creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

교육학석사학위논문

융합형 과학교과서 우주의 기원 단원의 내용기술의 특징:

반성적 유형 대 도구적 유형을 중심으로

Characteristics of the Description on 'the Origin of Universe' in Integrated Science Textbooks: Focusing on Reflective Type vs. Instrumental Type

2013년 2월

서울대학교 대학원
과학교육과 물리전공
김 민 나

융합형 과학교과서 우주의 기원 단원의 내용기술의 특징:

반성적 유형 대 도구적 유형을 중심으로

Characteristics of the Description on 'the Origin of Universe' in Integrated Science Textbooks: Focusing on Reflective Type vs. Instrumental Type

지도교수 이경호

이 논문을 교육학석사학위논문으로 제출함

2012년 11월

서울대학교 대학원

과학교육과 물리전공

김 민 나

김민나의 석사학위논문을 인준함

2013년 1월

위 원 장 _____ (인)

부 위 원 장 _____ (인)

위 원 _____ (인)

국 문 초 록

기존의 과학교육이 세부개념에 편중하고 분절적으로 이루어지던 것에 대한 반성으로, 2009 개정 교육과정이 개발되었다. 그리고 2011년부터 새로운 교육과정에 따른 융합형 과학교과서가 학교 현장에 도입되었다. 그러나 융합형 과학교과서는 학교 현장 적용과정에서 여러 가지 문제점들이 제기되고 있다. 이에 본 연구는 융합형 과학교과서에 대한 심층적인 분석의 한 가지 시도로써 새로운 교육과정의 지향점이 융합형 과학교과서에 어떻게 반영되었는가를 알아보고자 하였다. 구체적으로 본 연구에서는 우선, Eger의 연구를 바탕으로 과학교과서의 기술양상을 분류할 수 있는 RT 분석틀을 개발하였다(도구적 유형과 반성적/해석학적 유형). 개발된 RT 분석틀을 이용한 거시적인 분석과 함께 지식신념틀을 이용하여 미시적인 분석을 바탕으로 7권의 융합형 과학교과서의 '우주의 기원' 단원을 분석하였다. 해당단원에 대한 분석결과, 7종의 교과서 중 1권은 교과서의 소재에 관한 과학의 맥락을 이해하기 위해 다양한 지식을 사용하고 있었다. 또한 이 1권의 교과서만이 반성적(해석학적) 유형으로 기술되었고 6종의 교과서는 도구적 유형으로 기술되었다. 따라서 분석 대상이 되었던 단원에서는 융합형 과학의 취지가 잘 반영되지 못한 것으로 보인다. 또한 예비교사들 또한 RT 분석틀을 이용하여 우주의 기원 단원을 분석해 봄으로써 예비교사들도 RT 분석틀을 이해하고 실제 융합형 과학교과서를 분석할 수 있는지를 확인하였다. 더불어 RT 분석틀을 이용하여 분석하는 과정이 예비교사들에게 어떤 영향을 미치고 있는지를 살펴보았다. 분석결과, 예비교사들도 RT 분석틀을 이해하고 분석이 가능함을 보았으며, 분석과정에서 예비교사로써 과학 또는 과학교육에 대하여 반성적으로 사고하는 것을 볼 수 있었다.

주제어: 융합형 과학교과서, 과학의 지향점, 우주의 기원, 교과서 분석

학 번 : 2010-23584

목 차

Ⅰ. 서 론 ····· 1
1. 연구의 필요성과 목적 ····· 1
2. 용어의 정의 ····· 2
가. RT 분석틀 ····· 2
나. 지식신념틀 ····· 3
3. 연구의 제한점 ····· 5

Ⅱ. 이론적 배경 ····· 6
1. 융합형 과학(교과서)에 대한 선행연구 ····· 6
가. 융합형 과학에 대한 교사(학생)들의 인식 조사 및 실태 조사 ·· 7
나. 융합형 과학 교과서 내용에 대한 분석 ····· 8
2. 과학의 지향점 ····· 10

Ⅲ. 연구 1: RT 분석틀 개발 ····· 12
1. RT 분석틀 개발의 필요성 ····· 12
2. 개발 과정 ····· 13
3. RT 분석틀 개발 ····· 13

Ⅳ. 연구 2: 분석틀을 이용한 교과서 기술양상 분석 ····· 15
1. 분석대상 ····· 15
2. 분석방법 ····· 15
3. 연구결과 1: 지식신념틀을 이용한 분석 ····· 15
4. 연구결과 2: RT 분석틀을 이용한 분석 ····· 34

가. 지식의 범위와 구조 ····· 35
1) 목차구성을 중심으로 ····· 35
2) 내용조직구성(본문흐름)을 중심으로 ····· 36
나. 내용기술의 특징 ····· 40
1) 아인슈타인(정상우주설) vs. 프리드만(팽창우주설) ····· 40
2) 적색편이와 도플러 효과 ····· 42
3) 허블상수와 우주의 나이 ····· 44
5. 요약 및 논의 ····· 47

Ⅴ. 연구 3: 분석틀에 대한 예비 과학교사들의 반응 ····· 51
1. 연구 방법 ····· 51
가. 연구의 맥락 ····· 52
나. 자료 수집 및 분석 ····· 54
2. 연구결과: 예비교사들의 융합형 과학 교과서에 대한 반응 ··· 55
가. 분석틀에 대한 이해 ····· 55
1) RT 분석틀의 지향점 ····· 55
2) RT 분석틀의 유용성과 지식신념틀과의 관계 ····· 58
나. 분석틀이 예비 과학교사들에게 미치는 영향 ····· 59
1) 과학에 대한 반성적 성찰 ····· 60
2) 과학교육(교과서)에 대한 반성적 성찰 ····· 61

Ⅵ. 요약 및 결론 ····· 64
1. 요약 및 결론 ····· 64
2. 후속연구과제 ····· 65

참고문헌 ····· 66

Ⅶ. 부 록 ····· 70
〔부록 1〕 융합형 과학에 관한 선행연구 조사 ····· 70
〔부록 2〕 예비 과학교사들이 사용한 분석지 ····· 78

Abstract ····· 81
이 력 서 ····· 83
감사의 글 ····· 85

표 목 차

표 1. 과학교과서 내용기술 유형 ····· 3
표 2. 지식신념틀(이경호, 2007) ····· 4
표 3. 과학교과서 내용기술 유형 ····· 13
표 4. 지식신념틀에 관한 요약적 설명 ····· 16
표 5. 지식신념틀을 이용한 A교과서의 분석결과 ····· 18
표 6. 지식신념틀을 이용한 B교과서의 분석결과 ····· 22
표 7. 지식신념틀을 이용한 C교과서의 분석결과 ····· 25
표 8. 지식신념틀을 이용한 D교과서의 분석결과 ····· 28
표 9. 7종 교과서의 전체 목차구성 비교 ····· 35
표 10. 교과서 별로 도입한 적색편이와 도플러 효과 그림 비교 ····· 42
표 11. 교과서별 주요요소에 대한 기술특징과 지향점 ····· 47
표 12. 융합형 과학교과서의 기술유형과 특징 ····· 48
표 13 '물리교과교재 및 연구법' 수업의 흐름 ····· 53

그림 목차

그림 1. A교과서의 본문흐름 ····· 36
그림 2. B교과서의 본문흐름 ····· 37
그림 3. C교과서의 본문흐름 ····· 38
그림 4. D교과서의 본문흐름 ····· 39
그림 5. A교과서의 우주의 팽창에 관한 쟁점을 묘사한 만화 ····· 41

Ⅰ. 서 론

1. 연구의 필요성과 목적

우리나라의 교육과정은 당시의 교육이념에 따라 구성되어 왔으며, 그에 따라 교수요목기를 거쳐 2009개정 교육과정에 이르기까지 많은 변화를 거쳐왔다(김헌수, 2012). 특별히, 이러한 교육과정의 변화는 크게 지식과 학생이라는 축을 중심으로 변화되어 왔다(홍은숙, 1999). 7차 교육과정에서는 지식보다 학생에 초점이 맞춰졌으며, 특별히 '2009 개정 과학과 교육과정'에서는 분과적 과학 개념 중심의 교육에서 벗어난 융합적 시각에서 현대 과학이 민주화된 과학기술 시대를 살아가는 모든 사람에게 반드시 요구되는 기초적 소양이라는 관점과 현대 과학을 제대로 이해하기 위해서는 어려운 과학 개념이라도 학생들이 실생활에 꼭 필요한 것이라면 효율적인 교수·학습 방법을 통해서 가르쳐야 한다는 관점을 제시한다(교육과학기술부, 2009). 기존의 과학교육이 수없이 많은 과학개념들을 분절적이고 평면적으로 가르쳐왔고, 그 결과 학생들이 과학에 대한 의미를 찾지 못하고 흥미를 잃는 등의 문제점에 대한 반성이 반영되었다. 이에 2009 개정 교육과정은 학생들에게 '왜 과학을 배워야 하는지'에 대해 동기부여를 하는 것에 초점이 맞춰졌다. 이에 따라 '융합형 과학'은 1부. 우주와 생명에서 우주의 기원으로부터 시작하여 인간근본적인 질문인 '우리는 누구이며, 어디서부터 어떻게 온 것인지'에 대해 과학적 답을 찾는 것을 추구한다. 2부에서는 현대과학을 소개함으로 현재 우리가 살고 있는 세계를 과학으로 이해하며 학생들의 흥미를 이끌어 내는 것을 추구한다. 2009 개정 교육과정에 의해 새롭게 구성된 '융합형 과학'은 기존의 교과서와 달리 주제를 중심으로 스토리텔링식으로 기술되며, 다루는 내용들도 다양하다. 이와 같이 '융합형 과학'이라는 새로운 교육과정의 출현에 따라 교육과정에 제시된 교육목표에 맞게 교육내용을 상세히 구체화시켜서 효과적으로 전달하는 수단인 교과서가 (이용숙, 김영준, 이근님, 양미경, 최성욱, 박순경, 1995) 교육과정에 맞추어 개발되어야 했고, 2011년 개발되어 현장에 보급되었다.

교육과정의 실현에 있어서 중요한 위치를 차지하는 교과서의 질은 교육의 질에 많은 영향을 미친다(최의창, 1998). 2009 개정 교육과정의 실현에 있어서, 새로

개발된 '융합형 과학 교과서'의 질은 주요한 영향을 끼칠 것이다. 전통적인 교과서는 백과사전 식의 지식 요약형, 개념 압축형 그리고 강의 요강형 기술양상등의 문제점이 계속해서 지적되어 왔다(예를 들어, 이용숙, 1993; 이용숙, 김영준, 이근님, 양미경, 최성욱, 박순경, 1995; 문선모, 1997; 이경환, 2001; 강현석, 이순옥, 2007; 백남진, 2008; 이덕환, 2010; Niaz, 1998; Schwab, 1962). 이러한 맥락에서 7차 교육과정에 들어서 바람직한 교과서상이 제시되기도 하였다(이경환, 2001). 이에 따라 지식들이 단편적·평면적으로 기술되어 있던 것에서 학생들이 스스로 사고할 수 있도록 실생활과 관련된 부분의 도입 혹은 역사적 맥락의 도입 등이 강조되었다. 위와 같은 새 교과서 기술에 대한 요구에 이어, 2009 개정 교육과정이 개발되었다. 기존 교과서의 문제점에 대한 반성을 시작한지 얼마 되지 않아 또 다른 형식의 교과서인 '융합형 과학 교과서'가 개발되었다. 융합형 과학 교과서가 융합형 과학이 갖는 취지가 발현될 수 있는 교과서 기술양상에 대한 고민과 함께, '우리는 누구이며, 어디서부터 어떻게 온 것인지'와 같은 인문학적 질문을 사색하는데까지 나아갈 수 있게 교과서가 기술되었는지 알아볼 필요가 있다.

이에 따라 본 연구는 다음 2가지의 연구문제를 중심으로 진행되었다.

(1) 최근 개발된 융합형 과학교과서는 새 교육과정의 취지를 잘 반영하여 기술되고 있는가? 구체적으로 본 연구에서는 과학의 세부개념과 더불어 과학의 맥락이 고려된 과학교과서의 기술유형에 대해 고찰하고, 새롭게 개발된 융합형 과학교과서가 본래의 취지와 같이 과학의 전체적인 맥락을 강조하면서 세부개념과 유기적인 연관성을 갖는 내용으로 기술되었는지를 분석하였다.

(2) 본 연구에서 개발한 RT 분석틀은 융합형 과학교과서를 분석하는데 용이한가? 본 연구에서 개발된 교과서 분석틀로 예비교사들이 융합형 과학교과서를 분석함으로써, 분석틀의 사용이 가능한지를 알아보았고 분석틀을 사용한 실제 분석 과정에서 나타난 의의를 조사하였다.

2. 용어의 정의

가. RT 분석틀

RT 분석틀은 융합형 과학교과서의 기술양상을 분석하기 위해 개발된 교과서 분석틀이다(김민나, 권상운, 이경호, 2012). 도구적 유형과 반성적(해석학적) 유형으로 구분된다. 각각의 유형은 (1)과학의 지향점, (2)지식의 범위와 구조, (3)내용기술의 특징으로 정의된다. 개발된 분류틀은 <표 1>과 같다.

<표 1> 과학교과서 내용기술 유형

	도구적 유형	반성적(해석학적) 유형
과학의 지향점 (과학의 가치)	기술적인 지향 (유용한 과학, 돈이 되는 과학)	우주론적인 지향 (이론의 의미와 타당성을 획득함으로써, 상호간의 이해와 자기 이해를 도모)
지식의 범위와 구조	사실적 · 부분적 지식 예)문제해결 기술을 강조	부분과 전체를 아우르는 총체적 지식 (우주론적, 철학적, 역사적, 사회학적인 관심사 등을 아우르는 과학 지식)
내용기술의 특징	이미 짜여져 있는 지식을 전달 (수사학적 결론) -닫힌 기술 방식	각각의 과학에 대한 이해의 지평을 넓혀주는 기술 방식 -열린 기술 방식

나. 지식신념틀

지식신념틀은 학생의 앎의 과정에 있어서 중요한 요소인 지식, 신념, 그리고 환경의 3가지 구성요소로 이루어져 있다(이경호, 2007). 지식 신념틀은 <표 2>와 같다. 본 연구에서는 지식신념틀의 용어를 변형하지 않고 사용하였고, 교과서 분석틀에 맞게 용어에 대해 재정의하는 수정의 과정을 거쳤다.

<표 2> 지식신념틀(이경호, 2007)

구성요소	구성요소의 하위개념에 대한 설명	
지식 (Knowledge)	개념적 지식 (Conceptual knowledge)	- 개념과 관련된 지식으로 중요한 원리들이 통합된 지식 - 구성요소: 사실, 개념, 관계, 개념적 구조
	맥락적 지식 (Contextual knowledge)	- 특정한 상황 속에서 특정한 지식을 사용하는 것과 관련된 지식 - 구성요소 : 학교, 일상생활, 사회 문화, 역사
	과정적 지식 (Procedural knowledge)	- 과학학습과정에서 정보와 기능을 어떻게 활용하는가와 관련된 지식 - 수업의 형태와 내용에 따라 다양한 종류가 가능 - 구성요소 : 사실서술, 논리적 추론, 비교분석, 열린 탐구
신념 (Belief)	인식론적 신념 (Epistemological belief)	- 앎과 학습에 관한 신념으로 새로운 정보를 처리하는 데 있어서 이를 중간에서 매개하는 역할
	존재론적 신념 (Ontological belief)	- 사물의 존재(본질)와 사물이 범주화 되어 있는 방식에 대한 신념
	동기적 신념 (Motivational belief)	- 자기 자신과 학습에 관한 신념 - 목표 지향성, 흥미/가치, 자기 효능감, 통제력
환경 (Environment)	- 개인의 외적 영역으로 지식과 신념이 형성되는데 영향을 주거나 혹은 개인이나 집단의 지식과 신념에 영향을 받으며 변화하기도 하는 배경 - 학습자의 환경 : 교실, 수업(분위기), 교사, 교재, 교육도구/자료, 친구, 시험, 교사의 질문, 대학입시체제, 부모의 관심과 기대, 사회의 관심 등 - 교수자의 환경 : 교실, 수업(분위기), 학생, 교재, 교육도구/자료, 동료 교사, 대학입시 체제, 학부모, 사회의 관심 등	

3. 연구의 제한점

본 연구는 크게 2가지로 진행되었다. 먼저 RT분석틀과 지식신념틀을 바탕으로 융합형 과학교과서의 기술양상을 분석하였다. 그리고 예비교사들의 분석틀을 이용한 분석과 분석과정에서 나타난 반응에 대해 분석하였다. 이러한 연구방법과 연구과정에 의해 생기는 연구의 제한점은 다음과 같다.

(1) 본 연구는 융합형 과학의 취지에 맞는 교과서의 기술양상을 분석할 수 있는 RT분석틀을 개발하였다. 분석틀은 크게 2가지의 유형으로 분류되지만, 실제 교과서는 같은 유형이라고 하더라도 차이가 존재하므로 분석틀이 더 세분화될 필요가 있다.

(2) 본 연구는 융합형 과학의 취지에 맞는 교과서의 기술양상을 분석하기 위하여 개발된 RT분석틀과 지식신념틀을 바탕으로, 융합형 과학의 취지가 잘 드러나며, 교과서의 첫 단원인 '우주의 기원' 단원을 중심으로 진행되었다. 추후 우주의 기원 단원 이외의 전체 단원을 대상으로 분석이 진행되어야 할 것이다.

(3) 본 연구는 개발한 RT분석틀에 대한 예비교사의 반응만을 조사하였다. 추후 현장의 교사와 학생을 대상으로 한 RT분석틀 적용을 바탕으로 한 반응에 대한 조사가 진행되어야 할 것이다.

Ⅱ. 이론적 배경

1. 융합형 과학(교과서)에 대한 선행연구

융합형 과학은 구조적으로 보았을 때, 통합의 여러 가지 유형 중 융합적 통합에 해당한다. 융합적 통합은 교과들의 단순한 병렬을 벗어나 교과들 간에 중복되는 원리, 공통적 이슈, 공동의 관심사(우주의 시작에서 시작하여 생명과 인간 등)에 기초해서 토픽 중심적 접근을 취하여 교과들이 뒤섞인 것을 의미한다(배진수와 이영만 역, 1995). 통합(융합)과학에 대한 논의는 오래 전부터 이루어져 왔다. 3~5차 교육과정 때에 통합적 노력의 필요성을 표방하였고, 6차 교육과정 개정에서는 그러한 맥락에서 공통과학 교과를 신설하는 노력을 하였다. 하지만 실제 수업현장에서 일어나는 교육을 분석한 선행 연구들에서 학교현장에서 통합과학교육이 제대로 실현되고 있지 않으며 실제로 통합된 과학이 아닌 각각의 물·화·생·지를 합본한 것에 불과하다는 연구결과가 보도되었다(예를 들어, 손연아, 이학동, 1999; 이학동, 1986; 조희형, 1988).

이러한 맥락에서 2009 개정 교육과정은 인위적인 분과 과목 구분의 벽을 뛰어넘어 지나친 개념 중심의 교육에서 벗어난 융합적 통합을 통해 진정한 창의·인성 교육을 지향하자는 취지에서 개정되어 2011년부터 실행되었다. 2009 교육과정 해설서에서는 '과학'을 통하여 학생들이 물리, 화학, 생명 과학, 지구 과학에서 다루는 기본 내용들이 우주와 생명에서, 그리고 문명의 발달에서 얼마나 중요한 요소인지를 깨닫고, 나아가서 '내가 누구이며, 나는 어디에서 왔는가'와 같은 인문학적인 질문까지 탐색하는 것을 추구한다(교육과학기술부, 2009; 이덕환, 2010). 이를 위해 새로운 교육과정에서는 단순한 개념(부분) 위주의 학습을 넘어서 그런 개념과 관련된 맥락(전체)을 이해하도록 지도할 것을 권장한다(교육과학기술부, 2009). 단순한 개념에 대한 이해를 뛰어넘어 우주와 자연 등에 대한 지금까지의 탐구를 통하여 형성하게 된 현대적 '세계관'을 이해하게 되는 것을 목표로 하고 있는 것이다(정진수, 오원근, 2011).

이상의 선행연구 결과들을 볼 때, 융합형 과학의 취지에 따라 2011년 그에 따

른 융합형 과학 교과서가 새로이 개발되고 학교 현장에 투입되었다. 이에 따라 과학교육계에서는 연구들이 진행되었다. 융합형 과학 혹은 융합형 과학 교과서에 대한 연구는 크게 (1)융합형 과학에 대한 교사(학생)들의 인식 조사 및 실태 조사와 (2)교과서 내용에 대한 분석이 진행되었다.

