



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](#)

교육학석사 학위논문

교육과정 개정에 따른 과학의 본성
수준 및 반영 정도 분석

2009 개정 교육과정과 2015 개정 교육과정
사례 분석

2020년 8월

서울대학교 대학원
과학교육과 화학전공
정 명 현

교육과정 개정에 따른 과학의 본성 수준 및 반영 정도 분석

2009 개정 교육과정과 2015 개정 교육과정
사례 분석

지도교수 홍 훈 기

이 논문을 교육학석사 학위논문으로 제출함
2020년 6월

서울대학교 대학원
과학교육과 화학전공
정 명 현

정명현의 석사 학위논문을 인준함
2020년 6월

위원장 정 대 홍 (인)

부위원장 홍 훈 기 (인)

위원 유 재 훈 (인)

국문초록

지난 수십 년간 과학의 본성의 중요성은 지속적으로 강조되어왔다. 본 연구에서는 2009 개정 교육과정에서 2015 개정 교육과정으로 교육과정이 개정됨에 따라 과학의 본성 반영 정도와 그 수준이 어떻게 변화되고 있는지 알아보았다. Abd-El-Khalick (2008)의 과학의 본성 정의를 반영하여 구성된 이정원 외(2016)의 NOSAT(Nature of Science analyzing tool) 분석틀을 이용하여 2009 개정 교육과정 융합 과학 교과서와 2015 개정 교육과정 통합과학 교과서의 과학의 본성의 영역과 수준을 분석하였다. 분석 결과 융합과학과 통합과학 모두에서 가장 많이 나타난 과학의 본성 영역은 이론, 관찰추론, 사회문화로 나타났다. 두 교과서 모두에서 암시적인 관점의 서술의 비율이 명시적인 관점의 서술에 비해 높게 나타났다. 두 교과서의 과학의 본성을 서로 비교한 결과 각 출판사의 과학의 본성 서술 방향에 따라 과학의 본성의 빈도 및 명시성의 정도가 서로 다르게 나타났다. 교과서 집필 방향에서 명시적인 서술이 더 증가하는 것이 필요하고, 일부 과학의 본성 영역에 편중되어 있는 현상을 줄이고 각 과학의 본성 영역이 균형 있게 배치되도록 하는 것이 필요할 것으로 보인다.

주요어 : 과학적 소양, 과학의 본성, 교과서 분석, 2015 개정 과학과 교육과정, 2009 개정 과학과 교육과정

학 번 : 2018-20635

목 차

I. 서론	1
1.1 연구의 필요성과 목적	1
1.2 연구 문제	5
1.3 연구의 제한점	5
II. 이론적 배경	7
2.1 과학적 소양	7
2.2 과학의 본성	8
2.2.1 과학의 본성의 정의	8
2.2.2 과학의 본성의 전달방식 : 명시성과 암시성	9
III. 연구 방법	11
3.1 분석 대상	11
3.2 분석 도구	11
3.3 분석 방법 및 절차	13
IV. 연구 결과	16
4.1 2009 개정 교육과정 융합과학	16
4.1.1 과학의 본성 범주별 분석	16
4.1.2 과학의 본성 단위별 분석	18
4.2 2015 개정 교육과정 융합과학	22
4.2.1 과학의 본성 범주별 분석	22
4.2.2 과학의 본성 단위별 분석	25
4.3 교육과정별 비교분석	29

4.3.1 과학의 본성 범주별 분석	30
4.3.2 과학의 본성 명시성 분석	31
V. 결론 및 제언	33
참고문헌	36
Abstract	40

표 목 차

<표 1>	10
<표 2>	14
<표 3>	15
<표 4>	19
<표 5>	20
<표 6>	21
<표 7>	22
<표 8>	26
<표 9>	27
<표 10>	28
<표 11>	29
<표 12>	30

그림 목 차

[그림 1]	16
[그림 2]	17
[그림 3]	18
[그림 4]	23
[그림 5]	24
[그림 6]	25

I. 서론

1.1. 연구의 필요성 및 목적

급변하고 복잡한 문제들이 쏟아져 나올 미래 사회를 대비하기 위해서는 각 사람이 과학적 소양을 갖춘 사람이 되어 문제를 과학적 지식과 과학적인 방법으로 합리적으로 진단하고 해결하도록 하는 것이 필요하다. 과학교육의 목표는 학생들에게 자연 현상이나 사회 현상을 보고 과학적 지식과 과학적 탐구 과정을 통해 원리와 현상을 규명하고 설명하는 민주적 과학 소양을 갖춘 시민의 양성에 있다.

이제 과학은 과학자 집단의 전유물이 아닌 현대 사회를 살아가는 모든 이에게 그들이 당면한 다양한 문제들을 합리적으로 해결하기 위한 필수적인 요소가 되어가고 있다. 이에 발맞추어 과학 교육은 과학의 외형적 지식 습득에 그치는 것이 아닌, 과학적 사고 과정을 통해 실제 문제를 과학을 사용하여 합리적으로 해결할 수 있는 과학적 실행(Scientific practice)을 할 수 있는 사람을 양성하는 것이 목표가 되어야 한다(Bybee, 2011). 2015 개정 과학과 교육과정에서 ‘통합 과학’은 모든 학생이 과학의 개념을 이해하고 과학적 탐구 능력과 태도를 함양하여 개인과 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결할 수 있는 과학적 소양을 기르는 것을 목표로 한다(교육부, 2015). 여기서 과학적 소양이란, 과학 지식을 이해하는 것뿐만 아니라 과학적 사고를 통하여 실제 일상에서 다양한 문제들을 해결하고 과학적 근거에 기초하여 합리적인 의사결정을 할 수 있는 역량을 포함하는 개념으로(Hurd, 1958) 과학에 대한 소질이 있는 학생들뿐 아니라 모든 학생들이 지속적으로 갖추어 나가야 할 기본적인 소양을 의미한다(이정원 외 2016).

이러한 과학적 소양의 함양을 위해서는 과학의 본성에 대한 이해가 필수적이다(Meichtry, 1992; NSTA, 1971; 노태희 외, 2002). 과학적 소양을 지닌 시민을 양성하기 위해 과학의 본성에 대한 올바른 이해는 중요한 목표

로 주장되었다(노태희 외, 2002). 과학의 본성은 과학에 대한 올바른 이해를 형성하는 데 필요한 핵심요소 중 하나임에는 분명하며(김지혜 외, 2016), 과학의 본성에 대한 이해는 곧 학생들이 과학자의 시야를 배움으로써 과학적 방법과 과학적 사고 과정을 이해할 수 있음을 나타낸다(노태희 외 2002). 과학의 본성은 과학의 한계, 과학적 방법, 과학적 의사소통, 과학과 사회와의 밀접한 관계를 배우는 데에도 핵심적인 위치를 차지하며, 학생들이 향후 사회에서 각자의 역할을 분명히 수행할 수 있도록 하고 과학자들이 하는 일을 경험하고 과학 활동에 직접 참여해보게 함으로써 그들의 삶을 풍성하게 할 수 있다는 장점이 있다(AAAS, 1993). 학생들이 생활 속에서 겪게 될 다양한 사회적 문제들에 대해 합리적인 의사결정을 내리는 데 필요한 지식, 기술, 태도 등을 함양하기 위해서는 과학의 본성에 대해 이해하는 것이 필수적이다(Meichtry, 1992). 따라서 학생들에게 과학의 본성을 가르치는 일은 과학 지식 자체를 가르치는 것 이상으로 중요한 의미가 있을 것으로 사료된다.

우리나라 과학교육의 목표에서의 ‘과학의 본성’의 학습은 5차 교육과정 이후부터 현재의 교육과정에 이르기까지 매우 중요하게 다루어지고 있다. 2009 개정 교육과정에서도 과학의 본성 영역 중 과학의 잠정성, 과학 방법의 다양성, 과학 윤리, 과학 기술 사회의 상호작용, 과학적 모델의 특성 등의 내용을 적절한 소재를 활용하여 지도한다는 지침이 있으며, 2015 개정 교육과정에도 통합과학을 비롯한 선택 과목의 교육 지침에 과학의 본성을 지도한다는 지침이 존재한다(교육과학기술부 2011, 교육부 2015). 2015 개정 교육과정 과학과에서는 핵심 역량의 구현을 위해 다섯 가지 ‘과학과 교과역량’을 도입하였는데, 각각은 기본 개념의 통합적인 이해, 과학적 사고력, 과학적 탐구 능력, 과학적 문제 해결력, 과학적 의사소통 능력, 과학적 참여와 평생 학습 능력이고, 이것들은 과학의 본성의 학습과 연관되어 있다.

한편, 세계 각국에서 과학 교과서는 교사와 학생 모두에게 중요한 교수학습 자료이다(Chiappetta & Koballa, 2010). 90%에 달하는 고등학교 교사들이 과학 교과서를 기본적인 교과 지도와 과제 부여에 이용한다는 연구 결과들과 함께(Weiss, Nelson, Boyd, & Hudson, 1989), 과학 교과서는 과학

지식을 제공받을 수 있는 일차적 자료, 탐구 활동 등을 통해 학생들에게 과학의 과정을 경험할 수 있도록 돕는 안내서의 역할을 한다는 점에서 중요하다. 교육과정 개정에서 강조하고 있는 과학의 본성이 과학 교과서에 얼마나 제대로 반영되어 있는지를 분석하는 일은 교육과정과 교과서의 연계성을 살필 수 있도록 돕고, 나아가 교사들에게 과학의 본성에 대한 교수·학습 자료와 방법을 제공해주는 데 도움을 줄 것으로 판단된다(동효관, 2004). 많은 교육 개혁 지침서들이 교과서의 평가와 분석에 대한 중요성을 말하고 있으며(NRC, 1996; AAAS, 1996), 교과서 분석은 교육과정의 올바른 평가와 개발에 도움을 줄 수 있어 교육 목적의 실행을 돕는다. 이런 측면에서 교과서가 올바른 관점의 과학의 본성을 가지고 있는지, 어떻게 표현하고 있는지를 알아보는 것은 과학의 본성에 대한 효과적인 교수와 함께 필수적으로 선행되어야 할 것이다(이영희, 2013; Chippetta & Fillman, 2007).

