

## 2009 개정 고등학교 융합과학의 실행에 대한 교사의 인식

심 재 호(한국교육과정평가원 연구위원)\*

---

### 《 요 약 》

---

본 연구는 2009 개정 과학과 교육과정에 따라 개발된 고등학교 융합과학 과목의 실행에 대한 현장 교사의 인식을 알아보는 데 목적이 있다. 이를 위해 교육과정의 실행에 영향을 미치는 내적요소인 필요성, 명료성, 복잡성, 질 및 유용성을 중심으로 교사 설문과 면담 조사를 수행하였다. 연구 결과 현장 교사들은 융합과학이 교사와 학생의 필요에 의해 만들어진 것이 아니라 일부 학자들의 필요에 의해 만들어 졌다고 인식하고 있었다. 융합과학을 교사들이 어떻게 가르칠 것인지를 이해하는 실행의 명료성 측면에서도 부정적인 것으로 나타났다. 융합과학이 내용의 체계보다 융합과 첨단 과학을 강조하다 보니 개념의 위계는 약화되고 학생들의 인지수준을 고려하지 않은 어려운 개념들이 포함된 것으로 보고 있었다. 이에 따라 과학 교사들이 융합과학을 가르칠 때 학생들의 이해를 돕기 위해 필요한 선행 개념과 연계 개념들을 포함시키게 되고 그 결과 가르칠 개념의 수가 증가할 수밖에 없다고 하였다. 융합과학 교과서의 질 및 유용성은 긍정적인 것으로 나타났다. 제7차 교과서에 비해 융합과학 교과서의 내용 및 자료가 보다 다양화되었으며 호기심과 흥미를 유발하는 내용이 많아졌다고 하였다. 하지만 이러한 응답 결과가 융합과학의 질 및 유용성이 더 높은 것을 의미하는 것은 아님을 알 수 있었다. 이상의 결과로부터 융합과학을 시도하면서도 실질적으로 개념의 증가를 가져오지 않고, 개념 연계와 위계의 약화로 인한 학습의 어려움을 가져오지 않도록 하는 것이 융합과학에서 해결해야 할 과제가 됨을 알 수 있다.

주제어: 융합과학, 교육과정 실행, 실행의 필요성, 명료성, 복잡성, 질 및 유용성, 개념 연계

---

---

\* 제1저자 및 교신저자, sim307@kice.re.kr

## I. 서론

물리, 화학, 생물, 지구과학 내용을 단원별로 나누어 고등학교 과학 과목을 구성한 것과는 달리 융합 과목의 성격이 가장 강하게 드러난 것은 2009 개정에서 고등학교 과학 선택 과목으로 만들어진 과학 과목이며 과목의 성격으로 판단하면 융합과학이다. 융합과학은 2009 개정 과학과 교육과정에서 처음 도입된 것으로 물리, 화학, 생물, 지구과학의 내용 간의 통합은 물론, 기술, 공학, 사회와의 융합을 시도한 결과물이라고 할 수 있다. 우리나라뿐만 아니라 미국에서도 융합 과학의 요구는 최근 몇 년간 STEM(Science, Technology, Engineering, Mathematics)이라는 용어로 지속, 강화되고 있다. STEM은 물리, 화학, 생물, 지구과학의 분과적인 접근으로 는 실생활 문제를 해결하기 어렵다는 인식과 과학을 기술, 공학, 수학, 실생활과의 융합, 스토리 텔링 등을 통해 학생들에게 관심과 흥미를 증진시키고 과학을 더 의미 있게 인식시킬 수 있다는 전제를 바탕으로 하고 있다(Zollman, 2012; Breiner, et al., 2012; Sanders et al., 2011). 2009 개정 과학과 교육과정에서 만들어진 융합과학은 지금까지의 과학 융합에 대한 시도 중에서 가장 과감한 것이라고 할 수 있다. 하지만 이렇게 만들어진 고등학교 융합과학 과목에 대해 현장의 인식은 어떠하며, 이 과목에 제시된 구조와 내용을 이해하고 신설된 과목에서 추구하는 목표와 철학을 고려하여 수업이 실천될 수 있을 것인지에 대한 조사는 필수적이라고 할 수 있다. 혁신적으로 만들어진 교육과정에 대해 현장의 교사와 학생이 소기에 의도한 것을 제대로 인식하고 이를 실천하는 것은 현장에서의 여러 장애 요인에 의해 영향을 받기 때문이다. 예를 들면, 새로이 도입된 교육과정의 실행에 영향을 주는 요인으로는 필요성, 명료성, 복잡성, 질 및 유용성으로 구분되는 내적 요인과 시·도교육청, 학부모 단체, 교장, 교사 등의 외적 요인, 정부와 여러 단체 등의 지역적 특징이 있다(Fullan, 2001).

융합과학 과목과 관련된 연구로 정진수 외(2012)에 의해 수행된 ‘고교 융합형 과학 교과서에 대한 학생들의 의견 조사’가 있다. 이 연구에서는 융합과학 교과목 필요성, 수업 만족도, 과학적 소양·안목 및 통합적 사고의 향상도, 현대과학 및 최신 과학이슈에 대한 접근도에 대한 긍정적 입장과 부정적 입장에 대한 연구를 수행하였다. 이 연구에서 설문에 참여한 학생들은 융합과학 교과서에서 생활관련 소재와 이야기 중심의 구성은 긍정적인 측면으로, 여러 영역의 개념들이 많이 사용되어 이해가 어렵고 한 교사가 융합내용을 가르치기는 어렵다는 것을 부정적인 측면으로 제시하였다. 신영옥과 최병순(2012)은 ‘융합과학에 대한 현장 교사의 인식 조사 연구’를 수행한 바 있다. 이 연구에서 융합과학 운영 실태 조사, 융합과학 수업에 대한 교사의 인식 조사, 융합과학 내용에 대한 교사의 인식 조사가 이루어졌다. 이 연구에서 교사들은 융합과학을 두 명 이상의 교사가 전공별로 나누어 가르치는 경우가 많으며, 융합과학 교과서는 과학개념을 통합적으로 잘 나타냈지만 첨단과학이나 융합 내용을 도입함으로써 교사들도 이해하기 어려운 내용들

이 포함되어 있다고 응답하였다. 하지만 이들 연구는 융합과학의 실행에 영향을 주는 내적 요인에 속하는 요인을 구분하고 범주화하여 수행된 연구는 아니었다. 그 외 융합과학과 관련된 이론 연구로 김성원 외(2012)에 의해 ‘융합인재교육을 위한 이론적 모형의 제안’이 연구된 바 있으며, 권난주, 안재홍(2012)에 의해 ‘융합 및 통합 과학교육 관련 국내 연구 동향 분석’이 이루어졌고, 이효녕 외(2012b)에 의해 ‘융합형 과학 교과서에 사용된 천문 분야 용어 분석’이 연구된 바 있으며, 문공주 외(2012)에 의해 ‘고등학교 과학 교과서에서 21세기 과학적 소양의 영역’을 조사한 바 있다. 또한 김홍정, 이진우, 임성민(2013)에 의해 ‘고등학교 과학에 대한 흥미 분석’이 이루어졌다. 하지만 이들 연구는 2009 개정 교육과정에 따라 신설된 고등학교 융합과학 과목의 실행 측면에 초점을 두고 수행된 연구는 아니었다. 이에 본 연구는 2009 개정 과학과 교육과정에서 다소 과감하게 개발된 고등학교 융합과학 과목에 대해 실행의 성공에 미치는 내적요소와 관련한 측면에서 현장 교사의 인식을 알아보고자 하였다.

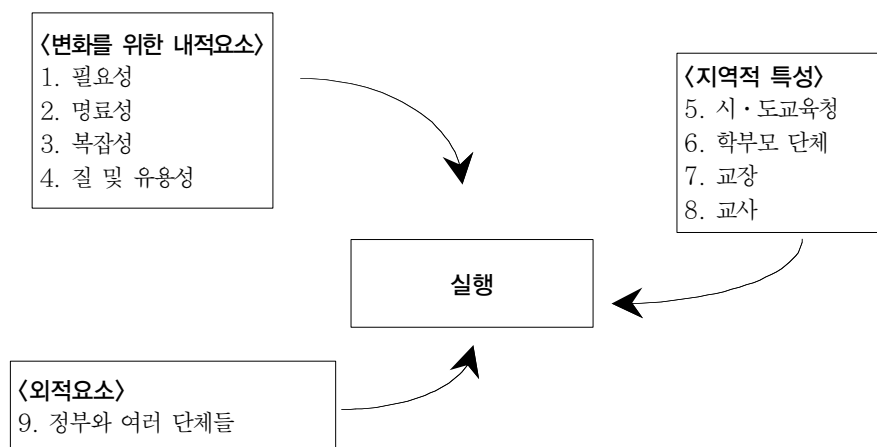
## Ⅱ. 연구 내용 및 방법

### 1. 연구의 내용

2009 개정 과학과 교육과정의 가장 큰 특징 중 하나는 융합과학의 신설이다. 이렇게 신설된 과목을 현장에 적용하기 위해서는 현장 교사의 다소 혁신적인 변화가 필요하다. 융합과학의 도입으로 교사에게 요구되는 것은 분과 과학에서 융합과학으로, 과학뿐만 아니라 과학 외의 학문 세계에 대한 이해 및 적용으로, 거시적인 것에서 미시적인 것으로, 스토리텔링을 강조하는 수업 방식으로의 변화이다(교육과학기술부, 2009). 본 연구를 위해 실행과 관련된 연구에서 연구의 방법론을 찾고자 하였다. Fullan(2001)은 개혁적인 교육과정의 실행에 영향을 미치는 내적 특성으로 실행의 필요성, 명료성, 복잡성, 질 및 유용성을 제시하였다. 본 연구에서 교사의 인식 조사를 위해 Fullan(2001)의 교육과정 실행에 영향을 주는 내적요소의 특징을 인식 조사의 주요 분석 영역으로 설정하였으며 각각의 요소의 특징을 설명하면 다음과 같다.

