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

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

[UCI]I804:24011-200000265500

교육학석사(지구과학교육)학위논문

2016년 2월

교육학석사학위논문

지구과학교육과정에 반영된 과학의 본성 수준과 특징

The level and the characteristics of Nature of Science in the reflected in earth science curriculum

조선대학교 교육대학원

지구과학교육전공

이 정 원

지구과학교육과정에 반영된 과학의 본성 수준과 특징

이 정 원

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

지구과학교육과정에 반영된 과학의 본성 수준과 특징

The level and the characteristics of Nature of Science in the reflected in earth science curriculum

2016년 2월

조선대학교 교육대학원

지구과학교육전공

이 정 원

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

지구과학교육과정에 반영된 과학의 본성 수준과 특징

지도교수 박 영 신

이 논문을 교육학석사(지구과학교육)학위 청구논문으로 제출함.

2016년 2월

조선대학교 교육대학원

지구과학교육전공

이 정 원

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

이정원의 교육학 석사 학위 논문을 인준함.

심사위원장 조선대학교 교 수 안 건 상 인

심사위원 조선대학교 부 교 수 안 경 진 인

심사위원 조선대학교 부 교 수 박 영 신 인

2016년 12월

조선대학교 교육대학원

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

목 차

ABSTRACT
Ⅰ. 서론 ---- 1
Ⅱ. 이론적 배경 ---- 4
A. 과학적 소양 ---- 4
B. 과학의 본성 ---- 5
Ⅲ. 연구 방법 ---- 13
A. 과학의 본성 분석 도구 개발 ---- 14
B. 연구 대상 ---- 15
C. 자료 수집 ---- 17
D. 자료 분석 ---- 19
Ⅳ. 연구 결과 ---- 20
A. 7차 교육과정 공통과학 교과서의 과학의 본성 수준 ---- 20
1. 천문 ---- 21
2. 지질 ---- 25
3. 대기해양 ---- 27
4. 탐구 ---- 32
B. 2009 개정교육과정 융합과학 교과서의 과학의 본성 수준 ---- 44
1. 천문 ---- 44
2. 지질 ---- 51
Ⅴ. 결론 및 제언 ---- 56
참고문헌 ---- 59
부록 ---- 62

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

표 목차

표 1. 과학의 본성 관점 ---------- 7
표 2. 과학의 본성 관점구분 ---------- 9
표 3. 연구 과정 ---------- 13
표 4. 과학의 본성 분석 도구 ---------- 14
표 5. 공통과학 교과서와 융합과학 교과서 목차 ---------- 16
표 6. 과학의 본성 분석표 예시 ---------- 19
표 7. 과학의 본성 용어 설명 ---------- 20
표 8. 공통과학 천문 암시적이며 과학적 관점의 예 ---------- 21
표 9. 공통과학 지질 암시적이며 과학적 관점의 예 ---------- 25
표 10. 공통과학 대기, 해양 암시적이며 과학적 관점의 예 ---------- 27
표 11. 공통과학 지구과학파트 과학의 본성 빈도 표 ---------- 31
표 12. 공통과학 탐구 명시적이며 과학적 관점의 예 ---------- 33
표 13. 공통과학 탐구 암시적이며 과학적 관점의 예 ---------- 35
표 14. 공통과학 탐구 명시적이지만 순수한 관점의 예 ---------- 40
표 15. 공통과학 탐구파트 과학의 본성 빈도 표 ---------- 42
표 16. 융합과학 천문 명시적이며 과학적 관점의 예 ---------- 44
표 17. 융합과학 천문 암시적이며 과학적 관점의 예 ---------- 45
표 18. 융합과학 지질 암시적이며 과학적 관점 예 ---------- 51
표 19. 융합과학 과학의 본성 수준 및 빈도 표 ---------- 53

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

그림 목차

그림 1. 과학의 본성 그래프 예시 ---------- 19
그림 2. 7차 교육과정 공통과학 교과서 지구과학 파트 과학의 본성 빈도 ----- 32
그림 3. 7차 교육과정 공통과학 탐구파트 과학의 본성 빈도 ---------- 43
그림 4. 융합과학 과학의 본성 수준 및 빈도 그래프 ---------- 54

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Abstract

In line with the emphasis of the importance of nature of science, this paper examines the degree and level at which the 2009-revised convergence science textbook, developed from the common science under the 7th curriculum in South Korea, reflected nature of science according to the development of curriculum. Nature of science was classified according to scientific view - which represents scientists' view - and naive view - which represents general thinking and scientific error concepts. Nature of science was classified according to the explicit method and implicit method. The implicit teaching method is a limited teaching method to allow natural learning in the process of conducting experimentation and resolving problems even without mentioning. The explicit method is a positive method of teaching through direct mentioning. Studies say that nature of science is more effectively and properly taught through positive teaching method. The level of nature of science was defined using the four occasions of scientific view, naive view, explicit teaching and implicit teaching. In order to identify the components and level of nature of science reflected in the textbook, using the 10 items which refer to Lederman(2001)'s 7 definitions, NOSAT (Nature of Science Analyzing Tool) was developed and used.

The findings of this study revealed that the contents of earth science of 7th curriculum's common science reflected 43 cases of nature of science, which were all implicit. Cases of nature of science were reflected as follows; 11 EMB cases which scientifically understand science and human activities, e.g., society-culture relationships; 9 EMP cases which understand the development of knowledge of science through observation and verification; 8 INF cases which understand reasoning through observation and human senses; 5 law cases which understand laws of science; 3 THE cases which understand the theories of science; 3 CRE cases which understand the science's knowledge creation

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

through human imagination; 2 TEN cases which understand that science can change through a new analysis; and 2 SUB cases which understand the inevitability of subjectivity in the process of accepting new sciences. The explorative unit included 50 cases of nature of science, which are explicit. 28 cases of nature of science were reflected as follows: 12 MET cases which understand that scientific methods are not fixed but that scientific elements are diverse; 12 EMB cases which scientifically understand science and human activities, e.g., society-culture relationships; 2 ENT cases which understand that scientific problems are resolve through the collective agreement of social groups; 1 CRE case which understands the science's knowledge creation through human imagination; and 1 EMP case which understands the development of knowledge of science through observation and verification.