그런데 2015 개정 과학 교육과정이 본격적으로 시행되어 단위학교에서 개정된 교과서로 수업을 시작한 지 5년이 지난 지금에도 교과서에 과학의 본성에 관한 내용이 어떠한 방식으로 얼마나 반영되어 있는지를 체계적으로 분석한 연구는 드물다. 특히 2009년 융합과학 교과 대비 2015 통합과학 교과에서 과학의 본성 영역과 내용의 변화를 살핀 연구로는 이정원 외(2016)에서 2009 개정 교육과정 융합과학 중 지구과학 부분을 다룬 것이 있으나, 지구과학 부분에 한정되어 연구가 진행되었고 전영빈(2019)의 2015 개정 교육과정 통합과학에 대한 연구는 Chiappetta et al.(1991)와 이영희(2013)의 분석틀을 이용하여 분석하였으나 4개의 체계에 대한 통계로 표현하여 개괄적인 과학의 본성 반영 정도만을 평가할 수 있었다.

따라서 본 연구는 2009년 융합과학 교과서 대비 2015 개정 교육과정의 통합과학 교과서에서 과학의 본성(이하 과학의 본성을 NOS(Nature of Science))의 요소와 표현 방식, 반영 비율, 그리고 이것이 과학의 본성을 가르치는 면에 어떻게 영향을 주고 얼마나 잘 반영되었는지 NOSAT(Nature of Science Analyzing tool)을 사용하여 체계적으로 분석하고자 한다(이정원 외, 2016; Abd-El-Khalick, 2008).

1.2. 연구 문제

본 연구에서 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 2009 개정 교육과정 융합과학 교과서에는 과학의 본성의 종류와 명시성이 어떻게 분포되어 있는가?

둘째, 2015 개정 교육과정 통합과학 교과서에는 과학의 본성의 종류와 명시성이 어떻게 분포되어 있는가?

셋째, 교육 과정이 변화됨에 따라 과학의 본성의 분포는 어떻게 달라졌는가?

1.3. 연구의 제한점

본 연구는 2009 개정 교육과정의 융합 과학과 2015 개정 교육과정의 통합 과학의 일관성 있는 비교를 위해 두 교육과정에서 동시에 교과서를 출판한 세 출판사를 선정하여 비교하였다. 따라서 이 결과를 통해 전체 2009 개정 교육과정의 융합 과학과 2015 개정 교육과정의 통합과학의 본성을 모두 일반화하기에는 어려움이 있을 수 있다.

II. 이론적 배경

2.1. 과학적 소양

과학적 소양(Scientific literacy)이란 과학 개념에 대한 지식과 이해를 바탕으로 각 사람이 민주 시민으로서 자신의 의사결정이나 사회 경제적인 문제에 대해 올바르게 해결할 수 있는 과학적 지식의 실제적인 활용 능력을 의미한다(NRC, 1996). 1940년경에 Conant에 의해 처음 언급되었고(Holton 1998), 이후 Hurd(1958)에 의해 보다 정교한 형태로 정의되었다. 그는 과학적 소양을 과학에 대한 이해와 이를 속해 있는 사회집단에서 활용할 수 있는 능력으로 정의하였다. 또한, 그는 과학적 소양이 성숙한 시민으로서 합리적인 결정을 하는데 필수 불가결한 요소임을 강조함으로써 과학적 소양 교육에 대한 정당성을 부여하였다.

과학적 소양이라는 개념이 대두되는 데에는 과학이 단순히 특정 전문화된 과학자 집단에서만 향유되는 전유물이 아니라, 21세기 사회를 살아가는 모든 사람에게 필요하다는 모든 이를 위한 과학이라는 의식, 갈수록 복잡다단해지고 다양한 측면의 지식을 필요로 하며, 급변하는 사회에서 각 사람이 효과적으로 대응하기 위해서는 단순한 과학 지식의 대입 방식으로는 가능하지 않고, 과학적 방법을 활용할 수 있는 능력, 과학적 가치 판단 능력, 의사소통 능력, 향후 나타날 미래에 대한 예측 능력 등의 복합적인 능력이 필요하다는 의식 등이 반영된 것이라 볼 수 있다.

OECD(Organization for Economic Cooperation and Development)의 PISA(Programme for International Student Assessment) 2006에서 구체적으로 정의된 과학적 소양은 다음과 같다(Bybee, 2009; OECD, 2006).

- 과학적 지식을 활용하여 새로운 지식을 얻거나, 과학 현상을 설명하거나, 과학과 관련된 문제들에 대해 증거 기반의 결론을 얻을 수 있는 능력
- 과학이 인간의 지식과 탐구의 산물이라는 것에 대한 이해

- 과학과 기술이 우리의 물리적, 지적, 문화적 환경을 형성하는 방식에 대한 인식
- 건설적이고 사려 깊고 반성적인 세계시민으로서 과학과 관련된 사회 문제들에 대해 적극적으로 해결하고자 하는 의지

미국과학진흥협회 (American Association for the Advancement of Science, 이하 AAAS)에서는 Project 2061 (AAAS, 1989)를 시작으로, 과학적 소양에 대한 정의에 대해 밝히고 있고, ‘과학적 소양을 위한 기준 (Benchmarks for the scientific literacy)’을 통해 과학적 소양을 어떻게 학생들에게 적용할 것인지 제시하였다. 우리나라에서도 5차 교육과정에서부터 2009 개정 교육과정, 2015 개정 교육과정에 이르기까지 지속적으로 과학적 소양을 함양하는 교육을 강조하고 있다(문교부, 1987; 교육인적자원부, 1997; 교육과학기술부, 2011; 교육부, 2015). 과학적 소양이 과학에 대한 탐구와 정의적인 영역과 연관된 항목이고 이는 과학에 대한 태도와 과학 활용 능력과 관계되어 있기에 과학적 소양을 강조하는 것이다.

2.2 과학의 본성

2.2.1. 과학의 본성의 정의

과학의 본성(Nature of Science, NOS)은 과학이 지닌 본질적인 속성을 의미하는 것으로(이영희, 2014), 과학의 본성은 과학 인식, 과학 과정, 과학 방법, 과학 지식의 발전에 영향을 미치는 인지·정의적인 요소를 말한다(Lederman 1992). 다양한 학제 간의 융합적인 영역을 가지는 것이라 할 수 있고(McComas & Olson, 2000), 과학의 다양한 분야를 조망할 수 있기 때문에 과학에 대한 메타지식이라고도 한다(Clough, 2011). 과학의 복잡하고 다면적인 특징으로 인해 철학자, 사회과학자, 과학사학자, 과학교육자들은 NOS의 의미나 정의에 대하여 일치되지 않는 견해를 보인다(Lederman, 2002). 이는 과학의 본성이 과학 자체가 가지고 있는 역동적이고 복잡한 특성을 공유하고 있고, 급변하는 현대 사회가 요구하는 기준에 따라 변하는

열린 개념의 형태로 존재하고 있기 때문이다(조은진 외, 2018).

이러한 역동적인 특징이 있음에도 NOS를 강조하는 이유는, NOS가 과학 지식이나 과정을 학습하는 데 있어서 근본적인 영역이므로 학생들에게 교수하는 것이 중요하기 때문이다(이영희, 2014). 비록 과학의 본성에 대한 연구자들의 견해는 조금씩 다르고 명확히 합의된 관점은 존재하지 않지만, 교육에 적용할 수 있는 수준의 공통된 합의점은 존재한다. 교육적인 수준에서 합의된 NOS의 구체적인 정의로는, 미국의 Lederman 외(2002)이 제안한 여덟 가지 또는 일곱 가지 리스트 형태의 선언적 문장으로 구성된 ‘과학 지식의 본성(Nature of scientific knowledge, 이하 NOSK)’이 있다. 실제 교육 현장에서 학생들에게 NOS에 대한 인식을 심어주는 것이 목적이라면 소모적인 철학적인 논쟁으로 학생들을 끌어들이는 것은 부적절하다고 판단이 되어 본 연구에서는 Lederman 외(2002)의 NOSK와 Abd-El-Khalick(2008)의 합의된 형태의 NOS를 참고하여 분석 기준으로 삼고 연구를 진행하였다.

2.2.2. 과학의 본성의 전달 방식 : 명시성과 암시성

과학의 본성을 제시하는 두 가지 방법으로 명시적인 방법과 암시적인 방법이 있다. 암시적인 방법은 학생들에게 과학 탐구학습과 과학자가 되어보는 활동 등을 통해 간접적으로 과학의 본성을 습득하도록 하는 접근 방법이고(Moss 외, 1998), 명시적인 방법은 과학의 본성을 학습 목표 전면에서 명시적으로 제시하고, 계획적이고 의도적인 방식으로 학생들에게 직접 가르치는 방법이다(Abd-El-Khalick 외, 2000; 김경순 외 2008). 암시적인 방법은 여러 연구 결과에 따르면 학생들의 과학의 본성을 변화시키는데 효과적이지 않다는 결과가 있다(Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002). 이는 암시적인 방법이 학생들이 과학자와 같은 활동을 하면 자연스럽게 과학의 본성을 학습할 수 있으리라는 전제에서 출발하였기 때문이다. 과학의 본성은 그 인식론적 특성상 현상 이면에 있는 과학에 대한 본질적인 개념을 학습하는 것이기 때문에 단순한 활동을 수행하는 것만으로는 학생들이 그 의미를 자각하기

어려우며(Abd-El-Khalick외, 2008) 여러 연구 결과에서도 암시적인 방법의 효과는 뚜렷하지 않다는 결과가 많다(Abd-El-Khalick 외, 2000; Mechitry, 1992). 반면 명시적인 방법은 과학의 본성에 대한 학생들의 이해와 인식 변화에 긍정적이라는 연구 결과가 보고되었다(노태희 외 2002; 김경순 외 2008). 백성혜 외(2010)도 명시적인 과학의 본성의 수업을 통해 예비교사들의 과학의 본성에 대한 인식 변화에 긍정적인 효과를 유발하였다는 연구 결과가 있다. 이상에서 과학의 본성은 명시적으로 전달될 때 학습 효과가 높고, 과학의 본성의 효과적인 전달을 위해서는 교과서가 명시적인 과학의 본성을 많이 포함해야 함을 알 수 있다.