가. 융합형 과학에 대한 교사(학생)들의 인식 조사 및 실태 조사

융합형 과학 교과서가 개발되고 교사 또는 학생의 융합형 과학에 대한 인식 조사와 교사들의 실제 운영을 파악하는 실태 조사가 이루어져 왔다. 현장의 교사들이 새로 개정된 교육과정을 실천하는 과정에서 융합과학에 대한 다양한 의견들을 표출하고 있는데, 이에 관한 사례연구들이 최근 나타나기 시작하였다. 예를 들어, 조영주(2011)의 연구에서 나타난 교사 사례연구를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 융합형 과학교과서는 그 취지와는 달리 단순히 평면적으로 기술되어 있다. 흐름을 강조하지만 교과서의 형식은 여전히 단편적 지식들을 나열하고 있어서 융합과학의 취지에 맞는 수업을 구성하기가 어렵다는 의견이 제시되고 있다. 둘째, '수시로' 튀어나오는 어려운 용어들이 융합형 과학교과서의 대표적인 문제로 지적받고 있다. 선행연구에서 융합형 과학 개발자는 빅뱅우주론의 확립에 따라, 이 이론을 중심으로 현대 과학 내용들이 통합된 상태로 우주론을 배우기 때문에 어렵다고 여겨졌던 현대 과학 이론들을 이해할 수 있다고 밝히고 있다. 그러나 실제 융합형 과학교과서를 바탕으로 수업을 구성한 교사들은 다른 반응을 보이고 있다. 교사들은 실제 교과서는 아이들이 쉽게 이해할 수 없는 어려운 개념들이 '연결성 없이'나열되어 있다고 지적하고 있다. 이 외에도 윤희정, 윤원정, 우애자(2011)에서도 심화된 내용이 많고 지나치게 방대하여 학생들이 많은 내용을 이해하기 어려움을 지적하고 있으며 심화 과목과의 연계성에 대한 문제도 제기하고 있다. 송신철, 홍보라, 김남희, 한화정, 심규철(2012)에서는 교사들의 융합형 과학에 대한 필요성은 보통 수준이며, 첨단과학과 과학사, STS 교육, 과학의 가치·과학적 탐구의 가치·과학에 대한 관심 등에 대해 긍정적인 영향을 끼친다고 인식하고 있음을 밝히고 있다. 엄희숙(2012)은 교과 내용이 너무 방대하고 교과서에서 다루고 있는 개념수준이 너무 높아서 학생들이 이해하기 어려우며 일부 교과에 편중되어 있다고 인식하고 있음을 밝히고 있다. 이은숙(2012)은 교사들이 융합

형 과학의 개선점으로 학습내용의 축소가 가장 필요하다고 인식하고 있음을 밝히면서, 교사들이 융합형 과학의 본래 취지(창의/인성)를 잘 이해하지 못하고 있음을 지적하고 있다. 조정화(2012)는 교사들이 융합형 과학의 목적/취지에 대해 잘 알고 있으며, 융합형 과학이 본래 의도한 바와 같이 학생들의 과학에 대한 흥미·탐구능력 향상에 도움이 되지 못하고 있으며 내용수준을 정하기 어렵다고 인식하고 있음을 지적하고 있다. 김근혜(2012)는 교사들이 대체로 융합형 과학에 대해 부정적인 인식을 갖고 있으며 광범위한 범위가 축소되어야 하고, 과학교양교재로서 시사적이고 쉬운 내용으로 개선되어야 할 필요성이 있다는 점을 지적하고 있다. 하혜정, 박현주, 김종희, 손정우, 김용진(2012)은 기존 10학년 과학에 비해 '새롭고' '어려운' 개념이 '많이' 포함되어 있으며 심화과목과의 위계의 문제를 지적하고 있다.

융합형 과학은 세부개념학습에 편중한 분절적인 기존의 과학교육에 대한 반성으로 개발되었다. 과학의 전체적인 맥락을 보여주어 학생들로 하여금 '과학이 무엇이고, 우리가 왜 과학을 배워야 하는지' 알아갈 수 있도록 해주자는 취지를 갖고 개발되었다. 이러한 취지에 따라 2011년 새로운 과학교과서가 개발되었고, 학교 현장에 도입되었다. 그러나 실제 현장에서 사용되고 있는 융합형 과학교과서는 융합형 과학의 원래취지와 달리 오히려 더 많은 세부개념들이 분절적으로 단순 나열되어 있다는 것을 확인할 수 있다.

나. 융합형 과학 교과서 내용에 대한 분석

융합형 과학과 융합형 과학교과서에 관한 교사 혹은 학생들의 인식 조사와 실태 조사와 함께, 융합형 과학 교과서의 내용에 관한 분석이 이루어졌다. 크게 (1) 심화과목 혹은 7차 교육과정과의 '연계성' 분석, (2)'STS'와 관련한 기술 양상에 대한 분석, (3)'창의·인성'에 대한 기술과 교수학습활동에 관한 분석 (4)7차 교육과정과 2009개정 교육과정에 따른 과학 교과서의 기술양상의 차이 등의 선행연구가 진행되어 왔다. 예를 들어, 연계성에 대한 조사는 다음과 같다. 천광호(2012)는 융합형 과학 교과서 생명과학 영역 중 '유전' 단원에 대한 연계성을 조사하였다. 전성호(2011) 또한 생명과학 영역의 연계성을 조사하고 오슈벨의 유의미 학습이론 선행조직자 개념을 이용하여 활용방안을 검토하였다. STS와 관련한 기술양

상 분석으로는 다음과 같은 연구가 있다. 예를 들어, 이향민(2011)은 선행연구를 바탕으로 STS 관련내용을 선정하여 각 내용별 할당된 지면을 분석하였다. 서희숙(2011)은 7종의 융합형 과학교과서에서 사용된 SSI 소재의 기술 차이점을 분석하고, 학습활동 유형을 양적 분석하였다. 창의·인성에 대한 기술과 교수학습활동에 관한 분석으로는 다음과 같은 연구가 있다. 예를 들어, 박유리(2011)는 생명과학영역을 중심으로 교과서의 구성과 교과서에서 제시한 창의·인성 활동을 분석하였다. 한화정, 김남희, 홍보라, 심규철(2012)는 선행연구를 바탕으로 창의·인성을 정의하는 세부 요소를 추출하여 그 요소들이 발현된 방식을 조사하였다. 김종권(2011)은 각 교과서별로 창의·인성 요소들을 양적 분석하고 교수학습활동을 분석하였다. 7차 교육과정과 비교분석한 연구로는 다음과 같은 연구가 있다. 예를 들어, 김은정(2011)은 7차 교육과정의 과학교과서와 융합형 과학 교과서의 '에너지와 환경'단원에서 미래형 에너지에 대한 기술의 차이를 분석하였다. 박주영(2011)은 7차 교육과정과 2009 개정 교육과정에 따른 10학년 과학교과서의 내용을 분석하였다. 그 외에도, 예를 들어 박경민(2012)은 전체 단원 중 화학영역이 차지하는 비중을 조사하고, 화학영역을 중심으로 각 단원별 특징을 분석하였다. 이상진, 문승한(2011)은 모든 단원의 탐구활동 예시자료를 분석하였다. 조원형(2011)은 융합형 과학교과서에서 학생들의 흥미를 끌기 위한 의도가 어떻게 반영되었는지 텍스트언어학적인 관점에서 고찰하였다. 송미진(2011)은 융합형 과학 교과서에 사용된 천문우주관련 용어를 분석하였다.

위와 같은 선행 연구들은 융합형 과학(교과서)에 대한 사용 실태, 교사·학생의 인식 조사, 교과서간의 내용연계성 분석, 창의·인성에 대한 정의를 바탕으로 한 창의·인성 요소 기술 양상에 대한 분석, 융합형 과학 교과서의 언어적 특성에 대한 분석 등이 있다. 그러나 융합형 과학 교과서의 도입과 함께 현장의 어려움이 어디서 발현된 것인지를 밝힐 수 있는 선행 연구가 이루어지지 않고 있다. 이러한 맥락에서 융합형 과학의 취지에 맞는 교과서 기술에 대한 연구와 함께 실제 융합형 과학 교과서가 융합형 과학의 취지에 맞게 기술되었는지를 분석할 필요가 있다.

2. 과학의 지향점

융합형 과학은 그 취지를 살리기 위하여 1부에서 물리·화학·생물·지구과학의 경계가 존재하지 않는 우주론을 다루고 있다. 우주론은 철학적이고 인문학적인 질문을 내포하고 있는 영역으로, 단순한 관점을 가지고는 이해될 수 없다. 우주론을 잘 이해하기 위해서는 소개할 주제들을 잘 선정해야 하고, 그 주제들과 관련된 대립되는 관점들을 함께 소개할 필요가 있다(Kragh, 2011).

오래 전부터 과학교육계에서는 단순히 과학지식만을 가르치는 것에 대한 비판과 함께 과학의 본성과 참과학 등의 교육을 강조해 왔다. 이러한 비판의식을 함께 하는 Eger(1989) 또한 과학이 가진 기술적인 측면만을 지나치게 부각하여 다루는 과학교육의 편향성을 지적하였고, 과학이 가진 2가지의 지향성이 '균형있게' 다루어져야 함을 주장하였다. 구체적으로 Eger는 과학은 2가지의 지향성-기술적인(Technical) 것에 관한 지향과 우주론적인(Cosmological) 것에 관한 지향-을 갖고 있으며, 교육에 이러한 지향성을 적용할 때에는 방법론적(Methodological)인 지향에 대한 논의가 함께 이루어져야 함을 주장하고 있다. 기술적인 것에 관한 지향은 기술적으로 유용한 지식의 축적에 대한 지향을 의미하기 때문에, 과학에서 연구의 축적물들은 자연의 과정을 통제하는 것을 목표로 하고 있다는 것을 의미한다. 기술적인 지향이 과학 활동에 참여하는 주체자가 도구로써 여겨지고 과학 활동의 객관성만을 추구하던 것에 비해 우주론적인 것에 관한 지향은 주체자가 세계와 관계를 맺고 과학과 세계와의 소통을 추구한다. 방법론적인 지향은 과학을 가르칠 때 '과정'에 관한 내용을 강조하면서 드러날 수 있는데, 과정에 대한 논의는 2가지의 논의로 나타내질 수 있다. 첫째로, 모델을 세워나가기 위한 특별한 실험 테크닉에 관한 논의를 하는 것과 가설-연역 접근방법으로 이론화하는 과정과 대응의 원리에 관한 논의를 하는 것이 있다. 이러한 논의는 과학 안에 내재되어 있는 도구적인(instrumental) 측면을 드러낸다. 둘째로, 타당성 혹은 결과의 의미를 확보하기 위하여 사용한 방법들과 새로운 적용에 대해 의문을 던지는 과정에 대한 논의를 하는 것이다. 이러한 논의는 과학의 반성적-철학적인(Reflective-philosophical) 측면을 드러낸다. Eger는 모든 과학은 그 안에 내재된 지향성을 갖고 있으며, 이러한 지향성에 의해 그 과학이 갈 방향과 태도에 대한

경향이 이미 정해져 있다고 보았다. 이에 따라 기술적인 지향은 도구적인 방법과 결합하여 목적지향적-합리적인 행동(purposive-rational action)을 취하는 경향을 띈다. 반면 우주론적인 지향은 방법에 관한 반성적 태도(reflection on methodology)와 결합하여 소통적-해석학적인 행동(communicative-hermeneutic action)을 취하는 경향을 띠게 된다. Eger는 과학교육 또는 현대사회에서 우주론적인 지향에 대한 논의가 억압되어 있으며 과학의 지향에 대한 균형잡힌 논의가 이루어져야 한다고 주장하였다. 이와 같은 Eger의 주장은 과학교육계에서 꾸준한 관심(예; Cobern, 1993, 1996a, 1996b, 2000a, 2000b, 2008)을 받아 왔다. Eger의 이러한 인식은 최근의 융합형 과학의 개발 취지와도 깊은 관련성을 갖는다고 볼 수 있다. 왜냐하면 융합형 과학이 단순히 우주론에 관한 세부개념을 습득하는 것을 목표로 두지 않고, 전체적인 맥락을 고려한 교과서 기술을 통해 과학적 세계관의 정립을 목표로 두고 있기 때문이다(교육과학기술부, 2009). 따라서 본 연구에서는 Eger의 연구를 참고하여 '융합형 과학교과서의 기술유형'을 분석할 수 있는 분석틀을 개발하여, 융합형 과학 교과서가 취지에 맞게 기술되었는지 분석하였다.

Ⅲ. 연구 1: RT 분석틀 개발

1. RT 분석틀 개발의 필요성

이순옥(2006)은 기존의 교과서 연구에서 사용된 분석틀을 조사하였다. 예를 들어, Romey의 분석틀은 교과서를 정량적으로 분석하는 방법으로써, 분석결과를 지수로 표시함으로 교과서를 탐구적인 것과 비탐구적인 것으로 구분하기 위한 분석틀이다. 한편, Klopfer의 분석틀은 교과서의 교육목표를 과학교육 목표 분류 방법에 의해 구분하는 방법이다. 이 분류틀은 목표 간의 구분이 명료하지 않으며 내용을 나누는 기준이 애매하다는 단점이 있다. 한국교육개발원의 분석틀은 교과서 검정 기준을 근거로 하였다. 한종하의 분석틀은 교과서의 적절성, 타당성, 효율성을 분석한 틀이다. Gall의 분석틀은 교육과정의 주요내용에 대한 평가를 준거로 교과서를 분석한다. 강대구의 분석틀은 교과서 평가의 유형을 교과서 분석의 준거로 삼은 분석틀이다. 이병욱의 분석틀은 교육과정 평가의 틀을 교과서 분석의 준거로 삼았는데 교재내용, 교수-학습, 체제 및 개발 방법에 초점을 두고 있다. 정교화 이론은 교과서 구성에 있어서 위계성, 비유 등의 세세한 기준을 근거로 하고 있다. 그 외에도 Halliday & Martin(1993)의 체계기능언어학적 분석과 이용숙(2009)의 분류체계분석이 있다. 체계기능언어학적 분석은 텍스트와 학생 사이의 상호작용을 고려하고 언어가 학생들의 인식론적 이해에 영향을 줄 수 있음을 고려한 분석이다. 이용숙(2009)의 분류체계분석은 전체 기술구조를 보고 세부 문장을 분석하는 특징이 있다.

이상에서 살펴본 기존의 분석틀들로는 본 연구에서 대상으로하는 융합형 과학 교과서를 분석하기 위한 분석틀로 사용하기가 어렵다. 즉, 융합형 과학이 지향하는 목표와 내용에 맞는 구체적인 특징을 기존의 분석틀에서는 반영하기 어렵다. 따라서 본 연구에서는 융합형 과학교과서 분석에 적합한 분석틀을 개발하였다(표 3 참조).

2. 개발 과정

본 연구에서 개발한 분석틀은 Eger가 정의한 2가지 과학의 지향점에 대한 연구를 바탕으로, 지향성을 가지고 쓰여진 과학교과서의 기술 유형을 2가지-도구적 타입과 반성적(해석학적) 타입-로 분류하였다. 개발된 분석틀은 <표 3>과 같다. 본 연구자들은 Eger의 논문(1989)에서 (1)각각의 유형에 해당하는 키워드를 추출한 후 (2)키워드가 포함된 문장들을 정리하여 (3)각 유형의 특징을 3가지 항목으로 범주화하였고, 각 항목의 특징들을 구체적으로 정리하였다. 이 분석틀은 Eger의 논문을 읽고 검토하였던 1인의 물리교육 전공 박사 학위자와 박사과정의 대학원생 3인(이들은 교재 개발 혹은 교재 분석의 경험이 있는 자들임)과 석사과정 대학원생 6인(이들 중 3인은 현직교사이며, 그 중 1인은 융합형 과학교과 연수를 받은 바 있음)에게 타당도를 검토 받았다.

3. RT 분석틀 개발

위의 과정을 거쳐 개발된 분석틀은 <표 3>과 같다.

<표 3> 과학교과서 내용기술 유형

	도구적 유형	반성적(해석학적) 유형
과학의 지향점 (과학의 가치)	기술적인 지향 (유용한 과학, 돈이 되는 과학)	우주론적인 지향 (이론의 의미와 타당성을 획득함으로써, 상호간의 이해와 자기 이해를 도모)
지식의 범위와 구조	사실적 · 부분적 지식 예)문제해결 기술을 강조	부분과 전체를 아우르는 총체적 지식 (우주론적, 철학적, 역사적, 사회학적인 관심사 등을 아우르는 과학 지식)
내용기술의 특징	이미 짜여져 있는 지식을 전달 (수사학적 결론) −닫힌 기술 방식	각각의 과학에 대한 이해의 지평을 넓혀주는 기술 방식 −열린 기술 방식

분석틀(표3 참조)은 각각의 타입을 (1)과학의 지향점, (2)지식의 범위와 구조,

(3)내용기술의 특징 3가지로 범주화하여 구성하였다. 도구적 타입은 기존의 교과서의 양식-개념 강화 중심의 분절적인 기술-을 추구한다고 볼 수 있으며, 반성적(해석학적) 타입은 융합형 과학의 취지-부분에 해당하는 개념을 앎과 동시에 전체에 해당하는 단순한 개념 이해를 넘어선 세계관의 확립을 추구-와 부합하는 기술을 추구한다고 볼 수 있다. 과학 교과서의 기술은 2가지 지향점에 따라 분류될 수 있다; 기술적 지향과 우주론적인 지향. 기술적인 것을 지향하는 경우, 인과관계에 대한 지식을 바탕으로 자연의 과정을 통제하는 것에 관심이 있고, 과학을 이데올로기를 뛰어넘어선 중립적인 것으로 보는 관점이므로 확정된 사실에만 관심을 갖는다. 이러한 지향을 바탕으로 둔 교육은 당면한 문제(사회적 환경문제, 건강의 문제 등)를 푸는 데에 과학이 이바지하여 기술적으로 유용하게 쓰일 수 있는 커리큘럼을 전하는 것에 비중을 두게 된다. 한편, 우주론적인 것을 지향하는 경우, 고전적으로 인간이 가지고 있는 철학적인 관심들(우리의 기원, 의식, 인간성, 결정의 상황과 순간들, 자유의지 등)에 관심을 갖는다. 따라서 과학지식의 결론뿐만이 아니라 그것이 이루어진 전체적인 과정에 관심을 둔다. 또한 가치를 중요시하므로 식이나 공식만이 아닌 실제의 상황과 도덕적이며 종교적인 맥락까지도 보여주려고 한다. 더불어 우주론적인 지향은 과학이 지니고 있는 은유적인 의미들을 해석하며 결과에 대한 타당성, 중요성, 그리고 의미를 얻는 것을 중요시하여 상호간의 이해와 자기이해를 도모하는 것에 비중을 둔다. 전반적으로 도구적 유형은 자연을 통제하는 것을 목표로 두는 과학주의를 기본 철학으로 두고 있다고 볼 수 있다. 반면 반성적(해석학적) 유형은 자연을 해석하고 의미를 알아가는 것에 중점을 두는 해석학을 기본 철학으로 두고 있다고 볼 수 있다. 그러나 반성적(해석학적) 유형과 도구적 유형의 기술유형이 서로 양극단의 경향을 갖고 있는 것은 아니며, 각 유형에 포함된 내용요소들과 기술유형이 전혀 다름을 의미하지는 않는다. 즉, 반성적(해석학적) 유형 또한 도구적 유형에서 중요시 여기는 과학개념을 담고 있다. 두 유형의 차이점은 도구적 유형이 과학적 개념을 분절적으로 기술하는 반면, 반성적(해석학)적 유형은 근본적인 이슈(주제)와 관련지으며 부분과 전체의 유기적 관계가 잘 형성되도록 기술한다는 차이점이 있다. 따라서 이 두 유형이 양극단에서 대립적이며 전혀 다른 내용을 다루는 것은 아니다. 두 유형 모두 공통된 내용을 다루지만, 어떤 지향점을 가지고 어떻게 구성하느냐에 따라 교과서 기술에 차이가 발생한다고 볼 수 있다.

Ⅳ. 연구 2: 분석틀을 이용한 교과서 기술양상 분석

1. 분석대상

본 연구에서는 인정심의를 거친 총 7권의 융합형 과학 교과서를 분석하였다. 분석 대상 교과서는 임의로 A-G까지의 기호를 붙였다. 분석 범위는 융합형 과학 1부의 내용 중에서도, '우주의 기원' 단원을 분석 단원으로 선택하였다. 특히, '우주의 팽창과 우주의 나이'를 핵심주제로 선택하여 분석하였다. 우주의 팽창과 우주의 나이는 우주론 중에서 많은 논쟁점들을 품고 있으며, 우주의 팽창과 우주의 나이와 관련한 논쟁점 안에는 철학적·인문학적인 질문들이 내재해있다. 이에 본 연구에서는 융합형 과학의 취지를 가장 잘 드러낼 수 있는 단원인 '우주의 기원' 단원을 선택하여 '우주의 팽창과 우주의 나이'를 중심으로 융합형 과학 교과서가 융합형 과학의 취지와 같이 쓰여졌는지 기술양상을 분석하였다.

2. 분석방법

7종의 융합형 과학교과서의 기술양상은 2가지 분석틀을 이용해 분석되었다. 융합형 과학교과서 내용의 미시적인 분석을 위한 (1)지식신념틀을 이용한 분석과 함께 융합형 과학교과서 내용의 거시적인 분석을 위한 (2)RT 분석틀을 이용한 분석이 진행되었다.

3. 연구결과 1: 지식신념틀을 이용한 분석

지식신념틀은 지식, 신념, 그리고 환경의 세부 요소를 바탕으로 학생의 앎의 과정을 설명하는 분석틀이다. 지식신념틀에 관한 요약적 설명은 <표 4>와 같다.

<표 4> 지식신념들에 관한 요약적 설명(이경호, 2007)

구성요소	구성요소의 하위개념
지식 (Knowledge)	개념적 지식 (Conceptual knowledge) - 구성요소: 사실, 개념, 관계, 개념적 구조
	맥락적 지식 (Contextual knowledge) - 구성요소 : 학교, 일상생활, 사회 문화, 역사
	과정적 지식 (Procedural knowledge) - 구성요소 : 사실서술, 논리적 추론, 비교분석, 열린 탐구
신념 (Belief)	인식론적 신념 (Epistemological belief)
	존재론적 신념 (Ontological belief)
	동기적 신념 (Motivational belief)
환경 (Environment)	- 개인의 외적 영역으로 지식과 신념이 형성되는데 영향을 주거나 혹은 개인이나 집단의 지식과 신념에 영향을 받으며 변화하기도 하는 배경

지식은 크게 (1)개념적 지식, (2)맥락적 지식, (3)과정적 지식으로 이루어져 있다.