The contents of earth science in the convergence science under the 2009-revised curriculum reflected 39 cases of nature of science. Of them, 37 cases reflected nature of science as follows: 1 CRE case which is explicit and which scientifically understands science's knowledge creation through human imagination; 1 INF case which understands reasoning through human senses through observation, in a total of 2 cases. Also, there are 37 implicit cases reflected as follows; 10 INF cases which scientifically understand reasoning through human senses through observation; 8 CRE cases that understand science's knowledge creation through human imagination; 6 LAW cases which understand laws of science; 4 EMP cases which understand the development of knowledge of science through observation and verification; 3 EMB cases which understand science and human activities, e.g., society-culture relationship; 2 MET cases which understand that scientific methods are not fixed but diverse; 2 THE cases which understand the theories of science; 1 TEN case that understands that science can be changed through a new analysis; and 1 SUB case which understands the inevitability of subjectivity in the process of accepting new sciences.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

As common science under the 7th curriculum shifts to the convergence science under 2009-revised curriculum, the degree of nature of science being reflected in earth science is not reinforced according to the curriculum but remains unchanged. As the explorative unit which can teach nature of science explicitly under the 7th curriculum nature of science has disappeared, the degree of reflecting nature of science has been regressed.

The future curriculum should emphasize the importance of nature of science, and should bolster the reflection of nature of science according to the changing curriculum. Nature of science should not be expressed limitedly, but instead should be more positively reflected, and the reflection method should be not implicit but explicit, allowing direct teaching. Towards that end, writers of textbook should have an accurate understanding of nature of science. And, for the right teaching, teachers' capabilities are important, so their professionalism should be improved through teachers' council and training.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Ⅰ. 서 론

급변하는 사회와 과학기술의 변화에 대처 할 수 있도록 과학적 소양을 기르는 것이 오늘날에 과학교육의 목표이다(교육부 2011). 과학은 우리 생활 곳곳에 깊숙이 스며들어 이제는 과학 없는 세상을 상상하기 어려울 정도로 우리 삶에 없어서는 안 될 요소가 되었다. 사람들은 과학의 발전으로 인해 만들어진 편리한 기계에는 점점 익숙해져 가고 있지만, 그 기계를 있게 한 과학 원리를 이해하는 데는 오히려 흥미를 잃고 있다고 하였다(강석진, 노태희; 2014). 이렇게 과학이란 과학자들의 전유물로 생각하는데 과학은 앞으로 과학자가 되려하는 소수를 위한 학문적 가치보다는 오히려 모든 사람들에게 보편적인 가치를 가질 때 정당화 될수 있다고 하였다(최준환, 남정희, 고문숙, 고미례; 2009).

모든 사람들에게 보편적 가치를 갖기 위해서는 중등학교에서부터 교육을 시작하는 것이 가장 효과적이다. 백성혜와 남초이(2010)는 과학 수업을 통해 중등 학생들에게 과학의 본성을 지도하는 것은 과학교육의 주요 목적 중 하나인 과학적 소양 함양을 위해 필요하다고 보고되고 있다. Meichtry(1992)는 학생들이 생활 속에서 직면하는 다양한 사회적 문제들에 대해서 합리적 의사결정을 내리는데 필요한 과학적 소양을 함양하기 위해서는 과학의 본성에 대한 이해가 필수적이라고 하였다. 과학의 본성에 대한 이해는 우리 사회에서 학생들이 자기역할을 할 수 있도록 도와주며 과학자가 하는 일을 경험하고 또 자신이 직접 과학 활동에 참여함으로서 자신들의 삶을 풍성하게 할 수 있다고 보고되기 때문이다(American Association for the Advancement of Science, 1993; National Research Council, 1996; Hogan, 2000). 그러나 이러한 중요성에도 불구하고 아직도 대다수의 학생들은 과학의 본성에 대한 올바른 이해와 개념을 지니고 있지 않다는 연구보고가 있다(Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Lederman, 1992; Oliveira, Akerson, Colak, Pongsanon, & Genel, 2012). 남정희, Mayer, 최준환, 임재항(2007)의 연구에서는 예비 과학교사들은 과학의 본성의 다양한 측면들에 대해 제대로 이해하지 못하거나 매우 제한된 인식을 갖고 있다고 보고되고 있으며, 이영희

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

(2014)는 아직도 대부분의 과학 교수 학습은 주로 평가를 위한 지식 전달에 치중해 있고 과학 본성에 대한 이해라는 과학교육의 목표는 먼 나라의 이야기일 뿐이라 말하고 있다.

Abd-El-Khalick & Lederman(2000)의 연구에서 과학의 본성의 교육을 암시적(implicit)과 명시적(explicit) 접근으로 나눈다. Meichtry(1992)는 암시적 교육방법 같은 소극적인 방법에서는 과학의 본성에 적절한 이해를 기대하기 힘들다고 이야기 하고 있다. 국내 명시적 과학의 본성 수업을 통한 예술 고등학생들의 개념변화를 연구한 김희정, 김성원(2013)의 연구에 의하면 명시적 수업에 의해 과학의 본성에 대한 개념 변화가 일어나는 것을 확인하고 각 요소에 대해 명시적 수업의 필요성을 강조 하고 있다. 중학교 학생들의 명시적 수업의 효과를 연구한 김경순, 노정아, 서인호, 노태희(2008)의 연구에서도 명시적 접근 방법은 현대적 과학의 본성에 대한 이해도 향상에 긍정적이라는 연구 결과가 보고되었다. 과학의 본성의 이해라는 중요한 과학 교육의 목표를 달성하기 위해서는 우선 교사들의 과학의 본성에 대한 이해와 함께 교수학습의 방향을 제시하는 교과서 안에서 과학의 본성이 어떠한 수준으로 제시되어 있는지 순수한(naive)과 과학적(scientific)측면, 암시적(implicit)과 명시적(explicit) 측면으로 분석하여 교수자의 의도에 맞게 교수학습에 사용되어야 한다는 것이 제언되고 있는 실정이다.

교육부(2011)에서 말하는 2009 개정교육과정에서의 과학 교육 목표는 학생들이 민주주의 사회의 구성원으로 갖추어야할 최소한의 과학적 소양 함양을 위한 과목으로 1부에서는 우주의 탄생에서부터 태양계의 형성 및 생명체의 출현에 이르는 과정에 관한 주요 과학 개념의 이해를 바탕으로, 이 과정을 밝혀내기 위하여 과학자들이 가졌던 의문과 해결 방안을 탐색하게 함으로 과학의 본성을 이해하는 것이다. 과학의 본성에 대한 명시적 수업이 예비 과학교사들의 인식변화에 미치는 효과를 연구한 백성혜, 남초이(2010)의 연구에서는 수업을 통해 예비교사들은 과학의 본성에 대한 명시적 수업을 통해 과학적 사고를 가르칠 필요성을 인식하고, 미래에 그들의 수업에 포함시킬 의향을 나타내었다고 보고되고 있다. 이러한 과학의 본성을 효과적으로 교수하기 위해서는 과학의 본성에 대한 교사들의 제대로 된 인식이

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

필요하며 현 교과서에서 과학의 본성이 어떻게 반영되었는지 명시적인지 암시적인지를 알아보는 것은 앞으로의 교과서 집필에 대한 의미가 있다고 할 수 있다.