III. 연구 방법

3.1 분석 대상

본 연구에서 교과서 분석은 2009 개정 교육과정 융합과학 3종 교과서와 2015 개정 교육과정 통합과학 3종 교과서를 대상으로 분석을 실시하였다. 2009 개정 교육과정의 융합과학과 2015 개정 교육과정의 통합과학을 함께 비교하기 위해 두 교육과정에 해당하는 교과서를 모두 편찬한 세 개의 출판사(미래엔, 비상, 천재)를 선정하였다

3.2 분석 도구

3.2.1. 과학의 본성 범주별 분석

본 연구에서 교과서 분석은 김영선(2013)이 제시한 NOSAT를 참고하여 2009 개정 교육과정 융합과학과 2015 개정 교육과정 통합과학의 분석을 위해서 10가지 과학의 본성을 그 분석틀로 사용하였다. 또한 10가지 과학의 본성 명칭의 의미 구분을 명확히 하기 위하여 Abd-El-Khalick 외(2008)을 참조하여 수정 후 사용하였다.

<표 1> 과학의 본성 범주 명칭 비교

약어		김영선(2013)	수정
EMP	Empirical	검증가능	실험(실제)적 검증 가능성
TEN	Tentative	잠정성	
THE	Nature of theory	이론	
LAW	Nature of Law	법칙	
CRE	Creative and imaginative	창의력	창의성
INF	Inference	추론	관찰추론
SUB	Subjectivity	주관성	주관성(이론 의존성)
EMB	Social and cultural Embeddedness	사회문화	
ENT	Social aspects of scientific enterprise	사회합의	과학자 사회합의
MET	Scientific method	과학적 방법	

3.2.2. 과학의 본성 수준별 분석

과학의 본성 수준은 두 가지 기준, 즉 과학적 관점과 명시적인 관점을 두 가지 축으로 구분하여 전자의 기준에서는 과학적 관점과 그렇지 않은 순수한 관점을 각각 ‘+’와 ‘-’로 구분하고, 후자의 기준에서는 명시적인 관점과 암시적인 관점을 각각 ‘2’와 ‘1’로 구분하여 분석을 진행하였다.

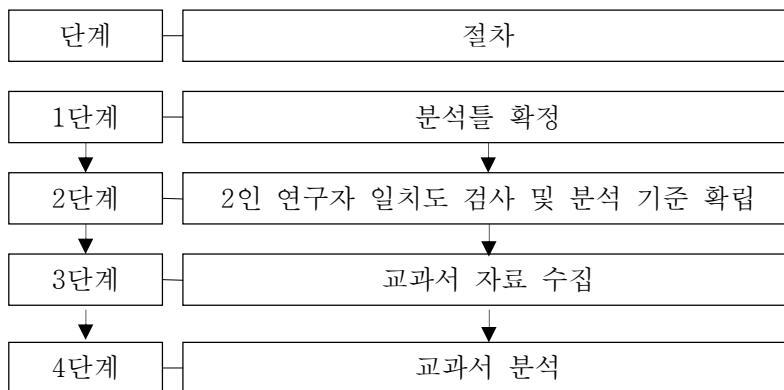
본 연구에서는 기존 이정원 외(2016)에서의 연구에서와 달리 명시성에 대한 기준을 전반적으로 완화하였다. 교과서 분석 과정에서 내용적으로는 ‘명시적’이지만, 표현 형식, 주어 사용 측면에서 암시적이라고 판단될 수 있는 문장을 다수 발견하였다. 교과서의 사용 주체가 고등학생이고, 그들의 지적 수준에 맞춰서 교과서가 편찬됨을 고려할 때, 이러한 것도 포괄적으로 명시적 관점에 포함하는 것이 실제 교과서의 명시성을 판단할 때 타당하다. 따라서 두 교과서 간 비교 분석 유의미성을 확보하기 위해 명시성의 기준을 다소 완화시켜 표현 형식, 주어 사용 측면을 고려하지 않고 내용상으로는 명시적인 문장들은 명시성이 있다고 판단하여 ‘2’를 부여하였다.

3.3. 분석 방법 및 절차

3.3.1. 분석 단위

분석 단위로 한 문단(paragraph)을 기본으로 하되, 탐구 및 실험 영역은 하나의 실험을 한 단위로 하고 질문하기는 한 단위, 그림과 설명 자료를 한 단위로 분석하였다. 그림이나 설명, 도표 중 본문에 있는 내용과 겹치는 것은 제외하였다. 분석 단위 내에 한 개 이상의 과학의 본성 항목이 나올 경우 각각에 대해 독립적인 항목으로 계수하였다.

3.3.2. 분석 절차



화학 교과 외에 물리, 생물, 지구과학의 분야의 전문가의 자문 하에 과학의 본성의 타당성과 적절성을 검증 받은 후, 전체 융합과학과 통합과학의 과학의 본성 분석을 완료하였다.

분석 대상 교과서는 이영희(2014)의 방법론을 참고하여 내용이 있는 전체 페이지의 20%를 임의 추출하였으며, 그 페이지 내에서 분석하는 방법을 사용하였다.

분석 신뢰도 확보를 위해 석사 과정 연구자 2인이 분석 틀을 이용하여 동일한 교과서 1권을 분석한 결과, 일치도는 0.96으로 나타났고, 연구자 간

이견이 있는 부분은 충분한 논의를 거쳐 분석 기준을 명확히 하였다. Cohen's Kappa 값은 0.75으로, Landis & Koch(1977)에 따르면 충분한 일관성을 확보하였다고 볼 수 있다. 나머지 교과서에 대한 분석은 연구자 1인에 의해 진행되었다.

3.3.3. 분석 예시

<표 2>은 과학의 본성 분류표에 의해 ‘과학적이며 명시적 관점’으로 분석된 예시이다. ‘+2’는 표현 형식상 암시적으로 보일 수 있지만, 내용적인 측면에서는 명시적으로 학습될 여지가 있다고 판단된 예시에 해당한다. <표 3>은 과학의 본성 분류표에 의해 ‘과학적이며 암시적 관점’으로 분석된 예시이다. <표 2>의 예시와 마찬가지로 표현 형식상으로 암시적인 것은 동일하지만, 내용적으로도 암시적으로 나타남을 알 수 있다.

<표 2> 과학의 본성 분석 예시 - 과학적이며 명시적 관점

	과학의 본성	TEN	23 page	수준	+2
A교과서 융합	본문	사람들은 최근까지 우주는 영원히 변하지 않는다고 생각했다. 그러나 과학자들의 노력과 정밀한 관측 도구의 발달로 지금도 끊임없이 활동하는 우주의 모습이 새롭게 알려지고 있다.			
	해석	사람들은 최근까지 우주는 영원히 변하지 않는다고 생각했는데 새롭게 우주의 모습들을 알게 되었으므로 과학의 잠정성을 직접적으로 드러냈다고 볼 수 있다.			

<표 3> 과학의 본성 분석 예시-과학적이며 암시적 관점

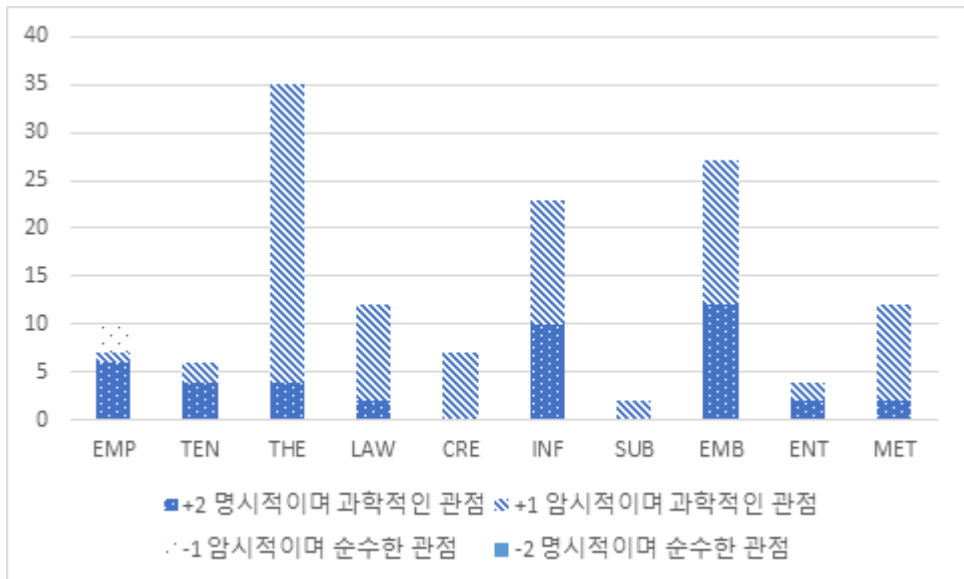
과학의 본성	LAW	110 page	수준	+1
C교과서 통합	본문	<p>높은 곳에서 자유 낙하 하는 공의 운동을 일정한 시간 간격으로 촬영한 사진을 보면, 시간에 따라 공의 이동 거리가 점점 증가하면서 속도가 일정하게 증가하는 것을 알 수 있다. 지표 근처에서 자유 낙하 할 때 물체의 속력은 무게와 관계없이 매초 약 9.8m/s씩 빨라진다. 따라서 공기저항을 무시할 때 무게가 다른 두 물체를 동시에 낙하시키면 물체는 동시에 바닥에 떨어진다.</p>		
	해석	<p>자유 낙하 하는 물체의 연속 사진과 실험을 통해 물체의 속력이 매초 9.8m/s씩 빨라진다는 법칙성을 간접적으로 나타낸 경우에 해당된다.</p>		