(1) 개념적 지식

1) 사실 : 항상 일관된 관찰 결과를 나타내어 진위 여부에 대한 의심이 거의 없는 자연현상을 기술하기 위한 기술

2) 개념 : 개인이 경험을 조직화할 수 있도록 하는 사고의 단위에 대한 기술

3) 관계 : 개념들 사이의 관계에 대한 기술

4) 개념적 구조 : 상위의 개념들과 위계적인 관계를 가지고 의미 있게 조직되어 있는 개념 구조에 대한 기술

(2) 맥락적 지식

1) 학교 맥락 : 어떠한 맥락도 사용되지 않은 기술
(즉 '탈맥락적' 기술을 의미한다)

2) 일상생활 맥락 : 일상생활 범위 내에서의 기술
3) 사회문화 맥락 : 과학과 관련된 사회문화에 관한 기술
4) 역사 맥락 : 역사적 맥락에 관란 기술

(3) 과정적 지식
1) 사실 서술 : 단편적인 사실과 과학지식을 단순히 제시
2) 논리적 추론 : 논리를 이용하여 자료부터 결론을 이끌어 내는 과정, 과학적 법칙이나 이론으로부터 연역적으로 결론을 도출해 내는 과정, 몇 가지의 구체적인 지식(또는 관찰 자료)으로부터 귀납적으로 지식을 일반화하는 과정
3) 비교분석 : 두 가지 이상의 과학지식(자연현상, 개념, 법칙, 이론 등)을 비교
4) 열린 탐구 : 많은 답과 많은 방법이 가능한 탐구 문제, 과학에서 아직까지 해결되지 않은 문제 제시

위의 지식신념틀을 이용하여 융합형 과학교과서를 분석한 결과는 다음과 같다.

<표 5> 지식신념틀을 이용한 A교과서의 분석결과

단원	지식				신념	환경
	개념적 지식		맥락적 지식	과정적 지식		
	중심개념	세부개념				
1. 아인슈타인의 고민	- 정적우주설	**사실** : -모든 운동을 알아내는데 이용되었던 뉴턴의 중력 이론 -아인슈타인의 딜레마(탐구하기;1페이지 분량) -뉴턴의 대칭적 우주 & 아인슈타인의 우주상수	**역사적 맥락** : - 뉴턴에서부터 아인슈타인에 이르는 중력 이론 - 아인슈타인의 딜레마 - 뉴턴의 대칭적 우주 & 아인슈타인의 우주 상수	**Description** : - 뉴턴에서 아인슈타인에 이르는 중력이론의 변화에 대해 간단히 서술 **Comparative thinking** : - 우주는 현재 중력으로 수축해야 함 vs. 우주는 정적인 상태 **Description** : - 뉴턴의 대칭적 우주 & 아인슈타인의 우주 상수가 나오게 된 뉴턴 & 아인슈타인의 생각에 대해 서술		
2. 프리드만의 팽창	- 팽창우주설	**사실** : - 야구공 그림 - 팽창우주설(프리드만에서부터	**학교 맥락** : - 프리드만의 생각 **일상적 맥락** : - 야구공 비유	**Description** : - 프리드만의 생각 소개 **Comparative thinking** : 야구공에 대한 2가지 생각에 대		

우주설		르메트르에 이르기까지) **관계** : - 정상 우주설 vs. 팽창우주설	**역사적 맥락** : - 프리드만에서 르메트르에 이르기까지, 팽창우주설의 지지 **학교 맥락** : - 정상우주설 & 팽창우주설의 약점	한 비유로, 아인슈타인과 프리드만의 생각을 추론		
3. 이론은 무너져 도 관측은 사라지 지 않는다	- 허블 법칙	**사실** : - 허블의 외부 은하 발견 **개념** : - 스펙트럼, 적색편이, 도플러 효과 - 허블법칙 **관계** : - 허블법칙에 대한 여러 과학자들의 질문(p.26 그림) - 허블의 발견과 팽창 우주설	**역사적 맥락** : - 새플리-커티스 논쟁을 해결하기 위한 허블의 관측을 통해, 허블이 외부 은하의 존재를 밝혀냄 **학교 맥락** : - 스펙트럼, 적색편이, 도플러 효과에 대한 간단한 설명 - 허블법칙에 대한 간략한 설명 - 허블법칙에 대한 여러 과학자들의 질문 **역사적 맥락** : - 허블의 발견이 팽창 우주설과 일맥상통함을 알게 된 일부 과학자들	Description : - 새플리-커티스 논쟁을 간략히 소개하고, 이를 바탕으로 한 허블의 관측이 외부 은하 존재를 밝혀냄을 간단히 기술 - 스펙트럼, 적색편이, 도플러 효과을 간략히 기술함 - 허블법칙에 대해 간략히 기술함 Open investigation : - 허블법칙에 대한 여러 과학자들의 질문(p.26 그림) Description : - 허블의 발견이 팽창 우주설과 일맥상통함을 알게 된 일부 과학	**인식론적 신념** : "제목 : 이론은 무너져도 정확한 관측은 사라지지 않는다"	

				자들로 인해 아인슈타인도 우주상수의 개념을 포기하고, 팽창우주설을 받아들임		
4. 우주의 나이	- 빅뱅우주론 - 우주의나이	**개념** : - 빅뱅 우주론 - 우주의 나이	**학교 맥락** : - 빅뱅의 정의 - 빅뱅의 어원 - 우주의 나이 - 우주의 나이의 잠정성	**Description** : - 빅뱅의 정의 - 빅뱅의 어원(라디오에서 호일이 한 말에서 시작) - 허블법칙을 이용한 우주의 나이 $(t = \frac{1}{H})$ **Open investigation** : - 많은 가정을 배경으로 허블상수를 구했으며 & 우주의 밀도에 따라, 우주의 팽창 속도가 달라짐으로! 실제 우주의 나이는 허블 시간보다 길 수 있음(정확하지는 않음) 그러나, 가능성은 매우 높음 - 허블상수의 잠정성에 관한 그림(p.29)		

A 교과서는 4단원에 걸쳐 우주의 팽창과 우주의 나이에 대해 기술하고 있다. 특히, 우주의 팽창과 나이를 설명하기 위해 크게 (1)정적 우주설, (2)팽창 우주설, (3)허블법칙, (4)빅뱅우주론과 우주의 나이를 중심으로 기술하고 있다.

첫째로 A교과서는 정적 우주설에 관한 사실을 바탕으로 개념적 지식(뉴턴의 중력 이론, 아인슈타인의 딜레마, 뉴턴의 대칭적 우주와 아인슈타인의 우주상수)을 기술하고 있다. 특히 역사적 맥락(뉴턴에서부터 아인슈타인에 이르는 중력 이론, 아인슈타인의 딜레마, 뉴턴의 대칭적 우주와 아인슈타인의 우주 상수)에서 정적 우주설과 관련한 사실을 기술하고 있다. 이러한 역사적 맥락을 이해하기 위해 논쟁이 발생한 배경을 기술하고, 논쟁에 대해 사유할 수 있도록 비교하여 추론해 볼 수 있게 기술하고 있다.

둘째로 A교과서는 팽창 우주설에 관하여 사실(야구공 그림을 통한 팽창우주설 -프리드만에서부터 르메트르에 이르기까지- 설명), 관계(정상 우주설과 팽창우주설과 관련한 논쟁 관계)를 바탕으로 개념적 지식을 기술하고 있다. 특별히 일상의 경험에 비유하여 야구공 비유를 통해 정상 우주설과 팽창우주설의 논쟁을 이해할 수 있게 기술하며, 정상우주설과 팽창우주설의 약점을 기술하여 사고의 지평을 넓히고 있다.

셋째로 A교과서는 허블법칙에 관하여 개념(스펙트럼, 적색편이, 도플러 효과, 허블법칙)과 관계(허블법칙에 대한 여러 과학자들의 질문)을 바탕으로 개념적 지식을 기술하고 있다. 특별히, 허블 법칙을 이해하기 위한 개념은 학교 맥락, 즉 탈맥락적으로 기술하고 있으며 허블 법칙과 관련한 역사적 맥락(새플리-커티스 논쟁을 해결하기 위한 허블의 관측을 통해, 허블이 외부 은하의 존재를 밝혀내었으며, 일부 과학자들이 허블의 발견이 팽창 우주설을 증명하고 있음을 알아냄)을 이용해 기술하고 있다. 개념에 대한 설명과 함께 허블법칙에 대한 여러 과학자들의 질문을 통해, 허블법칙과 관련하여 사고할 수 있도록 열린 기술 양상을 보이는 특징이 있다.

넷째로 A교과서는 빅뱅 우주론과 우주의 나이에 관하여 탈맥락적으로 기술하고 있다. 특별히, 허블 법칙을 이용한 우주의 나이를 구하는 것이 의심의 여지없는 사실로 기술하기보다 우주의 나이를 기술하는 것의 잠정성을 언급하면서 사고할 수 있는 여지를 남겨두고 있다.

<표 6> 지식신념틀을 이용한 B교과서의 분석결과

단원	지식				신념	환경
	개념적 지식		맥락적 지식	과정적 지식		
	중심개념	세부개념				
1.우주의 크기는 무한할까 유한할까?	우주의 팽창	**사실** : - 우주의 크기	**역사적 맥락** : - 우주의 크기에 대한 이해의 간략한 역사적 변화	**Description** : -우주의 크기에 대한 인식의 변화를 간략히 서술		
	허블법칙	**사실** : - 일반상대성이론 - 우주의 팽창과 관련된 논쟁	**역사적 맥락** : - 아인슈타인이 일반상대성이론을 생각하게 된 맥락(뉴턴의 중력에 대한 비판) 소개 - 아인슈타인이 우주상수를 도입하게 된 배경(정적우주설을 지지하기 위해)과 우주상수의 의미 - 우주의 팽창과 관련된 논쟁을 간략히 소개	**Description** : - 일반상대성이론의 탄생배경에 관한 맥락 소개 - 우주의 팽창과 관련된 논쟁을 간략히 소개	**존재론적 신념** : "아인슈타인이 일반 상대성이론을 제안했던 20세기 초에는 우주가 공간적으로 무한하며, 시간적으로 영원하다는 생각이 지배적이었다(p.24)"	

		개념 : - 연속스펙트럼 - 선 스펙트럼 - 흡수 스펙트럼	**학교 맥락** : - 연속 & 선 & 흡수 스펙트럼	Desription : - 스펙트럼에 대해 간략히 소개		
2.우주의 나이를 어떻게 알 수 있을까?		**개념** : - 도플러 효과	**학교 맥락** : - 도플러 효과	Description : - 도플러 효과에 대해 간략히 소개		
	우주의 나이	**개념** : - 허블법칙 **관계** : - 우주의 팽창	**역사적 맥락** : - 허블이 허블법칙을 발견하게 된 과정을 소개 **일상적 맥락** : - 찐빵비유를 통해 우주의 팽창 이해 **학교 맥락** : - 그림을 통해 우주의 팽창 이해	Description : - 허블법칙의 발견 과정에 대해 간략히 소개 **비교분석** : - 찐빵비유를 통해, 우주의 팽창 이해 Description : - 그림을 통해 우주의 팽창 소개		

B교과서는 2단원에 걸쳐 우주의 팽창과 우주의 나이에 대해 기술하고 있다. 특히, 우주의 팽창과 나이를 설명하기 위해 크게 (1)우주의 팽창, (2)허블 법칙, (3)우주의 나이를 중심으로 기술하고 있다.

첫째로 B교과서는 우주의 팽창에 관해 이해할 수 있는 배경 지식의 일부로, 우주의 크기에 대한 인식의 변화를 역사적 맥락으로 간략히 서술하고 있다.

둘째로 B교과서는 허블 법칙에 관한 역사적 맥락을 기술하고 있다. 특히 일반상대성 이론이 등장하게 된 배경과 함께 아인슈타인이 우주상수를 도입하게 된 배경과 우주상수의 의미를 기술하여 역사적 맥락에 대한 이해를 높이고, 이어 우주의 팽창과 관련된 논쟁을 간략히 기술하고 있다. 배경의 이해에 이어 스펙트럼과 도플러 효과에 대한 개념적 설명을 탈맥락적으로 기술하고 있다.

셋재로 B교과서는 우주의 나이에 관하여 찐빵 비유와 그림을 통해 허블법칙을 이해하기 위해 기술하고 있다.

<표 7> 지식신념틀을 이용한 C교과서의 분석결과

단원	지식				신념	환경
	개념적 지식		맥락적 지식	과정적 지식		
	중심개념	세부개념				
01. 우주에서의 거리는 어떻게 알 수 있을까?	가까운 별에서 거리구하기	**개념** : - $P = \frac{1}{D}$		**Description** : - 연주시차를 간단한 정의를 통하여 제시하고, 가까운 거리에 좋은 방법임을 알려줌		
	먼 별에서 거리구하기	**개념** - 겉보기 밝기 - 절대밝기 **사실** - 세페이드 변광성의 주기-광도 관계	**학교 맥락 :** - 겉보기&절대 밝기 **역사적 맥락 :** - 리비트의 발견 (세페이드 변광성의 주기-광도 관계) - 허블의 발견 (외부 은하의 존재에 대한 발견)	**Description** : - '겉보기 밝기, 절대 밝기, 세페이드 변광성의 주기-광도 관계'에 대한 간단한 정의 - 발견의 맥락에 대해 간략히 제시		

02. 우주의 나이는 어떻게 알 수 있을까?	멀어져 가는 은하	**개념** : - 도플러 효과 - 스펙트럼 - 적색편이	**학교 맥락** : - 도플러 효과 - 스펙트럼 - 적색편이 **역사적 맥락** : - 슬라이퍼의 멀어져가는 성운들의 적색편이 현상의 관측	Description : - '도플러 효과, 스펙트럼, 적색편이'에 대한 간단한 정의 - 슬라이퍼의 발견에 대해 간략히 제시		
	팽창하는 우주	**개념** : - 허블법칙 $v = H \times D$	**역사적 맥락** : - 허블의 허블법칙 발견	Description : - 허블법칙의 발견에 대해 간략히 제시 - '허블법칙'에 대한 간단한 정의 - 허블법칙의 의미 : 우주팽창 (단, 2줄로)		
	우주의 나이 계산	**관계** : - 팽창 - 빅뱅 - $v = \frac{1}{H}$	**학교적 맥락 :** - 우주의 나이구하는 식 도출 **역사적 맥락** : -빅뱅이론을 주장한 르메트르와 가모	Logical Inference : - 우주의 팽창을 전제로, 빅뱅 추론 - 우주의 팽창을 전제로, 우주의 나이 추론		

C교과서는 2단원에 걸쳐 우주의 팽창과 우주의 나이에 대해 기술하고 있다. 특히, 우주의 팽창과 나이를 설명하기 위해 크게 (1)지구로부터 거리에 따른 거리 구하는 방법, (2)우주의 팽창, (3)우주의 나이를 중심으로 기술하고 있다.

첫째로 C교과서는 지구로부터의 거리에 따른 거리 구하는 방법을 기술하기 위해 지구로부터 가까운 별부터 먼 별까지 각 거리를 구하는 방법을 탈맥락적으로 개념을 기술하고 있다. 그 중, 우주의 팽창을 이해하기 위해 중요한 역사적 맥락이 되는 '세페이드 변광성의 주기-광도 관계'에 대해 주로 기술하고 있다.

둘째로 C교과서는 우주의 팽창을 이해하기 위해 '스펙트럼, 도플러 효과, 적색편이'에 대한 개념을 자세히 기술하고 '허블 법칙'의 개념을 기술하고 있다.

셋재로 C교과서는 우주의 팽창을 바탕으로 빅뱅 우주론에 대해 기술하고, 빅뱅 우주론을 바탕으로 우주의 나이를 계산하는 방법을 기술하고 있다.

특별히, C교과서는 A · B 교과서가 역사적 · 과정적 지식을 다양하게 도입하는 것에 비해 탈맥락적이고 방법 혹은 개념에 대해 자세히 기술하고 있다는 특징이 있다.

<표 8> 지식신념틀을 이용한 D교과서의 분석결과

단원	지식				신념	환경
	개념적 지식		맥락적 지식	과정적 지식		
	중심개념	세부개념				
1.허블 법칙과 우주의 팽창	우주의 팽창	**사실** : - 반고 이야기(우주의 구조에 관한 동양신화)	학교 맥락 : - 반고 이야기 - 새로운 우주의 모습이 발견되고 있음을 언급	**Description** : - 동양신화(반고 이야기)를 간단히 서술		
		개념 : - 연속스펙트럼, 흡수 스펙트럼에 대해 간단히 소개	**학교 맥락** : - 연속 & 흡수 스펙트럼	**Description** : - 연속 & 흡수스펙트럼에 대해 간단히 서술		
		사실 : - 슬라이퍼의 발견 **관계** : - 적색편이와 도플러 효과	**학교 맥락** : - 적색편이 & 도플러 효과	**Description** : - 적색편이&도플러 효과에 대해 간단히 서술 **Logical Inference** : - 적색편이와 도플러 효과에 대한 설명을 바탕으로, 슬라이퍼의 발견(적색편이)으로 외부 은하들이 우리 은하로부터 멀어지고 있다는 사실을 설명		

	우주의 나이	**사실** : - 허블의 발견 **개념** : - 허블 법칙 - 우주의 팽창	**학교 맥락** : - 허블의 발견 - 허블 법칙 ($v = H \cdot r$) - 우주의 팽창 - 우주의 중심	Description : - 허블의 발견에 대해 간단히 서술 - 허블 법칙에 대해 간단히 서술 - 우주의 팽창에 대해 간단히 서술 - 우주의 중심에 대해 간단히 서술		
		개념 : - 우주의 나이 ($t = \frac{1}{H}$)	**학교 맥락** : - 허블법칙을 이용, 우주의 나이 계산 - 허블상수의 변화 (관측장비의 발달에 따른)	Logical Inference : - 우주의 팽창을 전제로, 우주의 나이 추론 Description - 허블상수에 관한 잠정성을 제시	**인식론적 신념** : "외부 은하까지의 거리는 측정하기 매우 어렵고, 측정한 값의 오차도 크므로 허블 상수를 정확히 구하기는 쉽지 않다. 더불어 우주가 시작된 이후 지금까지 항상	

					같은 속도로 팽창해 왔는지도 분명하지 않다. 따라서 정확한 관측이 이루어지고 우주에 대한 관측 자료가 더 많아지면 우주의 나이는 계속 수정될 수도 있다(p.20)” “관측 장비의 발달로 관측할 수 있는 은하의 수가 늘어나고 측정 오차를 줄일 수 있게 되면서 우주의 나이도	

					비교적 명확하게 알 수 있게 되었다. 지금까지 밝혀진 자료와 이론으로 추정하면 우주의 나이는 약 137억년 이다(p.20)"	
		대폭발 우주론	**학교 맥락** : - 대폭발 우주론 - 우주의 기원에 관한 논쟁	Description : - 대폭발 우주론에 대한 간략한 소개 - 우주의 기원에 관한 논쟁 간략히 소개	**인식론적 신념** : "과학은 관찰된 사물이나 사건을 합리적으로 설명하려 시도하며, 그 설명을 검증하는 절차를 밟는다(p.21)" "그러나 허블을 비롯하여 이러한 우주론	

					을 부정하고 전혀 다른 우주론을 제시한 과학자들이 있었으며, 이들은 적색 편이와 같이 관측된 사실을 토대로 우주의 기원을 설명하고자 했다. 현재 우리가 알고 있는 우주의 기원은 이러한 과학자들의 노력과 격렬한 논쟁이 빚어낸 결과이다(p.21)" **존재론적 신념**	

					:“전통적인 우주론에서 우주는 무한하고 영원하며 변하지 않는 모습이었다. 20세기 초에 우주론을 연구한 아인슈타인조차 이러한 전통적인 우주론에서 벗어나지 않으려 했다(p.21)”	

D교과서는 2단원에 걸쳐 우주의 팽창과 우주의 나이에 대해 기술하고 있다.

첫째로 D교과서는 우주의 팽창을 이해하기 위해 필요한 개념인 '스펙트럼, 도플러 효과, 적색편이'와 '허블 법칙'을 자세히 기술하고 있다.

둘째로 D교과서는 우주의 팽창을 바탕으로 우주의 나이를 탈맥락적으로 기술하고, '대폭발 우주론'과 우주의 기원과 관련한 논쟁을 학교 맥락, 즉 탈맥락적으로 기술하고 있다.

특별히, D교과서는 C교과서와 비슷한 기술양상을 띄고 있다. 우주의 팽창을 이해하기 위한 세부 개념(스펙트럼, 도플러 효과, 적색편이, 허블 법칙)의 탈맥락적인 자세한 기술이라는 공통적인 기술양상이다. C교과서와 같이 A · B 교과서가 역사적 · 과정적 지식을 다양하게 도입하는 것에 비해 탈맥락적이고 방법 혹은 개념에 대해 자세히 기술하고 있다는 특징이 있다.

4. 연구결과 2: RT 분석틀을 이용한 분석

다음으로 융합형 과학 교과서의 거시적인 분석을 위해 이용숙(2009)의 '분류체계분석'의 질적 연구법을 참고하면서, 융합형 과학의 취지에 맞는 분석을 위해 RT 분석틀을 활용하였다. 구체적으로 먼저, 목차구성과 본문의 흐름을 바탕으로 지식의 범위와 구조에 대해 분석하였다. 둘째로, 세부내용기술 분석을 바탕으로 내용기술의 특징이 어떠한지에 관하여 분석하였다. 이를 바탕으로 7종의 융합형 과학교과서가 지닌 과학의 지향점에 관하여 분석을 하였다. 최종 분석결과는 물리교육 전공 박사 학위자 1인과 물리교육 전공 대학원생 2인(이들은 물리교재분석 경험이 있으며, 그 중 1인은 융합형 과학 수업 시나리오 개발 프로젝트에 참여함)이 (1)분석틀을 함께 수정 보완하고 (2)분석틀을 활용하여 7종의 교과서의 분석범위(우주의 팽창, 우주의 나이)에 해당하는 본문을 함께 읽으며 (3)분석을 진행하였다. (4)연구자간에 분석에 대한 의견이 일치할 때까지 논의가 계속되었으며, 최종 합의된 내용을 분석결과로 정리하였다.