본 연구는 고등학교 교과서에서 지구과학에 반영된 과학의 본성의 반영과 수준 그리고 교육과정의 변화에 어떻게 상응하는지를 7차 교육과정 공통과학 교과서와 2009 개정교육과정 융합과학 교과서에 반영된 정도를 파악하고자 한다. 이러한 연구 자료는 앞으로 과학교육에서의 교육과정개정에 있어서 과학의 본성을 어떻게 반영하고 무엇을 반영해야 하는지에 대한 방향제시가 될 것이다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Ⅱ. 이론적 배경

본 장에서는 과학교육의 목표인 민주주의 사회의 구성원으로서 갖추어야 할 최소한의 과학적 소양(교육부, 2011)이란 무엇이고, 과학적 소양의 필수 조건인 과학의 본성이란 무엇이며, 학생과 교사의 인식과 현재 교실 안에서 과학의 본성교육이 어떻게 이루어지고 있는지 제대로 이루어지지 않다면 어떠한 대체 방법이 있는지 알아보기 위하여 이 이론적 배경에서는 과학적 소양이 무엇이고 이를 위한 과학의 본성은 무엇인지 관련된 연구동향을 무엇이 있는지 알아보고자 한다.

A. 과학적 소양

과학적 소양은 전문과학자가 일반민주시민의 자질로, 자연계열 학생이나 과학에 대한 관심 있는 학생들뿐만 아니라 모든 학생들의 과학 성취도와 정의적 영역의 향상을 위하여 꾸준한 노력이 필요하다 보고되고 있다(박현주, 이금희, 2005). 곽승진(2005)의 연구에서 우리나라 청소년들은 주입식교육과 입시위주의 교육, 인프라 부족으로 과학에 대한 흥미와 실력 저하현상이 일어나고 있기에 과학에 대한 이해와 문제 해결능력을 높이는 과학적 소양을 배양해야 한다고 보고되고 있다.

과학적 소양이란, 과학을 하는데 있어서 우주와 생명, 그리고 현대 문명과 사회를 이해하는데 필요한 과학적 개념을 통합적으로 이해하고, 자연을 과학적으로 탐구 하는 능력을 길러 과학 지식과 기술이 형성되고 발전하는 과정을 이해하면서, 자연 현상과 과학 학습에 대한 흥미와 호기심을 길러 일상생활의 문제를 과학적으로 해결하려는 태도를 함양하며, 과학·기술·사회의 상호 작용을 이해를 통하여 과학 지식과 탐구 방법을 활용한 합리적 의사 결정 능력을 기르는 즉, 과학교육의 목표는 과학의 지식만을 익히는 것이 아니라 과학을 통하여 과학 학습의 의욕을 느끼게 하며 관찰, 실험, 조사, 토론 등 다양한 활동을 통하여 과학적 탐구방법과 과정을 이해하게 하여, 이를 바탕으로 창의적 문제해결 능력과 시민 사회에서 합리적인

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

의사결정을 위한 과학적 사고력을 기르는 것이다. 이렇듯 과학적 소양은 과학의 한 부분만을 강조하는 것이 아니라 모든 것을 갖추었을 때를 말한다(교육부, 2011).

Miller(1983)의 연구에 따르면 과학적 소양은 과학의 특성, 과학의 내용지식, 과학과 기술이 사회에 미치는 영향의 이해와 같은 세 가지 차원이 있고 과학적 소양 수준이 민주사회에서의 과학정책을 결정하는데 중요한 역할을 한다고 한다. Hirsch(1987)은 과학적 소양은 문화적 소양으로서 사회적 상호작용을 위한 것이라고 주장하면서 효과적인 의사소통을 위한 지식은 소통상대가 당연히 소유하고 있을 것으로 기대되는 지식이라며, 이 지식의 습득 정도는 해당 시기의 주요 문화와의 친밀성을 대변하는 것이라고 볼 수 있다고 주장한다. 과학적 소양은 전통적인 과학 교과의 내용을 이루는 지식에 한정하지 않고 수학, 기술, 사회 과학까지 아우르는 광범위한 영역에 이르고 있다고 한다(AAAS, 1989). 이로 알 수 있듯이, 과학적 소양은 지식의 개념적 이해 탐구 활동뿐만 아니라 과학의 본성에 대한 깊이 있는 이해를 필요로 한다(Meichtry, 1992; NRC, 1996). 과학의 본성에 대한 이해를 하는 것은 학생은 스스로가 과학자들이 하는 관점과 사고를 이해하고 적용할 수 있기에 과학적 소양을 갖추었다고 할 수 있다(노태희, 김영희, 한수진, 강석진, 2002). 그러한 과학의 본성을 효과적으로 이해시키기 위해서는 학교 교육에서 교사들의 인식과 교수학습의 방향을 제시하는 교과서에서의 과학의 본성이 중요하다 할 수 있겠다.

다음은 과학적 소양에서의 과학의 본성과 그 이해가 얼마나 중요한지를 알아보자.

B. 과학의 본성

과학을 일반인들은 지식의 체계로, 과학자들은 탐구하는 방법으로, 철학자들은 사고하는 방법으로 바라보는 이러한 관점은 과학의 단편적인 정의에 불과하며, 이 관점들을 종합적이고 총체적으로 바라볼 때 비로소 과학의 본성을 올바르게 이해할 수 있다고 한다(Collette & Chiappetta, 1986). Ziman(1984)은 심리학, 철학,

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

사회학의 세 가지 측면에서 과학을 정의했다. 과학의 구조는 과학자, 과학지식, 과학 사회의 세 가지 차원의 관계로 이루어진다 했다. 국내의 박창동(2001)은 과학의 본성은 과학이 지닌 본질적 속성으로 지식면, 과학의 탐구 과정면, 과학적 태도의 세 가지 측면을 지니고 있다고 하였고, 과학의 본성에 대한 관점을 시간적 흐름에 따라 고전적 관점과 현대적 관점으로 나누어 생각하였다. 고전적 관점은 과학 지식이 어떤 다른 지식이나 이론보다도 우월하며, 사회적 문화적 배경과는 상관없이 존재하고 과학자들의 인식과는 관계없이 존재한다는 과학 지식의 절대성을 강조한다. 현대적 관점은 과학지식은 영원한 진리가 아니며, 사회적 문화적 배경과는 떨어져 독립적으로 존재할 수 없으며 인간이 구상해 낸 가상적인 것으로 인간의 상상력과 창의력의 산물로 보았다.