IV. 연구 결과

4.1. 2009 개정 교육과정 융합과학

4.1.1. 과학의 본성 범주별 분석

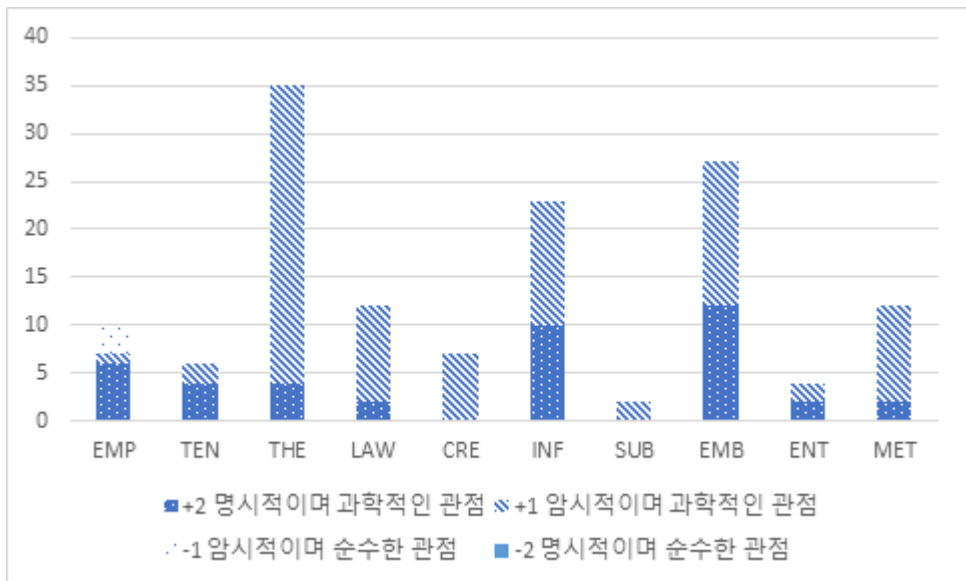
융합과학 교과서는 물리 화학 생물 지구과학의 각 과목들의 기본 개념들이 적절하게 균형을 이루면서 자연스럽게 융합되도록 구성되어 있다(교육과학기술부, 2011). 따라서 각 과학의 분과에 대한 구별 없이 전체적으로 과학의 본성에 대한 분석을 진행하였다. 전체 교과서에서의 과학의 본성 빈도는 아래 그래프와 같다. 그래프는 각각 2009 개정 교육과정 융합과학 A, B, C 출판사의 과학의 본성 빈도를 나타낸 것이다.



[그림 1] 2009 개정 교육과정 A교과서의 범주별 과학의 본성

A 교과서에서 가장 많이 나타난 과학의 본성 영역 세 가지는 이론 (THE) 33건, 다음으로 관찰추론(INF) 32건, 사회문화(EMB) 19건으로 나

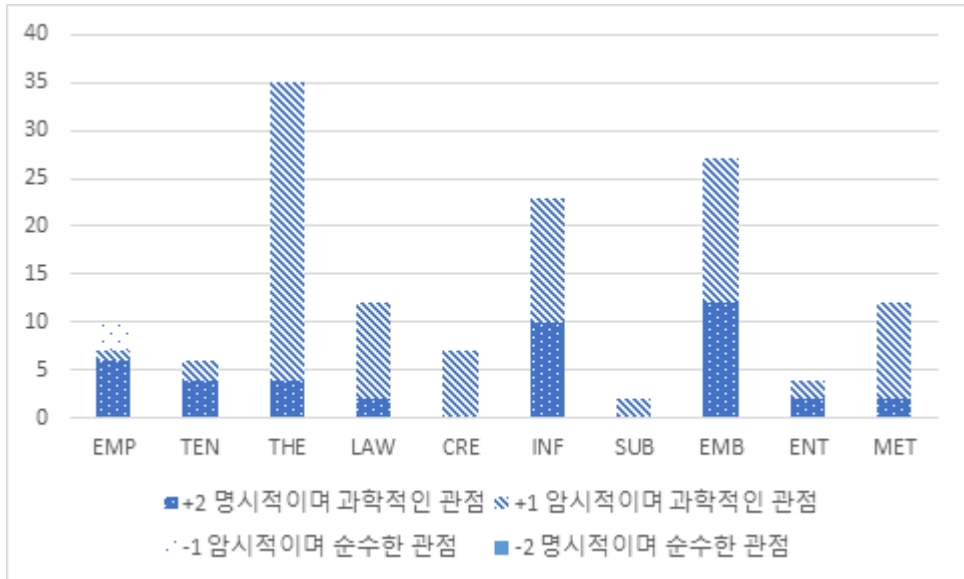
타났다. 명시적이며 과학적인 영역에서는 가장 많이 나타난 영역이 관찰 추론(INF)으로 17건 나타났고, 다음으로 이론(THE) 11건, 사회문화(EMB)가 10건으로 나타났다. 암시적이며 과학적인 영역에서는 가장 많이 나타난 영역이 이론(THE)으로 22건으로 나타났고, 그 다음 관찰 추론(INF) 15건, 사회문화(EMB) 9건으로 나타났다. 명시적이며 순수한 영역은 실험(실제)적 검증가능성(EMP)이 1건 나타났고, 암시적이며 순수한 영역은 나타나지 않았다.



[그림 2] 2009 개정 교육과정 B교과서의 범주별 과학의 본성

B 교과서에서 가장 많이 나타난 과학의 본성 영역 세 가지는 이론(THE) 35건, 다음으로 사회문화(EMB) 27건, 관찰추론(INF) 23건으로 나타났다. 명시적이며 과학적인 영역에서는 가장 많이 나타난 영역이 사회문화(EMB)로 12건 나타났고, 그다음 관찰추론(INF) 10건, 실험(실제)적 검증가능성(EMP)이 6건으로 나타났다. 암시적이며 과학적인 영역에서는 가장 많이 나타난 영역이 이론(THE)으로 31건으로 나타났고, 다음으로 사회문화(EMB) 15건, 관찰추론(INF) 13건으로 나타났다. B 교과서에서는 명시적이며 순수한 영역은 나타나지 않았고, 암시적이며 순수한 영역은 실험(실제)적 검증가

능성(EMP)에서 3건 나타났다.



[그림 3] 2009 개정 교육과정 C교과서의 범주별 과학의 본성

C교과서에서 가장 많이 나타난 과학의 본성 영역 세 가지는 이론(THE) 42건 그 다음이 관찰추론(INF) 34건 사회문화(EMB) 32건으로 나타났다. 명시적이며 과학적인 영역에서는 가장 많이 나타난 영역이 사회문화(EMB)로 14건 나타났고, 그 다음 관찰추론(INF) 9건, 이론(THE)이 7건으로 나타났다. 암시적이며 과학적인 영역에서는 가장 많이 나타난 영역이 이론(THE)으로 34건으로 나타났고, 다음으로 관찰추론(INF) 25건, 사회문화(EMB) 18건으로 나타났다. 암시적이며 순수한 관점은 실험(실체)적 검증 가능성(EMP)이 2건, 이론(THE)이 1건으로 나타났고, 명시적이며 순수한 관점은 나타나지 않았다.

4.1.2. 과학의 본성 단위 별 분석

영역		내용 요소
우주의 기원과 진화 (1)	우주의 기원	우주의 팽창, 허블의 법칙, 선스펙트럼, 우주의 나이
	빅뱅과 기본입자	기본입자, 양성자, 중성자, 원자핵의 형성
	원자의 형성	수소와 헬륨 원자, 우주배경복사
	별과 은하	별의 탄생과 진화, 무거운 원소의 합성, 은하의 구조, 성간 화합물, 공유 결합, 반응속도
우주와 지구 생명 (2)	태양계의 형성	태양계 형성 과정, 태양 에너지, 지구형 행성, 목성형 행성
	태양계의 역학	케플러의 법칙, 뉴턴의 운동법칙, 행성의 운동, 지구와 달의 운동, 자전, 공전
	행성의 대기	탈출속도, 행성 대기의 차이, 분자 구조와 성질
	지구	지구의 진화, 지구계, 지구의 원소 분포, 지자기
생명의 진화 (3)	생명의 탄생	원시 지구, 화학 반응과 화학적 진화, 탄소 화합물, 생명의 기본 요소, DNA, 단백질, 세포막의 구조
	생명의 진화	원시 생명체의 탄생, 광합성과 대기의 산소, 화석, 지질 시대, 원핵세포, 진핵세포, 생물의 다양성
	생명의 연속성	유전자와 염색체, 유전 암호, 세포 분열, 유전자의 복제와 분배, 생식을 통한 유전자 전달
정보통신과 신소재 (4)	정보의 발생과 처리	정보의 발생, 센서, 디지털 정보처리
	정보의 저장과 활용	저장 매체, 디스플레이, 정보 처리의 응용
	반도체와 신소재	반도체 특성, 반도체 소자, 고분자 소재
	광물 자원	광물의 유형, 생성과정, 탐사, 활용
과학과 인류의 건강과 과학 기술 문명 (5)	식량자원	육종, 비료, 식품 안전, 생태계와 생물 다양성
	과학적 건강관리	영양, 물질대사, 질병과 면역, 물의 소독, 세제, 천연 및 합성 의약품, 건강검진
	첨단 과학과 질병치료	첨단 영상 진단, 암의 발생과 진단, 치료
에너지와 환경 (6)	에너지와 문명	에너지의 종류·보존·전환, 에너지보존 법칙, 에너지 효율, 화석 연료
	탄소 순환과 기후변화	지구 에너지의 균형, 온실 효과와 기후 변화, 탄소 순환, 광합성과 이산화탄소의 환원
	에너지 문제와 미래	에너지 자원의 생성과 고갈, 신재생 에너지, 핵 에너지, 지속가능 발전과 에너지

<표 4> 융합과학 내용 체계

<표 4>는 융합과학을 구성하는 내용 체계이다. 융합과학은 크게 우주와 생명과 과학과 문명이라는 두 대단원으로 구성되어 있고, 그 아래에 우주의 기원과 진화, 태양계와 지구, 생명의 진화, 정보통신과 신소재, 인류의 건강과 과학 기술, 에너지와 환경의 중단원들로 구성되어 있다. 첫 대단원은 자연 과학적인 측면이 강조된 단원이고 두 번째 대단원은 기술과 사회에 미치는 영향의 측면이 강조된 단원이다.