실행의 필요성은 교육과정이 개정되거나 개정 후속 작업 일정이 발표되거나 시행되는 여러 가지 교육 개혁, 사업, 결정, 혁신, 신설 과목과 같은 변화에 대해 교사들이 필요하며 의미가 있다고 인식하는 정도를 의미한다. 실행의 명료성은 교사가 무엇을 해야 하는가에 대한 구체적이고 분명한 정도를 말한다. 즉, 교육과정 또는 교과서의 변화에 따라 교사는 무엇을 어떻게 다르게 해야 하는지에 대한 의미를 포착해야 하는 것을 의미한다. 실행의 복잡성은 어려움으로 표현되기도 하는데, 교육과정의 복잡성이란 교사가 수업 실행에 책임을 져야할 정도를 말하기도 한다. 변화의 특성과 관련된 마지막 요소인 실행의 질 및 유용성은 교실 현장에서 더 질적으로 나

은 결과를 가져오는지의 여부, 즉 실행의 질 및 유용성에 대한 것이다(Fullan, 2001; 심재호, 신명경, 이선경, 2010). 변화의 질 및 유용성은 앞서 언급한 세 가지 요소인 필요성, 명료성, 복잡성과 관련이 있다. 교육과정의 변화가 교실 수행에 필요하고 이해 가능한 것일 때 변화의 질적 수준이 높아질 것이기 때문이다. Fullan(2001)에 따르면, 실행에 반하는 요소들이 많으면 많을수록 실행의 과정은 덜 효과적이 될 것이며, 실행을 지지하는 요소들이 많을수록 실행은 더 성공적이 된다고 하였고, 실행에 영향을 주는 요소들을 따로 따로 분리하여 생각할 수 없으며, 이 요소들은 실행의 성공과 실패를 결정하는 데 상호 작용하는 변인들의 집합체라고 하였다.



(그림 1) 교육과정 실행에 영향을 주는 요소들(Fullan, 2001)

본 연구에서는 실행에 영향을 미치는 여러 요소 중 내적요소이면서 학교 교육의 변화에 매우 큰 영향을 주는 교사에 초점을 두고 연구를 수행하고자 하였으며 교육과정을 구체적으로 표현한 것 중 하나가 교과서라고 할 수 있으므로 2009 개정에 따라 개발된 고등학교 융합과학 교과서를 가르치는 데 있어 교사의 인식을 조사하고자 하였다. 따라서 본 연구에서는 “2009 개정 과학과 교육과정에 따른 고등학교 융합과학 과목의 실행 성공 여부에 영향을 미치는 내적요소인 필요성, 명료성, 복잡성, 내용의 질 및 유용성 측면에서 과학 교사의 인식은 어떠한가?”를 알아보하고자 하였다.

## 2. 연구 대상 및 연구 방법

본 연구를 위해 먼저 설문과 면담에 포함할 질문을 명료화하기 위해 서울 시내 4개 고등학교에 근무하는 8명의 과학 교사들을 대상으로 융합과학 교과서를 가르치는 것과 관련하여 필요성, 명료성, 어려움, 유용성 등에 대해 2차례에 걸쳐 협의회를 실시하였다. 이를 바탕으로 소규모

단위의 설문 조사를 수행한 후 설문 조사에 응답한 교사 중 일부를 대상으로 면담 조사를 수행하였다. 설문 조사는 면담 조사를 위한 예비 조사의 형식이었고 이를 토대로 문제를 명료화한 뒤 면담 조사로 심층 연구를 수행하였다. 설문 조사는 물리, 화학, 생물, 지구과학 전공별로 고루 안배될 수 있도록 4개 과목에 대해 5명씩 총 20명의 고등학교 과학 교사를 대상으로 수행하였다. 면담 대상 교사는 설문 조사에 응답한 교사들 중 자유 기술식 설문 항목에 성실하게 기술한 교사로 각 전공별로 2명씩 선정하였다. 이들은 모두 2009 개정 과학과 교육과정 연수를 받은 경험이 있고, 이 과목을 가르쳤거나 가르치고 있는 교사이다. 또한 교육과정 개발, 교과서 집필 또는 심사와 시·도교육청 연수 강사 등을 경험한 교육과정에 대한 기본적인 안목을 가지고 있는 교사라 할 수 있다. 면담에 참여한 교사의 배경 정보를 제시하면 <표 1>과 같다.

〈표 1〉 연구 참여자의 배경

면담 참여 교사	소속 학교 소재지/전공	교육과정 관련	교과서 관련	교실 수업 경험/기타
A	서울/물리	2009 과학과 교육과정 검토	2007 고등학교 과학 교과서 집필	25년/수석교사/실험 연수 강사
B	부산/물리	2007 과학과 교육과정 검토	없음	18년/실험 연수 강사
C	경기/화학	없음	2009 고등학교 과학 교과서 심사	10년/학업성취도 검토
D	서울/화학	2007 과학과 교육과정 검토	없음	15년/실험 연수 강사
E	서울/생물	2007 과학과 교육과정 검토	2007 고등학교 과학 교과서 집필	22년/실험 연수 강사
F	경기/생물	없음	2009 고등학교 과학 교과서 심사	15년/실험 연수 강사
G	경기/지구과학	2009 과학과 교육과정에 따른 성취기준 개발	없음	16년/학업성취도 검토
H	경북/지구과학	2007 과학과 교육과정 검토	없음	17년/실험 연수 강사

설문 조사는 2009 과학과 교육과정에 따른 고등학교 과학을 가르친 경험이 있는 고등학교 과학 교사들을 대상으로 학년 말인 2012년 12월에 수행되었다. 설문 조사를 통해 1차 수집된 자료를 분석하고 설문 조사에 응답한 교사 중 적극적으로 자신의 경험을 제시한 교사 8명을 대상으로 2013년 1월에서 2월 사이에 개별 및 집단 면담을 수행하고 그 내용을 전사한 후 프로토콜을 생성한 뒤 그 결과를 교육과정 실행에 영향을 주는 필요성, 명료성, 복잡성, 질 및 유용성으로 범주화하여 분석하였다. 설문과 면담에 사용된 주된 질문의 내용은 <표 2>와 같다.

〈표 2〉 연구 참여자에 대한 교육과정 실행의 내적요소와 관련한 질문 내용

실행의 내적요소	질문 내용	조사 유형
필요성	면담 질문 1. 융합과학이 만들어진 것이 바람직하고 필요하다고 생각하는가? 면담 질문 2. 융합과학을 가르칠만 하며 융합과학의 개발 의도대로 실행 가능한 것인가? 면담 질문 3. 융합과학을 가르친다면 어느 학년에 가르치는 것이 적절한가?	면담
명료성	설문 1. 제7차에 비해 2009 고등학교 과학 교과서로 되면서 학생들이 알아야 할 개념의 수는 증가하였는가? 면담 질문 4. 개념의 수가 증가하였다고 응답한 이유는 무엇인가? 설문 1-1. 개념의 수가 증가하였다면 교육과정을 벗어난 것인가? 설문 1-2. 학생들의 이해를 돕기 위해 더 많은 개념이 제시된 것인가? 면담 질문 5. 교사들은 융합과학을 어떻게 가르칠 것인지 알고 있는가?	설문, 면담
복잡성	면담 질문 6. 융합과학이 만들어진 것에 대해 학교 현장 선생님들은 이것을 어떻게 가르치고 있으며 어떻게 생각하고 있나?	면담
질 및 유용성	설문 2. 제7차에 비해 2009 고등학교 과학 교과서의 활용도가 증가하였는가? 면담 질문 7. 활용도가 증가한 구체적인 이유가 무엇인가? 면담 질문 8. 교과서 활용도가 증가하였다면 어떤 내용인가?(예, 내용 설명, 자료 인용, 탐구 활동, 읽기 자료, 평가 자료 중에서 이전보다 어떤 것이 더 유용하게 되었는가?) 면담 질문 9. 탐구 활동 강조와 창의성 함양은 제7차에 비해 어떻게 달라졌나? 면담 질문 10. 융합과학으로 되면서 학생들의 수준에 맞게 더 다양한 교과서가 만들어졌는가? 면담 질문 11. 수준의 다양성으로 인해 학생들의 수준과 관심 분야에 따라 맞춤형 수업이 가능하게 되었는가? 면담 질문 12. 융합과학이 만들어지면서 출판사에 따라 내용의 선정과 조직이 다양화된 특색 있는 교과서를 만들고 있는가?(미국의 예처럼 STS, 탐구 강조 등)	설문, 면담

융합과학 실행과 관련하여 필요성에 대한 조사는 면담만으로 수행되었다. 먼저, 융합과학이 만들어진 것이 바람직하고 필요하다고 생각하는지를 묻는 것으로 이러한 질문은 설문으로는 피상적인 결과만 얻을 수 있을 것으로 판단하였다. 면담을 통해 융합과학이 필요하다면 왜 필요한지, 필요하지 않다면 왜 필요하지 않는지에 대한 구체적인 이유를 파악하고자 하였다. 두 번째 면담 질문은 이미 융합과학은 개발되어 보급되었기 때문에 이에 대해 교사의 사후 필요성을 묻는 것으로 융합과학은 가르칠만 하며 개발 의도대로 실행 가능한지를 묻는 것이었다. 세 번째 면담 질문은 융합과학을 어느 학년에서 가르치는 것이 적절한지를 파악하기 위한 것이었다. 제7차의 경우 고등학교 과학은 교양 과목의 성격이 컸고 10학년까지는 공통교육과정이었기 때문에 고등학교 1학년에서 가르쳤다. 2009 개정 고등학교 과학과 교육과정에서 도입된 융합과학이 교양과 소양의 성격이 크다면 1학년에서 가르쳐야 할 것이고, 심화된 내용이라면 2학년 또는 3학년에서 가르치는 것이 적합할 것이다.