고등학교 생명과학에서 과학의 본성을 분석한 이영희의 논문에서는 과학적 소양에 기반을 둔 과학의 본성을 지식체계로서의 과학, 탐구로서의 과학, 사고 방법으로서의 과학, 과학과 기술 및 사회의 상호 작용 4가지의 측면으로 제시하고 있다(Chiappetta, Fillman & Sethna, 1991; Chiappetta & Fillman, 2005; Lee & Chiappetta, 2008; 이영희, 2013).

미국 과학교사협회는 과학의 본성의 관점을 더욱 세분화 하여 아래와 같이 철학적 역사적 심리적 사회적 문화적 관점으로 분석한 결과 정리된 7가지 내용은 다음과 같다.(Lederman, 2002).

가. 과학 지식은 신뢰성이 높은 동시에 불확실하다. 신뢰성이 높다는 말은 '과학 지식은 신용을 가질 수 있다.'는 뜻이고, 불확실하다는 말은 '지금까지 증거가 재해석되거나 새로운 증거가 밝혀지면 언제든지 변할 수 있다.'는 뜻이다.
나. 유일한 과학적인 방법이란 존재하지 않는다. 그러나 실험에 근거를 둔 과학적인 설명 방법과 자연 상태와 반대되는 실험을 하는 방법 등과 같이 일정한 접근법을 특정화하여 나눌 수는 있다.
다. 창조성은 과학 지식의 개발에 한 역할을 한다.
라. 가설과 법칙 사이에 관계가 있다.
마. 관찰과 추리 사이에 관계가 있다.
바. 과학이 아무리 객관적이 되려고 노력해도, 과학 지식의 개발에는 주관적인 요소들이 항상 존재한다.
사. 사회 문화적 요소들이 과학 지식의 개발에 영향을 미치기도 한다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

과학의 본성은 학자들의 다양한 정의가 있으며 이러한 과학의 본성을 학교교육에서 어떻게 지도해야 하는지 논의가 여전히 진행되고 있는 중이다. Abd-El-Khalick과 Boujaoude(1997)은 이런 학자들 간의 논쟁이나 추상적인 개념의 논쟁에 휘말리는 것은 우리 학생들에게 적합하지 않으며, 보다 구체적이고 일반적인 과학의 본성에 대한 합의된 측면을 지도하는 것이 중요하다고 말하고 있다. 과학의 본성의 관점은 Lederman(1992)에 의하면 과학의 본성은 7가지로 정의 될 수 있다. [표1]은 Lederman의 7가지 관점에 대한 설명이다.

표 1. 과학의 본성 관점(Lederman, Schwartz, Abd-El-Khalick & Bell, 2001; 김영선, 2013)

잠정적인, 변화 가능한	- 새로운 관찰과 기존 관찰에 대한 재해석은 과학 지식의 변화에 영향을 준다. - 과학의 본성의 다른 모든 측면은 과학지식의 변화에 대한 근거를 제공한다.
실질적 자료에 근거	- 과학지식은 자연계의 관찰에 입각하거나(하고) 자연계의 관찰에서 유래한다.
주관성	- 과학은 현재의 일반적으로 인정된 과학적 이론과 법칙에 영향을 받고 이끌린다. - 문제 제시, 자료조사, 자료 해석은 현재 이론의 렌즈를 통하여 걸러진다. - 과학이 발전, 일관성을 유지하고 게다가 이전 증거는 새로운 지식의 관점에서 검토할 때 과학의 변화에 기여한다. 이것은 불가피하게 주관적이다. - 개인적 주관 또한 피할 수 없다. - 개인의 가치, 논의 될 수 있는 상태의 문제, 사전 경험은 과학자가 자신의 작업 수행하는데 있어서 무엇을 어떻게 해야 하는지 영향을 준다.
창의성과 상상력의 사용	- 과학 지식은 사람의 상상력과 논리 추론에 의해 창조 되어진다. - 이 창조물은 자연계의 관찰과 추론에 입각한다.
사회/문화가 내면 깊숙이 박혀있음	- 과학은 인간의 활동 즉 사회와 경험된 문화에 의해 영향을 받는다. - 그 문화의 가치와 기대는 과학이 무엇이고 어떻게 실시되고, 해석 되고 일반적으로 인정되어 받아들여지는지 결정한다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

표 1.

관찰과 추론	- 과학은 관찰과 추론 모두에 입각한다. - 관찰은 인간의 감각이나 그 감각의 확장을 통하여 수집된다. - 추론은 이러한 관찰의 해석이다. - 현재 과학의 관점과 과학자는 관찰뿐만 아니라 추론의 방향을 제시한다. - 여러 관점은 관찰의 유효한 여러 해석에 기여한다.
이론과 법칙	- 이론과 법칙은 과학지식의 서로 다른 종류이다. - 법칙은 관찰되거나 감지되어진 자연 현상들의 관계를 설명한다. - 이론은 자연 현상에 대한 설명이 유추된 것이고 자연 현상 간의 관계에 대한 메커니즘이다. - 과학에서의 가설은 상당한 뒷받침이 되는 증거의 축적과 과학계에서 받아들이는 것들로써 결과적으로 이론이나 법칙에 이르게 된다. - 이론과 법칙은 계층적 의미에서 서로 다르게 발달해 나가는 것은 아니다. 왜냐하면 명백하게 기능적으로 다른 지식의 유형이기 때문이다.

Lederman의 7가지 정의를 기반으로 교사들의 설문지 결과를 통해 10가지 정도로 세분화 할 수 있다.

1) 검증 가능한(Empirical)
2) 잠정적인(Tentative)
3) 이론의 본성(Nature of theories)
4) 법칙의 본성(Nature of law)
5) 창의성, 상상력(Creative and imaginative)
6) 추론, 관찰(Inference)
7) 주관적인(Subjectivity)
8) 사회문화적(Social and cultural embeddedness)
9) 사회적합의(Social aspects of scientific enterprise)
10) 과학적 방법(Scientific Method)

대학생들의 과학의 본성 이해도 연구에서는 대학생들의 과학의 본성 이해도는 학업에 대한 관심과 열의와 같은 학업 성적과 관계가 있다고 이야기 한다(박현주,

