과학을 배울 필요가 있다는 인식이 높은 것으로 여겨진다.

과학 교과서가 어려운가에 대한 응답은 ‘매우 그

Table 4. Perception comparison of converged science integration

	completely integrated	integrated fairly well	insufficient integration	not integrated at all	others	total	χ^2
(A)	5 (6.0%)	25 (30.1%)	43 (51.8%)	7 (8.4%)	3 (3.6%)	83 (100%)	14.270
(B)	9 (10.2%)	28 (31.8%)	45 (51.1%)	3 (3.4%)	3 (3.4%)	88 (100%)	
(C)	20 (19.6%)	28 (27.5%)	45 (44.1%)	9 (8.8%)	0 (0.0%)	102 (100%)	
Total	34 (12.5%)	81 (29.7%)	133 (48.7%)	19 (7.0%)	6 (2.2%)	273 (100%)	df=8

렇다' 8.1%, '그렇다' 20.3%, '보통이다' 37.8%로 나타났다. 과학 수업이 어려운가에 대한 질문에는 '매우 그렇다' 5.4%, '그렇다' 29.1%, '보통이다.' 48.6%로 나타났다. 교과서가 어렵다는 비율과 어렵지 않다는 비율이 비슷하였고, 수업은 어려웠다는 비율이 그렇지 않다는 비율보다 조금 더 높았다. 이는 교과서에 10학년 수준 이상의 전문적인 내용이 있어 이를 전달하는 과정에서 전공 교과 개념까지 설명하게 되어 학생들은 수업 내용이 어렵다고 느끼는 것 같다. 예를 들면, 기존의 교육과정에서는 전공 교과에서 다루는 내용인 '적색 편이', '도플러 효과' 같은 개념을 이해하는데 선행 지식이 부족한 학생들이 어려움을 겪고 있는 것으로 보인다.

과학 교과서 내용이 흥미롭고 재미있었는가에 대한 응답은 '흥미롭고 재미있었다' 53.4% 및 '보통이다' 29.7%로 나타났다. 그리고 과학 수업이 흥미롭고 재미있었는가에 대한 질문에는 '흥미롭고 재미있었다' 57.4% 및 '보통이다' 33.8%로 응답했다. 과학 교과서와 수업에 대해서 흥미롭다는 의견이 그렇지 않다는 의견보다 많은 것으로 보인다. 따라서 학생들의 상당수가 과학 교과서의 내용 및 수업이 어렵지만 흥미롭고 재미있다고 생각하고 있었다. 이는 융합형 과학의 내용이 어렵지만 과학을 학습한 학생들이 어렵지만 흥미롭다고 생각하는 경우가 더 많으므로 융합형 과학의 정착에 긍정적인 요소로 보인다.

학생들은 55.4%가 수업에 적극적으로 참여하였다고 생각하였으며 선생님께서 교과서 이외에 다양한 보조 자료 활용에 대한 질문은 88.5%의 학생들은 긍정적으로 생각하였다. 선생님께서는 학생중심의 활동을 많이 실시하셨는가에 대하여 55.4%의 학생들이 긍정적으로 인식하고 있는 것으로 보인다. 따라서 학생들은 수업과 평가 방식에 대해서 대체적으로 만족하고 있는 것으로 여겨진다. 일상생활과 연계되어 실생활에 도움이 되는가에 대해서는 '매우 그렇다' 및 '그렇다' 32.4%, '보통이다.' 33.8%, 그리고 '매우 그렇지 않다' 및 '그렇지 않다.' 33.8%로 긍정적인 반응과 부정적인 반응이 비슷하게 나타났다. 기본 개념을 이해하는데 도움이 되었는가에 대하여 70.3%가 긍정적으로 응답했고, 탐구능력 향상에 도움이 되었는가에 대한 질문에 대해서는 48%가 긍정적으로 나타났다. 따라서 학생들은 학습 후 탐구능력의 향상보다는 개념을 이해하는데 도움이