융합과학의 실행과 관련한 명료성 관련 질문은 융합과학을 어떻게 가르칠 것인지를 이해하고

있는지를 알아보는 데 초점을 두었다. 이를 위해 설문 조사와 더불어 면담 질문으로 융합과학에 포함된 개념의 수는 적절한지, 개념이 증가하였다면 그 이유는 무엇인지, 개념 간의 연계성은 적절한지, 수준은 적합한지 등의 세부적인 질문이 포함되었다. 명료성은 실행의 복잡성과 분리되어 조사되기는 힘들다. 복잡성은 실행의 어려운 정도를 말하는 것이므로 어려운 정도가 크다면 명료성은 감소할 수밖에 없기 때문이다. 실행의 복잡성과 관련하여 현장 선생님들이 융합과학을 어떻게 가르치고 있으며 어떻게 생각하고 있는지를 묻고, 융합과학이라면 교과서의 다양성이 증가할 것으로 예상되는데 과연 그러한지를 질문하였다. 실행의 질 및 유용성과 관련한 설문과 면담은 융합과학이 되면서 교과서의 활용도가 증가하였는지, 활용도가 증가하였다면 그 이유는 무엇이며 어떤 내용인지를 물었다. 또한 실행의 질 및 유용성과 관련하여 융합과학을 만들면서 강조되었던 창의성 증진, 탐구력 증진, 수준의 다양성은 어떻게 나타났는지를 면담을 통해 살펴보았다.

### Ⅲ. 연구 결과

본 연구의 결과를 2009 개정 교육과정에 따라 만들어진 융합과학의 실행에 영향을 미치는 내적요소인 필요성, 명료성, 복잡성, 질 및 유용성 측면으로 구분하여 제시하고자 하였다. 하지만 면담을 통해 실행의 필요성, 명료성, 질 및 유용성이 모두 실행의 복잡성과 관련되어 있음을 확인할 수 있었다. 이에 실행의 필요성, 명료성, 질 및 유용성을 논의하면서 복잡성도 함께 논의하게 되었음을 밝혀둔다.

#### 1. 필요성 측면의 분석 결과

융합과학의 필요성 관련하여 면담한 결과를 응답 유형별로 분류하여 제시하면 <표 3>과 같다.

<표 3> 필요성 관련 응답 유형 분석 결과

실행의 내적요소	면담 결과 응답 유형 분석
필요성	<p>〈학교 과학과 교육과정 편성의 적절성 측면〉</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 학교 과학과 교육과정 편성에서 빠지는 의견이 있음.</li> <li>- 수능 과목이 아니기 때문에 학교 교육과정에 편성을 안 할 수 있음.</li> <li>- 수능에 포함되지 않기 때문에 2학기 때 수업 기피함.</li> <li>- 과학 교사 수급 조절에 필요함.</li> </ul>

실행의 내적요소	면담 결과 응답 유형 분석
필요성	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 고등학교 1학년 교양 수준에서 지도하기 힘들.</li> <li>- 고등학교 3학년 수준에 적합하지만 3학년은 입시 준비 학년이라 실질 지도는 불가능하고 학생들이 듣지 않음.</li> <li>- 우수한 학생들에게는 적절한 수준의 과목임.</li> <li>- 어느 학년에 편성해야 할 것인지 판단이 어려움.</li> </ul> <p>〈가르치는 방식과 시험 측면〉</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 융합과학에 대한 이해 방식이 달라 각자 자신의 방식으로 가르침.</li> <li>- 전공별로 나누어 가르침.</li> <li>- 융합적으로 가르치기 쉽지 않음.</li> <li>- 가르칠 범위에 대한 판단이 어려움.</li> <li>- 개념을 어느 정도 연계해야 할 것인지에 대한 경계 불분명.</li> <li>- 교사의 융합 과학에 대한 전문성이 약하고 학생들도 어려워해 가르치기 어려움.</li> <li>- 가르치는 방식과 내용이 다르기 때문에 외워야 하는 지식 문제로 출제할 수밖에 없음.</li> </ul> <p>〈과목 신설의 부정적 측면〉</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 과목 신설은 교사와 학생의 필요는 아님.</li> <li>- 일부 학자의 주장에 의해 신설된 것으로 보임.</li> <li>- 융합은 과학에 대한 기초가 되었을 때 이해 가능함.</li> </ul> <p>〈과목 신설의 긍정적 측면〉</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 과학을 통합적으로 이해하는 기회 제공함.</li> <li>- 실생활과 관련됨.</li> </ul>

“융합과학이 만들어진 것이 바람직하며, 필요하다고 생각하는가?”에 대한 면담 결과를 기술하면 다음과 같다.

- 우리 학교는 애초에 학교 교육과정 편성에서 빠자는 논리도 있었다. 하지만 교사 수급 문제 때문에 하는 것으로 했다. 그래서 과학을 학교 교육과정 편성에 넣었다. 4인 4색이다. 다 다르다. 어느 분은 지식 채널로 시작해서 10분~15분하고 그리고 교과서로 수업하고, 어느 분은 동영상 활용한다. 아인슈타인 100년사를 2주 보여준다. 그리고 상대론을 가르쳤다고 주장한다. 가르치는 방법이 각각 다르다. 그리고 시험 문제는 외워야 하는 것으로 출제한다. 그것이 과연 바람직한 것인가 의문스럽다(A 교사).
- 융합과학은 한편으로 의미가 있다. 물, 화, 생, 지의 내용을 통합적으로 이해하는 계기를 줄 수 있고, 실생활과 관련시키고 있다. 잘만 가르치면 의미가 있다고 본다(C 교사).
- 융합과학이 만들어진 것은 교사와 학생의 필요는 아니다. 일부 학자들의 주장과 필요에 의해 융합과학 교과서가 만들어졌다고 본다. 융합은 과학에 대한 기초가 충분히 갖추어졌을 때 가능한 것이다. 고등학교 1학년에서 교양 수준으로 가르치는 것은 힘들다고 본다(A, B, D, E, F, G, H 교사).



융합과학의 필요성과 관련하여 “융합과학을 가르칠만하며 융합과학의 개발 의도대로 실행 가능한 것인가?”와 “융합과학을 가르친다면 어느 학년에 가르치는 것이 적절한가?”에 대한 질문에 대한 면담을 통한 응답 내용을 기술하면 다음과 같다.

- 융합과학을 잘 가르치기가 쉽지 않다. 우리 학교도 물, 화, 생, 지 교사들이 나누어 가르친다. 교사들이 통합적으로 가르칠 능력이 없다. 잘 모르는데 어떻게 가르칠 수 있나? 어느 범위까지 가르쳐야 할 것인지, 어느 내용까지 연결시켜야 할 것인지 잘 판단할 수 없다. 똑똑한 학생들에게는 가르칠 수 있을 것 같다. 융합과학을 가르칠 수 있는 학생은 고등학교 3학년의 심화과정일 것 같다. 하지만 고등학교 3학년의 경우 입시 준비로 제대로 된 수업이 이루어질 수 없다. 결과적으로 너무 어렵고 아직은 융합과학을 가르칠 수 없다고 본다(H 교사).
- 교과서가 학생들의 수준을 훨씬 상회한다. 이 수업을 하면서 개인적으로 느낀 점은 학생들의 관심 분야가 통합된 첨단과학이 아니더라는 것이다. 학생들이 새로 만들어진 융합과학의 부분 부분에서 흥미를 보이는 것을 이 교육과정이 학생들의 흥미와 관심을 유발하는 데 성공했다거나 교과서가 학생들의 욕구를 충족하는 데 기여하고 있다고 확대 해석하는 것은 무리가 있다고 본다(G 교사).
- 내년에는 융합과학으로 수업하지 않고 바로 생물 I, II의 심화과학으로 수업하려고 한다. 많은 학교에서 이미 그렇게 하고 있는 것으로 안다. 책을 이렇게 만들어놔야 입시에 안 나오면 외면해 버린다. 솔직히 수업이 안 된다. 1학기 때는 조금 하다가 2학기 중간고사 보고 나서 학생들은 듣지 않는다(E 교사).
- 융합과학은 이전 교육과정에서 공통과학처럼 고등학교 과학 교사의 시수 조정에 적합한 역할을 한다(A~H 교사).
- 융합과학은 제7차처럼 고등학교 1학년에서 가르쳐야 되는 것으로 이해했다. 하지만 가르쳐보니 고등학교 과학 선택과목 I을 배워야 이해될 수 있는 내용들이 많다. 융합은 고등학교에서 선택과목으로 배우는 물리, 화학, 생물, 지구과학의 개념을 어느 정도 이해한 기초 위에 가르쳐야 이해가 가능한 과목이다. 하지만 융합과학을 고등학교 3학년 때 가르칠 경우 수능에 포함되지 않기 때문에 학생들이 수업을 듣지 않게 된다. 따라서 현재로서는 1학년에 가르칠 수도 3학년에 가르칠 수도 없는 과목이 되었다(B, H 교사).
- 융합과학을 수능에 포함시키는 것은 문제다. 교사들도 어려워하는 과목을 어떻게 수능에 포함시키겠는가?(C, G 교사)
- 우리 학교는 융합과학을 3학년으로 옮겨서 대학 입시 논술 자료로 사용하자는 안도 있다(G 교사).