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

이금희, 2005). 과학의 본성 교수 방법은 암시적(implicit) 교육과 명시적(explicit) 교육으로 나누어진다(Abd-El-Khalick & Lederman, 2000). 암시적 교육에서 탐구나 실험을 통하여 가르치지 않아도 과학의 본성이 자연스럽게 학습된다고 한다(Moss, Abram, & Kull, 1998). 하지만 과학의 본성에 대한 오개념이나 기대하는 의도와 다르게 학습이 될 가능성이 존재한다. 올바른 과학적 관점을 갖추기 위해서는 과학의 본성은 명시적(explicit)으로 학습되어야 된다는 주장이 우세하다(Lederman, Abd-El-Khalick & Schwartz, 2002). 중학교에서 과학의 본성 명시적 수업의 중요성에 대한 연구에 의하면 학생들이 과학의 본성에 대해 적절한 관점을 가지도록하기 위해서는 중등학교 현장에서 명시적으로 과학의 본성을 가르칠 필요가 있다고 강조 하고 있다(김경순, 노정아, 서인호, 노태희, 2008). 과학의 본성에 대한 명시적인 수업이 예비 과학교사들의 인식 변화에도 역시 긍정적인 효과를 나타내었다. 과학 수업을 통해 중등 학생들에게 과학의 본성을 지도하는 것은 과학 교육의 주요 목적 중 하나인 과학적 소양의 함양을 위해 필요하기에 예비 과학교사들의 과학의 본성 인식이 중요하다(백성혜, 남초이, 2010). 김영선(2013)의 연구에서는 과학의 본성의 인식을 크게 순수한 관점(naive view)과 세련된 관점(informed view)으로 분류한다. 과학자들과 같은 올바른 과학의 본성의 관점은 세련된 관점에 해당 된다. 본 연구에서는 두 관점을 용어의 구분을 위하여 순수한 관점과 과학적 관점(scientific view)으로 분류 하였다. [표2]는 순수한 관점과 과학적 관점의 예를 나타낸 것이다.

표 2. 과학의 본성 관점구분(Lederman, Abd-El-Khalick & Schwartz, 2002; 김영선, 2013)

NOS Aspect (과학의 본성 측면)	Naive View (순수한 관점)	Scientific View (과학적 관점)
Empirical NOS 실질적 자료에 근거	- 과학은 간단하다. 그리고 과학은 사실을 기반으로 하기 때문에 많은 의견들과 사람의 편견, 개인적 견해를 허용하지 않는 학문분야이다. - 과학은 사실을 매우 중요하게 생각한다. 우리는 이론이 사실임을 증명하기위해 관찰된 사실을 이용한다.	- 과학적 지식의 발전은 대부분 관찰에 의존한다. 관찰은 관습적 요소이다. - 관찰은 과학의 목표는 관찰사실의 축적이 아니며 오히려 과학은 추상적 개념을 관찰과 관련시키고 더 나아가는 것이다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

The scientific Method 과학적 방법	- 과학은 정확한 과학적 방법이 존재하며 과학적 방법에는 절차가 있다.	- 우리가 실제로 과학 하는 방법은 사실이 개념으로 개념이 원리로 법칙이 이론으로 발전한다는 체계와 절차가 있는 것이 아니라 과학적 방법은 다양하다.
General structure and aim of experiments 실험의 일반적 구조와 목적	- 실험은 가설을 증명하기 위한 유일한 방법이며 실험은 데이터를 모으는 것이지 조작할 필요는 없다.	- 실험은 이론이나 가설을 증명할 수 없고 그저 신빙성을 떨어뜨리거나 타당성을 더하는 것일 뿐이다.
Role of prior expectations in experiments 실험에서 사전 예상의 역할	- 우리는 일반적으로 결과에 대한 생각을 어느 정도 가지고 있다. 하지만 과학적이고 유효한 실험을 위해서는 어떠한 개인적 편견이나 사전지식, 예상을 해서는 안 된다.	- 실험을 체계화하기 위해서는 당신은 실험의 결과를 예상하고 정말로 테스트 방법이 될 수 있을지 알아야할 필요가 있다.
Observations 관찰에 기초한다.	- 과학은 전적으로 실험에만 기초한 과학적 절차 없이는 존재하지 않는다. - 지식의 발전은 정확한 실험을 통해서만 이루어진다.	- 실험들이 항상 중요한 것은 아니다. 다윈의 진화론의 경우 실험적으로 직접 테스트 될 수 없지만 관찰 수집된 데이터 때문에 현대 생물학에서 인정받는다.
Tentative NOS 변할 수 있다	- 만약 실험결과를 계속해서 같은 것을 얻게 되면 실험을 한 이론은 법칙이나 우리가 믿는 사실이 될 수 있다. - 철학이나 종교와 비교할 때, 과학은 절대적이다 즉 옳고 그름이 확실하다.	- 과학에 있어서 모든 것은 새로운 증거나 그 증거에 따른 새로운 해석에 의해서 계속 변할 수 있다. - 한 이론에 반하는 증거가 나타나면 그 이론은 의심스러운 것처럼 우리는 어떤 이론에 대해서도 100% 확신하지 않는다. 최소한 수정될 수 있다.
Theories & Law 이론과 법칙의 차이 및 관계	- 법칙은 이론으로 시작을 하며 결국엔 반복과 검증에 의해 법칙이 된다. - 과학적 법칙이라는 것은 돌과 같은 것이다. - 과학적 이론은 변할 수 있고 언제든지 오류로 판정날 수 있다.	- 과학적 법칙은 현상에서의 정량적인 관계, 즉 물체사이의 만유인력법칙과도 같은 것이다. - 과학적 이론은 관찰된 사실에 상응하는 개념들로 이루어진 것으로 세상을 위한 새로운 설명 가능한 모델을 제안하기도 한다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

표 2.