켰다고 인식하고 있었다. 과학 과목에 만족하는가에 대한 질문에는 14.2%가 '매우 그렇다', 48%가 '그렇다', 25.7%가 '보통이다'라고 응답했는데, 이는 학생들이 융합형 과학에 대하여 대체로 만족하고 있는 것으로 여겨진다. 특히 학생들은 태양계와 우주, 우주의 기원과 진화 단원을 학습하는데 많은 어려움을 갖고 있는 것으로 나타났다. 선행 연구(이민수, 2007)에 의하면 어려운 영역으로 보고된 정보통신과 신소재 단원을 이 설문 조사에서 가장 적은 학생들이 선택하였다. 이는 교사가 시간 부족의 이유로 이 단원의 수업을 거의 하지 않아서 나타난 결과로 보인다.

4. 융합형 과학 이수 학생과 통합형 과학 이수 학생의 인식 비교

2011년에 2009개정 교육과정 융합형 과학을 이수한 10학년 학생들과 2010년에 7차 교육과정 통합형 과학을 이수한 10학년 학생들의 과학에 대한 인식을 조사하여, 그 결과를 Table 5에 나타내었다.

융합형 과학을 이수한 학생들의 과학 흥미도 및 과학 과목 필요성은 이 두 집단 간에 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다($p>.05$). 그러나 융합형 과학을 이수한 학생들의 과학에 대한 흥미도 및 과학 과목 필요성은 약간 더 낮았다. 그리고 과학 교과서의 어려움 및 과학 수업의 어려움에 대한 인식은 두 집단 간에 통계적으로 유의미한 차이가 있었다($p<.05$). 그러나 융합형 과학을 이수한 학생들이 과학 교과서가 어렵다는 인식 및 수업이 어렵다는 인식은 더 높았다.

과학 교과서 내용의 흥미도에 대한 인식은 융합형 과학을 이수한 학생들의 평균은 2.55 ± 0.94 , 통합형 과학을 이수한 학생들의 평균은 2.91 ± 0.98 이었다. 두 집단 모두 과학 교과서 내용에 대한 흥미도가 높은 것으로 나타났고, 융합형 과학 수업을 들은 학생의 경우 흥미도가 조금 더 높았다. 이 두 집단 간에 교과서 내용 흥미도에 대한 인식은 통계적으로 유의미한 차이가 있었다($p<.05$). 그리고 과학 수업 흥미도 및 참여도에 대한 인식은 두 집단 간에 통계적으로 유의미한 차이가 없었다($p>.05$). 그러나 두 집단 모두 과학 수업 흥미도 및 참여도가 높은 것으로 나타났다.

선생님이 다양한 보조 자료를 활용 및 학생 중심 활동은 통계적으로 유의미한 차이가 있었다($p<.05$).

Table 5. Perception comparison of students finished by converged science and unified science

Perception	Source	Mean±SD	df	F	p
Interest	Student finished converged science	3.07±1.07	1	0.268	.605
	Student finished unified science	3.00±1.07			
Necessity	Student finished converged science	3.43±1.14	1	1.238	.267
	Student finished unified science	3.58±1.10			
Textbook Difficulty	Student finished converged science	2.80±0.85	1	7.279	.007**
	Student finished unified science	3.07±0.92			
Study Difficulty	Student finished converged science	2.89±0.91	1	9.151	.003**
	Student finished unified science	3.21±0.93			
Contents Interest	Student finished converged science	2.55±0.94	1	10.388	.001**
	Student finished unified science	2.91±0.98			
Study Interest	Student finished converged science	2.42±0.86	1	0.033	.857
	Student finished unified science	2.44±0.79			
Study Participation	Student finished converged science	2.43±0.83	1	0.031	.860
	11th grade finished unified Science	2.44±0.85			
Use of Help Materials	Student finished converged science	1.86±0.60	1	5.478	.020*
	Student finished unified science	2.02±0.60			
Student-centered Activities	Student finished converged science	2.47±0.79	1	1.741	.188
	Student finished unified science	2.36±0.75			
Study Satisfaction	Student finished converged science	2.19±0.65	1	0.041	.840
	Student finished unified science	2.17±0.60			
Evaluation Satisfaction	Student finished converged science	2.31±0.69	1	0.021	.886
	Student finished unified science	2.32±0.67			
Course Satisfaction	Student finished converged science	2.38±0.92	1	0.331	.565
	Student finished unified science	2.44±0.81			
Helpful for Actual Life	Student finished converged science	3.00±0.98	1	3.428	.065
	Student finished unified science	2.79±0.96			
Helpful for understanding the Basic Concepts	Student finished converged science	2.24±0.75	1	0.695	.405
	Student finished unified science	2.31±0.74			
Increasing for Investigation Ability	Student grade finished converged science	2.62±0.91	1	0.707	.401
	Student finished unified science	2.70±0.78			
Interest Change	Student finished converged science	2.67±1.01	1	7.139	.008**
	Student finished unified science	2.97±0.90			