이상의 면담 결과를 볼 때 융합과학을 만들 때 상정했을 교육과정 개선의 목적 또는 필요성과 실제 실행했을 때 교과서 또는 수업에서 교사들이 인식하는 융합과학의 목적 또는 필요성의 간극을 알 수 있다. 교육과정은 단지 잘 계획했다는 것만으로는 의미를 가질 수 없고 교실에서 실행되었을 때 의미를 갖는다(Marsh & Willis, 2003). “교육과정은 계획으로 시작되지만, 교사들이 실제 교실에서 실제 학생들과 함께 실행할 때에만 실재(reality)”(Marsh & Willis, 2003, p.232)한다는 것을 융합과학 필요성에 대한 교사의 면담을 통해 확인할 수 있다. 위의 면담을 통해 융합과학의 필요성과 관련하여 교사들이 인식한 것을 정리해보면 다음과 같다.

융합과학은 물리, 화학, 생물, 지구과학의 내용적인 통합을 시도했다는 측면에서 의미가 있지만 현장 교사들이 가르치기 어려워하며, 고등학교에서 배우는 나머지 선택과목을 배워야 그 개념에 기초하여 융합과학의 이해가 가능하다고 교사들이 판단하고 있음을 알 수 있다. 또한 이 과목은 수학능력시험에서 빠지게 됨으로써 입시를 앞둔 3학년에서도 가르치기 어려우며, 교사도 어려워하는 과목인데 수학능력시험에 포함시키는 것도 무리라고 응답하고 있다. 이러한 응답 결과는 정진수 외(2012)가 고등학생들을 대상으로 얻은 내용과 상응하는 면이 있다. 이 연구에서 융합과학에 대해 학생들도 내용구성이 복잡하고 어려우며 선행 개념이 필요하다고 응답하고 있다. 따라서 신설된 융합과학은 일부 그 의미를 긍정적으로 받아들이는 교사도 있고, 과소, 과원 교사의 시수 문제의 해결에도 기여하지만 현재로서는 교양 수준도 아니고 소양 증진의 의미도 약한 그 기능이 애매한 상태로 신설된 과목이라고 볼 수 있다. 따라서 융합과학의 신설은 융합의 의미를 살리면서 고등학교 수준에 적합한 과목이라고 하기에는 미흡함을 알 수 있다.

## 2. 명료성과 복잡성 측면의 분석 결과

2009 개정 교육과정에 따른 융합과학 과목의 명료성은 주로 교과서의 내용을 어떻게 가르칠 것인지와 명료하게 이해되는가에 초점을 두었다. 이와 관련하여 융합과학의 개념의 수, 개념의 수준, 학생들의 이해 가능성에 대해 설문을 하고 면담을 통해 더 심층적인 질문을 하였다. 실행의 명료성은 복잡성과 밀접한 관련이 있기 때문에 명료성을 복잡성 측면과 함께 논의하고자 한다. 먼저 명료성과 관련된 설문 결과는 다음과 같다.

“제7차에 비해 2009 고등학교 과학 교과서로 되면서 학생들이 알아야 할 개념의 수는 증가하였는가?”에 대한 설문 결과 제7차에 비해 2009 개정 교육과정에 따른 고등학교 융합과학 교과서의 내용을 이해하는 데 필요한 개념의 수가 ‘증가하였다’는 응답이 85%, ‘증가하지 않았다’는 응답이 15%로 증가하였다고 생각하는 교사들이 훨씬 많았다. 이러한 결과를 볼 때 제7차에 비해 학생들이 융합과학 과목을 이해하기 위해 필요한 개념의 수가 매우 증가하였음을 알 수 있다. 하지만 현재 사용되고 있는 고등학교 과학 교과서는 인정교과서로 인정 심사를 거친 교과서들이다. 인정 심사 기준에는 교육과정의 위배 여부에 대한 항목이 포함되어 있다. 따라서 개념의 수가 증가하였다고 생각한다면 교육과정을 벗어난 것인지를 알아볼 필요가 있었다.

이러한 응답 결과에 대한 이유를 알아보기 위하여 “개념의 수가 증가하였다면 교육과정을 벗어난 것인가?”에 대한 설문 문항을 포함하였었다. 이 설문에 대해 응답 결과를 보면 ‘교육과정을 벗어났다’는 응답이 5%에 불과하였고, 나머지 95%는 교육과정을 벗어나지 않았다고 응답하였다. 하지만 이 중 “교육과정을 벗어나지는 않았지만 개념의 수가 증가하였고 어려워졌다”라고 응답한 비율이 80%나 되었다. 즉, 교육과정을 벗어나지 않은 수준에서 개념의 수의 증대와 이해하기 곤란한 내용이 포함되어 있음을 알 수 있다.

융합과학의 명료성과 복잡성과 관련하여 면담한 결과를 응답 유형별로 분류하여 제시하면 <표 4>와 같다.

<표 4> 명료성과 복잡성 관련 응답 유형 분석 결과

실행의 내적요소	면담 결과 응답 유형 분석
명료성과 복잡성	<p><b>&lt;융합에 따른 개념의 수, 연계, 위계, 학습량 변화 측면&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 제시된 개념이 교육과정을 벗어나지 않았지만 하위 개념이나 선수 개념이 필요한 것이 늘어남. 따라서 실질적으로 가르쳐야 할 개념 수의 증가를 가져옴.</li> <li>- 실질적인 학습량 증가 결과함.</li> <li>- 융합과학에 제시된 개념 요소들이 인지발달 수준이나 개념의 위계성에 대한 고려가 미흡함.</li> <li>- 융합과 첨단과학의 강조로 어려워지고 개념 수가 증가하게 됨.</li> <li>- 개념 증가 및 어려워져 결과적으로 흥미와 호기심을 떨어뜨림.</li> <li>- 융합으로 내용을 이해하기 더 어려워졌음.</li> <li>- 개념 간의 위계가 약하기 때문에 개념 간의 이해를 돕기보다는 더 혼란을 가져옴.</li> <li>- 개념의 오류와 개념의 연계성 오류로 수업 지도에 어려움을 가져옴. 특히 신입 교사의 경우 수업 지도에 더 어려워함.</li> </ul> <p><b>&lt;가르칠 방식에 대한 이해 측면&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 융합과학에는 선택과목 I 또는 II에서 나오는 내용을 알아야 이해 가능한 것이 있음. 이에 따라 단순 지식 전달이 되고, 학생들은 잘 이해되지 않는 것을 외울 수밖에 없거나 이해가 어렵게 됨.</li> <li>- 어떻게 가르쳐야 하는지 모르겠음.</li> <li>- 융합을 하다 보니 가르칠 내용이 증가하고, 어느 선에서 그만 가르쳐야 할지 모르겠음.</li> <li>- 융합과학을 만들자고 주장한 사람들이 가르치는 방식도 연수해 주었으면 함.</li> <li>- 융합과학 연수를 받았지만 가르치는 방법을 모르겠음.</li> <li>- 어려운 개념이 많아 쉽게 가르쳐도 잘 이해하지 못함.</li> <li>- 융합과학 교육과정 또는 과목이 목표로 하는 것이 불분명함.</li> </ul>

“개념의 수가 증가하였다면 교육과정을 벗어난 것인가?”에 대한 설문 응답을 보완하기 위해 “개념의 수가 증가하였다고 응답한 이유는 무엇인가?”에 대해 면담한 결과는 다음과 같았다.

- 교육과정을 벗어나지는 않았지만 어떤 개념과 관련된 하위 개념이나 선수 학습이 필요한 원리들을 설명해야 하므로 개념이 많아질 수밖에 없다(A, C, E 교사).
- 교육과정에 따라 교과서를 만들었기 때문에 교육과정을 벗어났다고 할 수 없다. 하지만 교육과정에 제시된 학습 요소 자체가 인지발달 수준이나 학습의 위계성을 고려하지 못하였다(D, F 교사).

이러한 면담 결과를 볼 때, 면담에 참여한 교사들은 융합과학에 포함된 개념들이 교육과정을 벗어나지는 않았지만 융합을 강조하다 보니 심화된 개념들이 많아졌고 이러한 개념을 이해시키

기 위해 필요한 관련 개념과 기초 개념들을 도입해야 함을 알 수 있다. 이와 같은 결과는 윤희정 외(2011)의 연구에서 융합과학의 내용이 심화되었다는 것과 일치한다. 또한 융합과학 과목을 구성할 때 융합을 강조되다 보니 학생들의 인지발달 수준이나 학습 내용의 위계는 다소 소홀하게 된 점도 알 수 있다. 결과적으로 융합과학의 구성은 개념 수준의 심화, 실질적인 개념 수의 증가를 가져오면서 제7차의 과학 과목에 비해 학생들이 어려워하는 과목이 되었음을 알 수 있다. 비록 김성원 외(2012)의 연구에서 교사의 융합교육을 도와주기 위하여 융합교육의 모형으로 핵심 지식, 핵심 역량, 융합 요소 측면을 고려하여 융합교육의 다양한 방법을 제시하고 있지만 실질적으로 융합을 추구하는 과학 과목을 만들 때 학생들의 이해를 증진시키면서도 실질적으로 개념이 더 어려워지지 않도록 내용을 구성할 수 있는 방안을 마련하는 것이 더 절실함을 알 수 있다.