Nature of Scientific theories 과학 이론의 성질	- 이론은 테스트되지 않은 생각이거나 추가적인 테스트를 진행 중인 생각, 일반적으로 과학계에서 만족할 만큼 증명되지 않은 것이다.	- 과학자들의 세계에서 사용되는 이론이라는 단어는 일반적인 사람들이 사용하는 이론과 다르게 사용된다. 그것은 증명할 수 없는 누군가의 생각을 의미하는 것이 아니라 상당한 증거를 가지고 반증의 시도를 견뎌낸 개념이다.
Functions of Scientific theories 과학 이론의 기능	- 우리가 배우는 과학 이론은 과학자가 처음부터 모든 것을 시작한 것이 아니라 그저 기존의 생각에 더할 수 있는 것이다.	- 이론은 수많은 특정 가설이 발전되는 모습을 일반화함으로써 만들어진다. 이론은 흥미로운 가설과 연구에 의한 지식을 모음으로써 발전한다.
Logic of testing 검증의 논리	- 많은 이론들은 완벽하게 테스트될 수 없다. 예를 들어, 진화론은 우리가 세계를 창조하고 수백만 년을 살아보지 않는다면 테스트 되었다고 할 수 없다.	- 대부분의 이론은 우리가 관찰할 수 없는 부분이 있다. 그래서 우리는 테스트 할 수 있는 부분으로부터 결과를 추론한다. 이러한 간접 증거는 그 이론이 유효한지를 알아볼 수 있게 한다.
Creativity and imaginative 창의성과 상상력의 사용	- 과학자는 자료 수집을 위해서 상상력을 동원한다. 하지만 자료수집 후에는 상상력은 더 이상 없다. 왜냐하면 과학자는 그 후에는 객관적이어야 하기 때문이다.	- 과학적 과정에 있어서 논리적이란 중요한 역할을 한다. 하지만 상상력과 창의성 또한 관찰된 사실에 대해서 왜 그런지를 설명할 때에는 초석을 형성하는데 아주 중요하다.
Inferences 추론	- 과학자는 고급해상력의 현미경을 통해 원자를 볼 수 있다. 원자구조를 보게 되는 것이다. 보게 되면 믿을 수밖에 없다. - 과학의 확실성이라는 것이 있다. - 이전에는 시행착오를 할 수 있다. 하지만 지금은 정확하게 정의하는 것이 가능한 것이다.	- 증거란 간접적이며 우리가 보지 못하는 것과 관련이 있다. 과학자들은 원자가 어떻게 생겼는지 안다고는 말할 수 없다. 왜냐하면 원자는 구조로 보이는 것 이상이다. - 생물의 종이라는 것은 인간의 산물이다. 알게 되면 더 배울 수 있는 체계이다. 우리가 생물의 종과 그 하부의 종을 정확한 그림으로 선을 그을 수는 없다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

중등학교 학생들은 선험적 지식이나 자신이 경험한 것을 토대로 과학의 본성에 대한 관점을 갖게 되므로 학생들의 관점이 순수한 관점(naive view)일 수도 있고 과학자들이 가지고 있는 과학적 관점(scientific view)일 수도 있기에 교사는 수업을 통하여 모든 학생들이 과학적 관점을 갖도록 과학의 본성의 여러 측면을 명시적(explicit)으로 교수해야 한다고 보고된다(Lederman, Abd-El-Khalick & Schwartz, 2002; 김영선, 2013). 이와 같이 올바른 과학의 본성 교육을 위해서는 교사의 이해도가 중요하며 교사는 교과서를 사용하기에 교과서에 반영되어 있는 과학의 본성은 어떻게 반영되었는지 알아보기로 한다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

III. 연구방법

본 연구는 고등학교 교과서에서 지구과학에 반영된 과학의 본성의 반영과 수준 그리고 교육과정의 변화에 어떻게 상응하는지를 7차 교육과정 공통과학 교과서와 2009 개정교육과정 융합과학 교과서에 나오는 정도를 파악하는 것이다. 먼저 현재의 교육과정에서의 과학의 본성 반영을 파악하기 위해 7차 교육과정 공통과학 교과서와 2009개정 교육과정 융합과학 교과서는 어떻게 변화 되었는지 교과서에서 내포된 과학의 본성 수준을 비교 분석하고자 한다.

표 3. 연구 과정

단 계	과 정	내 용
1	NOS 분석 도구 개발 (Nature of Science Analyzing Tool)	이론적 배경과 [표1],[표2]를 통해 전문가와 협의를 거쳐 NOS 분석 도구 개발 명시적/암시적, 순수/과학적 관점
2	자료 수집	연구대상 공통과학교과서, 융합과학교과서의 지구과학파트 NOS 분석 도구 적용 구분의 예
3	자료 분석	전문가와 상의 하여 타당성 구축 NOS 분석 도구의 항목별 정리

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

A. 과학의 본성 분석 도구 개발 (Nature of Science Analyzing Tool : NOSAT)

국내의 기존 연구에서 이루어지지 않은 연구이기에 본 연구를 시작하기 위해 교과서 안에서 과학의 본성의 수준과 특징을 구체적으로 측정 할 수 있는 도구를 미국의 교과서에 반영된 과학의 본성 분류(Abd-El-Khalick, Waters & Le 2008)를 참조 전문가와 회의하여 개발하였다. 과학의 본성의 수준을 파악하기 위해 과학의 본성에 대하여 [표1]을 참조 올바른 과학의 본성 학습을 기대할 수 있는 명시적인지, 과학의 내용 학습 또는 실험 등을 통하여 습득을 기대할 수 있는 암시적 교육인지를 파악하고 [표2]를 참조하여 그 내용이 과학적 관점인지, 순수한 관점인지를 측정하여 기록할 수 있도록 하였다. 개발한 과학의 본성 분석도구(NOSAT)는 [표4]와 같다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

표 4. 과학의 본성 분석도구(NOSAT)

#	교과서 (page)	NOS										View			
		EMP	TEN	THE	LAW	CRE	INF	SUB	EMB	ENT	MET	EXP	IMP	NAI	SCI
1	301p				√							√		√	
		과학의 본성이 포함된 본문의 내용										과학의 본성에 관점에 대한 해석			
2	333p				√								√		√
		태양이 단위 시간에 방출하는 에너지의 총량을 태양의 광도라고 한다. 태양의 광도는 약 4×10^{26}W이다. 이처럼 많은 에너지를 방출하려면 태양은 얼마나 뜨거워야 할까? 위의 광도를 내려면 태양의 온도는 약 5800℃가 되어야 한다는 것을 알았다.										태양의 광도와 온도간의 법칙을……. 암시적인 방법이다. 과학의 법칙에 대한 본성으로……. +1점으로 그 수준을 측정할 수 있다			

표의 1열은 연번을 나타내고 있고 2열은 교과서의 페이지 3열의 경우는 Lederman(1992)의 설문지결과로 축약된 검증 가능한(EMP), 잠정적인(TEN), 이론(THE), 법칙(LAW), 창의성과 상상력(CRE), 추론 및 관찰(INF), 주관적인(SUB), 사회문화적(EMB), 사회적합의(ENT), 과학적 방법(MET)의 10가지 측면의 과학의 본성 구성 요소를 코드를 이용하여 문항을 만들었고 두 가지 이상 선택이 가능하도록 하였다. 4열은 과학을 보는 관점에 대하여 명시적/암시적, 순수한/과학적으로 분류하여 수준을 정의하여 과학의 본성의 수준을 '+2, +1, -1, -2'의 4가지의 수준으로 분류 하였다.