* p<.05, ** p<.01

다양한 보조 자료 활용의 경우, 두 집단 모두 교사가 보조 자료 활용을 많이 하는 것으로 나타났고, 융합형 과학을 이수한 학생의 경우 조금 더 높았다. 반면 학생 중심 활동은 두 집단 모두 교사가 학생 중심 활동을 많이 한다고 하였으며, 융합형 과학을 이수한 학생의 경우 조금 더 낮았다.

융합형 과학을 이수한 학생들의 수업 만족도, 평가 만족도 및 과학 과목 만족도는 두 집단 간에 통계적으로 유의미한 차이가 없었다(p>.05). 그러나 두 집단 모두 수업 만족도, 평가 만족도 및 과학 과목

만족도가 높은 것으로 나타났다. 융합형 과학을 이수한 학생들의 과학 과목이 일상생활과 많이 연계되어 실생활에 도움이 되는가에 대한 인식 및 과학 수업이 탐구 능력 향상에 도움이 되었는가에 대한 인식은 통계적으로 유의미한 차이가 없었다(p>.05).

융합형 과학을 이수한 학생들의 과학 수업 후 과학에 대한 흥미도 변화는 평균 2.67±1.01, 통합형 과학을 이수한 학생들의 평균은 2.97±0.90이었다. 두 집단 모두 도움이 되었다고 하였고, 융합형 과학을 이수한 학생의 경우가 조금 더 높았다. 이 두 집단

Table 6. The school number chosen the converged science (survey school: 140)

School year school number	2011	2012	2013
	Freshmen	Freshmen	Freshmen
chosen school number	129	124	121
non-chosen school number	11	16	19

간에 과학 수업 후 과학에 대한 흥미도 변화는 통계적으로 유의미한 차이가 있었다.($p < .05$)

5. 융합형 과학 수업 운영 실태

본 연구는 2009 개정 교육과정이 도입된 후 융합형 과학을 선택한 학교 수의 변화와 이수 단위수의 변화를 조사하여, 그 결과를 Table 6에 나타내었다. 또한 융합형 과학을 선택한 학교에서 수업 운영 방식을 알아보았다.