<표 5> 2009 개정 교육과정 A교과서의 단원별 과학의 본성
[단위 : 개 (%)]

범주 \ 단원	1	2	3	4	5	6	합계	%
EMP	2	6	4	0	5	1	18	14%
TEN	0	4	2	1	0	0	7	5%
THE	4	12	6	0	3	8	33	25%
LAW	1	3	4	0	0	0	8	6%
CRE	0	1	0	0	0	0	1	1%
INF	7	9	5	4	1	6	32	24%
SUB	0	1	1	0	0	0	2	2%
EMB	0	1	1	5	7	5	19	15%
ENT	0	1	1	0	0	0	2	2%
MET	2	5	0	2	0	0	9	7%
계	16	43	24	12	16	20	131	
%	12%	33%	18%	9%	12%	15%		

A 교과서의 단원별 과학의 본성 분석 결과는 <표 5>와 같다. 2단원이 다른 단원에 비해 상대적으로 많은 과학의 본성 개수를 포함하고 있는데, 이는 2단원이 태양계와 지구에 대해 과학자들이 역사적으로 어떤 방법과 절차로 연구했는지 설명함으로써 과학의 본성을 많이 전달한 것으로 보인다. 반면 다소 적은 본성을 나타낸 4, 5 단원은 각각 정보통신과 신소재, 인류

의 건강과 과학기술인데 과학의 본성을 전달하기보다는 단순한 새로운 과학 지식 전달 위주로 서술되어 나타난 현상이라 볼 수 있다.

<표 6> 2009 개정 교육과정 B교과서의 단원별 과학의 본성
[단위 : 개 (%)]

단원 범주	1	2	3	4	5	6	합계	%
EMP	3	1	5	0	1	0	10	7%
TEN	4	1	1	0	0	0	6	4%
THE	6	4	7	8	8	2	35	25%
LAW	3	1	3	2	1	2	12	9%
CRE	1	0	3	3	0	0	7	5%
INF	2	4	7	2	8	0	23	17%
SUB	2	0	0	0	0	0	2	1%
EMB	0	0	1	11	7	8	27	20%
ENT	3	0	1	0	0	0	4	3%
MET	2	1	4	2	3	0	12	9%
계	26	12	32	28	28	12	138	
%	19%	9%	23%	20%	20%	9%		

B 교과서의 단원별 과학의 본성 분석 결과는 <표 6>과 같다. B 교과서에서는 오히려 2단원이 다른 단원에 비해 상대적으로 적은 과학의 본성 개수를 포함하였는데, A 교과서에서와 달리 역사적 측면의 과학의 본성의 비중이 작고 정보 전달 위주로 서술하였기 때문이라 볼 수 있다. 반면 3단원인 생명현상과 진화 단원은 과학의 본성 개수가 높게 산출되었는데, 생명현상에 대한 과학자들의 관찰과 이론의 변천되는 과정들을 많이 기술한 단원이었기 때문에 역사적인 측면의 과학의 본성을 많이 기술한 것으로 볼 수 있다. 최신 기술을 다루는 4, 5 단원이 전반적으로 높게 나왔는데 이는 B교과서의 전체적인 경향성과 일치하는 부분으로서, 과학과 기술의 발달이 삶과 사회에 미치는 영향에 대해 다루었기 때문이다.

<표 7> 2009 개정 교육과정 C교과서의 단원별 과학의 본성

[단위 : 개 (%)]

범주 \ 단원	1	2	3	4	5	6	합계	%
EMP	4	3	3	1	3	1	15	10%
TEN	4	1	1	1	0	0	7	4%
THE	8	12	10	4	4	4	42	27%
LAW	2	4	1	0	0	2	9	6%
CRE	1	0	0	1	1	0	3	2%
INF	2	8	11	4	7	2	34	22%
SUB	1	1	2	0	0	0	4	3%
EMB	0	0	1	6	14	11	32	20%
ENT	2	1	0	0	1	0	4	3%
MET	3	2	0	0	1	1	7	4%
계	27	32	29	17	31	21	157	
%	17%	20%	18%	11%	20%	13%		

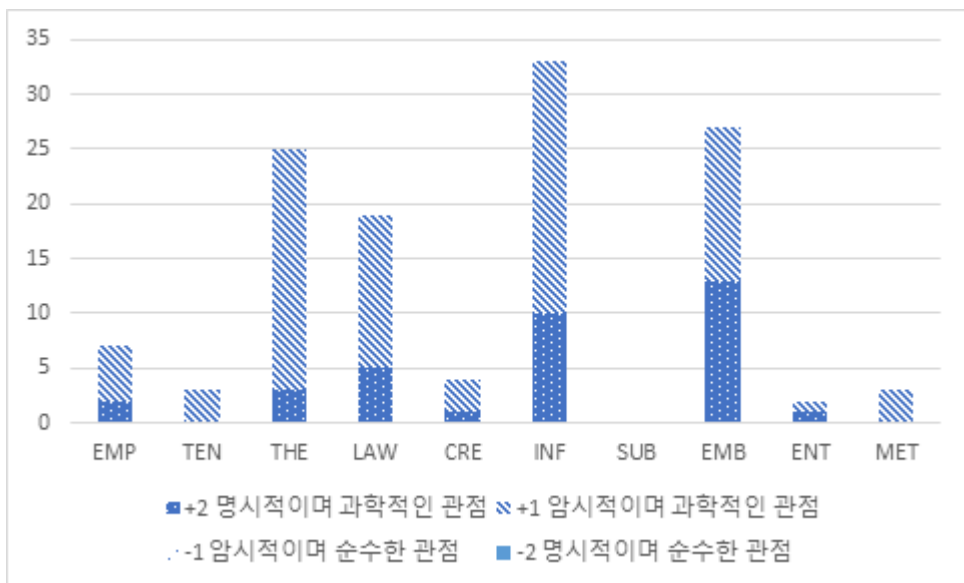
C교과서의 단원별 과학의 본성 분석 결과는 <표 7>과 같다. C교과서는 전반적으로 단원 별 과학의 본성 분포가 고른 형태를 나타낸다. 과학의 본성 중 역사적 측면을 강조한 1, 2, 3단원과 과학의 사회적 영향의 측면을 강조한 5단원이 고르게 분포함으로써 과학의 본성의 각 영역이 균형 있게 서술되었다고 볼 수 있다. 4단원은 단순한 지식 전달의 서술방식이 많아 과학의 본성 영역이 다소 적게 나왔다.

4.2. 2015 개정 교육과정 통합과학

4.2.1. 과학의 본성 범주별 분석

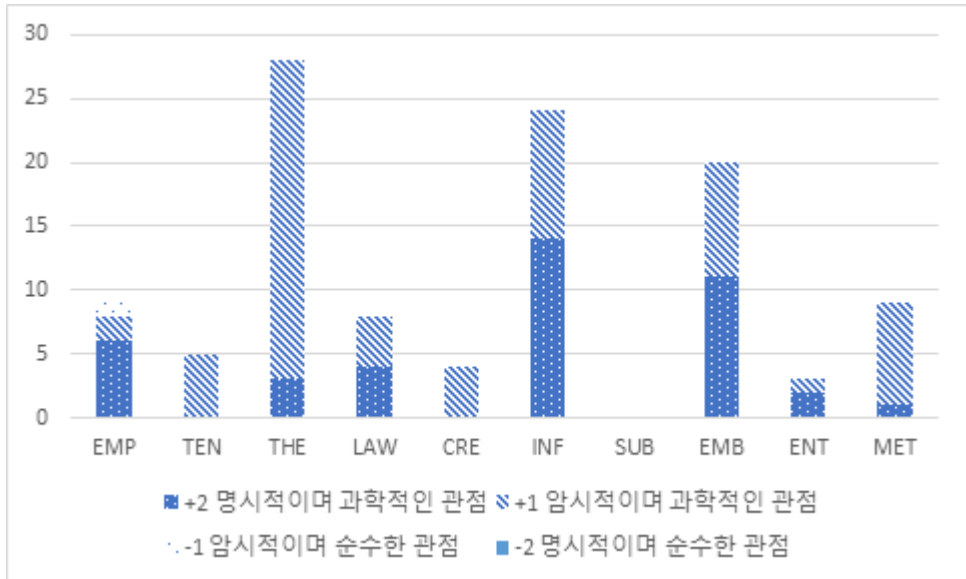
‘통합과학’은 자연 현상을 통합적으로 이해하고, 이를 기반으로 자연 현상과 인간의 관계에 대한 이해, 과학 기술의 발달에 따른 미래 생활 예측과

적응, 사회 문제에 대한 합리적 판단능력 등 미래 사회에 필요한 과학적 소양 함양을 위한 과목이다 (교육부, 2015). 기존 과학과의 구성 영역인 운동과 에너지, 물질, 생명, 지구와 우주 등을 다시 한 번 재구성한 단원들로 구성되어 있다. 1, 2, 3단원은 자연과학적 측면이 강조된 단원이고, 4단원은 기술 공학적 측면이 강조된 단원이다. 마찬가지로 각 분과에 대한 구별 없이 전체적인 안목으로 과학의 본성을 분석하였다.