B. 연구 대상

본 연구는 A출판사 7차 교육과정 공통과학 교과서와 B출판사 2009개정 교육과

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

정 융합과학교과서를 선정하였다. 에는 18종의 교과서가 있으며 고등학교 과학 교과서의 경우는 대표적으로 5가지 정도의 교과서가 쓰이고 있다. 그 중 학교에서 가장 많이 보편적으로 쓰이는 교과서를 선정하여 고등학교 교과서에서 지구과학에 반영된 과학의 본성의 반영과 수준 그리고 교육과정의 변화에 어떻게 상응하는지를 공통과학 교과서와 융합과학 교과서에 나오는 정도를 파악하고자 한다. [표5]는 A 출판사의 공통과학과 B 출판사의 융합과학의 구성이다.

표 5. 공통과학 교과서와 융합과학 교과서 목차

A출판사 공통과학	B출판사 융합과학
I. 탐구 1. 과학자가 하는 일 2. 과학의 탐구 3. 과학이 인간생활에 미치는 영향 II. 에너지 4. 힘과 에너지 5. 전기 에너지 6. 파동 에너지 7. 에너지의 전환과 흐름 III. 물질 8. 전해질과 이온 9. 산과 염기의 반응 10. 반응속도 IV. 생명 11. 물질대사 12. 자극과 반응 13. 생식 V. 지구 14. 지구의 변동 15. 대기와 해양 16. 태양계와 은하 VI. 환경 17. 산성비 18. 생물 농축 19. 온실 효과 20. 소음	제1부 우주와 생명 I. 우주의 기원과 진화 1. 우주의 기원 2. 빅뱅과 원자의 형성 3. 별과 은하 II. 태양계와 지구 1. 태양계의 형성 2. 태양계의 역학 3. 행성의 대기 4. 지구 III. 생명의 진화 1. 생명의 탄생 2. 생명의 진화 3. 생명의 연속성 제2부 과학과 문명 IV. 정보 통신과 신소재 1. 정보의 발생과 처리 2. 정보의 저장과 활용 3. 반도체와 신소재 4. 광물 자원 V. 인류의 건강과 과학 기술 1. 식량 자원 2. 과학적 건강관리 3. 첨단 과학과 질병 치료 VI. 에너지와 환경 1. 에너지와 문명 2. 탄소 순환과 기후 변화 3. 에너지 문제와 미래

7차 교육과정의 공통과학에서는 단원을 탐구를 시작으로 과학의 영역별로 나누었고 우리는 그 중에서 지구과학에 해당하는 V. 지구 단원을 지질, 대기와 해양,

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

천문으로 나누어 분석한다. 융합과학은 7차 교육과정 이후 2009개정 교육과정으로 개변 되면서 영역별 과학이 아닌 융합형 과학이 등장하였다. 아무것도 없는 공간에서 빅뱅을 시작으로 물질의 생성, 생명의 생성, 과학의 문명 과 같이 시간순서대로 정리 되어 각 영역은 모든 과학이 융합이 되어 있는 구조이다. 우리 분석하고자 하는 단원은 지구과학에 해당되는 과목으로 밑줄이 되어있는 7차 교육과정의 V. 지구 단원과 2009개정교육과정 제1부 우주와 생명이다. I. 우주의 기원과 진화, II. 태양계와 지구에서는 천문의 내용이 내포되어 있으며, III. 생명의 진화 단원의 2. 생명의 진화에서는 지질의 내용이 내포되어 있다.

C. 자료 수집

자료 수집은 NOSAT를 이용하여 명시적이며 세련된 관점의 과학의 본성, 명시적이지만 순수한 관점의 과학의 본성, 암시적이며 세련된 관점의 과학의 본성, 암시적이며 순수한 관점의 과학의 본성 4가지로 미국 교과서의 샘플(Abd-El-Khalick, Waters & Le 2008)을 이용하여 자료를 수집방법에 있어서 타당성을 구축하고 정의를 하면 다음과 같다.

(1) 명시적이며 과학적 관점의 과학의 본성

예는 미국 교과서를 분석한 샘플에 해당하는 것으로 다음은 과학의 법칙(LAW)에 해당하는 경우이다.

> 자연의 현상을 설명하는 일반화는 법칙이나 원리로 불린다. 자연의 법칙은 우리에게 자연에서 무슨 일이 일어나는지 알려준다.: 그들은 우리에게 무슨 일이 반드시 일어나는지 알려주지 않는다. 과학적인 법칙은 자연 현상(무엇인지)을 설명한다. 하지만 그에 대한 설명(이유)은 제공하지 않는다. 과학적 이론과 모델은 우리가 살고 있는 자연 세계의 양상을 “왜?”, “어떻게?” 라는 문제로 다룬다.

위의 경우는 자연의 현상을 설명하는 일반화는 법칙이라는 명시적인 법칙의 개념을 소개하며 ‘과학적인 법칙은 자연 현상을 설명한다 하지만 그에 대한 설명은 제공하지 않는다.’라는 과학의 법칙에 대한 설명이 명시적이며 과학적 관점이기에 +2점으로 그 수준을 측정할 수 있다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

(2) 명시적이지만 순수한 관점의 과학의 본성

예는 미국 교과서를 분석한 샘플에 해당하는 것으로 다음은 과학의 법칙에 해당하는 경우이다.

> 과학에서의 특정한 사실은 항상 진리로 여겨진다. 각각의 사실들은 과학적 법칙으로써 불려진다. 과학적 법칙은 자연 현상에 대한 어떤 진술이거나 몇몇 일관성 있는 수학적 표현이다.
>
> 과학적 법칙은 진리로 인정될 수 있는 아주 흔하게 관찰된 자연의 단순한 사실이다. 아침에 동쪽에서 뜨는 태양은 자연의 법칙이다. 왜냐하면 사람들은 그 사실을 매일 보기 때문이다.

과학에서 법칙이란 과학지식의 종류 중 하나이며, 관찰되거나 감지되어진 자연 현상들의 관계를 설명하는 것이다. 하지만 본문에서는 특정한 사실이나 진리를 과학의 법칙이라고 표현하고 있으며 항상 진리로 여겨진다고 표현 하였다. 과학의 본성에 대한 명시적 설명이 나와 있지만 순수한 관점이라 볼 수 있다. 이와 같이 명시적이지만 순수한 관점이기에 -2점으로 그 수준을 측정할 수 있다.

(3) 암시적이며 과학적 관점의 과학의 본성

> 과학에서 종종 일어나는 일로써 새로운 발견은 오래된 이론을 기각/전복(toppled) 시킨다. 방사능의 발견이 있기 전에, 원자가 물질의 가장 기본적인 단위로서 가장 작은 것이라 믿어졌다. 후에 알파, 베타, 감마선이 확인되었고 과학자들은 원자는 더 작은 입자로 구성되어야 한다는 확신을 얻었다. 그리고 러더포드의 발견 이후로 원자의 구조에 대한 우리의 이해는 확장되었고 일부 변경된 것도 있다. 우리는 현재 후의 연구로부터 알게 되었다. 유용할 수 있지만 궤도를 도는 전자는 너무 단순하다. 중심부에 대한 러더퍼드의 그림은 주로 빈 공간으로 둘러싸인 거대한 핵은 아직까지도 받아들여지고 있다.