개정 교육과정은 10학년부터 ‘선택중심교육과정’으로 바뀌고 융합형 과학도 필수가 아닌 선택 교과로 되었고, 학기당 최대 5시간, 총 9시간까지 이수가 가능해졌다. 개정 교육과정 첫 해 부산시 소재 고교에서 융합형 과학을 선택한 학교 수 및 그 이후 선택한 학교 수의 변화는 교사들의 융합형 과학에 대한 인식의 반영이라고 볼 수 있을 것이다. 2011학년도에는 융합형 과학을 선택한 학교 수는 조사 대상 140개교 중 129개교가 선택을 하였으며 2013학년도에는 조사 대상 140개교 중 121개교가 선택을 하고 19개교가 선택을 하지 않았다. 비록 적은 수이지만 선택 학교 수가 줄었으며 또한 선택한 학교의 경우에 이수 학년이 10학년에서 12학년으로 바뀐 학교도 5개교가 있었다. 수능 과목이 아님에도 불구하고 12학년에서 선택한 경우는 교과서 내용이 어려워 12학년에서 다루는 것이 적당하다고 판단되어서 바꾸었다는 응답도 있었지만, 12학년 2학기의 경우 수능 이후 정상 수업이 힘들기 때문에 융통성 있게 수업을 운영하기 위해서 바꾸었다는 응답도 있었다. 또한, 단위수가 감소한 학교가 23개, 증가한 학교가 3개로 나타났다. 조사 결과에서 눈에 띄게 큰 변화는 아니지만, 융합형 과학 선택 학교 수, 10학년에서 선택하는 비율, 선택 단위 수 모두 비록 낮은 비율이지만 감소하였다. 교사의 인식 조사에서 융합형 과학에 대해서 반대하는 교사(53%)가 많고, 지도하고 싶지 않다는 교사가 많은 점을 감안 할 때 앞으로 융합형 과학을 선택하는 학교 수가 계속 줄어들

가능성을 배제할 수 없을 것으로 여겨진다.

융합형 과학 수업 운영은 여러 교사가 전공별로 단원을 나누어 지도하는 경우가 58.3%, 여러 교사가 전공과 관계없이 단원을 나누어 지도하는 경우가 25.0%, 한명의 교사가 모든 단원을 지도하는 경우가 16%로 나타났다. 수업 운영을 결정할 때 고려한 것을 선택하라는 질문에는 수업준비의 부담이 줄어든다 > 교과특성에 알맞다 > 학교 시간표 운영에 유리하다 > 심층적 지도를 할 수 있다 > 평가가 용이하다 > 학습자에게 여러 교사를 접할 수 있는 기회가 제공된다 순으로 나타났다. 이는 개정 교육과정 총론에서 제시된 교과의 특성을 이해하지만 실제 학교 현장에서 나타나고 있는 현상을 반영한 결과라고 여겨진다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 낮은 호응도로 시작된 융합형 과학이 학교 현장에서 어떻게 정착되어 가는지 알아보기 위하여 과학 교사와 학생들을 대상으로 전반적인 인식과 수업 운영 실태를 조사해 보았다. 그 결과는 다음과 같다.

첫째, 융합형 과학에 대한 교사의 호응도는 설문 에 응한 83명의 교사 중 63.9%인 53명의 교사가 반대하는 의견을 피력하였다. 그 이유는 교과내용이 너무 방대하고, 제시된 개념의 수준이 높아서 10학년 학생들에게 적당하지 않다고 하였다. 그리고 36.1%인 30명의 교사가 찬성하였는데, 그 이유는 과학현상의 본질은 통합적으로 연결되어 있으며 또한 학습자가 과학에 관한 폭넓은 지식을 습득할 수 있기 때문이라 하였다. 융합형 과학 수업을 한 교사의 70% 정도가 연수를 이수하였지만 교육과정 총론을 충분히 숙지하고 있다는 교사는 34.9% 정도였다. 수업 준비에 시간이 더 많이 소요되며 전공 외의 내용에 대한 부담이 많은 것으로 나타났다. 교사들이 활용한 학습지도 방법은 대부분 교사 중심 활동인 이야기 형식의 개념 전달이나 과학사 도입, 과학 글 읽기이었으며, 학생 중심 활동인 토론 및 과학 글쓰기 활용 비율이 낮았다. 또한 융합형 과학에서 강조하고 있는 창의·인성 학습을 적극적으로 도입하지 않았다. 그리고 교사들은 수업에 대한 평가에 어려움을 느끼고 있으며 특히 탐구능력 및 태도 평가 시에는 객관적인 평가 기준을 마련하는데 큰 어려움

이 있었다.