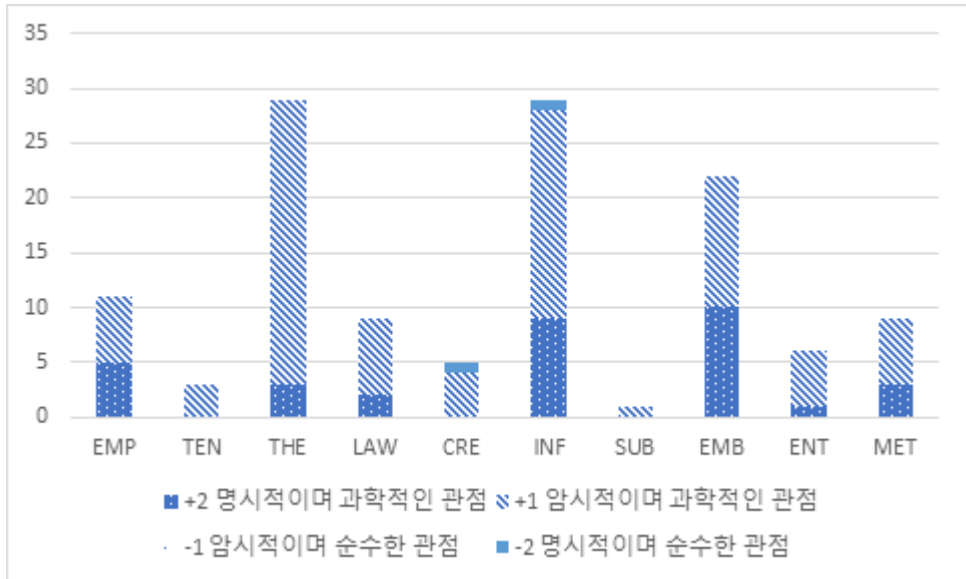
[그림 4] 2015 개정 교육과정 A 교과서의 범주별 과학의 본성

A 교과서에서 가장 많이 나타난 과학의 본성 영역 세 가지는 관찰추론(INF) 33건 그 다음이 사회문화(EMB) 27건 이론(THE) 25건으로 나타났다. 명시적이며 과학적인 영역에서는 가장 많이 나타난 영역이 사회문화(EMB)로 13건 나타났고, 다음 관찰추론(INF) 10건, 법칙이 5건으로 나타났다. 암시적이며 과학적인 영역에서는 가장 많이 나타난 영역이 관찰추론(INF)으로 23건으로 나타났고, 다음으로 이론(THE)이 22건, 세 번째로 사회문화(EMB)와 법칙(LAW)이 공동으로 14건으로 나타났다. A 교4과서에서는 순수한 영역은 나타나지 않았다.



[그림 5] 2015 개정 교육과정 B 교과서의 범주별 과학의 본성

B 교과서에서 가장 많이 나타난 과학의 본성 영역 세 가지는 이론(THE) 28건 다음이 관찰추론(INF) 24건 사회문화(EMB) 20건으로 나타났다. 명시적이며 과학적인 영역에서는 가장 많이 나타난 영역이 관찰추론(INF)으로 14건 나타났고, 그 다음 사회문화(EMB) 11건, 실험(실제)적 검증가능성이 6건으로 나타났다. 암시적이며 과학적인 영역에서는 가장 많이 나타난 영역이 이론(THE)으로 25건으로 나타났고, 그 다음으로 관찰추론(INF) 10건, 사회문화(EMB) 9건으로 나타났다. B 교과서에서는 명시적이며 순수한 영역은 나타나지 않았고, 암시적이며 순수한 영역은 실험(실제)적 검증가능성(EMP)에서 1건 나타났다.



[그림 6] 2015 개정 교육과정 C 교과서의 범주별 과학의 본성

C 교과서에서 가장 많이 나타난 과학의 본성 영역 세 가지는 이론 (THE)과 관찰추론(INF)이 공동으로 29건 다음에 사회문화(EMB)가 22건으로 나타났다. 명시적이며 과학적인 영역에서는 가장 많이 나타난 영역이 사회문화(EMB)로 10건 나타났고, 다음 관찰추론(INF) 9건, 실험(실제)적 검증 가능성(EMP)이 5건으로 나타났다. 암시적이며 과학적인 영역에서는 가장 많이 나타난 영역이 이론(THE)으로 26건으로 나타났고, 그 다음으로 관찰추론(INF) 19건, 사회문화(EMB) 12건으로 나타났다. 암시적이며 순수한 관점은 나타나지 않았고, 명시적이며 순수한 관점은 창의성(CRE)과 관찰추론(INF)에서 각각 1건씩 나타났다.

4.2.2. 과학의 본성 단위 별 분석

단위	핵심 개념	내용 요소
		통합과학
물질과 규칙성 (1)	물질의 규칙성과 결합	<ul style="list-style-type: none"> • 우주 초기의 원소(생성) • 태양계에서 원소 생성 • 지구의 고체 물질 형성 • 금속과 비금속 • 최외각 전자 • 이온 결합 • 공유 결합
	자연의 구성 물질	<ul style="list-style-type: none"> • 지각과 생명체 구성 물질의 규칙성 • 생명체 주요 구성 물질 • 신소재의 활용 • 전자기적 성질
시스템과 상호 작용 (2)	역학적 시스템	<ul style="list-style-type: none"> • 중력 • 자유 낙하 • 운동량 • 충격량
	지구 시스템	<ul style="list-style-type: none"> • 지구 시스템의 에너지와 물질 순환 • 기권과 수권의 상호 작용
	생명 시스템	<ul style="list-style-type: none"> • 세포막의 기능 • 세포 소기관 • 물질대사, 효소 • 유전자(DNA)와 단백질
변화와 다양성 (3)	화학 변화	<ul style="list-style-type: none"> • 산화와 환원 • 산성과 염기성 • 중화 반응
	생물다양성과 유지	<ul style="list-style-type: none"> • 지질 시대 • 화석, 대멸종 • 진화와 생물다양성
환경과	생태계와 환경	<ul style="list-style-type: none"> • 생태계 구성요소와 환경

단원	핵심 개념	내용 요소
		통합과학
에너지 (4)	발전과 신재생 에너지	<ul style="list-style-type: none"> • 생태계 평형 • 지구 온난화와 지구 환경 변화
		<ul style="list-style-type: none"> • 에너지 전환과 보존 • 열효율 • 발전기 • 전기 에너지 • 전력 수송 • 태양 에너지 • 핵발전 • 태양광 발전 • 신재생 에너지

<표 8> 통합 과학 내용체계

<표 8>은 통합과학을 구성하는 내용 체계이다. 통합과학은 크게 네 개의 대단원으로 구성되어 있는데, 물질과 규칙성, 시스템과 상호작용, 변화와 다양성, 환경과 에너지로 구성되어 있다.

<표 9> 2015 개정 교육과정 A교과서의 단원별 과학의 본성

[단위 : 개 (%)]

범주 \ 단원	1	2	3	4	합계	%
EMP	2	3	2	0	7	6%
TEN	3	0	0	0	3	2%
THE	5	10	9	1	25	20%
LAW	1	9	6	3	19	15%
CRE	1	0	0	3	4	3%
INF	7	11	8	7	33	27%
SUB	0	0	0	0	0	0%
EMB	5	8	5	9	27	22%
ENT	2	0	0	0	2	2%
MET	1	1	0	1	3	2%
계	27	42	30	24	123	
%	22%	34%	24%	20%		

A 교과서의 단원별 과학의 본성 분석 결과는 <표 9>와 같다. 전체적으로 어느 한 단원에 편중됨 없이 고르게 과학의 본성이 분포되어 있음을 알 수 있다. 2단원이 다른 단원에 비해 상대적으로 많은 과학의 본성 개수를 포함하고 있는데, 이는 2단원이 ‘시스템과 상호작용’으로 역학적 시스템과 생명 시스템이라는 두 줄기를 다루고 있어 과학 이론과 법칙에 대한 풍부한 설명과 유전자의 발견 과정 등을 서술한 항목들이 많기 때문으로 판단된다. 과학의 본성 영역의 분포는 이론 측면에 다소 편중되어 있는데 이는 상기 서술했던 이유에서 기인한다고 볼 수 있다. 반면 다소 적은 본성을 나타낸 4단원은 환경과 에너지 단원인데 이 단원은 환경과 에너지 문제를 다루며 과학 기술이 인류와 사회에 지대한 영향을 미친다는 것을 드러내고 있고, 다른 단원들에 비해 사회문화의 비율이 월등히 높지만 그 외 다른 과학의 본성 영역은 잘 드러나지 않고, 교과서 내용 측면에서도 단순한 사실을 나열하는 위주로 서술되었기 때문으로 보인다.

<표 10> 2015 개정 교육과정 B교과서의 단원별 과학의 본성

[단위 : 개 (%)]

범주 \ 단원	1	2	3	4	합계	%
EMP	1	2	4	2	9	8%
TEN	1	1	2	1	5	5%
THE	12	5	9	2	28	25%
LAW	0	5	3	0	8	7%
CRE	1	2	1	0	4	4%
INF	5	6	9	4	24	22%
SUB	0	0	0	0	0	0%
EMB	3	8	4	5	20	18%
ENT	2	0	0	1	3	3%
MET	2	4	3	0	9	8%
계	27	33	35	15	110	
%	25%	30%	32%	14%		

B 교과서의 단원별 과학의 본성 분석 결과는 <표 10>과 같다. B 교과서에서는 4단원의 과학의 본성 비율이 나머지 세 단원에 비해 매우 낮는데, 마찬가지로 환경 문제에 대한 서술은 많지만, 그 외의 서술들은 단순한 사실에 대한 지식 전달의 비중이 높은 것이 그 원인이라 볼 수 있다. 1단원에는 이론(THE)의 비중이 다른 단원에 비해 압도적으로 높는데 우주론과 주기율표에 대한 서술에서 과학 이론에 대한 속성을 드러내기 때문이라 볼 수 있다. 2, 3단원이 균등하게 많고 사회문화(EMB) 비중이 높은 것을 통해 과학 지식의 속성을 충분히 다룰 뿐 아니라 과학과 사회 상호작용의 측면을 더 강조한 것이라 볼 수 있다.