가. 지식의 범위와 구조

1) 목차구성을 중심으로

7종의 교과서 위계구조의 구성을 대단원, 중단원, 소단원, 세부제목, 그리고 키워드의 유무로 표시하였으며, 분석결과는 <표 9>와 같다.

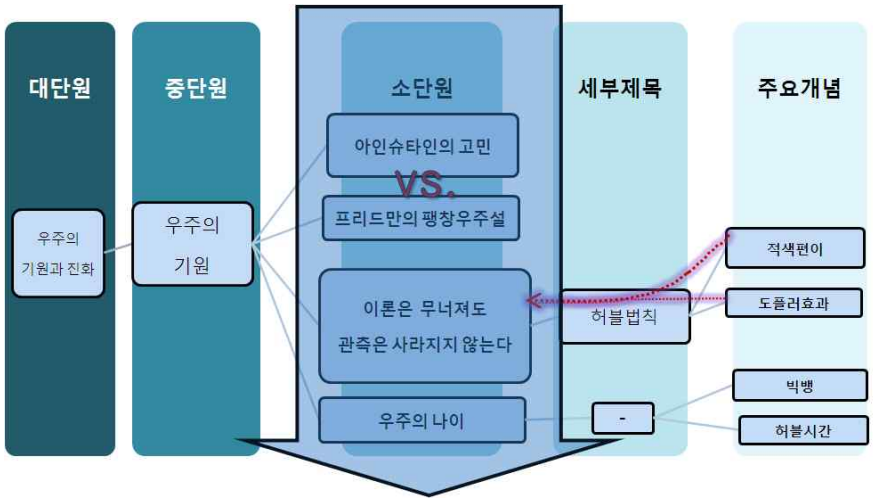
<표 9> 7종 교과서의 전체 목차구성 비교

목차 \ 교과서	A	B	C	D	E	F	G
대단원	O	O	O	O	O	O	O
중단원	O		O	O	O	O	
소단원 1	O	O	O	O	O	O	O
세부제목		O	O	O	O	O	O
키워드							
소단원 2	O	O		O	O	O	O
세부제목		O		O	O	O	O
키워드							
소단원 3	O	O				O	O
세부제목	O	O				O	O
키워드	O						
소단원 4	O						
세부제목	O						
키워드							

분석결과 융합형 과학교과서는 소단원 이하의 위계에서 같은 내용을 다루고 있지만, 소단원과 하위제목으로 조직화하는 것이 교과서마다 다르다. 예를 들어, C교과서는 1개의 소단원으로 내용을 전개하고 있으며, D교과서와 E교과서는 2개의 소단원에 할당하여 전개하고 있고, B교과서, F교과서 그리고 G교과서는 3개의 소단원으로 할당하여 전개하고 있다. A교과서는 유일하게 4개의 소단원에 걸쳐 내용을 전개하고 있다. 소단원은 같은 내용을 가지고 전개하고자 하는 주제를 의미한다. 즉, 가장 많은 소단원에 걸쳐 내용을 전개하고 있는 A교과서가 우주의 기원과 우주의 나이에 대해서 가장 다양한 주제로 교과서를 구성하고 있다. 목차구성과 내용요소들 간의 연결 관계는 7종의 교과서 중, 목차 구성의 특징이 두드러지게 나타난 4종의 교과서의 분석결과만 제시하였다.

2) 내용조직구성(본문흐름)을 중심으로

가) A교과서의 본문흐름

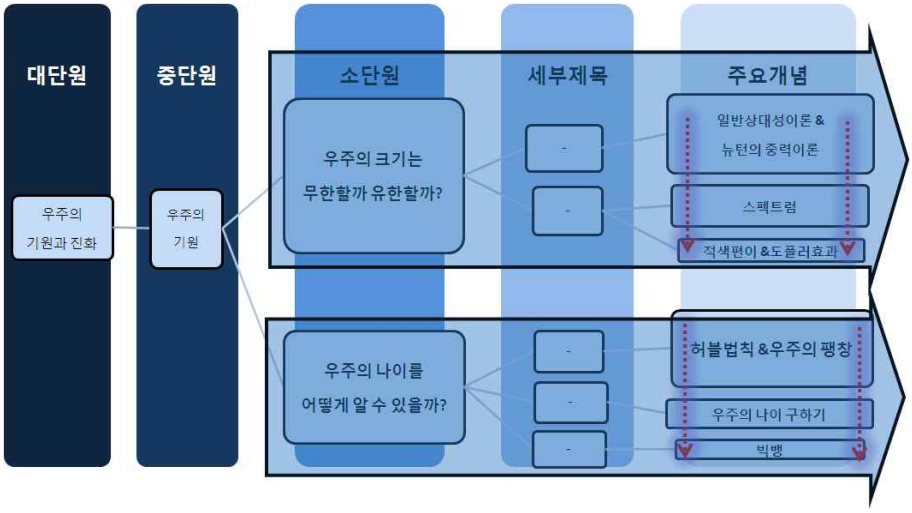


[그림 1] A교과서의 본문흐름

* 굵은 화살표 : 큰 흐름(Main stream), **얇은 화살표 : 작은 흐름(Side stream)

A교과서는 소단원 2개에 걸쳐서 우주의 팽창에 대한 아인슈타인과 프리드만의 대립을 먼저 소개하고 어떤 논쟁점으로 대립하고 있는지를 기술하고 있다. 이후에는 이론과 실험의 관계를 소개한 후, 우주의 나이를 언급하고 있다. 이러한 A교과서의 기술의 흐름은 분절적으로 기술되지 않고 우주의 팽창에서부터 시작하여 우주의 나이에 관해 하나의 큰 흐름을 가지고 기술되고 있음을 알 수 있다. 또한 이러한 주요 흐름을 이해하기 위해 필요한 세부개념(side stream, 예:적색편이와 도플러 효과)들이 각 단원의 주요 주제로써 다뤄지기 보다는 주요 흐름을 보조하기 위해 기술되어 있다. 세부기술 내용에 관한 분석결과는 2번째 연구결과를 소개하는 '내용요소들 간의 연결 관계'절에서 자세히 제시하였다.

나) B교과서의 본문흐름

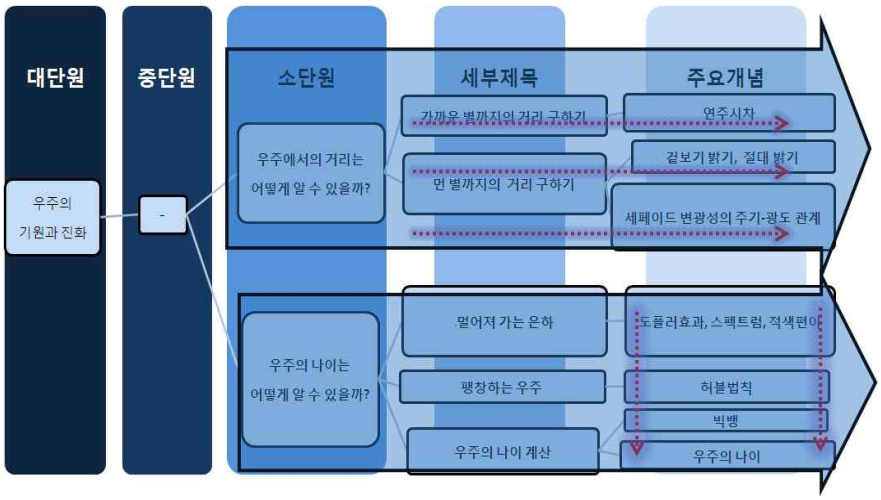


[그림 2] B교과서의 본문흐름

* 굵은 화살표 : 큰 흐름(Main stream), **얇은 화살표 : 작은 흐름(Side stream)

B교과서는 하나의 큰 흐름을 축으로 기술되기 보다는 2개의 큰 흐름으로 나누어 기술되고 있다. 크게 우주의 팽창에 관한 논의와 우주의 나이에 관한 논의에 관한 흐름을 갖고 기술되고 있음을 목차구성을 통해 알 수 있다. 첫째로, 우주의 팽창에 관한 논의에서는 프리드만(팽창우주설)과 대립해 주요한 역할을 했던 아인슈타인(정상우주설)의 일반상대성 이론을 설명하면서 우주의 팽창을 이해하기 위한 서술을 시작한다. 그러나 일반상대성 이론이 논쟁의 맥락 안에서 적절히 소개되지 못하고 상대성 이론 자체가 큰 비중을 차지하며 기술되고 있으며 이에 따라 맥락 안에 과학사적으로 주요한 논쟁을 끌어들이지 못하였다. 둘째로, 우주의 나이에 관한 논의에서는 우주의 팽창과 나이를 이해하기 위한 스펙트럼, 적색편이, 도플러 효과, 그리고 허블법칙의 개념이 소개되고 있다. A교과서와 마찬가지로 주요개념들에 관한 세부기술은 2번째 연구결과인 '내용요소들 간의 연결 관계'부분에 자세히 제시하였다.

다) C교과서의 본문흐름

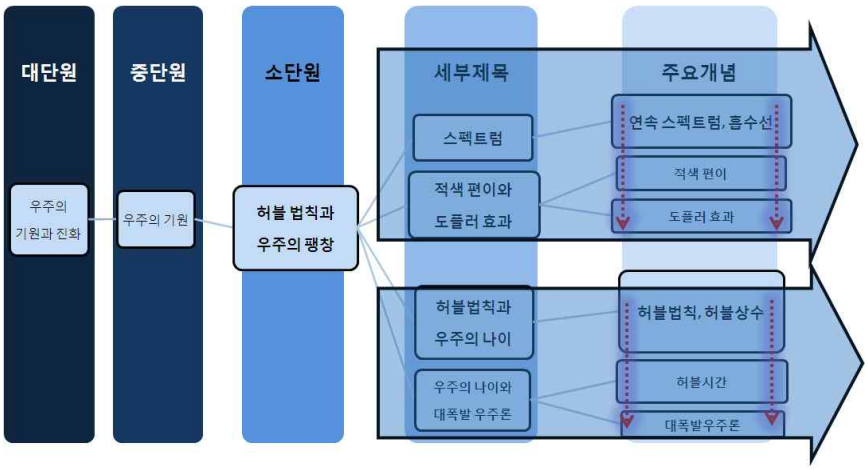


[그림3] C교과서의 본문흐름

* 굵은 화살표 : 큰 흐름(Main stream), **얇은 화살표 : 작은 흐름(Side stream)

C교과서는 B교과서와 마찬가지로 하나의 큰 흐름을 축으로 기술되기 보다는 2개의 흐름으로 나누어 기술되고 있다. 크게 우주의 거리를 구하는 방법에 관한 논의와 우주의 나이에 관한 논의에 관한 흐름을 갖고 기술되고 있음을 목차구성을 통해 알 수 있다. 첫째로, 우주의 거리를 구하는 방법에 관해서 연계성을 갖고 기술되지 않고 거리에 따라 거리 구하는 방법이 개별적으로 기술되고 있다. 둘째로, 우주의 나이에 관한 논의에 관해 기술할 때는 필요한 세부개념(side stream)인 적색편이와 도플러 효과에 대한 설명을 시작으로 허블법칙을 통해 우주의 나이를 구하는 전개를 하고 있다. 소단원의 제목을 보았을 때 전반적으로 C교과서는 우주의 팽창과 우주의 나이에 관해 방법적인 측면(어떻게 우주의 팽창과 나이를 알 수 있을까? 등)을 기술하고 있다. 그에 따라 방법을 이해하기 위한 세부개념들을 다른 교과서에 비해 많이 제시하고 있다.

라) D교과서의 본문흐름



[그림 4] D교과서의 본문흐름

* 굵은 화살표 : 큰 흐름(Main stream), **얇은 화살표 : 작은 흐름(Side stream)

D교과서는 하나의 소단원으로 구성되어 하나의 큰 흐름을 가지고 기술하고 있는 것처럼 보인다. 그렇지만 실제 구성은 B · C교과서와 마찬가지로 하나의 큰 흐름을 축으로 기술하기 보다는 2개의 흐름으로 나뉘어져 기술하고 있다. 크게는 우주의 팽창을 이해하기 위한 세부개념(side stream)에 대한 논의와 우주의 팽창 · 나이에 관한 논의에 관한 흐름을 갖고 기술하고 있음을 목차구성을 통해 알 수 있다. 첫째로, 세부개념에 대한 기술은 우주 팽창의 의미를 찾을 수 있는 맥락 하에서 기술하지 않고, 개념 자체가 주요 주제가 되어 큰 비중으로 자세히 기술하고 있다. 둘째로, 우주의 팽창 · 나이에 관한 논의할 때에는 허블법칙의 소개를 바탕으로 우주의 나이에 대해 기술하고 있고 뒤이어 대폭발 우주론에 대한 설명을 하고 있다.

이상의 분석결과를 보았을 때, 융합형 과학교과서는 우주의 팽창과 우주의 나이라는 같은 내용들을 다루고 있지만, 목차의 구성을 보았을 때 교과서마다 그 접근방식이 다르다는 것을 알 수 있다. 다음 절에서는 각 교과서별 본문에서 내용요소들의 연결을 알아본 결과를 제시한다.

나. 내용기술의 특징

앞에서 지식의 범위와 구조 분석을 통해 교과서의 큰 범주를 살펴보았다면, 이번에는 세부내용기술의 특징을 자세히 살펴봄으로써 교과서 요소들의 연결을 알아보고자 한다. 4종의 교과서는 공통된 핵심 주제-우주의 팽창과 우주의 나이-를 다루고 있기 때문에 공통의 내용 요소로 기술된다. 본 연구는 <표 4>에 제시되어 있는 주요요소를 중심으로 4종의 교과서의 기술 유형을 밝히고자 하였다. 여기서 4종의 교과서는 7종 교과서 분석결과의 특징적인 내용을 대표한다고 보았기에 선정된 것이다. 본 연구의 서론에서 논의한 것과 같이 융합형 과학의 취지가 교과서에 잘 반영되기 위해서는 단순히 우주의 기원과 나이에 관한 개념을 학습할 수 있는 지식을 제시하는 것 이상으로 새롭게 내용을 기술하는 것이 필요하다. 즉, 분석틀에서 제시한 것과 같이 단편적·사실적 지식에서 벗어나서 총체적 지식을 다루는 것이 중요하다. 여기에서는 우주의 기원과 우주의 나이에 관하여 과학사적으로 유의미하고 과학교육에 있어서도 유의미한 소재를 무엇보다도 잘 다루는 것이 중요하다. 예를 들어, 융합형 과학교과서에서 다룰 수 있는 소재로는 정상우주설과 팽창우주설의 대립과 허블상수와 우주의 나이에 관한 논쟁점 등을 들 수 있다. 이러한 논쟁점을 중심으로 세계관에 대한 논의와 과학의 잠정성 등에 관한 논의가 포함될 수 있을 것이다. 분석 대상인 4종의 교과서는 이러한 논쟁점들을 선택하여 기술하고 있으며, 그 기술은 교과서 별로 다른 유형을 띠고 있다. 또한 교과서별로 우주의 기원과 나이에 관해 이해하기 위해 필요한 세부개념에 해당하는 적색편이와 도플러 효과에 대한 기술에 차이를 보이고 있다. 이러한 특징들을 통해서 교과서의 기술유형을 분석할 수 있었다. 본 연구는 이러한 논쟁점들에 관한 기술과 세부개념에 대한 기술을 교과서별로 비교함으로써 교과서 기술유형의 특징을 알아보았다.

1) 아인슈타인(정상우주설) vs. 프리드만(팽창우주설)

가) A교과서의 세부 내용 기술

A교과서는 과학사적으로 우주의 팽창에 관한 논쟁이 되었던 정상우주설과 팽창우주설을 제시한 것에서 더 나아가서 [그림 5]의 만화를 통해 대립되는 논점의 차이가 무엇인지 생각해 볼 수 있는 기회를 제공하고 있다. 또한 각각의 논쟁점

들이 갖고 있는 장단점에 관해 언급함으로 팽창 우주설에 대하여 열린 기술을 하고 있다.

▶ 공중에 떠 있는 야구공을 정상 상태의 우주라고 가정할 때, 두 사람의 주장 중 아인슈타인과 프리드만의 주장은 각각 무엇인지 말해 보자.

▶ 야구공이 허공에 떠 있는 것을 보고 '야구공이 공간에 정지해 있다.' 라고 말하려면 어떤 가정이 필요할까? 또한, 사진기로 이 장면을 찍으면 분명 야구공이 정지해 있는 것처럼 보인다. 그러면 그 사진을 근거로 야구공이 허공에 떠 있다고 말할 수 있는가?

▶ 야구공의 움직임을 관찰하는 것과 같이 시간과 공간이 계속 변하는 사건을 정확히 나타내려면 어떻게 해야 하는지 생각해 보자.

[그림 5] A교과서의 우주의 팽창에 관한 쟁점을 묘사한 만화

"정상 우주설은 정체를 알 수 없는 우주 상수를 필요로 한다는 약점이 있고, 팽창 우주설은 팽창의 기원에 대한 해답을 요구한다. 당시 관측 기술로는 우주가 정말 정상 상태인지, 아니면 팽창하는지를 정확히 알 수가 없었다. 결국, 정확한 우주의 모습은 관측 기술이 더욱 발달하는 다음 세대로 넘어가게 된다"

나) B교과서의 세부 내용 기술

B교과서는 아인슈타인과 관련된 과학사적 논쟁이 제시되었으나 단순히 언급하는 정도에 그치고 있다. 우주의 팽창에 대한 논쟁점이 도입부의 주제가 된 것이 아니라 오히려 일반 상대성 이론에 대한 설명이 더욱 비중있게 다루어지고 있다.

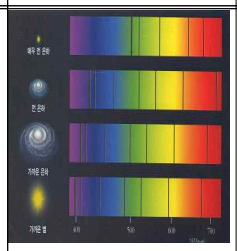
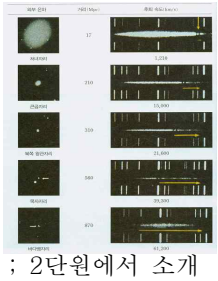
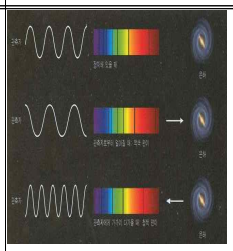
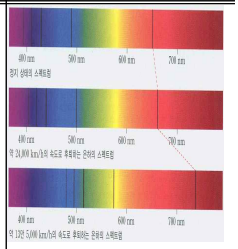
"아인슈타인이 일반 상대성 이론을 제안했던 20세기 초에는 우주가 공간적으로

무한하며, 시간적으로 영원하다는 생각이 지배적이었다. 즉, 무한한 우주에서는 부분적으로 여러 가지 일이 일어나고 있지만, 전체적으로는 항상 같은 모양을 하고 있다는 것이다. …그러나, 일반 상대성 이론을 바탕으로 우주가 팽창하고 있다고 주장하는 과학자들도 있었다.… 미국의 천문학자 허블이 윌슨 산 천문대의 2.5m 망원경으로 우주가 실제로 팽창하고 있음을 밝혀낸 것이다”

2) 적색편이와 도플러 효과

적색편이와 도플러 효과는 허블의 관측과 관련하여 제시될 수 있는 개념에 해당한다. <표 10>과 같이 각 교과서별로 제시한 그림과 글을 비교하여 적색편이와 도플러 효과에 관한 기술이 교과서별로 다르다는 것을 알 수 있다.

<표 10> 교과서 별로 도입한 적색편이와 도플러 효과 그림 비교

	A 교과서	B 교과서	C 교과서	D 교과서
설명그림		: 1단원에서 소개  ; 2단원에서 소개		
특징	허블의 관측을 예로 들어서 적색편이를 설명한 그림	적색편이 그림이 2단원에 걸쳐서 모두 등장	일반적인 적색편이 개념 설명에 사용되는 그림	은하의 후퇴속도에 따른 적색편이를 설명한 그림

가) A교과서의 세부 내용 기술

A교과서는 개념들을 분절적으로 제시하는 것에서 탈피하여 하나의 큰 흐름(관점의 대립이 드러나는 사건들)을 제시하고 보조개념(예: 사건의 쟁점을 이해할 수 있는 개념들)을 주제의 이해를 돕기 위해 제시하고 있다. 즉, 우주의 팽창과 나이를 이해하기 위하여 보조개념(적색편이, 도플러 효과)을 분절적으로 제시하기보다 적색편이와 도플러 효과를 설명하기 위한 자료로써 허블의 관측결과를 인용한 설명으로 허블의 관측결과와의 전체적인 관계를 제시하고 있다는 것을 의미한다.

나) B교과서의 세부 내용 기술

B교과서는 적색편이에 대한 설명을 2개의 소단원-'우주의 크기는 무한할까 유한할까?', '우주의 나이를 어떻게 알 수 있을까?'-에 걸쳐 기술하고 있다. 1단원에 제시된 그림은 적색편이를 설명할 때 일반적으로 교과서에 등장하는 그림이다. 2단원에 제시된 그림은 허블의 관측과 관련하여 적색편이와 도플러효과를 설명하는 그림이다. 이는 과학의 맥락 안에서 허블의 관측과 적색편이 그리고 도플러 효과가 유기적으로 연결이 되지 못하고 분절적으로 기술된 것을 의미한다.