둘째, 융합형 과학에 대한 호응도를 살펴보면, 융합형 과학 지도 여부 및 수업 도입 전후시기에 관계 없이 반대하는 의견이 더 많았고, 조사 집단 간에는 통계적으로 유의미한 차이가 없었다($p>.05$). 그리고 과학 교과와 통합 정도에 대해서는 통합정도가 미흡하다는 견해가 통합이 잘 이루어졌다는 견해보다는 약간 더 많았다. 이는 7차 교육과정의 통합형 과학의 통합 정도에 대해서는 통합정도가 미흡하다는 인식이 90%정도로 높았던 것과 비교하면 다소 긍정적인 결과로 보인다.

셋째, 융합형 과학을 이수한 학생들의 인식은 수업 후 과학에 대한 흥미도가 높아졌다고 응답한 학생이 그렇지 않은 학생보다 조금 더 많았다. 실생활에 도움이 될 것 같다는 인식은 낮았지만, 과학 학습의 필요성에 대한 인식은 높았다. 과학 교과에 대해서 어렵다는 인식이 컸지만 교과서 내용 및 수업이 흥미롭고 재미있다는 인식 또한 컸다. 그리고 과학 과목에 대한 만족도는 대체로 높은 것으로 나타났다. 비록, 교사의 호응도는 낮았지만 학생의 호응도가 높게 나타난 것은 융합형 과학의 정착에 다소 긍정적인 요인으로 여겨진다.

넷째, 2011년도에 융합형 과학을 이수한 학생과 2010년도에 통합형 과학을 이수한 학생의 과학에 대한 인식은 어렵다는 인식과 흥미도 및 만족도에서 두 집단 간에 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다($p<.05$). 융합형 과학을 이수한 학생들이 상대적으로 교과서 내용 및 수업이 어렵다는 인식이 더 높았지만 과학 교과서 및 수업이 흥미롭고 재미있다는 인식 또한 더 높았다. 그리고 과학을 이수한 후 과학에 대한 흥미도가 증가했다는 응답 역시 더 많았다.

다섯째, 융합형 과학을 선택한 학교의 수업 운영 실태와 도입 1년 후 변화를 보면, 수업 운영은 여러 교사가 전공별로 단원을 나누어 지도하는 경우가 가장 많았다. 그 이유는 수업 부담을 줄이기 위해서 그리고 교과와 특성에 잘 맞는다고 응답하였다. 융합형 과학 도입 첫 해인 2011학년, 2012학년, 및 2013학년 과학 선택 학교 수와 선택 단위수의 변화를 보면, 융합형 과학 선택 학교 수, 10학년 선택 비율 및 단위 수 모두 조금 감소하였다.

위 결과를 종합해 보면 교사의 호응도는 낮은 편인 반면 학생의 호응도는 높은 편임을 알 수 있었

다. 교사의 호응도가 낮은 이유는 교과서에 제시된 개념 수준이 지나치게 높아서 학생들을 이해시키기 어려웠다는 점과 평가 수준의 결정과 객관적인 평가 기준을 마련하는데 어려움이 많은 것으로 보인다. 한편, 학생들의 호응도가 높은 이유는 어렵지만 흥미롭고 재미있는 내용이 많았다는 점이었다. 그러나 학생들의 경우에도 흥미로운 내용이지만 수업이 평가와 연결되기 때문에 어려움을 크게 느끼는 것으로 나타났다.

교육의 주체인 교사와 학생의 인식을 조사함으로써 교육 현장에서 느끼는 문제점을 진단해 보았다. 본 연구 결과를 토대로 융합형 과학 교육의 정착화를 위해 다음을 제안하고자 한다.

첫째, 교과서의 난이도를 조절하는 것이 지금 당장은 어려운 문제라면 시·도 교육청이나 교육부 차원에서 과학 교과에 대해서 어려운 내용이나 궁금한 점을 질문하고 조언 받을 수 있도록 hot-line을 개설하여 제공한다면 타 전공의 교과 내용이 어려워져서 지도를 꺼리는 교사들에게 도움을 줄 수 있을 것이다.