<표 11> 2015 개정 교육과정 C교과서의 단원별 과학의 본성
[단위 : 개 (%)]

범주 \ 단원	1	2	3	4	합계	%
EMP	5	2	1	3	11	9%
TEN	2	1	0	0	3	2%
THE	10	9	6	4	29	23%
LAW	1	4	2	2	9	7%
CRE	1	3	0	1	5	4%
INF	10	8	7	4	29	23%
SUB	1	0	0	0	1	1%
EMB	4	5	5	8	22	18%
ENT	3	2	0	1	6	5%
MET	3	2	1	3	9	7%
계	40	36	22	26	124	
%	32%	29%	18%	21%		

C 교과서의 단원별 과학의 본성 분석 결과는 <표 11>과 같다. C 교과서는 1단원의 비중이 가장 높다. 특히 이론(THE)과 관찰 추론(INF)의 비중이 다른 단원에 비해 높는데, 우주론을 다루면서 과학자들의 토론과정, 증거와 발견 과정, 그 과정에서 이론의 속성을 드러내는 문장들이 다수 발견된 결과이고, 화학 결합과 주기율표와 연관된 부분을 서술하면서 이론의 속성에 대해 많이 드러낸 것으로 보인다. 또한, 3단원의 비중이 다른 단원에 비해 낮는데, 과학 이론의 속성을 드러내고 과학 하는 과정과 과학 지식의 본질적인 측면의 비중은 낮은 것이 그 원인으로 보인다.

4.3. 교육과정별 비교분석

2009 개정 교육과정과 2015 개정 교육과정 두 교육과정 사이의 과학의 본성을 균등하게 비교하기 위해 각 과학의 본성 항목별 빈도를 조사한 교과

서의 페이지 수로 나눈 값을 서로 비교하였다. 그 결과 각 출판사에 따라 영역별 과학의 본성의 변화 양상이 상이하게 나타났다. 아래 <표 12>의 값은 과학의 본성의 빈도를 각 교과서의 페이지수로 나눈 값을 나타낸 것이다.

<표 12> 출판사, 교육과정별 과학의 본성 비교

출판사	A		B		C	
교육과정	09	15	09	15	09	15
전체	1.578	1.984	1.84	1.77	1.96	2.03
+2	0.759	0.565	0.56	0.66	0.6	0.54
+1	0.807	1.419	1.24	1.1	1.33	1.46
-1	0	0	0.04	0.02	0.04	0
-2	0.012	0	0	0	0	0.03

4.3.1. 과학의 본성 범주별 분석

2009 개정 교육과정의 융합과학은 “주요 과학 개념을 이해하고 이를 밝혀내기 위하여 과학자들이 가졌던 의문과 창의적 해결 방안을 탐색하게 함으로써 과학의 본성을 이해하도록 하고, 과학자들의 삶으로부터 창의성과 직결된 인성적인 측면을 배울 수 있다(교육과학기술부, 2011)”고 한 취지가 반영되어 전반적으로 내용 전달 구성방식이 과학적 사실에 대해 서사적으로 길게 풀어쓴 형식이 많은 반면, 2015 개정 교육과정의 통합과학은 상대적으로 서사적인 서술 보다는 단편적인 내용 서술이 많았음을 발견하게 되었다. 단원을 조직할 때, 2009 개정 교육과정의 융합과학은 단원 구성에서부터 두 개의 대단원으로 나누어, 제1부는 ‘우주와 생명’으로 자연과학적 내용으로 구성하고 제2부는 ‘과학과 문명’으로 첨단 기술 공학적 내용구성으로 명확하게 구분되어 있다(교육과학기술부, 2009). 이에 반해 2015 개정 교육과정 통합과학은 전체 4개의 단원 중 자연과학적 내용은 3단원, 기술 공학적 내용은 1단원으로 상대적으로 자연과학적 내용구성이 더 많아진 양상을 나타냈다(교육부, 2015).

전반적으로는 2009 개정 교육과정에서 2015 개정 교육과정으로 변화됨에 따라 관찰 추론이 일관되게 증가하는 경향을 나타냈다. 이는 2009 개정 교육과정보다 2015 개정 교육과정에서 실험 항목의 비중이 평균적으로 페이지 당 0.07에서 0.33¹⁾으로 증가하여 과학의 본성 중 관찰 추론 또한 증가하였기 때문이다. 주관성과 감정성은 전반적으로 감소하였다. 주관성의 경우 서사적인 서술을 통해 당시 시대적 배경과 학계에서 지배적인 이론과 같은 주변적인 상황을 설명하면서 자연스럽게 전달될 수 있지만, 2015 개정 교육과정에서 서사적인 서술이 줄어들어 인해 주관성이 거의 나타나지 않는 결과로 이어졌고, 감정성 또한 위와 같은 이유로 감소하였다.

4.3.2. 과학의 본성 명시성 분석

명시성의 변화는 출판사 별로 상이하게 나타났지만, 일관되게 나타난 변화의 경향성은 명시성의 정도와 과학의 본성의 빈도가 서로 상반된 양상을 나타낸다는 것이다. 즉, 명시성의 정도가 커지면, 과학의 본성의 빈도는 감소하고, 반대로 명시성의 정도가 작아지면 과학의 본성 빈도는 커지는 결과가 나타났다. A 출판사의 교과서는 앞서 2009 개정 교육과정의 단위별 과학의 본성의 개수를 기준으로 자연과학적인 단원에 많이 치중되어 있었다. 2015 개정 교육과정으로 오면서, 과학의 본성의 전체적인 빈도는 늘어났으나, 암시성이 증가하였다. 이는 2015 개정 교육과정의 전체적인 단원이 자연과학적인 성격이 커짐에 따라 A 출판사의 과학의 본성의 서술 방향이 함께 작용하여 전체 과학의 본성 빈도는 증가한 반면, 2009 개정 교육과정의 서술 목표가 “과학자의 의문과 해결방안 탐색”을 명확하게 제시한 반면, 2015 개정 교육과정에서는 분명하게 제시되지 않아 명시성의 정도는 감소한 것으로 볼 수 있다(교육과학기술부, 2011; 교육부, 2015). B 출판사의 교과서의 경우 전체적인 과학의 본성의 개수는 감소하고 명시성은 증가하였다. B 교과서의 성향은 과학의 본성의 빈도를 기준으로 과학의 본성이 기술 공학적 내용에 집중되어 있는데, 2015 개정 교육과정으로 감에 따라 단위

1) 실험의 개수를 교과서의 총 페이지 수로 나누어 계산

구성에서 첨단 기술 내용의 비중이 줄어들면서 전체 과학의 본성 빈도는 감소하였다. 2015 개정 교육과정이 전체적인 단원에 걸쳐 과학이 사회에서 미치는 영향에 대해 다루었기 때문에 명시성의 비율은 다소 커졌다. C 교과서의 경우 자연과학적 내용과 기술 공학적 내용이 전체적으로 균형을 이루고 있어서 2009 개정과 2015 개정에서 과학의 본성 전체 빈도와 명시성의 비율에서 뚜렷한 차이를 보이지 않았다.

V. 결론 및 제언

2009 개정 교육과정 융합 과학과 2015 개정 교육과정 통합과학 교과서 각 3종을 과학의 본성을 NOSAT를 사용하여 과학의 본성의 종류와 명시성의 정도를 분석하고 이를 서로 비교하였다. 분석 결과는 다음과 같다.

첫째, 2009 교육과정 융합과학에서 과학의 본성은 세 출판사마다 세부적인 순서에 차이는 있었지만 일정한 경향성을 나타냈다. 전체 과학의 본성 중 가장 높은 비율로 나타난 세 가지 영역은 이론(THE), 관찰추론(INF), 사회문화(EMB)이고, 주관성(SUB)은 거의 발견되지 않았다. 명시적이며 과학적인 관점과 암시적이며 과학적인 관점 모두에서 가장 많이 나타난 세 가지 영역은 이론(THE), 관찰추론(INF), 사회문화(EMB)이고 출판사 별로 세부적인 순서에만 차이가 있었다. 단원 별 과학의 본성 영역은 과학 지식의 성격을 크게 융합과학의 편집 지침과 일치한 자연과학적 측면과 기술공학적 측면으로 나누었을 때, A 출판사는 자연과학을 많이 서술하고 기술공학은 상대적으로 간략하게 다루는 경향이 있었고, 이 성향은 각 단원 별 과학의 본성 빈도에서 차이로 나타났다. B 출판사는 자연과학을 서술할 때 주로 사용되는 역사적 측면의 과학의 본성의 비중은 상대적으로 낮았고, 정보 전달 위주로 서술된 반면, 첨단 기술과 기술이 사회에 미치는 영향에 관한 단원의 과학의 본성 빈도는 높았다. C 출판사의 과학의 본성은 두 출판사의 절충된 형태로서 단원 별 편차가 심하지 않고 고른 형태를 보였다.

둘째, 2015 교육과정 통합과학에서 전체 과학의 본성 중 가장 높은 비율로 나타난 세 가지 영역은 이론(THE), 관찰추론(INF), 사회문화(EMB)이고, 여전히 주관성(SUB)이 가장 낮은 비율을 차지하였다. 명시적이며 과학적인 관점은 사회문화, 관찰추론, 실제적(실험적) 검증가능성이 높은 비율로 나타났고 암시적이며 과학적인 관점에서는 이론(THE), 관찰추론(INF), 사회문화(EMB)로 나타났고, 역시 출판사 별로 세부적인 순서에만 차이가 있었다.