설문 중에는 “학생들의 이해를 돕기 위해 더 많은 개념이 제시된 것인가?”에 대한 설문이 포함되어 있고, 그에 대한 응답 결과를 보면 ‘그렇다’는 응답이 20%, ‘개념이 증가된 것은 이해를 돕기 위한 것은 아닌 것 같다’는 응답이 80%로 훨씬 높았다. 이에 대한 이유를 알아보기 위해 심층 면담에 대해 응답한 결과는 다음과 같았다.

- 교육과정을 구성하는 원리가 바뀌면서(융합 연관 개념 및 첨단 과학의 강조) 훨씬 더 많은 개념이 제시된 것으로 보인다(A, B, E, G 교사).
- 학생들의 이해를 증진하는 데 개념의 증가가 도움이 되고 있다고 생각하는 교사들은 없다(A, B, D, F, H 교사).
- 이해를 돕기 위해 연관 개념, 첨단 과학이 도입되었는데, 그러다 보니 또 새로운 배경 지식 또 다른 선행 개념이 도입되어야 하는 구조를 갖게 된다(A, D, H 교사).
- 실질적인 개념 증가 및 심화 개념 도입으로 인해 학생들의 과학에 대한 호기심을 떨어뜨리고, 이공계에 대한 거부감(어렵다. 포기하고 싶다 등)이 증가하는 경향이 나타나게 되었다(A, G, H 교사).
- 현상을 설명하기 위해서 더 많은 심화된 개념이 포함되어 있고 학생들이 많이 어려워하는 경향이 있다(A, B, G, H 교사).
- 개념 간의 위계가 제대로 정립되어 있지 않기 때문에 개념 간의 이해에 도움을 주기보다는 혼란을 더 가중시키고 있다(A, C, E, F, G 교사).
- 융합과학 교과서를 보면 기술된 개념의 오류도 일부 있지만 그것보다 연계성 오류가 많다. 이게 왜 들어 있나? 여기서 이런 것을 언급하지 않아도 되는데, 이런 내용이 들어가야 하는데 이런 것이 없다든지. 연계성을 고려하여 융합과학 내용 요소들을 배치하여 구성하지 않은 현 융합과학 교과서로는 신입 교사들의 경우 교과서의 내용을 그냥 나열하고 제대로 된 학습을 할 수 없고 시간 낭비가 될 가능성이 있다(G 교사).

이상의 응답 결과를 볼 때 개념의 증가는 어려운 개념의 이해를 돕기 위해 도입된 것이라기보다는 융합과학 및 첨단 과학의 강조로 인하여 더 많은 개념이 도입될 수밖에 없으며 그 결과 학

습 부담을 증가시키고 호기심의 감소 및 이공계통의 공부는 어렵다는 거부감을 증진시킬 수 있음을 나타내고 있다. 또한 내용 체계 또는 위계보다는 융합을 강조하기 때문에 개념 체계를 정립하는 데 도움을 주기보다는 혼란을 가져올 수 있음을 지적하고 있다.

융합과 첨단 과학의 강조로 특징지을 수 있는 융합과학의 도입으로 인해 실질적인 개념의 수가 증가하였으며, 개념 간의 위계와 연계의 어려움을 가져오게 된 것에 대해 어떻게 가르치는 것이 좋을 것인지에 대해 면담한 결과 다음과 같이 응답하였다.

- 융합과학에 나오는 개념이 고분자, 산화환원, DNA 분자, 물리 전반사 등 우리 교사도 어느 정도까지 가르쳐야 하는지 모르겠다. 화학 결합, 공유 결합, 수소 결합 등이 나오는데, 올해 1학년은 아직 화학 I 과 II 를 가르치지 않았다. 체계적으로 가르치지 않은 상황에서 융합과학에 제시된 개념을 설명해야 한다. 단순히 이런 것이라는 수준으로 전달하는 것밖에 안 된다. 따라서 단순 지식 전달에 그치게 되는 것이다. 이런 것이 공유 결합이다. 이해가 덜 된 상태에서 학생들의 머리 속에 억지로 집어넣는 것에 불과하다(D 교사).
- 융합과학 책이 어떻게 만들어졌는지 모르겠는데, 중학교에서 배우는 개념을 고려하여 만들어졌는지 모르겠다. 융합이라는 취지는 좋은데, 중학교에서 배운 개념에 기초해서 가르칠 수준이 아니다. 융합과 내용 수준 사이에서 딜레마에 빠진다(E 교사).
- 솔직히 융합과학을 어떻게 가르칠 것인지 잘 알 수 없다. 융합으로 서로 연결된 개념들을 가르치다 보면 학생들이 배워야 할 내용이 엄청 많아진다. 어느 선에서 그만 두어야 할 것인지 잘 판단하기 어렵다. 융합으로 인해 그에 필요한 기초 개념 또는 선수 개념들이 필요하고 그렇게 가르치다 보면 넓이와 깊이가 한없이 증가한다(F 교사).
- 지구과학의 빅뱅이론은 지구과학 II 에서 다루는 내용이다. 굉장히 어렵다. 융합과학 교과서 설명 자체가 너무 어려운 개념이 많다. 개념 자체가 어려우니까 아무리 쉽게 설명해도 안 된다(G 교사).
- 융합과학을 쉽게 가르치는 것은 힘들다. 심도 있게 가르칠 것이 아니라 최대한 현상적으로 흥미 있게 가르쳐야 하는 것으로 알고 있다. 하지만 선생님들이 이것을 인정 못한다. 학생들에게 이런 것이 있다고 가르치는 것이 힘들다. 그렇다 보니 유인물을 사용하게 된다. 중하위권 학생들은 이런가 보다하고 받아들인다. 상위권 학생들이 문제다. 왜라는 의문을 갖는다. 질문을 하다보면 선생님들이 깊이 있는 지식을 가르치게 된다. 학생들이 질문했을 때 몰라서 답을 하지 않은 것은 교사의 자존심의 문제다. 설명이 들어가면 중하위권 학생들은 즐기 시작한다. 이렇게 선생님이 설명하면 중하위권 학생들은 힘들게 된다. 이렇게 되다보면 교과서로 수업을 하기가 힘들어진다. 이렇다 보니 점차 교과서의 사용 빈도가 줄어들면서 최종적으로 교사가 따로 만든 유인물을 사용하게 된다. 교과서 활용도가 점차 떨어진다. 고등학교 융합과학을 어느 수준까지 가르쳐야 할 것인지가 과제다(E 교사).
- 융합형 과학 교육과정이 문제다. 이것도 알아야, 저것도 알아야, 또 다른 것도 알아야 학생이나 교사 모두가 당황스럽다. 어디까지 알아야 하나? 이것은 지식의 나열이 아닌가? 융합과학 교과서의 문제가 아니고 융합을 강조하는 과학 교육과정의 문제다. 2009 융합과학 교육과정이 그렇게 짜여졌다. 과학자들이 만들어낸 지식의 생성 과정과 첨단 과학의 내용을 알려주는 것이라 수업이 그렇게 갈 수밖에 없다. 이것을 제한된 시간 안에 다 하기도 어려울 정도로 양

- 이 많다. 가르치는 사람들이 당황할 수밖에 없다(F 교사).
- 왜 만들었는지 잘 모르겠다. 융합과학을 주장하고 이 과목을 만들자고 선도한 사람들이 명료하게 가르치는 방법도 설명해 주었으면 좋겠다. 융합과학 연수도 두 번이나 들었지만 어떻게 가르치는 것이 융합과학의 성격에 맞게 가르치는 것인지 모르겠다(B 교사).
- 어떻게 보면 재미있게 가르칠 수도 있을 것 같다. 학생들이 이해하기 어려울 것 같은 내용은 빼고 이야기식으로 가르치면 좋아할 수도 있는 과목이다(C 교사).
- 융합과학 교육과정 또는 과목이 목표로 하는 것이 분명하지 않다. 물리, 화학, 생물, 지구과학을 융합하고 여기에 공학, 수학 등을 더 결합하여 실생활에서의 과학을 가르치자는 것인데 이렇게 할 경우 학생들이 더 어려워할 수밖에 없다. 우수한 학생들을 위한 과목이라 생각된다. 과학중점학교나 과학고등학교에서 적절한 과목이라 생각된다. 내가 아는 과학중점학교에 근무하는 교사가 있는데 이 과목을 자기 학생들을 대상으로 가르치면 학생들도 재미있어 하고 학교 수준에도 적합하다고 들었다(H 교사).