다) C교과서의 세부 내용 기술

C교과서는 적색편이에 대한 개념을 학습하기 이전에 허블 울트라 딥 필드에서 보이는 가장 먼 은하의 거리를 구하는 방법이 무엇인지, 과제를 던진 후에 그 과제를 해결하기 위한 방법으로 세부개념들을 설명하고 있다. 따라서 사용되는 그림들은 일반적으로 적색편이와 도플러효과를 설명하기 위한 그림들이 사용되고 있으며, 이는 허블의 관측과 세부개념의 설명이 하나의 맥락 안에서 유기적으로 기술되기 보다는 과제 해결을 위해 필요한 개념을 습득해 가는 기술이라고 볼 수 있다.

> "허블 울트라 딥 필드에서 보이는 가장 먼 은하는 약 130억 광년 거리에 있다고 알려져 있는데, 이 거리는 어떻게 구한 것일까?…도플러 효과는 소리뿐만 아니라 빛의 경우에도 적용된다. 빛의 도플러 효과는 선 스펙트럼을 통해 알 수 있다.…빛의 선 스펙트럼을 관찰하면 도플러 효과에 따라 별이 관측자로부터 어느 쪽으로 얼마나 치우쳐 있는지 알 수 있다. 즉 빛을 내는 물체가 멀어지면 음이 낮아지는 것과 마찬가지로 빛의 파장이 길어져서 빛이 적색 쪽으로 이동하고, 빛을 내는 물체

가 가까이 다가오면 빛이 청색 쪽으로 이동한다”

라) D교과서의 세부 내용 기술

D교과서는 과학의 큰 맥락을 통해 도입부를 시작하지 않고 적색편이와 도플러 효과에 대한 설명으로 시작하고, 4종의 교과서 중 가장 개념설명에 비중을 많이 둔 교과서이다. 은하의 후퇴 속도에 따른 스펙트럼 그림을 사용하여 설명한 부분이 존재하지만 전체적으로 허블의 관측과 관계없이 단절적으로 개념설명에 치중하여 기술하였다.

> “사람들은 최근까지 우주는 영원히 변하지 않는다고 생각했다. 그러나 과학자들의 노력과 정밀한 관측 도구의 발달로 지금도 끊임없이 활동하는 우주의 모습이 새롭게 알려지고 있다. …슬라이퍼는 외부 은하가 멈추어 있지 않고 빠른 속도로 우리 은하에서 멀어지므로 스펙트럼에서 적색 편이가 나타나며, 적색 편이가 크게 나타나는 은하일수록 더 빠른 속도로 우리 은하로부터 멀어진다고 설명했다. … 따라서 외부 은하 스펙트럼의 흡수선에서 적색 편이가 나타나는 현상은 빛의 도플러 효과로 해석할 수 있으며, 이는 외부 은하들이 우리 은하에서 멀어지기 때문에 나타나는 현상이다”

3) 허블상수와 우주의 나이

가) A교과서의 세부 내용 기술

A교과서는 허블상수의 역수를 취한 것이 현재 우주의 나이라는 정설 아래 기술하지 않고, 우주의 팽창 속도에 따른 우주의 나이에 관하여 기술함으로 과학지식의 잠정성에 대해 기술하고 있다. 우주의 나이에 대한 기술부분에서 우주의 나이가 137억년이라는 단정적인 결론을 내리지 않고 있다.

> “우주의 나이는 우주가 실제로 어떻게 팽창해 왔는지에 따라 다르게 산출된다. 우주가 꼭 등속 팽창을 해 왔다는 보장이 없기 때문이다. 만일 우주의 밀도가 무시할 만하지 않아서, 중력에 의해 팽창 속도가 계속 줄어드는 감속 팽창을 해 왔다면 우주의 실제 나이는 허블 시간보다 짧을 것이고, 무슨 이유에서든 우주가 가속 팽창을 해 왔다면 실제 우주의 나이는 허블 시간보다 길 수 있다. 물론, 허블 시간은 팽창 우주설의 큰 틀 안에서 많은 가정을 배경으로 구한 값이므로, 이것이 정확한 우주의 나이라고 볼 수는 없지만, 다른 나이 기준점들과의 비교, 그리고 팽창 우주설을 지지하는 수많은 관측 사실을 고려할 때, 실제 우주 나이를 제시하고 있을 가

능성이 매우 높다”

나) B교과서의 세부 내용 기술

B교과서는 과학사적으로 우주의 팽창 속도에 따른 우주의 나이에 대한 추론의 변화를 기술함으로 과학지식의 잠정성에 대해 기술한다. 그러나 과학사적 변화를 언급하는 것에서 열린 기술로 확장되지는 못하고, 우주의 나이가 137억년이라고 단정하며 닫힌 형태로 기술하였다.

> “우주의 팽창 속도가 일정하지 않다면 우주의 나이를 계산하는 일이 쉽지 않을 것이다. …1990년대 이후의 관측 결과에 의해 우주의 팽창 속도가 점점 빨라지고 있다는 사실이 밝혀졌다. … 우주의 나이가 얼마라고 단정하기는 매우 어려운 일이다. …한때는 우주의 나이가 180억 년 정도일 것이라고 추정하기도 했지만, 현재는 정밀한 측정 결과를 바탕으로 계산한 결과 우주의 나이가 약 137억 년이라는 답을 얻었다.”

다) C교과서의 세부 내용 기술

C교과서는 우주의 나이에 대한 기술에 있어 가장 도구적 타입에 가까운 유형에 속한다. 우주의 나이는 허블 상수의 역수로 약 137억 년으로 구할 수 있으며 이는 현재 우주의 나이로 산출된 값과도 일치한다는 결말로 본문을 마무리하고 있다.

> “만일 팽창 속도가 일정하고 어느 시점에서 어느 두 점 사이의 거리와 그 두 점이 서로 멀어져 가는 속도를 안다면, 두 점이 어느 한 자리에 있었을 처음 시간부터 그 거리에 도달하는 데 걸린 시간을 계산할 수 있다. … 우주의 나이는 곧 허블 상수의 역수와 같다. … 오늘날 우주의 나이는 대략 137억 년이라고 알려져 있는데, 이것은 위의 계산식으로 구한 값과 거의 일치한다”

라) D교과서의 세부 내용 기술

D교과서는 허블상수를 구할 수 있는 관측기술의 발달에 따른 우주 나이의 변화를 기술함으로 과학지식의 잠정성에 대해 기술하고 있다. 과학사적인 변화를 기술하고는 있지만 관측장비의 발달로 측정오차가 줄어들어 현재 우주의 나이가 137억년이라고 결론을 얻었음을 언급하며 닫힌 결말로 우주의 나이를 기술하고 있다.

"우주가 태어난 이후 지금과 같은 속도로 계속 팽창해 왔다면 허블 법칙을 이용하여 우주의 나이를 구할 수 있다. …이때 외부 은하까지의 거리를 은하의 후퇴 속도로 나누면 우주가 탄생한 순간부터 현재까지의 시간을 구할 수 있으며, 이 값은 허블 상수의 역수이다. 이렇게 계산된 우주의 나이를 허블 시간이라고 한다. 정확한 우주의 나이를 구하려면 허블 상수를 정확하게 구해야 한다. … 관측 장비의 발달로 관측할 수 있는 은하의 수가 늘어나고 측정 오차를 줄일 수 있게 되면서 우주의 나이도 비교적 명확하게 알 수 있게 되었다. 지금까지 밝혀진 자료와 이론으로 추정하면 우주의 나이는 약 137억 년이다."

이상으로 각 교과서별 주요요소에 대한 기술 특징을 요약한 것을 <표 11>에 제시하였다.

<표 11> 교과서별 주요요소에 대한 기술특징과 지향점

주요 요소		A 교과서	B 교과서	C 교과서	D 교과서
우주의 팽창	정상우주설 vs. 팽창우주설	과학사적 논쟁점이 잘 드러남	과학사적 논쟁이 제시되었으나 단순히 언급하는 정도에 그침	제시되지 않음	제시되지 않음
	적색편이와 도플러 효과	우주의 팽창을 기술하는 주요 흐름과 적색편이 (세부개념) 내용을 자연스럽게 연결하여 기술함	주요 흐름 없이 부분적인 본문기술의 한계	닫힌 기술 ;수사학적 결론	닫힌 기술 ;수사학적 결론
지향점		우주론적	기술적	기술적	기술적
우주의 나이	허블상수와 우주의 나이	열린 기술 방식	우주의 나이의 계산과정에서 나타난 과학지식의 잠정성 기술	닫힌 기술 ;수사학적 결론	우주의 나이의 계산과정에서 나타난 과학지식의 잠정성 기술
지향점		우주론적	기술적	기술적	기술적

5. 요약 및 논의

융합형 과학은 기존의 과학교육이 세부개념에 대한 분절적인 시각으로 인해 과학의 전체를 보여주지 못하고 각 부분들을 연계성없이 보여줬던 것에 대한 반성으로 시작되었다. 즉, 융합형 과학은 학생들이 스스로 과학에 대한 전체를 보고 과학을 공부하는 것에 대한 의미를 찾게 해주자는 좋은 취지로 개발되었다. 그러나 2011년에 도입된 이후로 학교 현장에서는 융합형 과학이 고등학교 교육과정에 적용할 수준보다 내용수준이 어렵고, 배워야 할 세부개념이 너무 많으며 내용이 방대하다는 등의 문제점들이 끊임없이 제기되고 있다. 이러한 문제점들을 잘 이해하고 극복하면서 과학교육이 꾸준히 개선되기 위해서는 융합형 과학의

취지를 살리면서 학교현장의 어려움을 극복할 수 있는 노력이 필요하다고 본다. 이러한 필요성에 의해 수행된 본 연구는 융합형 과학의 취지에 따라서 융합형 과학 교과서를 다음의 3가지 측면에서 분석하였다. 구체적으로는 (1) 지향점, (2) 지식범위와 구조, (3) 학생에게 사유의 공간을 제공하는 열린 기술 등의 관점에서 융합형 과학 교과서를 분석하였으며, 그 결과는 <표 12>에 요약되어있다.

<표 12> 융합형 과학교과서의 기술유형과 특징

교과서	기술유형 우주의 팽창	기술유형 우주의 나이	기술특징
A교과서	R	R	큰 흐름과 작은 흐름의 조화
B교과서	I'	I'	본문 내용 전개가 선형적이며, 핵심주제와 보조개념 간의 '부분-전체' 관계가 잘 기술되지 못함 (과학사적 주요 논쟁 등이 단순하게 언급됨)
C교과서	I	I	큰 흐름없이 몇가지 작은 이야기들이 기술됨 (닫힌 기술)
D교과서	I'	I'	큰 흐름없이 몇가지 작은 이야기들이 기술됨 (부분적으로 열린 기술)
E교과서	I'	I	큰 흐름없이 본문내용의 주제들 간의 연결성이 약하며 분절적으로 기술됨
F교과서	I	I	큰 흐름없이 필요 이상의 작은 이야기들이 분절적으로 기술됨
G교과서	I'	I'	역사적 맥락에 따라 기술되고 있으나, 핵심주제와 보조개념간의 관계가 적절하게 기술되지 못함

R : 반성적(해석학적) 타입

I' : 도구적 타입에 가까우나 반성적 타입의 특성이 부분적으로 포함되어 있음 (예를 들어, 과학적 논쟁, 과학지식의 잠정성 등이 부분적으로 다루어짐)

I : 도구적 타입

A교과서는 우주의 팽창과 우주의 나이에 관하여 반성적(해석학적) 유형으로

기술되고 있다. 반면 나머지 3권의 교과서는 기존의 개념위주의 서술방식과 유사하게 도구적 유형으로 기술되고 있다. 핵심주제를 중심으로 큰 흐름으로 기술되기 보다는, 핵심주제를 이해하기 위해 부수적으로 필요한 개념들에 초점이 맞추어 닫힌 결론 방식으로 기술되었다. B교과서의 경우는 우주의 팽창을 이해하기 위한 아인슈타인의 일반상대성 이론(과학사에 있어서 결정적이고 유의미한 이론)이라는 소재를 선택하여 기술되었지만, 우주의 팽창에 관한 논쟁점을 잘 드러내주는 방식이라기보다는 일반상대성이론의 소개를 주요 주제로 다루고 있다. 우주의 나이에 관한 기술에서는, 계산과정에서 나타난 과학지식의 잠정성에 대해 언급하면서도 137억년이라고 결론내렸다. C교과서는 우주의 거리를 구하는 방법과 우주의 나이를 구하는 방법이 본문의 전면에 제시되고 있으며 우주론적인 논쟁이나 역사적 맥락은 찾아보기 어렵다. 즉, C교과서는 교육과정상의 취지와는 다르게 본문내용이 도구적 유형으로 기술되어있다. D교과서는 7종의 교과서 중에서 우주의 팽창을 이해하는데 필요한 도입부의 설명이 매우 부족하며, 적색편이와 도플러 효과와 같은 세부개념을 기술하는 데 큰 비중을 두고 있다. 한편, D교과서는 우주의 나이에 관한 부분에서는 과학지식의 잠정적 측면에 관하여 기술하였다. 그러나 B교과서와 D교과서는 A교과서와는 다르게 과학의 잠정성에 대한 기술이 열린 기술로 확장되지 못하고 있다. 즉, B교과서와 D교과서는 허블상수의 계산에 대한 설명에서 '관측장비의 발달로 인해 정교하게 우주의 나이가 137억년이라는 것을 알아낼 수 있었다'고 기술하면서 닫힌 결론을 내리고 있다. 결과적으로, '우주의 기원;에 관한 7종의 교과서 내용 중 한 권에서만 반성적/해석학적 유형으로 기술되었고 6종의 교과서내용은 도구적 유형으로 기술되었음을 알 수 있었다. 따라서 분석 대상이 되었던 '우주이 기원' 단원에서는 융합형 과학교과서가 융합형 과학의 취지를 잘 반영하지 못한 것으로 나타났다.

이상의 분석결과에 대한 원인 중의 하나로 2009개정 교육과정이 개발되고 교육과정을 바탕으로 융합형 과학 교과서가 개발되기까지의 기간이 너무 짧았다는 점을 들 수 있을 것이다. 즉, 교육과정이 발표된 이후 이것에 대한 다양한 연구와 공감의 과정 없이 곧바로 교과서 개발이 진행되었다는 점이다. 이렇게 됨으로써 교과서 저자들은 교육과정의 취지를 충분히 숙지하고 내면화할 시간이 부족하였고, 또한 저자들 간에 충분한 논의를 거친 공동작업이 이루어지지 못한 채로 교과서 개발이 이루어졌을 가능성이 크다고 볼 수 있다. 향후 계속적인 연구를

통하여 융합형 과학의 취지가 교과서에 잘 반영되지 못한 것에 대한 원인을 구체적으로 조사해 볼 필요가 있다고 본다.

또한, 본 연구에 이은 후속 연구로 다음의 연구들이 지속적으로 진행되어야 할 것이다. 첫째, 융합형 과학 교과서 개발과정에 참여한 저자들의 융합형 과학의 취지에 대한 이해, 집필 시 주안점 등에 대한 조사연구가 필요하다. 다음으로, 본 연구에서는 한 개의 단원을 대상으로 연구하였는데, 후속 연구에서는 그 외의 단원을 분석함으로써 융합형 과학 교과서의 전반적인 특징에 대한 연구가 진행되어야 할 것이다. 또한, 본 연구에서는 연구자 관점에서 융합형 과학 교과서의 기술양상을 분석하였다면, 향후 연구에서는 교사 또는 학생의 관점에서 융합형 과학 교과서의 기술 유형을 비롯한 여러 가지 특징들에 대하여 알아보는 것이 필요하다고 본다.

Ⅴ. 연구 3: RT 분석틀에 대한 예비 과학교사들의 반응

이번 연구는 새로 개발된 RT 분석틀에 대한 예비 과학교사들의 이해를 확인하여, 연구자 외에도 분석틀을 이용한 분석이 가능한지를 확인하기 위하여 진행되었다. 이를 위해, 예비 교사들의 RT 분석틀에 대한 이해 정도와 그들이 융합형 과학 교과서를 분석한 결과를 알아보았다. 또한 예비 교사들이 RT 분석틀을 이해하고 분석하는 과정에서 작성한 주간보고서, 반성적 실천 기록지 등을 분석하였다.

구체적인 연구문제는 다음과 같다.

(1) 예비교사들은 RT 분석틀을 이해하고, 이를 이용하여 융합형 과학 교과서를 분석할 수 있는가?

(2) RT 분석틀을 이용한 융합형 과학 교과서를 분석한 경험은 예비교사들에게 어떤 영향을 미쳤는가?

1. 연구 방법

이번 연구는 학생들이 자신의 생각을 기술한 주간보고서와 반성적 실천 기록지에 드러난 내러티브를 탐구한 것이다. 내러티브 탐구는 '개인적 · 사회적(상호작용), 과거 · 미래(계속성), 그리고 장소(상황)'를 중심으로, 기록된 현장 텍스트에 드러난 경험을 분석하는 것이다(소경희, 강현석, 조덕주, 박민정 역, 2007). 본 연구는 시간의 흐름에 따라 예비교사들의 RT분석틀의 이해가능성과 실제 분석과정에서 드러난 의의를 분석하는 것으로서, 내러티브 탐구를 분석방법으로 선택하였다. 특별히 본 연구에서는 삼각 검증법을 활용하여 내러티브의 탐구에 대한 타당성을 확보하려 하였다. 사용된 검증도구들은 주간보고서와 반성적 실천 기록지, 예비 과학교사들이 기말과제로 제출한 새로운 교과서[1] 등이 있다. 본 연구에서는 학생들이 개발한 새로운 교과서와 교과서 분석 결과는 주간보고서와

1) 예비교사들은 한 학기의 수업을 바탕으로 변화된 과학(교과서)에 대한 자신의 신념을 바탕으로 기존의 2009 개정을 바탕으로 과학, 물리1, 물리2의 한 단원을 맡아서 교과서를 제작하였다.

반성적 실천 기록지의 분석 결과의 타당성을 확인하기 위한 삼각 검증의 과정에서 참조 자료로써 활용하였다.

가. 연구의 맥락

본 연구는 2012학년도 2학기 '물리교과교재 및 연구법' 수업을 수강한 9명의 물리전공 예비과학교사를 대상으로 실시하였다. 본 강의는 '최근 물리교과교재에 관한 이슈들을 깊이 있게 분석하고 관련 교재들을 분석하는 경험을 통하여 물리교과교재의 본질과 개발방안에 대한 이해의 폭과 깊이를 심화시키는 것'을 목표로 하였다. 연구자 또한 모든 수업에 예비교사들과 함께 참여하였으며, 9명의 예비과학교사들은 임의로 A~I로 기호화하였다. 수업은 <표 13>과 같이 진행되었다.

<표 13> ‘물리교과교재 및 연구법’ 수업의 흐름

<table>
<tr><th rowspan="2"></th><th colspan="9">날 짜</th></tr>
<tr><th>1주
(09/06)</th><th>2주
(09/13)</th><th>3주
(09/20)</th><th>4주
(09/27)</th><th>5주
(10/04)</th><th>6주
(10/11)</th><th>7주
(10/18)</th><th>8주
(10/25)</th><th>9주
(11/01)</th></tr>
<tr><td rowspan="2">강의내용</td><td colspan="4">RT 분석틀을 이해하기 위한 배경 설명</td><td colspan="5">RT 분석틀을 이용한 실제 분석</td></tr>
<tr><td>강의소개 및 과학(교과서)에 대한 학생들의 인식 조사</td><td>주간보고서에 대한 토의</td><td>주간보고서에 대한 토의</td><td>‘파인만의 물리학강의 - 중력단원’을 지식신념틀로 분석한 후, 토의 & RT 분석틀 소개</td><td>RT분석틀 소개글 읽고 주간보고서를 바탕으로 토의</td><td>융합과학교과서 분석에 대한 토의</td><td>The 1st Asia IHPST 참가</td><td>물리1 분석에 대한 토의</td><td>물리2 분석에 대한 토의</td></tr>
<tr><td>읽기과제</td><td>09개정 교육과정 논쟁에 관한 3편의 논문</td><td colspan="2">김용식-과학·기술시대의 교육문제-하이데거의 철학적 관점에서&권재술 논문
(지식신념틀 읽기-주간보고서는 쓰지 않음)</td><td colspan="2">RT분석틀 소개글</td><td colspan="4">RT분석 논문 & 장회익 칼럼(우주인의 눈)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">쓰기과제</td><td colspan="2">주간 보고서1</td><td colspan="2">주간 보고서2</td><td colspan="2">주간 보고서3</td><td colspan="4">주간 보고서4</td></tr>
<tr><td colspan="6"></td><td colspan="2">9월 반성적 실천 기록지</td><td colspan="2">10월 반성적 실천 기록지</td></tr>
</table>

본 연구는 모든 수업을 대상으로 하지 않고, RT 분석틀에 대한 이해 여부와 교과서 분석과정에서 나타난 의의를 분석할 수 있는 9주까지의 수업내용만을 대상으로 한다. 따라서 모든 수업의 주간보고서와 반성적 실천 기록지를 대상으로 하지 않고, RT분석틀을 이해하기 위한 배경 설명과 분석틀을 이용한 실제 교과서 분석기간 동안 작성한 기록물들로 제한하였다. 주간보고서는 그 주의 과제로 나온 텍스트를 읽고, 예비교사들의 생각을 자유롭게 기입하는 현장 텍스트의 일종이다. 반성적 실천 기록지는 매달 한번씩 그 달의 수업을 반성적으로 성찰한 것을 기입하는 현장 텍스트의 일종이다. 주간보고서와 반성적 실천 기록지의 기입 방법은 교수자가 수업 첫 시간에 예시와 함께 설명하였다.