셋째, 각 교육과정의 과학의 본성 실태를 비교해볼 때, 자연과학적 측면과 기술공학적 측면의 서술 방식을 이해하는 것이 중요하고, 출판사 별로 이에 대한 서술의 비중의 차이가 있음을 발견하였다. 전자는 과학 지식의

역사적인 측면을 강조하는 부분이라면, 후자는 과학 지식의 현재 당면한 문제와 어려움을 과학적으로 바라보고 해결하는 실행적 성격이 강하다고 할 수 있다. A 출판사는 자연과학적인 성격이, B 출판사는 기술공학적인 성격이, C 출판사는 두 관점이 적절히 균형을 이루고 있었고, 이러한 성향이 2015 개정 교육과정의 단원 구성 방식이 자연과학적인 측면이 확대된 것과, 단원 전체적으로 과학이 사회에 미치는 영향을 다루도록 제시한 것으로 인해 과학의 본성의 빈도와 명시성의 변화가 다소 복잡한 양상을 띠게 되었다. 단순히 명시성에 대한 비율을 비교하면 2009 개정 교육과정에서 2015 개정 교육과정으로 변함에 따라 명시성의 비율은 오히려 감소함을 알 수 있다. 올바르게 과학의 본성을 학습하기 위해서는 명시적으로 학습되어야 하나 교육과정의 개정에 따른 명시성 정도의 감소는 과학의 본성의 전달과 학습 효율 측면에서 오히려 떨어지는 결과로 나타나게 된다(Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002). 그에 따라 앞으로의 교육 과정에서는 암시적인 과학의 본성의 비중을 줄이고 명시적으로 수정하여 반영되어야 할 것이다.

과학의 본성은 과학의 다양한 측면을 반영한 것으로서 다양한 영역을 이해해야만 올바른 과학의 본성 의식을 가질 수 있기 때문에 각 부분이 고르게 분포하는 것이 바람직하다(Chiappetta & Collette, 2010). 현재 2009, 2015 개정 교육과정에서는 일부 과학의 본성 영역인 이론(THE), 사회문화(EMB), 관찰추론(INF)만 집중적으로 나타나는 현상은 이러한 점에서 볼 때 바람직하지 않다고 볼 수 있다. 모든 영역을 균등하게 다루기는 어렵겠지만, 나머지 과학의 본성의 비율을 상대적으로 늘리고 특히 부족한 과학의 잠정성과 주관적인 성격을 늘리는 것이 필요할 것으로 보인다.

마지막으로 과학의 본성의 내용적인 범주로서 자연과학적 영역과 기술공학 영역이 균형을 이루는 것이 필요할 것으로 보이는데, 이는 자연 과학적 영역이 과거 과학에 대한 이해를 담당하고, 기술공학적 영역이 현재와 미래 지향적인 성격을 나타내기 때문에 이들의 균형 있는 배치를 통해 과학의 과거와 현재와 미래에 대한 통합적이고 심도 있는 고찰을 가능케 할 수 있기 때문에 균형을 이루는 것이 바람직하다고 볼 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- 교육과학기술부(2011). **과학과 교육과정**. 교육부 고시 제2011-361호. 교육과학기술부.
- 교육부(1998). **과학과 교육과정**. 교육부 고시 제1997-15호. 교육부.
- 교육부(2015). **과학과 교육과정**. 교육부 고시 제2015-74호. 교육부.
- 김경순, 노정아, 서인호, 노태희(2008). 중학교 과학 ‘물질의 구성’ 단원에서 과학사 소재를 활용한 명시적, 반성적 과학의 본성 수업의 효과. **한국과학교육학회지**, 28(1), 89-99.
- 김영선(2013). 과학의 본성에 대한 예비과학교사들의 인식 분석. **조선대학교 교육대학원 석사학위논문**.
- 김지혜, 이영희, 민병미(2016). 2009 개정 중학교 과학 교과서 생명과학 단원에 나타난 과학의 본성 분석. **생물교육**, 44(1), 25-34.
- 노태희, 김영희, 한수진, 강석진(2002). 과학의 본성에 대한 초등학생들의 견해. **한국과학교육학회지**, 22(4), 882-891.
- 동효관(2004). 생물 1 교과서와 생물 2 교과서에 도입된 과학사 자료의 유형 분석. **생물교육(구 생물교육학회지)**, 32(1), 27-40.
- 문교부(1987). **과학과 교육과정** 고시 제1987-9호. 문교부.
- 백성혜, 남초이(2010). 과학의 본성에 대한 명시적인 수업이 예비 과학교사들의 인식 변화에 미치는 효과. **과학철학**, 13(1), 83-107.
- 이영희(2013). 질적 연구에 의한 고등학교 생명과학 I 교과서 생명과학 이해 단원에 내포된 과학의 본성 분석. **교과교육학연구**, 17(1), 173-197.
- 이영희(2014). 한국과 미국 초등학교 교과서에 나타난 과학의 본성 비교 분석. **한국과학교육학회지**, 34(3), 207-212.
- 이정원, 박영신, 정다혜(2016). 교육과정 개정에 따른 과학의 본성 수준 및 반영정도 탐색: 7차 및 2009 개정교육과정사례 분석. **한국지구과학학회지**, 9(2).

- 전영빈(2019). 2015 개정 교육과정 통합과학 교과서의 과학의 본성 분석.
단국대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 조은진, 김찬중, 최승언(2018). ‘과학의 본성’ 교육 -그 다원성 고찰- **한국
 과학교육학회지 38(5)**, 721-738.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1989).
Project 2061: Science for all Americans. New York: Oxford
 University Press.
- American Association for the Advancement of Science(AAAS). (1993).
Benchmarks for scientific literacy. New York: Oxford University
 Pres.
- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Improving science
 teachers' conceptions of the nature of science: A critical review of
 the literature. *International Journal of Science Education, 22(7)*,
 665-701.
- Abd-El-Khalick, F., Waters, M., & Le, A.-P. (2008). Representations
 of nature of science in high School chemistry textbooks over the
 past four decades. *Journal of Research in Science Teaching, 45(7)*,
 835-855.
- Bybee, R. W. (2009). Program for International Student Assessment
 (PISA) 2006 and Scientific Literacy: A Perspective for Science
 Education Leaders. *Science Educator, 18(2)*, 1-13.
- Bybee, R. W. (2011). Scientific and engineering practices in K-12
 classrooms. *Science Teacher, 78(9)*, 34-40.
- Chiappetta, E. L., Fillman, D. A., & Sethna, G. H. (1991). A method
 to quantify major themes of scientific literacy in science textbooks.
Journal of Research in Science Teaching, 28, 713-725.
- Chiappetta, E. L., & Fillman, D. A. (2007). Analysis of five high school
 biology textbooks used in the United States for inclusion of the

- nature of science. *International Journal of Science Education*, 29(15), 1847–1868.
- Clough, M. P. (2011). Teaching and assessing the nature of science. *The Science Teacher*, 78(6), 56–60.
- Collette, A., Chiappetta, E., & Koballa, T. (2010). Science Instruction in the Middle and Secondary Schools : Developing Fundamental Knowledge and Skills.
- Holton, G. (1998). 1948: The new imperative for science literacy. *Journal of College Science Teaching*, 8, 181–185
- Hurd, P. D. (1958). Science literacy: Its meaning for American schools. *Educational Leadership*, 16, 13–16
- Khishfe, R., & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of research in science teaching*, 39(7), 551–578.
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). An application of hierarchical kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among multiple observers. *Biometrics*, 363–374.
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions about the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 331–359.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497–521
- McComas, W. F., & Olson, J. (2000) International science education standards documents. In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education rationales and strategies* (pp. 41–52).

- Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publisher
- Meichtry, Y. J. (1992). Influencing student understanding of the nature of science: Data from a case of curriculum development. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 389–407.
- Moss, D. M., Abrams, M. D., & Kull, J. A. (1998). Can we be scientists, too? Secondary students' perceptions of scientific research from a project-based classroom. *Journal of Science Education and Technology*, 7(2), 149–161
- National Research Council(NRC). (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Science Teachers Association(NSTA). (1982). *Science–Technology–Society : Science education for the 1980s* (An NSTA position statement). Washington DC.
- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) (2006). *Assessing scientific, reading and mathematical literacy*. Paris: OECD.
- Weiss, I. R., Nelson, B. H., Boyd, S. E., & Hudson, S. B. (1989). *Science and mathematics education briefing book*. Chapel Hill, NC: Horizon Research.

Abstract

Analysis of the nature and degree of reflection of science according to the revision of the curriculum: 2009 revised curriculum and 2015 revised curriculum case analysis

Jeong, Myeong-Hyeon

Major in Chemistry Education

Department of Science Education

The Graduate School

Seoul National University

Over the past decades, the importance of the nature of science has been emphasized. This study examined how the degree of reflection and the level of the nature of science(NOS) is changing as the curriculum is revised from the 2009 revised curriculum to the 2015 revised curriculum. The area and level of the NOS in Convergence science of 2009 revised curriculum and Integrated science of 2015 revised curriculum were analyzed using Lee Jeong-won's (2016) Nature of Science analyzing tool (NOSAT) that reflects the definition of the NOS by Abd-El-Khalick (2008). As a result of analysis, the area of the NOS that appeared most in both convergence science and integrated science was Theory, Inference, and Social and cultural embeddedness. In

both textbooks, the proportion of implicit point of view was higher than that of explicit point of view. As a result of comparing the NOS in the two textbooks, the frequency and the extent of the explicit descriptions of NOS differed according to the direction in which each publisher publishes the nature of science. It is necessary to increase the number of explicit descriptions in the direction of textbook writing, and to reduce the phenomena that are biased toward the certain area of NOS and balance each area of NOS.

Keywords : Scientific literacy, nature of science, textbook analysis, 2015 revised science curriculum, 2009 revised science curriculum

Student Number : 2018-20635