이상의 면담 결과를 볼 때, 고등학교 융합과학은 어떤 과목이며, 이 과목을 어떻게 가르칠 것인지에 대한 명료성(융합과학의 이해 정도)은 낮으며 복잡성(실행의 어려운 정도) 측면에서도 의도된 실행을 저해하는 요인이 됨을 알 수 있다. 이러한 결과는 이효녕 외(2012a)의 연구에서 과학, 수학, 기술 교과의 선생님들이 통합 교육이 어려운 이유로 교과 간 관련성에 대한 연구 부족, 전문성 부족, 통합 교육 관련 교수·학습 자료의 부족, 통합 교육 준비에 대한 시간적 부담이 크기 때문에 통합 교육이 어렵다고 응답한 것과 맥락을 같이 한다. 융합과학은 내용의 체계보다 스토리텔링을 강조하다 보니 여러 개념들이 결합되어 제시된다. 스토리텔링은 현상에서 본질로 접근하는 것이며, 시대와 상황 변화에 무관하게 의미를 갖는 교과의 일반적인 특성을 넘어 생활의 필요를 충족시키고 주변 환경의 변화와 연동하여 바로 사용할 수 있는 실용적인 교과목으로의 변화를 가져오는 것이다(박경미, 2013). 하지만 이러한 현상과 실용성을 강조하여 만들어진 융합과학에 대해 과학 교사들은 고등학교 1학년에서 학생들이 융합과학을 배우는 데 필요한 기초 개념의 부재, 연계 개념의 부재로 인해 융합과학을 가르치기 매우 어렵고 내용이 매우 어렵게 여겨진다고 하였다. 이에 따라 정리한 학습지로 가르치고 교과서는 읽기 자료로 활용하고 시험은 암기 위주로 출제한다고 하였다. 따라서 명료성과 복잡성 측면에서는 이전의 과학 교과서보다 상황은 더 나쁘다고 할 수 있다. 융합과학에서 물리, 화학, 생물, 지구과학 등 과학 지식의 내용뿐만 아니라 공학, 기술, 사회, 문화와 연계시키다보니 교사와 학생 모두 알고 있어야 할 개념의 수가 증가할 수밖에 없다. 이에 따라 현장 교사들은 내용의 깊이를 어느 수준으로 해야 할 것인지에 대한 어려움을 겪고 있었다. 즉, 지식의 폭과 수준에 대한 명료성의 문제가 고등학교 과학을 지도하는 데 걸림돌이 되는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 이상은(2013)의 연구에서도 지적하였듯이 융합과학 교육과정 개발자와 이 교육과정을 실행하는 현장 교사의 교육과정의 실행에 대한 폭과 깊이에 대한 인식과 실행의 차이에 기인한 것이다.

교육과정이 어떤 내용을 담고 있는가도 중요하지만 그것을 실행하는 교사의 교육과정에 대한 이해와 교실수업 실행에 따라 교육과정의 성패가 결정된다(Parke & Coble, 1997; Loucks-

Horsley et al., 1998; Powell & Anderson, 2002)고 볼 때, 융합과학은 명료성과 복잡성 측면에서 교육과정 실행을 저해하는 요소들을 여러 가지 포괄하고 있음을 확인할 수 있다.

### 3. 질 및 유용성 측면의 분석 결과

2009 개정 교육과정에 따른 융합과학 교과서의 질 및 유용성 측면과 관련하여 제7차 교과서에 비해 활용도가 증가하였는지에 대한 설문 응답과 면담한 결과는 다음과 같았다.

설문 결과 제7차에 비해 2009 개정 교육과정에 따른 고등학교 융합과학 교과서의 활용도가 '증가하였다'는 응답이 70%, '비슷하거나 약간 증가하였다'는 응답이 5%로 약 75%가 활용도가 증가하였다고 응답하였다. 이러한 결과를 볼 때 제7차에 비해 교과서 활용도 측면에서 긍정적인 평가를 하고 있음을 알 수 있다. 하지만 이러한 응답으로는 교육과정 개정에 따라 만들어진 융합과학 과목의 질 및 유용성을 확인하는 데 한계가 있었다. 이에 면담 조사를 통해 그렇게 응답한 이유에 대해 알아본 결과는 다음과 같았다.

융합과학의 질 및 유용성과 관련하여 면담한 결과를 응답 유형별로 분류하여 제시하면 <표 5>와 같다.

<표 5> 질 및 유용성 관련 응답 유형 분석 결과

실행의 내적요소	면담 결과 응답 유형 분석
질 및 유용성	<b>&lt;교과서 자료에서의 질 및 유용성 측면&gt;</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 교육과정이 변화했기 때문에 활용도가 증가함.</li> <li>- 검정에서 인정교과서로의 변화로 자료가 다양해짐.</li> <li>- 실생활 관련 내용 증가함.</li> <li>- 새로운 내용, 최근 이슈 관련 자료 증가함.</li> <li>- 구체적이고 호기심을 유발하는 활동 포함됨.</li> </ul>
	<b>&lt;탐구 및 창의성 함양 측면&gt;</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 탐구 활동은 제7차에 비해 감소됨. 자료해석, 실험 등이 줄어들었음.</li> <li>- 활동 중심의 탐구는 감소하고 지적 탐구가 늘어남.</li> <li>- 창의성 함양을 고려할 때 직접 해보는 탐구가 더 있어야 할 듯</li> </ul>
	<b>&lt;다양성과 수준 측면&gt;</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 자료는 더 풍부해졌고 다양화됨.</li> <li>- 융합을 강조하고 있지만 출판사에 따른 특색 있는 교과서 개발로 이어지지 않는 것 같음.</li> <li>- 수준에서 다양화되지 않았음.</li> </ul>

“활용도가 증가한 구체적인 이유가 무엇인가?”에 대한 면담 결과는 다음과 같다.

- 2009 개정에서 교과서가 검정에서 인정으로 전환되어 교과서의 내용이 풍부해진 것도 영향을 줄 수 있지만 고등학교 과학의 경우 융합 교육과정으로의 변화가 더 크게 작용한다. 즉, 교육 과정이 바뀌었기 때문에 교과서를 더 많이 활용할 수밖에 없는 것이다(A, C, D, F, G, H 교사).
- 융합으로 가다 보니 그것에 맞는 자료가 필요하고, 이것을 아우를 수 있는 자료, 한 눈에 볼 수 있는 자료, 일목요연한 자료가 더 많이 들어 있고 따라서 교과서를 더 많이 활용하게 된다 (A, C, D, F, G 교사).
- 최신 자료의 탑재로 최근의 과학의 흐름을 살필 수 있게 되었으며, 학습 내용의 이해를 돕기 위한 참고 자료 및 관련 활동들이 다양하게 안내되어 있어 구체적이고 호기심을 유발하는 활동이 유용하게 포함되었다(B, C, G, H 교사).

이러한 응답 결과를 볼 때 융합과학이 제7차 교육과정에 따라 만들어진 고등학교 과학에 비해 융합 교육에 필요한 자료, 실생활 관련, 호기심과 관심을 끄는 자료들이 많아졌고 교육과정의 변화에 따라 새로운 내용에 대한 이해를 위해 교과서의 활용도가 증가하였음을 알 수 있다. 설문과 같이 면담 결과에서도 2009 개정 교육과정에 따라 만들어진 융합과학 교과서가 제7차의 고등학교 과학 교과서보다 활용의 질 및 유용성이 더 크다는 것을 알 수 있었다. 정진수 외 (2012)의 연구에서도 학생들은 융합과학 교과서가 생활 관련한 소재를 담고 있어 흥미를 끈다고 하였다. 하지만 이러한 융합과학 교과서로서의 질 및 유용성이 융합과학 교육과정의 질 및 유용성을 의미하지는 않는다. 다음 면담 결과는 이것을 말해준다. 즉, 융합과학의 유용성은 다음 면담을 통해 제시된 실행의 복잡성과 더불어 논의가 가능하다.

- 교과서만으로는 안 되고 요약 자료집을 따로 만들어서 이것으로 가르치고 있다. 교과서가 너무 어렵다. 주로 요약 자료집을 활용하여 수업하고 교과서는 가끔 읽기 자료로서 활용하고 있다(A, B, E 교사).

이러한 응답 내용을 볼 때, 2009 개정 교육과정에 따라 개발된 고등학교 융합과학에 대해 과학 교사들이 융합의 모습을 교과서에서 찾아보려는 의도 때문에 교과서를 더 필요로 하고 있으며, 자료측면에서 제7차보다 더 의미 있는 자료들이 많아졌기 때문에 교과서로서의 필요성과 유용성은 더 증가하였다고 볼 수 있다. 하지만 융합 교육을 하기 위한 교수·학습 전략에서 깊이와 넓이에 대한 전문적인 판단, 융합 내용에 대한 전문성 부재로 인한 자신감 결여 등을 고려할 때 융합과학 교과서는 융합 교육과정의 취지를 살릴 수 있는 실행을 위한 자료로서의 기능은 미흡함을 알 수 있다.

“교과서 활용도가 증가하였다면 어떤 내용인가? 내용 설명, 자료 인용, 탐구 활동, 읽기 자료, 평가 자료 중에서 이전보다 어떤 것이 더 유용하게 되었는가?”에 대한 면담 결과는 다음과 같다.



- 학습 내용의 이해를 돕기 위한 참고 자료 및 관련 활동들이 다양하고 풍부하게 안내되어 있다 (A, C 교사).
- 사진 자료나 읽기 자료 등이 최신 내용들이 많이 있어서 수업 중에 인용하면 학생들의 호기심을 유발하는데 효과적이다(A, B, C, D, F, G 교사).

교과서 자료의 활용도 증가와 관련하여 응답자의 대부분이 융합과학 교육에 필요한 교과서의 자료에 대해 긍정적으로 답변했으며, 대부분 자료가 풍부해졌고 다양해졌다고 응답하였다. 따라서 융합과학 교과서의 자료의 질 및 유용성 측면에서는 이전보다 더 나아졌음을 확인할 수 있다.

“탐구 활동 강조와 창의성 함양은 제7차에 비해 어떻게 달라졌나?”에 대한 면담 결과는 다음과 같다.