본 연구는 학생들이 작성한 (1)과학(교과서)에 대한 인식 설문지, (2)그 주에 읽은 텍스트에 대해 알게 된 점과 나의 생각과 질문들을 정리한 주간보고서, 그리고 (3)매달 그 달의 수업을 총정리한 반성적 실천 기록지를 바탕으로, 예비교사들의 교과서 분석틀에 대한(특별히, RT분석틀)에 대한 이해와 과학(교과서)에 대한 생각 변화의 흐름을 관측하여 분석하였다.

나. 자료 수집 및 분석

본 연구를 위하여 수집된 자료로는 과학(교과서)에 대한 인식조사, 주간보고서, 그리고 반성적 실천 기록지를 자료 등이 있다. 이외에도 예비 과학교사들이 2009 개정 교육과정을 바탕으로 구성한 교과서와 예비 과학교사들의 실제 융합형 과학교과서 분석 결과를 참조하였다. 예비 과학교사들이 분석틀을 접하기 전의 과학(교과서)에 대한 인식조사는 설문지를 통해 조사하였다. 교과서는 지식신념틀과 RT 분석틀에 대한 이해와 실제 분석활동을 바탕으로, 예비 교사들이 과학 교육·과학 교과서에 대한 신념을 바탕으로 하여 내용 제한없이 구성한 기말과제이다. 또한 실제 분석 결과는 제공된 분석지를 바탕으로 분석을 하였으며, 분석활동에 사용된 분석지는 부록에 첨부하였다.

본 연구에서 학생들의 주간보고서를 바탕으로 한 수업 내의 모든 토의에 연구자가 참여하였기 때문에, 학생들과 충분히 래포를 형성하였다고 볼 수 있으며 주간보고서의 맥락을 이해하고 있다고 볼 수 있다. 이와 같은 예비 교사와의 래포 형성을 바탕으로 크게 3단계-분석틀을 접하기 전, 중간 과정(분석틀에 대한 이해

의 과정과 실제 분석 과정), 교과서 분석까지 마친 단계-를 중점적으로 비교분석하는 과정을 거쳤다. 첫째로, 분석틀을 접하기 전 예비 과학교사들의 과학(교과서)에 관한 신념을 알아보기 위해 설문지를 통한 과학(교과서)에 대한 인식 조사를 실시하였다. 둘째로, 분석틀을 이해하기 위한 선행 배경들을 접하고 실제 분석하는 과정을 거치면서 예비 과학 교사들이 분석틀을 이해하고 있으며 어떠한 변화 양상이 일어나는지 보기 위해 주간보고서와 9월 반성적 실천 기록지를 분석하였다. 마지막으로, 모든 분석 과정을 거친 후 예비 과학교사들의 신념과 생각을 알아보기 위해 10월 반성적 실천 기록지를 분석하는 과정을 거쳤다.

내러티브 탐구는 현장 텍스트를 수집하고, 이를 분석하고 해석하여 연구 텍스트를 구성해 나가는 과정이다(소경희, 강현석, 조덕주, 박민정 역, 2000). 본 연구에서는 예비 과학교사들의 현장 텍스트(인식 조사 설문지, 주간보고서, 반성적 실천 기록지)를 반복하여 읽으면서 연구문제를 중심으로 연구결과를 정리해가는 과정을 거쳤다. 구체적으로 분석틀에 대한 이해가 심화되고 있는지 그 양상을 보았고, 다음으로 분석틀을 접하고 실제 분석하는 과정에서 공통적으로 나타나는 과학 교육·과학 교과서에 대한 신념의 변화를 분석하였다. 더불어 이러한 분석에 대한 해석을 위해 문헌연구가 더불어 이루어졌다.

2. 연구결과: 예비교사들의 융합형 과학 교과서 분석에 대한 이해

본 연구에서는 연구문제에 따라 크게 다음과 같이 연구결과를 (1)RT 분석틀에 대한 이해와 (2)RT 분석틀이 학생들에게 미치는 영향으로 제시할 수 있다.

가. RT 분석틀에 대한 이해

예비 과학교사들은 RT 분석틀에 대한 이해는 크게 두 가지 측면에서 정리할 수 있었다.

1) RT 분석틀의 지향점

예비 과학교사들은 공통적으로 처음 RT 분석틀의 지향점을 접했을 때, 어려움을 드러내었다. 생소한 개념이었으며, 이전의 수업에서 이야기되던 것들이 아니

었기에 당황스럽고 받아들이기 어려웠다고 하였다. 그러나 실제 분석을 하는 과정에서 융합형 과학의 취지와 뜻을 같이 하는 우주론적 지향이 반영되어 있는 융합형 과학 교과서 혹은 기존의 도구적 지향이 반영되어 있는 교과서를 분석하며, 교재의 지향점에 대한 이해가 심화되는 것을 볼 수 있었다. 이는 분석틀을 접하기 전 융합형 과학에 대한 논쟁점과 기존 과학 교육과 관련한 배경을 충분히 논의한 것이 실제 교과서를 접하면서 씨너지 효과를 불러일으켰다고 보아진다.

> "사실 아직 우주론적인 지향은 무엇이다라고 명확하게 설명을 할 수 있는 단계는 아니다. 그렇지만 지난번에 우주의 기원에 대한 여러 교과서들을 살펴보면서 가장 우주론적인 지향을 하고 있는 교과서였던 천재교육 교과서가 도구적인 타입에 가까웠던 다른 교과서와 많이 다르다는 것을 마음으로 느낄 수 있었다. 첫번째로는 그 흐름이 자연스러웠다. 다른 교과서들은 우주의 크기와 나이의 개념에 대해 분절적으로 서술해서 개념들이 단순히 결합이 되어있는 느낌이 들었다. 그러나 천재교육 교과서는 아인슈타인과 프리드만의 대립이라는 역사적인 주요한 사건을 중심축으로 우주의 크기와 나이에 대한 논의가 자연스럽게 전개되었다. 두 번째로는 대화를 하고 있다는 느낌을 받았다. 타교과서들은 도플러 효과에 대해 전달해주고 허블의 법칙에 대해 전달해주고 우주의 나이 계산법에 대해 전달해주는, 단순히 한 방향을 전달받는 느낌이 들었다. 교재의 논의 속에는 '나'라는 존재는 단순히 전달받는 존재로만 인식될 뿐이었다. 그러나 천재교육 교과서는 여러 잠정적인 서술들, 내가 고민할 수 있게 만드는 질문들로 인하여 저자가 '나'를 생각하고 만들었다는 것을 느낄 수 있었다. 함께 대화하면서 주제를 알아가는 느낌이 정말 좋았다(예비 과학교사 B의 10월 반성적 실천 기록지)."

> "사실 수록되어야 할 기본적인 내용은 모두 주어져 있음에도 불구하고 내용기술 방식 및 구조적인 측면이 달라짐에 따라 교재가 어떻게 달라지는지 선명하게 볼 수 있었고, … 교재를 만드는 데 있어 가장 우선시 되어야 할 것이 과학에 대한 올바른 가치관과 해당 이론에 대한 깊이 있는 이해가 필요함을 느끼게 되었습니다. … 지난 9월에 반성적 실천 기록지를 작성할 당시 가장 큰 어려움을 느꼈던 '지향점'에 대하여 … '오래된 미래'라는 책을 떠올리고 다시 읽어 보게 되었습니다. … 현대 문물을 올바르게 활용하기 위해서는 지금과 같은 도구적 사고방식을 줄이고, 오히려 예전의 사고방식이나 가치관에서 미래를 찾아야 한다고 역설적으로 말하고 있습니다. … 첫 수업시간에 이야기를 나누었던 '단절, 경쟁, 소외'등의 사회 문제가 … 현대 문물 및 도구적인 사고방식으로 인해 그 어느 때보다 부각되고 있음에 동의할 수 있게 되었습니다. … 과거를 그리고 오늘날의 우리 모습을 되돌아봄을 통해 오

늘날 및 미래 과학 사회에 맞는 가치관 및 사고방식을 찾아나갈 수 있을 것이라 생각합니다(예비 과학교사 F의 10월 반성적 실천 기록지)."

"먼저 분석틀의 기준이 매우 추상적이고 깊은 철학을 담고있다보니 실제적인 텍스트로서 눈앞에 있는 교과서를 분석하기에는 어려운 점이 있었다. 하지만 실제로 분석한 논문을 보니 구체적인 방법을 직접 눈으로 볼 수 있어서 '아, 이것이 이런 분석틀이구나'라고 느낄 수 있었다. … 지향점이라는 것을 교과서에 담을 때에는 그 지향점이 텍스트로밖에 나타날 수 없는데, 우리가 실제로 분석하는 것은 텍스트가 담고 있는 '내용기술의 특징'과 '지식의 범주와 구조'이고 그것에 대한 분석을 종합하였을 때 비로소 그 교과서의 내용기술이 담고 있는 과학의 지향점을 알 수 있게 되는 것이다. … 우리가 배워왔던 '우주론적인 지향'은 우주인의 눈에 대해 가르치는 물리교육이었던 것이다. 우리가 지금까지 배웠던 것은 단순히 물리를 '어떻게' 가르쳐야 하는지에 대한 답이 아니라, 물리를 '왜' 가르쳐야 하는지에 관련된 문제였던 것이다(예비 과학교사 G의 10월 반성적 실천 기록지)."

"과학의 지향성의 구분에서 인상이 깊었던 점은 과학의 우주론적 지향이 하이데거의 철학에서 말하는 '사유'와 유사하다는 것이었다. '주체자가 세계와 관계를 맺고 과학과 세계와의 소통을 지향'하는 우주론적 지향은 '인간은 세계의 한 통합된 부분으로서 우리가 속한 세계에 대한 질문을 던짐으로써 그리고 세계가 우리 앞에 그 본질을 드러낼 때까지 기다림으로써 이 세계를 이해할 수 있다(김용식, 1995)는 하이데거의 '사유'와 그 의미를 같이 한다고 말할 수 있다. 더 나아가 '우주론적인 지향에 대한 논의가 억압되어' 있는 현대사회에서 '과학의 지향에 대한 균형 잡힌 논의가 이루어'지도록 한다는 것은 과학교육 내부의 문제를 뛰어넘어 하이데거의 철학을 관통하며 현대 과학기술시대에서 발생하는 문제들을 해결하는 데에 초석이 될 수 있다는 점에서 매우 중요한 의의를 지니고 있다고 할 수 있겠다(예비 과학교사 G의 3차 주간보고서)."

"교과서를 직접 분석하는 과정은 … 명확한 기준이 있음에도 불구하고 쉽지 않았다. 나의 경우 특히 RT 교재 분석틀에 의한 분석이 어려웠는데, 지식 신념틀의 경우 텍스트를 문장 단위로 나누어 분석하는 데 비하여 RT 교재 분석틀에 의한 분석은 다양한 문장의 결합으로 이루어진 하나의 텍스트를 전체적으로 살펴보고 각 소기준(지향점/지식의 구조와 범위/내용기술)별로 1에서 4단계의 단계를 매겨야 하기 때문이다."

"1단계 : 단편적인 과학 지식만의 나열(주입해야 할 지식으로서의 과학, 결과 위주의 과학)

2단계 : 1단계 + 해당 과학 지식이 가진 의의를 밝히고 있음

3단계 : 우주론적 관점(우주 속의 개인에 대한 철학적 접근, 우주에 대한 경외감

등)이 문장 속에서 암시적으로 드러남

4단계 : 우주론적 관점이 직접적으로 드러남"

"제2,3기준(지식의 구조와 범위, 내용기술)에 대하여 먼저 조사한 뒤 1기준(지향점)을 적으면 된다 … 과학의 지향점이라고 하는 것은 단순히 그 기저에 깔린 철학을 직접적으로 서술하는 것으로만 알 수 있는 것이 아니라, 지식을 대하는 태도, 내용을 기술하는 태도에서부터 간접적으로 알 수 있는 것이다. … 따라서 과학의 지향점은 보다 통합적인 논의에 의해 정의될 필요가 있고, 그러기 위해서는 우주론적 관점의 범위가 어느 정도인지를 확실하게 하는 것이 우선시되어야 한다. 과학의 지향점 항목에서 내가 어려움을 겪었던 이유는 내가 지나치게 우주론적 사고에만 집착하여 어떻게든 철학적인 뜻을 함축한 문장만을 찾으려고 했기 때문이 아닐까 하는 생각이 들었다. 우주론적 관점은 단지 과학철학에 국한된 지엽적인 개념이 아니라, 교육사상/과학지식에 대한 접근 방식/환경 및 과학기술 정책, 더 나아가서는 최무영 교수의 물리학 강의에서 등장한 것처럼 예술이나 사상, 외교적 측면에도 영향을 주는 광범위한 새로운 흐름인 것이다. 우주론적 관점을 쉽게 풀어 쓰면 '우주인의 눈으로 보기'가 될 것이다. 즉 우주론적 관점은 단순히 우주적 세계관을 직접적으로 제시하는 것만을 의미하는 것이 아니라 어떤 과학적 문제에 접근하는 하나의 태도를 일컫는 말이었던 것이다. 1.에서는 단순히 문제의 결과 뿐만이 아니라 문제의 과정과 그 문제가 다루는 맥락적인 정보를 활용할 것, 2.에서는 문제를 보는 시야를 넓게 하고 학생으로 하여금 주체적으로(교과서는 도움을 주는 형태로) 문제의 결론을 내리게 할 것이라는 두 가지 결론을 내릴 수 있었다(예비 과학교사 H의 10월 반성적 실천 기록지)."

2) RT 분석틀의 유용성과 지식신념틀과의 관계

RT 분석틀은 과학 교과서의 거시적인 흐름을 통해 지향점을 분석할 수 있는 분석틀이다. 반면, 지식신념틀은 교과서를 미시적·세부적으로 분해하여 요소별로 분석할 수 있는 분석틀이다. 지식념틀을 통해 어떤 지식·신념·환경의 요소들이 들어갔는지를 분석할 수는 있지만, 각 요소들이 어떤 지향점을 가지고 어떻게 구성되어야 하는지를 제시하지는 못한다. 이러한 상호 보완적인 관계를 예비 과학교사들 또한 분석하는 과정을 통해 이해하고 있다는 것을 확인할 수 있었다.

"지식신념틀을 이용해 교과서의 성향을 분석하는 것은 가능하지만 다른 교과서들과의 상대적인 비교가 힘들다는 점이다. … 지식에는 상하관계가 존재한다 … 하지만 상위 지식의 경향을 보이는 교과서가 좋은 교과서라는 점에는 이의를 제기하고 싶었다. 물론 지식신념틀을 이용한 교과서 분석을 했을 때 … 비교를 이용한 분석이 아니라 한 교과서를 가지고 하는 분석이라는 것은 … 기본적으로 보다 나은 교

과서로 나아가는 길을 제시하지 못한다는 분명한 한계를 가지고 있다(예비 과학교사 C의 9월 반성적 실천 기록지)."

"또한 신념에서는 동기적 신념과 인식론적 신념이 중요하다고 본다. 반성적 해석학적 타입을 표방하는 '우주론적인 지향점'과 연결고리로서 작용하는데, 이는 스스로 충분히 사유할 수 있는 계기를 만들어 준다는 점에서 그렇다고 본다(예비 과학교사 E의 10월 반성적 실천 기록지)."

"지식신념틀은 … 보다 객관적이고 정형화된 분석을 가능하게 하였습니다. 하지만 지식신념틀을 통해 교재의 전반적인 가치관을 파악하는 데는 어려움이 있었습니다. 반면에 해석적-기술적 분석틀의 경우 도구적 타입과 반성적 타입으로 나누어 교재의 전반적인 부분을 3가지 측면(지향점, 지식의 범위, 내용 기술의 특징)을 살펴볼 수 있도록 하였습니다. (예비 과학교사 F의 **9월** 반성적 실천 기록지)."

예비 과학교사들은 지식신념틀을 이용하여 비교적 쉽게 융합형 과학 교과서의 세부적인 분석을 하였다. 다양한 맥락적 · 과정적 지식을 기술하고 존재론적 · 인식론적 신념을 기술하는 것이 긍정적지만, 자칫 분량이 지나치게 방대해 질 수 있다는 문제점을 제시하였다. 즉, 다양한 소재를 사용하는 것은 좋지만 이러한 많은 소재들이 어떻게 초점을 맞추어 기술되느냐는 문제점을 제시하였다. 지식신념틀을 이용한 분석에 이어 RT 분석틀을 이용하여 융합형 과학 교과서를 분석하면서 이러한 단점들이 보완될 수 있다는 점을 공통적으로 언급하였다. 즉, RT 분석틀이 교과서에 대한 세부적인 설명을 해주지는 못하지만, 교과서가 어떤 지향점을 가지고 구성되어야 하는지를 제시해줄 수는 있다고 하였다.

나. RT 분석틀이 예비 과학교사들에게 미치는 영향

RT 분석틀은 기존의 과학 교육이 도구적 지향에 편중되어 있는 것에 대한 반성으로 과학교육이 어떤 균형을 찾아야 하는 가에 대한 고민에서 개발된 분석틀이다. 예비 과학교사들이 이러한 RT 분석틀을 바탕으로 융합형 과학 교과서를 분석할 때, RT 분석틀이 가지고 있는 특성의 영향으로 과학교사로써 반성적 성찰이 드러날 것으로 예상하고 현장 텍스트를 분석하였다. 학생들의 텍스트에서 과학에 대한 반성적 성찰과 과학 교육자로서의 반성적 성찰 부분이 부각되었다.

1) 과학에 대한 반성적 성찰

본 연구에서는 예비 과학교사들이 분석틀을 접하기 전 지니고 있는 과학철학적 입장을 알아보기 위해 설문지를 작성하여 학생들의 철학적 입장을 조사하였다. 객관주의 혹은 상대주의의 입장을 취한 학생들은 다른 입장의 과학철학을 가진 학생들과 '과학이란 무엇인가?'에 대한 토의를 가졌다. 토의를 마친 후에도 학생들은 자신의 과학철학적 입장을 버리지 않았고, 이는 9월 반성적 실천 기록지에도 드러난다. 그러나, 분석틀을 이해하기 위한 배경들을 보고 분석틀을 이용한 실제 분석을 거치면서 모든 학생들은 아니지만, 과학철학적 입장의 변화가 나타나는 것을 확인할 수 있었다.

> "작년에 물리교육론 때 과학의 본성 단원을 학습했던 것을 떠올려보면 과학자마다 주장하는 과학의 모습이 많이 달랐다. 과학의 본성은 주관적인데, 객관적이어야 할 것 같은 과학교육이 과학의 본성을 다룬다고 생각하니 자연스럽게 거부감이 들었다. 지난 시간에 파인만의 물리학 강의 교재를 살폈을 때도 파인만이 강하게 자신이 생각하는 과학의 본성을 강하게 주장하는 부분에서도 교재가 이렇게 주관적인 모습을 띠어도 되는 것인지 의문이 들었다. 그러나 새로운 분석틀에 대한 글을 읽고 나서 과학을 배우기 위해서는 과학 지식도 중요하지만 과학의 특성을 아는 것 역시 중요하므로 과학의 본성에 대한 학습 역시 과학교육이 담당해야 하는 중요한 역할이라고 결론을 내렸다(예비 과학교사 B의 3차 주간보고서)."

홍상욱, 임은경, 장명덕, 정진우(2004)는 기존의 과학 교과서가 압축적이고 정제된 과학 지식을 효율적으로 전달하기 위해, 과학 지식이 성립되기까지의 과정을 생략하고 확정적인 언어를 사용하여 과학 지식을 기술하고 있음을 지적하고 있다. 이러한 교과서의 기술은 학생들로 하여금 과학 지식에 대해 왜곡된 인식을 갖게 할 수 있으며, 그 결과 학생들은 귀납주의 철학의 경향이 강하고 이러한 과학철학에 대한 입장은 잘 변하지 않는다. 그러나 교재의 해석적인 서술방식을 통해 이러한 왜곡된 인식의 변화를 바로잡을 수 있다(홍상욱, 임은경, 장명덕, 정진우, 2004). RT분석틀에 내재되어 있는 과학에 대한 균형잡힌 교육에 대한 강조는 반성적(해석학적) 기술에 대한 필요에 대한 강조이다. 이에 예비 교사들이 RT 분석틀을 이해하고 분석하는 과정을 거치면서, 기존의 과학철학적 입장이 변하는 것을 확인할 수 있었다.

2) 과학교육(교과서)에 대한 반성적 성찰

예비 과학교사들이 RT 분석틀을 처음 접했을 때 많은 어려움을 토로하였다. 그러나 수업 시간동안 예비 교사들끼리 토의를 거치고, 실제 융합형 과학 교과서를 분석하면서 RT 분석틀에 대한 이해가 심화되는 양상을 볼 수 있었다. 더불어, 과학교육에 대해 끊임없이 반성적으로 실천하는 모습을 보였으며, 교육봉사 등 실제 교육활동에 이를 적용하며 실행에 옮기는 모습을 보이기도 하였다.

> "학생들에게 닫힌 기술로 알려주면 학생은 교과서에서 알려주는 것이므로 절대적인 진리라고 생각하고 다른 가능성에 대해서는 전혀 생각해보지 않는다. … 지난 주간보고서에서도 언급했지만 물의 끓는점이 100도라고 책에서 보았으며, 그렇게 수업받은 우리들은 라면을 끓이면서, 국을 끓이면서 끓는 물을 수없이 보게되는데도 단순히 저 물을 100도겠지 하고 생각하지 더 이상의 생각은 하지 않게 되는 것이다. … (열린기술의 중요성에 대한 인식을 바탕으로)과학교과서에서 제시되는 그래프는 무조건 진리인 것처럼 제시되는데 실제 실험은 그렇지 않다. 대학에 와서 실험해보니 대부분의 고등학교 실험은 교과서처럼 깔끔한 그래프를 얻을 수가 없다. 이러한 것에 대해서도 교과서에서 과연 어떻게 제시해줘야할지는 한번 생각해 볼만 한 것 같다(예비 과학교사 D의 10월 반성적 실천 기록지)."