둘째, 교육과정 개정 의도를 교사들에게 충분히 인식시킬 수 있는 기회를 만들고, 교과 특성에 대해서 교과서 집필진의 의도와 현장의 교사가 느끼는 바에 대해서 의견을 나눌 수 있는 기회를 만들어야 하겠다. 예를 들면 ‘우주의 기원과 진화’ 단원을 시작으로 ‘에너지와 환경’ 마지막 단원까지 스토리텔링 형식을 취해야 하는 교과 특성상 한 명의 교사가 지도하는 것이 적합하다고 하였다. 그러나 현장 교사들은 여러 명의 교사가 지도하는 게 더 알맞다는 의견을 제시하였다.

셋째, 교사 개개인이 질 높은 수업 자료를 개발하는 것은 사실상 힘든 일이다. 단순한 학습지도안 수준의 교재 개발이 아니라 수업에 바로 제시할 수 있는 질 높은 ICT 자료를 개발하여 보급하거나 관련 사이트에 대한 다양한 정보를 제공한다면 교사들의 수업 준비 부담이 줄어들 것으로 기대된다.

넷째, 다양한 학생 중심 활동의 구체적인 지도안과 객관화된 평가 기준들을 함께 마련하여 보급한다면 교사들이 다양한 수업 방법을 활용할 수 있는 기반이 마련될 것이고 객관성 확보의 어려움 때문에 선다형 지필 평가를 선호하는 현상도 줄일 수 있을 것으로 기대된다.

다섯째, 모든 과학 교사를 대상으로 하는 획일화

된 연수 보다는 교사 자신이 부족하다고 판단되는 부분을 집중적으로 연수받을 수 있는 맞춤형 연수 기회가 제공된다면 연수에 대한 교사들의 만족도와 호응도가 높아질 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- Carnegie Corporation of New York/Institute for Advanced Study(2009). The Opportunity Equation, New York: Carnegie Corporation.
- Ha, Hye-jeong, Park, Hyun-ju, Kim, Jong-hee, Son, Jeong-woo & Kim, Yong-jin(2012). Biology Education, 40(2), 267-277.
- Institute of Science Education at Korea National University of Education(2010). Remote Study Textbook of High School Converged Science, Chungbuk: Korea National University of Education Press.
- Jaw, Hye-jeong(2010). Comparative Analysis between the 2009 Revised Science Curriculum and the 2007 Science Curriculum, Master Thesis, Ewha Womans University.
- Kim, Yoon-ki(2012). Converged Science Education and Narrative, Chemworld, 2, 56-57.
- Kim, Hong-jeong, Lee, Jin-woo & Im, Sung-min(2013). An Analysis of Student's Interest in High School 'Science' in View of the 2009 Revised Curriculum, Journal of the Korean Association for Science Education, 33(1), 17-21.
- Lee, Hwa-sung, Shin, IL-young, Shim, Jae-ho, Choi, Hyuk-jun, Kim, Dong-young. & Ahn, Jong-jae(2008). High School Curriculum Commentary (6) Science, Ministry of Education and Technology, Seoul: Daehan textbook.
- Lee, Min-soo(2007). Analysis of the Status of the 7th National Curriculum Implementation in science in academic high school, Master Thesis, Korea National University of Education.
- Lee, Yong-kyu(2007). Studies on Teachers' Response for the Integrated Science Curriculum in the First Grade of High School, Master Thesis, Inha University.
- Ministry of Education, Science and Technology(2011). The 2009 National Curriculum, Ministry of Education, Science and Technology, Seoul: Daehan textbook.
- National Science Board(2007). A National Action Plan for Addressing the Critical Needs of the U.S. Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education System, Washington, D.C.: National Science Foundation.
- Shin, Young-ok & Choi, Byung-soon(2013). Journal of the Korean Association for Science Education, 32(10), 1599-1612.
- Song, Shin-cheol, Hong, Bora, Lim, Nam-Hui, Han, Hwa-jeong & Shim, Kew-cheol (2012), Study on Perceptions of High School Students and Science Teachers about High School Fusing Science, Journal of Science Education, 36(1), 130-138.