- 탐구 활동은 제7차에 비해 오히려 줄어들었다. 그 이전에는 자료해석, 실험 등 탐구를 경험해 보게 하는 활동들이 많았는데, 이번 교과서는 융합만 강조되어 있고 탐구의 기회는 오히려 감소되었다(A~H 교사).
- 2009 개정 교육과정의 과학은 창의성을 강조하고 있는 것으로 알고 있다. 그런데 융합과학 교과서 내용을 보면 창의적이란 게, 이런 것이 창의적인가? 제7차 교육과정의 고등학교 과학에서 제시되어 있던 과학 탐구가 빠져 있다. 어떤 실험을 할 때 어떤 실험 설계를 해야 하는지, 통제 변인, 독립 변인 이런 개념이 하나도 없다. 과학 교과서가 STS에 가깝다. 상식과 그런 내용에 가깝다. 과학 책인데 탐구가 없다. 우리가 과학이 뭔지를 가르쳐야 하는데, 과학적 현상을 소개시켜주는 생활과 과학에 가까운 책이다. 이런 이유 때문에 어떤 선생님들은 탐구 활동을 위한 활동지를 따로 만들어 개발한다. 교과서보다 그게 더 추가 된다(F교사).

탐구 활동과 관련한 면담 결과를 볼 때, 융합과학은 제7차의 과학에 비해 직접 경험해보는 탐구 활동이나 실험의 기회가 감소하였음을 알 수 있다. 융합과학 개발자의 의도처럼 지적 탐구가 강화되었다면 이러한 의도는 학생들의 탐구능력을 증진시키는 데 더 효과적이고 유용한가에 대한 심층적인 분석이 필요하다.

융합과학의 질 및 유용성과 관련하여 “융합과학으로 되면서 학생들의 수준에 맞게 더 다양한 교과서가 만들어졌는가?”에 대한 면담 결과는 다음과 같다.

- 다양해졌다. 융합과학의 경우 교과서라기보다는 지도서나 참고서로 사용하면 적절할 것 같은 책들이 꽤 많다(E, F 교사).
- 화학 교과를 지도하는 입장에서 내용의 수준보다는 꼭 알아야 할 내용을 순차적으로 서술하지 않고 그냥 다양한 내용 소개가 많지 않은가 생각된다. 교과서의 다양화보다는 그냥 여러 가지를 소개한 것으로 보인다(D 교사).
- 내용이 다양한 것이 아니라 개념 설명을 위한 예들이 다양하게 제시되어 있다(D, H 교사).

융합과학의 성격을 고려할 때 다양한 수준의 교과서가 만들어질 것으로 기대하였으나 교사들의 응답은 학생들의 관심이나 수준을 고려한 다양성보다는 여러 가지 내용들이 소개되고 있다는 다양성의 의미임을 알 수 있다.

교과서의 다양성이 학생들의 수준에 맞는 수업으로 이어질 수 있는지를 확인하기 위하여 “수준의 다양성으로 인하여 학생들의 수준과 관심 분야에 따라 맞춤형 수업이 가능하게 되었는가?”라는 면담을 하였고, 이에 대한 응답은 다음과 같았다.

- 수준의 다양성이란 교과서를 만든 출판사에 의한 것이다. 즉 교과서를 만든 출판사와 개발자에 따라 만들어진 교과서의 수준에서 차이가 나는 것이지 한 종류의 교과서 내에서 내용의 수준을 다양화함으로써 맞춤형 수업을 가능하게 했다는 이야기는 아니다(C, D, F 교사).

융합과학의 신설이 수준별 맞춤형 수업에 적합한 교과서의 개발로까지 이어졌는지를 확인해 본 결과 출판사와 교과서 개발자에 의한 내용의 다양성에 그쳤을 뿐 학생들의 관심과 수준을 고려하여 교과서가 개발되기에는 한계가 있었음을 추측할 수 있었다.

“융합과학이 만들어지면서 출판사에 따라 내용의 선정과 조직이 다양화된 특색 있는 교과서를 만들고 있는가?(미국의 예처럼 STS, 탐구 강조 등)”에 대한 면담 결과는 다음과 같다.

- 아직은 각 출판사별로 특색 있는 내용은 아닌 것 같다. 시간이 지나면서 좀 더 접근 방식이 다양해질 것이라 생각한다(C, E 교사).
- 내용의 선정은 교과서마다 거의 같고 차이는 그 내용을 다루는 폭과 깊이 정도이다. 서술방식의 차이가 커서 융합과학을 대하는 학생의 태도에 영향을 미치는 것 같다(A 교사).

융합과학의 신설로 특색 있는 교과서의 출현을 가져왔는지에 대한 면담의 답변을 통해 추측할 수 있는 내용은 다음과 같다. 우리나라의 경우 교과서 개발 시 국가 또는 시·도교육청의 교과서 심사 또는 심의 규정을 따라야 하며, 교과서의 내용의 선정과 조직에서 국가교육과정을 준수해야 하므로 이 부분에서 자율성이 낮음을 알 수 있다. 또한 교과서를 채택할 수 있는 권한, 교사의 교육과정 편성권 등이 제한적이어서 특색 있는 교과서를 만들기가 어려운 상황임을 알 수 있다.

## IV. 결론

본 연구는 2009 개정 교육과정에 따라 만들어진 융합과학에 대한 고등학교 과학 교사의 실행과 관련한 인식을 교육과정의 실행에 영향을 미치는 내적요소인 필요성, 명료성, 복잡성, 질 및 유용성의 관점에서 과학교사의 설문 조사와 면담으로 분석하는 것이었다. 연구 결과 융합과학의 필요성과 관련하여 현장 교사들은 교사와 학생의 요구 또는 필요성에 의해 만들어진 것이 아니라 일부 학자들의 주장과 필요에 의해 만들어졌다고 인식하고 있었다(이상은, 2013). 또한 융합은 과학에 대한 기초가 충분히 갖추어졌을 때 가능한 것이기 때문에 융합과학을 교양 수준에서 가르치는 것은 힘들다고 보고 있었다. 이에 따라 교육과정 편성에서 빠지는 학교, 내용이 어려워니 3학년에서 가르치자는 학교가 있었으며, 교과서, 동영상, 따로 만든 자료집으로 수업하는 등 어떻게 가르쳐야 하는지에 대해 혼란을 느끼는 교사, 융합과학을 한 교사가 가르치기 어려워 물리, 화학, 생물, 지구과학 교사들이 융합과학을 네 분야로 나누어 가르치는 학교 등이 있음을 알 수 있었다. 본 연구 결과에서처럼 신영옥과 최병순(2012)의 연구에서도 융합과학을 여러 교사가 나누어 운영하고 있는 경우가 높다고 보고하고 있다. 융합과학 교과서는 2009 개정 과학과 교육과정에서 강조하는 중점 사항을 반영하여 과학적 소양, 스토리텔링, 분과적 지식이 아닌 과학 과목 간, 과학과 다른 과목 간의 융합, 필요할 경우 첨단 과학도 포함해야 함을 강조하여 개발되었다. 하지만 현장 교사들은 이러한 강조점을 반영하여 만들어진 융합과학 교과서는 학문 내, 학문 간 융합으로 인하여 실질적으로 개념의 수가 증가하였고 어려워졌으며, 어려워진 개념을 가르치는 데 선행 지식이 필요하기 때문에 가르칠 때는 부가적으로 더 많은 개념을 필요로 하고 있다고 응답하였다. 따라서 2009 개정 교육과정에 따라 신설된 융합과학은 분과적 과학 지식의 반성을 기초로 과학 과목 내, 과학과 다른 학문과의 통합을 시도했다는 측면에서 일부 그 의미를 긍정적으로 받아들일 수 있지만 현재로서는 교양 수준도 아니고 소양 증진의 의미도 약하며 학생과 교사의 필요성에 의해 만들어진 것이 아님을 알 수 있었다. 또한 실행 과정에서 과학 시수의 조정 필요성 외에 융합과학 수업 그 자체의 필요성도 유발되지 않음을 알 수 있었다.

융합과학을 교사들이 어떻게 가르칠 것인지를 이해하는 실행의 명료성 측면에서도 부정적인 것으로 나타났다. 실행의 명료성은 복잡성과 밀접하게 연계되어 있는 것으로 나타났다. 교사들은 융합과학 교과서가 그 이전의 제7차 고등학교 과학에 비해 개념의 수가 증가하였다고 인식하고 있었다. 하지만 융합과학 교과서가 교육과정을 위배해서 더 많은 개념을 포함함으로써 개념의 수가 증가한 것이 아니라 내용이 어려워지고, 첨단과학을 강조하고, 융합적인 방식으로 내용을 구성을 한 결과 실제 가르쳐야 할 개념의 수가 증가한 것이라고 응답하였다. 즉, 어려운 개념을 이해하기 위해서는 그와 관련된 배경 지식을 알고 있어야 하며, 과학과 다른 학문과의

융합을 하기 위해서는 보다 폭넓은 개념들을 교사가 가르쳐야 한다. 이러한 이유 때문에 실질적으로 융합과학에서 가르쳐야 할 개념의 수가 증가하게 되었다고 말하고 있다. 실질적으로 가르쳐야 할 개념의 수가 증가하게 되므로 여러 학문의 융합을 통하여 과학에 대한 흥미와 호기심을 증진시키기보다는 단순 지식 전달이 될 수밖에 없다고 지적하고 있다. 결과적으로 증가한 개념, 선개념이 필요한 어려운 개념과 첨단 과학 등으로 인하여 학생들을 가르칠 내용의 깊이가 깊어지고 학습량이 증가하게 되어 지식 전달 위주의 수업이 된다는 것이다. 이와 같은 결과는 융합과학의 취지인 소양 증진, 탐구력 증진, 창의성 함양 등의 취지에 부합하지 않게 된다. 융합과 첨단과학의 강조는 교사들에게 가르칠 지식의 깊이와 넓이의 문제를 어느 범위까지 제한할 것인지에 대한 고민을 던져주고 있었다. 이와 같이 융합과학을 어떻게 가르칠 것인지에 대한 명료성의 문제는 수업 실행의 복잡성의 문제와 같이 얹히면서 교사들에게 고민을 안겨주고 있음을 알 수 있었다.