> "교재를 만드는 데 있어 가장 우선시 되어야 할 것이 과학에 대한 올바른 가치관과 해당 이론에 대한 깊이 있는 이해가 필요함을 느끼게 되었습니다. … "아인슈타인이 쓴 '물리이야기' 및 여러 잘 쓰인 교양서적들을 교과서와 동일한 틀로 분석을 해 보았는데, … 복잡한 수식과 그 결과를 다루기보다 과학적 가치관 및 패러다임의 변화를 맥락적으로 다룸으로서 '과학의 본질'을 독자에게 전하려는 목표를 가진 듯 했습니다. 특히 오늘날의 과학이 그 자체로서 만고불변의 진리 혹은 이 세상의 실체를 나타내는 것이 아니라 실체를 바라보는 하나의 창이기 때문에 절대적이지 않으며 오히려 새로운 세상 및 현상을 이해하기 위해 끊임없이 관점을 바꾸어가야 한다고 하고 있습니다. 이처럼 과학이 절대적인 것이 아님을 말하면서도 실체 및 본질에 관한 언급을 하면서 상대주의와 객관주의 사이의 균형을 잘 유지해야함을 설명하고 있습니다(예비 과학교사 F의 **10월** 반성적 실천 기록지)."
>
> "객관주의와 상대주의에서 중간의 입장을 가진 학생들이 과학이란 실체를 바라보기 위한 창문과 같다고 묘사하였습니다. 사실 이 부분에서 어느 정도 동의하는 부분과 받아들이기 어려운 부분이 있었습니다. 저는 실체를 바라보기 위한 창이 있다는 것에 대해서는 동의를 하지만 그 자체가 과학이라는 점에 있어서는 동의를 하기 쉽지 않은 것 같습니다. 과학이란 실체를 알아가는 과정 그 자체라고 생각하고, 실체를 바라보기 위한 창은 그러한 과정을 돕기 위한 하나의 과학자를 위한 도구라고

생각합니다. 만약 창문 그 자체를 과학이라 여긴다면 그 창에 따라 실체를 바라보는 관점이나 해석이 달라지기 때문에 과학이 가치중립적일 수 없게 되지만, 과학이란 모름지기 그 무언가인 실체를 알고 싶어 하는 인간의 욕구로부터 시작되었기 때문에 그 관점 자체를 과학이라 할 수 없다고 생각합니다(예비 과학교사 F의 9월 반성적 실천 기록지)."

"지난 시간의 교과서 분석 활동과 이번 주차의 논문은 나로 하여금 과학 교육의 지향점에 대해서 사회적으로, 나 자신에 대하여 개인적으로 돌아볼 수 있는 계기였다. 나는 아직 과학자도 교육자도 아니지만, 과학은 더 이상 과학자가 혼자서 끙끙대며 기계적으로 논문을 위한 논문을 쓰는 것이 아니라고 생각한다. 이제 과학은 모든 사람을 위해서 열려야 하고, 사람들이 과학에 대하여 주체적으로 의견을 낼 수 있어야 하며 다양한 학문이 서로의 아이디어를 받아들여야 할 것 같다(예비 과학교사 H의 3차 주간보고서)."

교사의 전문성에 대해서 수많은 논의들이 진행되고 있으며, 교사의 전문성에 대한 논의는 교사 역량에 관한 논의와 함께 한다고 할 수 있다. 지금까지 교사의 전문성은 크게 지식, 기술, 그리고 신념의 영역에서 논의되고 있다. 지식은 '학생들에게 각 교과내용을 효과적으로 가르치기 위해 교사가 갖추어야 할 능력'(장선영, 박인우, 김명랑, 엄미리, 2008)을 의미한다. 기술은 '교수-학습, 학생지도, 학급경영 등의 학교조직에서 사용하는 독특한 기술이 실제 수행되고 적용되어 장기간의 경험 속에서 축적된 방법적인 것(장선영, 박인우, 김명랑, 엄미리, 2008)을 의미한다. 마지막으로 신념은 '교직적성 및 인성, 교직관, 소명의식과 더불어 교사의 헌신(장선영, 박인우, 김명랑, 엄미리, 2008) 혹은 학생에 대한 교육애, 교직관, 직무수행에 대한 윤리의식(장선영, 박인우, 김명랑, 엄미리, 2008)'을 의미한다. 교사가 실제 교육 현장에서 어떤 지식을 사용하여 어떻게 가르쳐야 하고 마음가짐이 어떠해야 하는지(윤리관, 소명의식 등)를 중요시한다고 할 수 있다.

위와 같은 교사 역량 혹은 교사 전문성에 대한 정의는 효과적인 교수 학습에 있어서 필요한 방법론에 관한 내용들이 주를 이루고 있다. 이는 자본주의 시대·교육시장화 시대에 있어 필요한 교사상이라고 볼 수 있다(장선영, 박인우, 김명랑, 엄미리, 2008). 교육의 시장화 시대를 맞아 수행성과를 '측정할 수 있는' '표준화된' 지표들을 중심으로, 국가는 수행결과를 바탕으로 감시하고 소비자인 학부모들에게 정보를 제공하게 되었다(정훈, 2011). 교육의 결과물을 내고 효율적인

교수학습에 초점이 맞춰지는 양상이 발생하게 될 것이다. 그러나 교직(敎職)에 의한 교육활동은 단순히 효과적인 교수학습을 위한 방법론에 대한 숙고로 그치는 것이 아니라, 그 시대의 삶의 원리, 철학에 관한 조망 아래 구체적 삶의 활동을 계획하는 능력형성에 관여하는 것까지 나아가야 한다(김민남, 1998). 최근 반성적 실천가로서의 교사가 논의되고는 있지만, 아직까지도 기술적 이슈에 한하여 반성적 실천이 강조되고 있을 뿐, 교육의 목적과 가치에 대해서 심도있는 반성까지 강조되고 있지는 못하고 있다(Horrman-Kipp & Artiles & Lopez-Torres, 2003). 실제 우리나라 예비 교사들도 교사가 되기 위한 준비 과정인 대학교 정규 과정 동안 교사상에 대해 생각해 볼 기회가 많지 않았음이 보고되고 있다(장현숙, 이현주, 2011). 예비 교사들은 비판적 지성과 시민으로 교육의 목적과 방향성에 대해 스스로 반성하며 구성해가는 능력을 갖추어야 하며, 교사양성을 위한 수업은 이러한 교사 역량에 관해서도 관심을 두어야 한다(정훈, 2011).

본 연구에서는 위와 같은 맥락에서 의의가 있다. 예비 과학교사들이 분석과정에 있어서 많은 어려움을 토로하긴 하였지만 과학교육이 무엇이고 왜 과학교육을 하여야 하는지, 그리고 어떤 방향성을 가지고 교육을 해야 하는지를 심도있게 고민하고 실제 자신이 하고 있는 과학 교육 현장에 적용하여 보면서 예비 과학교사로써 준비를 해가는 과정이었다.

Ⅵ. 요약 및 결론

1. 요약 및 결론

기존의 과학교육이 분절적이고 단편적인 지식의 습득에 집중되어 온 것에 대한 반성으로 2009개정 교육과정이 개발되었고, 그에 따른 2011년 융합형 과학 교과서가 개발되어 현장에 도입되었다. 즉, 융합형 과학이 과학 지식을 분절적으로 배우기보다는 과학의 맥락 속에서 학생들이 사유하면서 과학의 큰 숲을 보여줌으로써 특별히, 1부에서는 '나는 누구이고 어디서부터 어떻게 온 것인지'와 같은 인간 본연의 근본적인 질문과 관련한 우주의 기원을 다룸으로 과학적 세계관을 형성하는 것을 취지로 하여 개발되었다. 그러나 학교 현장에서는 융합형 과학이 방대한 양의 지식을 담고 있으며, 수준이 너무 어려워 실제 교수학습에 있어서 목표 수준을 어디까지 잡아야 하는지 어려움이 있다는 문제점이 제시되어 왔다. 이에 본 연구는 융합형 과학 교과서가 융합형 과학의 취지대로 기술이 되었는지를 알아보았다. 이를 위해 첫째로, 융합형 과학의 취지를 구현할 수 있는 과학교과서의 기술양상인지를 분석해낼 수 있는 RT 분석틀을 개발하였고, 둘째로 융합형 과학 교과서의 우주의 기원 단원의 거시적·미시적 분석을 시도하였고 RT 분석틀을 통해 거시적 분석을 하고 지식신념틀을 이용해 미시적 분석을 하였다. 마지막으로 예비 과학교사들이 RT 분석틀을 이용해 실제 융합형 과학 교과서를 분석해 봄으로써 RT 분석틀을 이용해 분석이 가능하며, 분석을 해봄으로써 어떤 영향들이 나타났는지를 분석하였다. 분석 결과, 한 권의 교과서가 융합형 과학의 취지와 같이 기술되고 있음을 알 수가 있었다. 또한 예비 과학 교사들도 RT 분석틀에 대해 잘 이해하고 있음을 확인할 수 있었고, RT 분석틀을 이용한 분석이 가능함을 알 수 있었다. 이러한 분석 과정에서 RT 분석틀이 담고 있는 과학(교육)에 대한 철학을 접하면서 예비 과학교사로써 과학 혹은 과학교육에 대한 반성적 실천이 이루어졌다.

본 연구의 결론은 기존 융합형 과학 교과서가 원래의 융합형 과학의 취지를 살리지 못함을 보여준다. 또한 예비 과학교사들의 RT 분석틀을 이용한 융합형 과학 교과서 분석을 통해 그 취지를 반영한 RT 분석틀이 융합형 과학 교과서 분

석에 적용이 가능하다는 것을 보여준다.

2. 후속연구과제

본 연구는 융합형 과학 교과서의 1부 중에서도 융합형 과학의 취지를 잘 반영할 수 있는 '우주의 기원' 단원에 한정하여 분석이 이루어졌다. 융합형 과학이 기술하고 있는 우주론은 학문에 내재해 있는 철학적 의미·과학 교육적 의미가 있는 영역이다. 우주론 중에서도 좋은 소재를 선택하여 소재에 관한 논쟁점에 대해 학생들이 사유할 수 있는 장을 열어주는 것이 중요하다. 후속 연구로 우주론 중에서도 교육적 의미가 있는 소재들을 찾고, 학생들이 사유할 수 있는 우주론에 대한 교육에 대한 연구가 진행되어야 할 것이다. 또한 본 연구는 우주의 기원 단원에 한정하여 이루어졌기 때문에, 남은 단원의 분석을 통해 융합형 과학 교과서에 대한 심화된 이해가 이루어질 수 있을 것이다.

또한 본 연구에 대한 후속 연구로, RT 분석틀에 대한 심화된 연구가 진행되어야 할 것이다. 같은 도구적 타입으로 분류할 수 있는 교과서라고 하더라도 기술양상이 다르기 때문에 교과서를 더욱 정확히 분석하기 위해서는 분석틀의 심화된 연구가 진행되어야 한다.

또한 본 연구는 예비 과학교사에 한해 RT 분석틀을 이용한 분석과정만을 살펴보았으나 과학교육의 또다른 주체자인 학생과 현장의 과학교사들의 RT 분석틀을 이용한 분석과정을 살펴볼 필요가 있다.

참 고 문 헌

강현석, 이순옥(2007). 내러티브를 활용한 교과서 진술 방식의 탐구. **초등교육연구, 20**(3), 177-207.

곽영직, 박정일, 강석철, 우문숙, 김재우, 노기종, 박미아, 박기성(2011). **고등학교 과학 교과서**. 서울: 더텍스트.

교육과학기술부(2009), **교육과학기술부 고시 제 2009-41호 【별책9】에 따른 고교 과학과 교육과정 해설서**. 교육과학기술부.

김근혜(2012). **고등학교 융합형 과학에 대한 과학 교사들의 인식 및 운영실태 조사**. 경북대 석사학위논문.

김민나, 권상운, 이경호(2012). 융합형 과학교과서 '우주의 기원'단원의 내용기술의 특징: 반성적/도구적 유형을 중심으로. **교육과학연구, 43**(4), 165-190.

김민남(1999). 교사교육론과 실천. **교육철학, 17**, 19-37.

김은정(2011). **2009 개정 고등학교 융합형 과학교과서의 에너지와 환경 단원에서 신재생 에너지의 개발이 환경에 미치는 영향에 관한 분석**. 울산대 석사학위.

김종권(2011). **창의인성에 대한 교사와 학생의 인식과 교과서 내용 분석 및 수업 적용 사례: 2009 개정 교육과정 과학 교과를 중심으로**. 단국대 석사학위.

김진영, 오원근, 정진수, 김성원(2012). 2009 개정 과학과 교육과정에 따른 고등학교 과학에 대한 물리전공 교사와 타전공 과학교사의 인식 비교. **새물리, 62**(2), 104-114.

김현수(2012). **우리나라 과학과 교육과정 개정 과정에 관한 연구: 교수요목기부터 2009 개정 교육과정까지**. 서울대 박사 학위논문.

김희준, 강지훈, 권영식, 김경렬, 김선기, 이명균, 이용구, 이진승, 전병희(2011). **고등학교 과학 교과서**. 파주: 상상아카데미.

문선모(1997). **교재학습 연구: 교재구조의 접근**. 서울: 학지사.

박경민(2012). **2009 개정 교육과정에 따른 고등학교 과학 교과서 분석: 화학 영역을 중심으로**. 경기대 석사학위논문.

박유리(2011). **2009 개정 교육과정 고등학교 1학년 과학교과서의 비교분석: 생명과학 영역을 중심으로**. 동국대 석사학위논문.

박주영(2011). **제 7차 교육과정과 2009 개정 교육과정에 따른 10학년 과학교과서 내용 비교분석**. 한양대 석사학위논문.

백남진(2008). 교과서 내용 구성의 방향 탐색. **교육과학연구, 39**(1), 239-267.

손연아, 이학동(1999). 통합과학교육의 방향 설정을 위한 이론적 고찰. **한국과학교육학회지, 19**(1), 41-61.

송미진(2011). **융합형 과학 교과서에 사용된 천문우주관련 용어 분석**. 경북대 석사학위논문.

송신철, 홍보라, 김남희, 한화정, 심규철(2012). 고등학교 융합형 과학 과목 운영에 대

한 고등학생과 과학 교사의 인식 조사 연구. **과학교육연구지, 36**(1), 130-138.

서희숙(2011). **2009 개정 고등학교 과학 교과서에 포함된 과학과 관련된 사회윤리적 문제: SSI의 소재 및 학습 활동 유형 분석**. 이화여대 석사학위논문.

안태인, 안정선, 한인섭, 김대준, 이문원, 권석민, 신석주, 채광표, 이세연, 김명하, 하윤경, 김영호(2011). **고등학교 과학 교과서**. 서울: 교학사

엄희숙(2012). **2009 개정 교육과정 고등학교 융합형 과학에 대한 교사와 학생의 인식 및 수업 운영 실태 조사**. 부산대 석사학위논문.

이경호(2007). 왜 학생들은 물리학을 어려워하는가?: 지식 신념틀을 이용한 물리학습의 어려움에 대한 구조적 분석을 향하여. **새물리, 54**(4), 284-295.

이경환(2001). 교과서관의 변화에 대한 기대. **교과서 연구, 36**, 4-7.

이덕환(2010.11.05). 융합형 과학, 과학교육 정상화의 길. http://news.donga.com/3/all/20101105/32367679/1. 동아일보(2010.11.05.).

이상진, 문승한(2011). 제1장 고등학교 과학 과목 우주와 생명 과학과 문명 단원의 탐구활동 예시자료 분석. **경상대학교 중등교육연구, 23**, 1-28.

이순옥(2006). 교과서 분석의 준거 설정. **교육학논총, 27**(1), 59-82.

이용숙(1993). 교과서와 수업 : 교과서는 이렇게 활용해야 한다. **교과서 연구, 17**, 5-12.

이용숙, 김영준, 이근님, 양미경, 최성욱, 박순경(1995). **교과서 정책과 내용구성 방식 국제비교 연구**. 연구보고 RR 95-17. 한국교육개발원.

이용숙(2009). 분류체계분석과 성분분석법 재개발 실행 연구: 수업분석 적용사례를 중심으로. **열린교육연구, 17**(1), 99-128.

이은숙(2012). **고등학교 과학교사들의 2009 개정 교육과정 과학에 대한 인식 조사**. 한국교원대 석사학위.

이학동(1986). 통합과학교육의 실태조사. **한국과학교육학회지, 6**(2), 43-52.

이향민(2011). **2009개정 교육과정에 따른 고등학교 융합형 과학 교과서 생명과학 단원의 STS 내용 분석**. 울산대 석사학위논문.

오필석, 유시욱, 이석영, 배미정, 손정우, 소영무, 이봉우, 최선영, 최승규(2011). **고등학교 과학 교과서**. 서울: 천재교육

윤희정, 윤원정, 우애자(2011). 2009 개정 교육과정과 융합형 과학 교과서에 대한 고등학교 과학교사들의 인식. **교과교육학연구, 15**(3), 757-776.

장선영, 박인우, 김명랑, 엄미리(2008). 교사 역량에 대한 교사와 예비교사의 인식에 관한 연구. **교육문제연구, 30**(3), 79-107.

장현숙, 이현주(2011). 예비과학교사들의 교사가 되고자 하는 동기와 교사상에 나타나는 특성. **한국과학교육학회지, 31**(1), 14-31.

전동렬, 홍훈기, 전상학, 박영도, 김호련, 유영선, 오소라, 김규태, 권오성, 심정규, 문무현, 김호성, 김현정, 김현희(2011). **고등학교 과학 교과서**. 서울: 미래엔 컬처그룹

전성호(2011). **개정 고1 과학 교과서 생명과학 영역의 연속성과 계열성 검토 및 오슈**

벨의 유의미 학습이론 선행조직자 개념 활용방안 분석. 고려대 석사학위.

정완호, 고현덕, 권혁빈, 김낙현, 김영준, 김웅태, 김희동, 박종석, 송현미, 신미영, 윤용, 임태훈(2011). **고등학교 과학 교과서**. 서울: 금성 출판사

정진수, 오원근(2011). 2009 고등학교 교육과정의 융합과학에서 물리학 개념의 적용. **새물리, 61**(12), 1091-1097.

정훈(2011). 교육시장화 시대의 교사 전문성. **교육철학연구, 33**(3), 161-185.

조영주(2011). 융합과학교과에 대한 과학교사와 교육과정개발자의 인식에 관한 사례연구. **2011학년도 수학·과학과 우수교사 위탁특별연수 개인 연구 보고서**. 서울대학교 과학교육연구소.

조원형(2011). 고등학교 과학 교과서의 흥미 유발 전략과 그 텍스트언어학적 의의. **텍스트언어학, 31**, 311~332.

조정화(2012). **고등학교 융합형 과학교과의 운영실태 및 과학교사들의 인식 조사**. 한국교원대 석사학위논문.

조현수, 강대훈, 강태욱, 김민수, 김연귀, 김희수, 문태주, 이용철, 이정은, 조영우(2011). **고등학교 과학 교과서**. 서울: (주)천재교육

조희형(1988). 과학교육과정 및 과학교수/학습의 이론적 배경과 미래의 과학교육에 대한 시사점. **한국과학교육학회지, 8**(2), 33-41.

천광호(2012). **2009 개정 교육과정에 따른 과학교과서 생명과학 영역의 분석 및 유전 단원에 대한 학년별 연계성 비교 분석**. 고려대 석사학위논문.

최의창(1998). 현행 중등학교 체육 교과서 문제점 파악 및 개선 방안 탐색. **한국스포츠교육학회지, 5**(1), 29-82.

하혜정, 박현주, 김종희, 손정우, 김용진(2012). 고등학교 융합형 과학의 교수 활동에 대한 생물 교사들의 어려움. **생물교육, 40**(2), 267-277.

한화정, 김남희, 홍보라, 심규철(2012). 2009 개정 고등학교 과학 교과서에 제시된 생명과학 관련 창의인성 교수 학습 활동 분석. **생물교육, 40**(1), 158-166.

홍상욱, 임은경, 장명덕, 정진우(2004). 해석적인 서술방식으로 구성된 과학 읽기 자료가 고등학생의 과학철학적 관점에 미치는 영향. **한국과학교육학회지, 24**(2), 234-245.

홍은숙(1999). **지식과 교육**. 서울 : 교육과학사.

Clandinn D. J. & Connelly F. M. (2000). *Narrative Inquiry: Experience and Story in Qualitative Research*. (소경희, 강현석, 조덕주, 박민정 역). 서울: 교육과학사.

Cobern, W. W. (1993). College students conceptualizations of nature:An interpretive worldview analysis. *Journal of research in Science Teaching, 30*(8), 935-951.

Cobern, W. W. (1996a). Worldview theory and conceptual change in science education. *Science Education, 90*(5), 579-610.

Cobern, W. W. (1996b). Constructivism and non-western science education

research. *International Journal of Science Education, 18*(3), 295-310.

Cobern, W. W. (2000a). A sensible way to teach. *Studies in Science Education, 35*(1), 935-951.

Cobern, W. W. (2000b). The rhetoric of science education reform. *The Physics Teacher, 38*(8), 510-511.

Cobern, W. W. & Loving, C. C. (2008). An essay for educators: epistemological realism really is common sense. *Science & Education, 17*(4), 425-447.

Eger, M. (1989). The 'interests' of science and the problem of education. *Synthese, 81*(1),81-106.

Halliday, M. A. & Martin, J. R. (1993). *Writing science:Literacy and discursive power*. London: The Falmer Press.

Hoffman-Kipp, P., Artiles, A. J., & Lo´ pez-Torres, L. (2003). Beyond reflection: Teacher learning as praxis. *Theory Into Practice, 42*(3), 248 – 254.