융합과학 교과서와 관련한 질 및 유용성은 긍정적임을 알 수 있었다. 융합과학 교과서는 제7차 고등학교 과학 교과서보다 다양하고 풍부한 최신의 자료를 담고 있으며, 융합교육에 필요한 자료, 실생활 관련, 호기심과 관심을 끄는 자료들이 많아졌다고 응답하였다. 또한 교육과정의 변화에 따라 새로운 내용에 대한 이해를 위해 교과서의 활용도가 증가하였다고 응답하였다. 따라서 융합과학 교과서의 질 및 유용성은 제7차 고등학교 과학 교과서보다 크다고 볼 수 있다. 하지만 융합과학 교과서의 질 및 유용성이 융합과학의 질 및 유용성을 의미하지는 않음을 알 수 있었다. 융합과학을 왜 만들었는지 잘 모르겠다는 응답과 교과서만으로는 융합과학을 가르치기 힘들다고 응답하고 있었다. 또한 수업은 요약 자료집으로 하고 교과서는 읽기 자료로 활용하고 있다고 하였다. 즉, 자료측면에서는 제7차보다 의미 있는 자료가 많아졌기 때문에 교과서로서의 유용성은 증가하였다고 볼 수 있지만 융합 교육을 위한 교수·학습 전략에서 깊이와 넓이에 대한 전문적인 판단, 융합 내용에 대한 전문성 부재로 인한 교사의 자신감 결여 등을 고려할 때 융합과학의 취지를 살릴 수 있는 기능은 미흡하다고 할 수 있다.

이상의 결과를 볼 때 융합과학 과목은 약화된 명료성과 복잡성의 문제를 해결해 나가지 못한 다면 학교 현장에서 외면 받을 가능성이 매우 크다고 할 수 있다. 앞서 기술하였듯이 소양 측면의 기능이 약하기 때문에 1학년에서 융합과학을 가르치지 않고 3학년으로 이동하여 형식적으로 배정하여 수능 공부를 하기 위한 시간으로 배정하고 있는 경우가 있었다. 특히 융합과학은 수학 능력시험 대상 과목이 아니기 때문에 고등학교 3학년 학생의 입시 부담 때문에 자습 시간이 될 가능성이 매우 크다.

이상에서 논의한 것처럼 융합과학이 분과적 지식의 한계를 넘어 과학 내, 과학 외의 융합을 강조하고, 실생활 강조, 탐구 강조, 필요할 경우 첨단 과학의 도입 등 긍정적인 측면을 제시하고 있으나 반면에 이러한 특징으로 인하여 학생들이 배워야 할 학습량 증가, 주제와 관련된 여러 가지 연관된 개념의 누락, 어려운 개념의 증가, 첨단 과학의 도입으로 인하여 그에 따른 배경 지식의 필요성 증가 등으로 인하여 교사들이 가르칠 지식의 폭과 깊이의 증가, 어떻게 가르

칠 것인지에 대한 현장의 혼란, 밀접하게 연계된 개념 구조를 갖지 못하는 점 등의 문제가 생겨났음을 알 수 있다.

이상의 결과로부터 과학 학문 내, 과학과 과학 외의 학문 사이에 융합을 하면서도 실질적으로 개념의 증가를 가져오지 않고, 개념의 연계와 위계의 약화로 인한 학습의 어려움을 어떻게 극복해낼 것인지가 융합과학에서 해결해야 할 과제가 됨을 알 수 있다.

## 참 고 문 헌

- 교육과학기술부(2009). **고교 과학과 교육과정 해설서**. 교육과학기술부.
- 권난주, 안재홍(2012). 융합 및 통합 과학교육 관련 국내 연구 동향 분석. **한국과학교육학회지**, 32(2), 265-278.
- 김성원, 정영란, 우애자, 이현주(2012). 융합인재교육(STEAM)을 위한 모형의 제안, **한국과학교육학회지**, 32(2), 388-40.
- 김홍정, 이진우, 임성민(2013). 2009 개정 교육과정 고등학교 ‘과학’에 대한 학생의 흥미 분석. **한국과학교육학회지**, 33(1), 17-29.
- 문공주, 문지영, 조미영, 정윤숙, 김성원(2012). 21세기 과학적 소양 평가기준 개발 및 교과서 내용 분석에의 적용. **한국과학교육학회지**, 32(5), 789-804.
- 박경미(2013). 수학교과서는 ‘무엇을’ ‘어떻게’ 담아내야 할까? -검치호랑이 교육과정과 교수학적 현상학의 틀에서-. **교과서연구**, 73, 10-13.
- 신영옥, 최병순(2012). 2009 개정 고등학교 ‘과학’의 운영 실태와 교사들의 인식 조사. **한국과학교육학회지**, 32(10), 1599-1612.
- 심재호, 신명경, 이선경(2010). 2007 개정 과학과 교육과정의 주요 내용의 실행에 관한 현직 과학 교사의 인식. **한국과학교육학회지**, 30(1), 140-156.
- 윤희정, 윤원정, 우애자(2011). 2009 개정 교육과정과 융합형 과학 교과서에 대한 고등학교 과학 교사들의 인식. **교과교육연구**, 15(3), 757-776.
- 이상은(2013). 학교교과 ‘되기’ 과정에 나타난 학교교과의 속성 탐색. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 이효녕, 강용희, 송미진, 조현준(2012b). 융합형 과학 교과서에 사용된 천문 분야 용어 분석. **대한지구과학교육학회지**, 5(2), 148-157.
- 이효녕, 손동일, 권혁수, 박경숙, 한인기, 정현일, 이성수, 오희진, 남정철, 오영재, 방성혜, 서보현(2012a). 통합 STEM 교육에 대한 중등 교사의 인식과 요구. **한국과학교육학회지**, 32(1), 30-45.
- 정진수, 김동원, 임재근, 이윤정, 김은애, 임성만 (2012). 고교 융합형 ‘과학’ 교과서에 대한 학생들의 의견. **대한지구과학교육학회지**, 5(2), 189-196.
- Breiner, J. M., Johnson, C. C., Harkness, S. S., & Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A Discussion about Conceptions of STEM in Education and Partnerships, *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11.

- Fullan, M. (2001). *The New Meaning of Educational Change*. N.Y & London: Teachers College, Columbia University Press.
- Loucks-Horsley, S., Hewson, P. W., Love, N., & Stiles, K. (1998). *Designing Professional Development for Teachers of Science and Mathematics*. Madison, WI: National Institute for Science Education.
- Marsh, C. J., & Willis, G. (2003). *Curriculum: Alternative Approaches, Ongoing Issues*, Upper Saddle River, NJ: Merrill Prentice Hall.
- Parke, H. M., & Coble, C. R. (1997). Teachers Designing Curriculum as Professional Development: A Model for Transformational Science Teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(8), 773-389.
- Powell, J., & Anderson, R. D. (2002). Changing Teachers' Practice: Curriculum Materials and Science Education Reform in the USA. *Studies in Science Education*, 37, 107-135.
- Sanders, M., Kwon, H., Park, K., & Lee, H. (2011). Integrative STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Education: Contemporary Trends and Issues. *Secondary Education Research*, 59(3), 729-762.
- Zollman, A. (2012). Learning for STEM Literacy. *School Science and Mathematics*, 112(1), 12-19.

· 논문접수 : 2013-12-17/ 수정본접수 : 2014-01-29/ 게재승인 : 2014-02-14

## ABSTRACT

The teachers' perception of the implementation of high-school integrated science developed by 2009 revised science curriculum

Jae-Ho Sim

(Researcher Fellow, Korea Institute for Curriculum and Evaluation)

This study aims to identify the teachers' perception of the implementation of high-school integrated science developed by 2009 revised science curriculum. For this, the survey of teachers and interviews are performed, which are centered around the necessity, clarity, complexity, quality and usefulness that affect the implementation of the curriculum. The result shows that teachers perceive integrated science was not made by the needs of teachers and students, but by the needs of some scientists. It also shows the teachers lack the clarity in how to teach the integrated science. They consider the integrated science include difficult concepts which ignore the recognition level of the students and concept hierarchy is weakened because of the emphasis on integration and advanced technology rather than the organization of the content. Accordingly, the teachers include the preceding concepts and connected concepts to facilitate the understanding of the students in integrated science teaching, which increases the number of the concepts to deal with. On the other hand, they are positive about the usefulness and the quality of the integrated science textbook. Compared to the 7th textbook, the content and material of the integrated science textbook are varied and more of the content motivates interests and curiosity. However, this result does not indicate that the usefulness and quality of the integrated science is higher. This study suggests that integrated science curriculum should be made with the consideration on the coherent connection of concepts.

Key Words : Integrated science, necessity, clarity, complexity, quality and usefulness,  
coherent connection