Ingram, J. B. (1979). *Curriculum Integration and Lifelong Education*. (배진수, 이영만 역). 서울: 학지사.

Kragh, H. (2011). On Modern Cosmology and its Place in Science Education. *Science & Education. 3*(4), 343-357.

Niaz, M. (1998). From Cathode Rays to Alpha Particles to Quantum of Action: A Rational Reconstruction of Structure of the Atom and Its Implications for Chemistry Textbooks. *Science Education. 82*(5), 527-552.

Schwab, J. J. (1962). The Teaching of Science as Enquiry. In J. J. Schwab, & P. F. Brandwein(Eds.). *The Teaching of Science*, (pp.1-103). Massachusetts: Harvard University Press.

Ⅶ. 부 록

〔부록 1〕 융합형 과학에 관한 선행연구 요약

분류	이름 년도	제목	요약	학회지/대학
융합형 과학에 대한 교사(또는 학생)들의 인식 조사 및 실태 조사	김진영 오원근 정진수 김성원	2009 개정 과학과 교육과정에 따른 고등학교 과학에 대한 물리전공 교사와 타전공 과학교사의 인식 비교	정책방향과 취지는 변화의 폭이 적으며 오히려 이해도가 감소하고 있으며, 정책방향과 취지가 교사들의 신념을 변화를 가져올 수 있는 중요한 항목이며, 교육과정을 의도한 대로 전달하는 데 선행되어야 할 조건이므로 이에 대한 연수강화가 필요	새물리
	윤희정 윤원정 우애자 2011	2009 개정 교육과정과 융합형 과학 교과서에 대한 고등학교 과학교사들의 인식	1.“융합형 과학 교과서의 구성과 내용이 2009 개정 과학 교육과정의 목표인 과학 개념의 통합적 이해, 즉 융합 교육의 지향이라는 목표에 부합된다고 생각하는지를 묻는 5번 문항에 대해 ‘그렇다’고 응답한 교사들은 46.7%였으며, ‘그렇지 않다’고 응답한 교사들은 52.5%로 부합하지 않는다고 생각하는 교사들의 비율이	교과교육학연구

			더 높았다(p.764).” 2.“교과서에 고등학교 과학에서 배워야 할 핵심적 내용이 고루 포함되어 있는지를 묻는 8번 문항에 대해 70.0%의 교사들이 ‘그렇지 않다’고 응답하였다. 그 이유를 적어준 응답자는 39명이었는데 그 중 71.8%의 교사들이 심화된 내용이 너무 많다고 생각하는 것으로 나타났다. 12.8%에 해당하는 교사들은 교과서에 수록된 단원의 내용이 지나치게 방대하여 학생들이 많은 내용을 모두 이해하기는 어려울 것 같다는 의견을 제시하였다. 또한 최근의 이론이나 학설과 관련된 내용이 지나치게 많으며 고등학교 2,3학년에서 배우는 심화 과학 과목과의 연계가 적고, 생활 과학적인 측면이 너무 많이 포함되어 있다는 의견도 있었다(p.766).”	
	송신철 외 2012	고등학교 융합형 과학 과목 운영에 대한 고등학생과 과학 교사의 인식 조사 연구	1.융합형 과학 과목 운영의 필요성 ; 보통수준 2.융합형 과학 과목의 수업 내용 3.과학 과목의 수업 효과	과학교육연구지

			;융합형 과학 수업이 첨단 과학과 과학사에 대한 이해, 과학-기술-사회 의 관련성에 대한 이해에 도움 & 과학의 가치, 과학적 탐구의 가치, 과학에 대한 관심 등에 대해서도 긍정적인 영향	
	엄희숙 2012	2009 개정 교육과정 고등학교 융합형 과학에 대한 교사와 학생의 인식 및 수업 운영 실태 조사	교과 내용이 너무 방대하고 교과서에서 다루고 있는 개념수준이 너무 높아서 & 교과서 내용이 어렵고 특정 교과에 편중되어 있어 교과서 내용 수준의 조절이 필요하다고 보았다	부산대 석사학위
	이은숙 2012	고등학교 과학교사들의 2009 개정 교육과정 과학에 대한 인식 조사	융합형 과학에 대한 인식 및 운영 실태 조사 ; 교사들은 융합형 과학의 개선점으로 학습내용의 축소가 가장 필요하다고 인식 & '창의/인성'의 본래 취지를 잘 이해하지 못하고 있음	한국교원대 석사학위
	조정화 2012	고등학교 융합형 과학교과의 운영실태 및 과학교사들의 인식 조사	융합형 과학에 대한 인식 및 운영 실태 조사 ; 전공별로 나누는 경우와 한 명이 모든 영역을 가르치는 경우 비슷&주로 인터넷을 통한 교재 연구&선다형 평가 융합형 과학의 목적/취지에 대해 잘 알고 있으며, 융합형 과학이 학생들의 과학에 대한 흥미나 탐구능력 향상에 도움이 되지 않고 내용	한국교원대 석사학위

			수준을 정하기가 어려움	
	김근혜 2012	고등학교 융합형 과학에 대한 과학 교사들의 인식 및 운영실태 조사	융합형 과학에 대한 인식 및 운영 실태 조사 ; 나누어 가르치고 있는 상황, 부정적인 인식 & 광범위한 범위의 축소&과학 교양교재로서 시사적이고 쉬운 내용으로 & 연수의 필요성!	경북대 석사학위
	하혜정 외 2012	고등학교 융합형 과학의 교수 활동에 대한 생물 교사들의 어려움	융합형 과학 교과서에는 기존 10학년 과학에 비해 새로운 개념이 많이 포함되어 있다. 특히 각 전공 교과 Ⅰ, Ⅱ에 해당하거나, 이를 넘어서는 높은 위계의 개념들도 많이 포함되어 있다. 따라서 타전공 영역에 대해서는 고등학교 1학년 학생들을 이해시키는 것뿐만 아니라, 교사 자신이 이해하기 어려운 내용도 많은 것으로 나타났다.	생물교육
융합형 과학의 연계성 연구	천광호 2012	2009 개정 교육과정에 따른 과학교과서 생명과학 영역의 분석 및 유전 단원에 대한 학년별 연계성 비교 분석	1.교과서의 목차 뿐 만 아니라 교과서간 생명 관련 영역의 내용을 자세하게 분석 2.2009 개정 교육과정에 대한 학생과 교사의 인지도조사(설문) 3.유전단원의 교과 내용 연계성 분석 (내용 강조도 연계성;단원 할당률&지면할당률을 통해, 내용 연계성;선행연구를 바탕으로 한	고려대 석사학위

			연계성 준거모형을 바탕으로 이번 분석에 맞게 재구성)	
	전성호 2011	개정 고1 과학 교과서 생명과학 영역의 연속성과 계열성 검토 및 오슈벨의 유의미 학습이론 선행조직자 개념 활용방안 분석	교육과정의 전환기의 학생들의 효과적인 수업을 위한 방안을 모색하기 위해, 융합형 과학 생명과학 영역의 연속성 및 계열성을 검토하고 오슈벨의 유의미 학습이론 선행조직자 개념을 적용하여 분석한 결과 연속성은 낮고 계열성은 높은 것으로 나타났다. 유의미 학습이론에 의해 삽화를 선행조직자로 사용할 수 있으며 융합형 과학 교과서는 50% 이상의 그림 혹은 삽화를 이용하고 있음을 알 수 있었다.	고려대 석사학위
	박경민 2012	2009 개정 교육과정에 따른 고등학교 과학 교과서 분석: 화학 영역을 중심으로	(경기 수지에서 가장 많이 사용하는 미래엔만 분석) 1.각 단원별 특징 분석(담고 있는 내용) 2.각 단원에 포함된 화학영역을 분석 3.단원별 화학영역에 해당하는 지면 수,그림 수,표 수,문제 수 비교・분석 4.단원별 화학영역에 나타난 탐구영역 수 비교・분석	경기대 석사학위
	한화정 외	2009 개정 고등학교 과학 교과서에 제시된 생	선행연구를 바탕으로 창의 · 인성을 정의하는	생물교육

	2012	명과학 관련 창의인성 교수 학습 활동 분석	몇 가지의 요소를 추출하여, 그 요소들이 어떻게 발현되었는지 분석	
	조원형 2011	고등학교 과학 교과서의 흥미 유발 전략과 그 텍스트언어학적 의의	과학 교과서에서 학생들의 흥미를 끌기 위한 의도로 사용한 서술 방식(특히, 주제 전개 구조)를 텍스트언어학적인 관점에서 고찰: 1.텍스트 구조에서 드러나는 '문체적 특성&빈번하게 사용되는 삽화 등' 이 흥미 유발 전략 2.주제 전개 구조상 특질(단순 선형식 전개 구조, 론도 형식의 주제 전개 구조)	텍스트언어학
	이상진 문승한 2011	제1장 고등학교 과학 과목 우주와 생명 과학과 문명 단원의 탐구활동 예시자료 분석	모든 단원의 탐구활동 예시 기술	경상대학교 중등교육연구
	서희숙 2011	2009 개정 고등학교 과학 교과서에 포함된 과학과 관련된 사회윤리적 문제_SSI_의 소재 및 학습 활동 유형 분석	7종의 과학 교과서에 제시된 SSI를 찾아 그 소재 및 학습 활동 유형에 대해 분석: 1.단원별 핵심SSI주제 기술여부를 표로 제시하고, 각 교과서별 기술의 차이 서술 2.각 단원별로, 학습활동 유형을 양적 분석	이화여대 석사학위
	김은정 2011	2009 개정 고등학교 융합형 과학교과서의 에너지와 환경 단원에서 신재생 에너지의 개발이 환경에 미치는 영향에 관한 분석	7차 교육과정의 과학 교과서와 융합형 과학 교과서 비교: 1.교과서별 기술된 미래형 에너지의 정의와 종	울산대 석사학위

			류 2.교과서별 미래형 에너지의 개발에 따른 장, 단점 3.교과서별 각 에너지 개발에 따른 환경에 미치는 영향에 관한 내용	
	박유리 2011	2009 개정 교육과정 고등학교 1학년 과학교과서의 비교분석: 생명과학영역을 중심으로	(개정의 중점사항이, 과학교육을 통한 창의 · 인성의 신장이라고 보았음) 첫째, 교과서 구성 1.각 과학교과서 목차구성 비교 2.각 교과서에서 생명과학 연계 단원이 차지하는 비중을 분석 3.교과서의 도입부분 을 제시한 유형분석 4.교과서에 삽입된 그림 분석 둘째, 교과서에서 제시한 창의 . 인성 활동 1.창의 . 인성 활동 수 비교 2.과학 . 기술 . 사회(STS) 탐구활 동 수 비교 3.실생활 탐구활동 수 비교	동국대 석사학위
	이향민 2011	2009개정 교육과정에 따른 고등학교 융합형 과학 교과서 생명과학 단원의 STS 내용 분석	선행연구를 바탕으로 STS 관련내용을 선정하여, 각 내용별 할당된 지면수 분석	울산대 석사학위

	조보경 2012	고등학교 융합형 과학의 창의인성 활동이 창의적 인성에 미치는 효과	융합형 과학의 창의 · 인성활동을 실시한 학생들의 창의적 인성 하위 요소 중 유머감이 유의미하게 상승되었음 & 남학생보다 여학생이 유머 감각이 높았으며 남학생은 유머감이 여학생은 유머감과 개방감이 유의미하게 향상되었음	한국교원대 석사학위
	송미진 2011	융합형 과학 교과서에 사용된 천문우주관련 용어 분석	1.교과서별 천문우주과학 범위와 분량 2.교과서별 천문우주과학 주요개념 3.교과서별 천문우주과학 용어분석 & 학술집 용어와 비교	경북대 석사학위
	박주영 2011	제 7차 교육과정과 2009 개정 교육과정에 따른 10학년 과학교과서 내용 비교분석	1.과학교과서의 내용현황분석(내용요소 및 체계 분석) 2.화학,물리,지구과학,생물영역 내용비교 분석 3.Bloom의 신 교육목표분류학에 따른 과학교과서 학습목표 분석	한양대 석사학위
	김종권 2011	창의인성에 대한 교사와 학생의 인식과 교과서 내용 분석 및 수업 적용 사례_2009 개정 교육과정 과학 교과를 중심으로	1. 설문조사 (창의인성에 대한 정의를 바탕으로) 2.교과서 분석 (각 교과서별 창의인성요소들이 몇 개 등장하였는지 분석) 3.교수학습활동분석	단국대 석사학위

[부록 2] 예비 과학교사들이 사용한 분석지

1. 과학의 지향점

1	2	3	4
도구적 타입			반성적(해석학적) 타입

이유(근거) :

2. 지식의 범위 & 구조

1	2	3	4
도구적 타입			반성적(해석학적) 타입

이유(근거) :

3. 내용기술의 특징

1	2	3	4
도구적 타입			반성적(해석학적) 타입

이유(근거) :

Abstract

Characteristics of the Description on 'the Origin of Universe' in Integrated Science Textbooks: Focusing on Reflective Type vs. Instrumental Type

The new 'Integrated science textbooks' are developed on the basis of reflection about problems of science education, which are mainly focused on specific concepts and are fragmented. Although these integrated science textbooks have been introduced in 2011, there have been many problems related to applying the new textbooks in schools. Therefore, this study explored the extent to which the integrated science textbooks reflect the objectives of the new curriculum. At first, we developed a framework for analyzing the integrated science textbooks based on Eger's study. Using two frameworks(framework of knowledge & belief, two types of criteria: instrumental and reflective/hermeneutic) for microscopic & macroscopic analyzing, we analyzed seven integrated science textbooks. Results revealed that only one integrated science textbook could describe various knowledge to understand the science context about 'origin of universe'. And that only one integrated science textbook could be considered a reflective type, others are all of an instrumental type. Therefore, this study concludes that the Origin of the Universe unit of the integrated science textbooks did not meet the objectives of the new curriculum. And pre-service teachers also analyzed seven integrated science textbooks, specially 'the origin of universe' unit for exploring that pre-service teachers can understand RT framework and analyze textbooks. And we inquired that analyzing process has an which effect on pre-service teachers. Results revealed that pre-service teachers can understand RT framework and during analyzing process pre-service teachers did reflective thinking with regard to science and science education.

Key Words: integrated science textbook, interests of science, origin of universe, textbook analysis

이 력 서

김 민 나
서울대학교 물리교육과 석사
Email: minna123@snu.ac.kr

학력

이화여대 물리학과 학사졸업(2006-2010)

서울대학교 물리교육학과 석사과정(2010년 9월 - 2013년 2월)

교육경력

관악청소년회관 교육봉사(2012.01.04.-2012.01.26)

연수여자고등학교 교육실습(2012.04.02.-0212.04.27)

고척고등학교 교육봉사(2012.07.11.-2012.08.06)

연구경력

김민나, 권상운, 이경호(2011). '융합과학교과서'에 대한 이해(Ⅰ) : science interest 측면에서. 제59회 한국과학교육학회 동계학술대회, 2011. 2.18 포스터발표

김민나, 권상운, 이경호(2011). 융합과학교과서의 '우주의 기원'단원의 기술 양상에 관한 분석. 제 60회 한국과학교육학회 하계학술대회, 2011. 8.17 구두 발표

김민나, 권상운, 이경호(2012), Representation of 'Origin of Universe' in the new high school sience textbooks, 'Integrated Science' in Korea, EASE, 2012.10.28. 포스터발표

김민나, 권상운, 이경호(2012). 융합과학교과서의 '우주의 기원'단원의 기술양상에 관한 분석; '과학의 맥락(숲) vs. 세부개념(나무)'를 중심으로, 제 62회 한국과학교육학회 하계학술대회, 2012. 7. 27 포

스터 발표

논문 게재

김민나, 권상운, 이경호(2012). 융합형 과학교과서 '우주의 기원'단원의 내용기술의 특징: 반성적/도구적 유형을 중심으로. **교육과학연구, 43**(4), 165-190.

프로젝트

2012 융합형 과학교사 연구회 참여(2012.5월-11월), 한국과학창의재단

감사의 글

2년 반이라는 시간이 지나 드디어 졸업을 하게 되었습니다. 양육이라는 비전을 품게 하시고, 길을 열어주시고 길을 만들어 가신 나의 주님. 감사하고, 사랑합니다♡

논문을 마치기까지 참 많은 동역자들이 있었습니다. 먼저, 이경호 교수님께 진심으로 감사하다는 말씀을 드리고 싶습니다. 교육에 대해 너무나 무지했던 모습이 기억에 선합니다. 정말 교수님의 도움이 없었다면 힘들었을텐데 삶으로 연구자의 본을 보여주시며 세심히 지도해 주시고 기도해 주신 교수님, 정말 존경하고 감사합니다. 그리고 저희 연구실 분들에게 감사하다는 말씀을 드리고 싶습니다. 함께 공동연구를 진행하고 가장 오랜 시간 함께 해온 상운아, 논문도 함께 봐주고, 같이 논의해 주어 고맙다. 너의 톡톡튀는 아이디어, 정말 멋져! 그리고 늘 연구에 대해 고민하고, 옆에서 생각할 거리를 던져주었던 종봉 오빠. 종봉 오빠를 보면서 참 많이 배웠는데, 정말 좋은 연구자가 되리라 생각해요! 군대 문제로 긴장의 삶을 살고 있는 송현종이 쌤. 힘들텐데도 연구 진행하고 도전하는 모습 멋집니다. 또 제 옆자리에서 힘이 되어주시는 김쌤. 쌤이 오셔서 너무 좋고, 행복했어요. 같이 이야기 나누면서 의지도 되었습니다. 선생님이 학교로 돌아가셨을 때가 너무 기대됩니다. 또 연구실 선배님으로 정말 본이 되시는 변태진 선생님. 졸업하셨음에도 나오셔서 연구하시는 열정. 본받겠습니다! 성실·근면이 무엇인지 보여주신 하상우 선생님. 졸업하고도 그 모습 본받아서 연구의 끈 놓지 않고, 학교 생활하겠습니다! 또 다른 표본이신 정계삼 선생님. 늘 세미나에 참석하셔서 정말 귀한 코멘트 달아주시고, 독려해주시는 선배님이십니다! 또 유은지 선생님, 나현이, 박지연 선생님, 전보석 선생님, 조영주 선생님, 김은선 선생님, 전찬희 선생님 짧은 시간이었지만 같이 지내서 좋았습니다. 마지막으로 2년이라는 시간 동안 함께한 소중한 인연인 윤은미 선생님. 선생님과 함께 해서 정말 든든했고, 같이 현미밥먹고 나눈 시간들이 생각 많이 날 것 같아요. 함께 졸업할 수 있어서 너무 좋고, 방학 때 김쌤과 함께 연수에서 만나요. 마지막으로, 기독선교모임에서 함께한 분들에게 감사의 말씀을 드리고 싶습니다. 이성기, 김영기 선교사님, 이화

진 선생님, 강영창 선생님, 조성민 선생님, 조민규 선생님, 강영래 학생, 최준영 학생, 조헌국 선생님~ 함께 모임을 이루어 주셔서 감사합니다.

또 물리교육과 교수님들께도 감사의 말씀 드리고 싶습니다. 송진웅 교수님. 제일 많은 수업을 들었는데, 수업 들을 때마다 중요한 순간에 결석할 일이 생겼었지요... 그럼에도 수업을 들을 수 있게 받아주시고 가르쳐 주셔서 감사합니다. 논문의 제목도 수정해 주시고! 교수님, 멋지십니다! 안식년으로 멀리 타국에 계신 유준희 교수님. 교육평가 때 수업을 통해 연구에 있어서 수정할 것들 많이 발견할 수 있었습니다. 감사합니다. 또 훤칠한 키와 멋진 미소로 복도에서 뵐 때마다 웃어주셨던 이성묵 교수님. 수업을 못들어서 아쉽지만 다음에 기회가 된다면 또 뵐 수 있었으면 좋겠습니다. 또 전동렬 교수님, 생활 속의 물리를 교수님께 듣지 못해 아쉽지만 학부생들을 통해 교수님의 물리에 대한 열정을 듣곤 하였습니다. 멋지십니다.

2년 반이라는 시간 동안, 바쁘다는 핑계로 못 만났지만 여전히 곁에서 응원해주는 고마운 친구들. 고맙다잉~ 강릉에 내려가면 그리울 거야~ 그리고 늘 저의 대학원 생활을 지지해주시고, 아껴주셨던 장로님과 권사님께도 감사드립니다. 정말 많은 도움이 되었던 엄마. 남들처럼 취직해서 용돈을 드려야 할 나이인데 뒤늦게 공부하겠다는 딸을 뒷바라지 하느라 힘든 시절을 같이 감당해줘서 고마워유~~ 엄마가 없었으면 절대 석사 과정 마치지 못했을텐데. 어려움이 와도 신앙으로 이겨내고, 인내하며 하루를 살아내는 모습, 존경합니다. 그리고 동생아! 언니가 공부하느라 집에 없었는데 강릉에 내려가 또 집에 없구나~ 쓸쓸하겠지만, 자주 올라올테니 엄마랑 잘 보내고 있으렴. 일찍 취직해서, 정말 고생이 많다. 마지막으로 늘 옆에서 힘이 되어주는 성민형제. 가끔 틱틱대고 신경질내도 묵묵히 받아주고 함께 해주어 고맙구.. 앞으로도 잘 부탁해요.

논문을 완성하기까지 필요한 논문을 만나게 해 주시고, 필요한 논의가 이루어지게 해주신 주님. 이 논문이 한 알의 귀한 밀알이 되길 소망합니다.

그들의 자손을 뭇 나라 가운데에, 그들의 후손을 만민 가운데에 알리리니 무릇 이를 보는 자가 그들은 여호와께 복 받은 자손이라 인정하리라(사 61:9)

2013년 1월 배움의 땅 KLOPE 연구실에서