원자가 물질의 가장 기본적인 단위로 믿어왔을 때부터 러더포드의 원자 구조 그리고 현재의 연구로부터 알게 되는 것을 이용하여 과학은 잠정적이며 변할 수 있다는 과학의 본성 습득을 암시적(implicit)으로 나타내고 있으며 과학적 관점이라고 볼 수 있다. 이와 같이 암시적이며 과학적 관점이기에 +1점으로 그 수준을 측정할 수 있다.

(4) 암시적이며 순수한 관점의 과학의 본성

> 과학자들은 흔히 사실을 자료라고 일컫는다. 자료는 정보의 객관적인 부분이다. 사실은 해석에 포함되지 않는다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

과학자들은 흔히 사실을 자료라고 하며 자료는 정보의 객관적인 부분이라 한다는 과학자의 생각을 나타내어 과학의 본성을 암시적으로 나타낸다고 할 수 있지만 자료는 모두 사실이라는 생각을 할 수도 있다. 하지만 자료는 해석하는 사람에 따라 달라질 수 있고 상상력과 추론에 의해 달라질 수 있기에 순수한 관점이라 볼 수 있다. 이와 같이 암시적이며 순수한 관점이기에 -1점으로 그 수준을 측정 할 수 있다.

D. 자료 분석

수집된 자료를 바탕으로 하여 전문가와 분석에 대한 의견을 수렴하여 내용타당도와 신뢰도를 구축하도록 하였다. 의견이 맞지 않은 부분에 대해서는 서로 동의가 될 때까지 의논하여 본 연구자는 재차 수집된 자료를 분석하여 모든 자료에 대한 분석에 일관성이 있도록 하였다. 즉 전체 수집된 자료 중에 본 연구자의 자료 분석 관련하여 처음의 20%는 혼자 수행하였으며 그 후의 10%정도는 전문가와 동시에 분석하여 의견을 비교 분석하여 논의하였으며 전문가와 토론 끝에 수정된 분석관점으로 처음의 20%를 다시 분석하여 수정하도록 하였다. 분석된 자료는 교육과정별로 표와 그래프로 나누어 비교하였다. [표6]은 분석된 표의 샘플이고, [그림1]은 그 분석표를 나타낸 그래프의 샘플이다.

표 6. 과학의 본성 분석표 예시

NOS	point			
	2	1	-1	-2
EMP	0	4	0	0
TEN	0	1	0	0
THE	0	2	0	0
LAW	0	6	0	0
CRE	1	8	0	0
INF	1	10	0	0
SUB	0	1	0	0
EMB	0	3	0	0
ENT	0	0	0	0
MET	0	2	0	0
Tota	2	37	0	0
1	39			

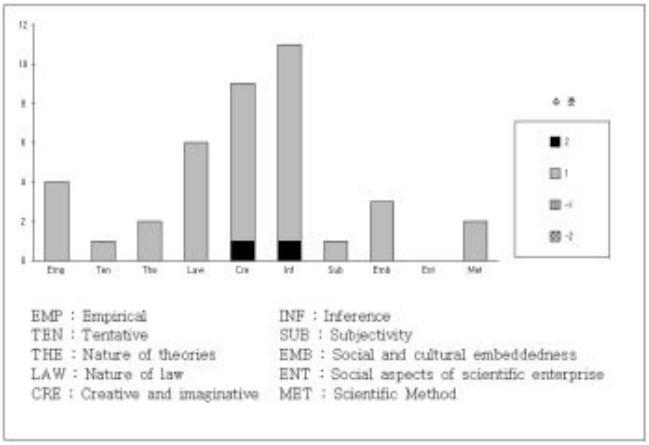


그림 1. 과학의 본성 그래프 예시

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Ⅳ. 연구 결과

본 연구는 고등학교 교과서에서 지구과학에 반영된 과학의 본성의 반영과 수준 그리고 교육과정의 변화에 어떻게 상응하는지를 7차 교육과정 공통과학 교과서와 2009 개정교육과정 융합과학 교과서에 나오는 정도를 파악하는 것이다. 과학의 본성이 교육과정의 변화에 따라 어떻게 반영 되었는지 천문, 지질, 대기해양, 탐구로 나누어 과학의 본성 포함정도를 구성요소에 따라 7차 교육과정 A출판사 공통과학 교과서와 2009개정 교육과정 B출판사 융합과학교과서 순으로 분석하였다. 분석시 약자를 이용한 용어를 사용하였고 [표7]은 과학의 본성 분석에 사용된 약자의 설명이다.

표 7. 과학의 본성 용어 설명

용어	설명	용어	설명
EMP	검증 가능한	INF	추론 및 관찰
TEN	잠정적인	SUB	주관적인
THE	이론	ENT	사회적합의
EMB	사회문화적	CRE	창의성과 상상력
LAW	법칙	MET	과학적 방법

A. 7차 교육과정 공통과학교과서의 과학의 본성 수준

공통과학교과서는 생물, 화학, 물리, 지구과학으로 나누어지며, 그중 지구과학은 천문, 지질, 대기와 해양으로 나누어진다. 본 연구에서는 먼저 과학의 본성을 분석하고 그와 함께 탐구단원에서의 과학의 본성을 분석하였다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

1. 천문

공통과학에서 천문의 구성은 V. 지구 16. 태양계와 은하 단원에 포함되어 있다. 태양계의 구성, 별의 특징, 은하로 구성되어 있으며 이를 분석한 결과를 각각의 경우에 대해서 아래와 같이 나타내었다.

표 8. 공통과학 천문 암시적이며 과학적 관점의 예

	N O S	LAW	교과서	333page	수준	+1
1	본 문	태양이 단위 시간에 방출하는 에너지의 총량을 태양의 광도라고 한다. 태양의 광도는 약 4×10^{26}W이다. 이처럼 많은 에너지를 방출하려면 태양은 얼마나 뜨거워야 할까? 위의 광도를 내려면 태양의 온도는 약 5800℃가 되어야 한다는 것을 알았다.				
	해 석	태양의 광도와 온도간의 법칙을 이용하여 태양의 총에너지를 계산할 수 있음을 알려주는 법칙에 대한 소개로 법칙이라는 것이 과학적 지식의 산출에 어떻게 사용되는지를 보여주는 암시적인 방법이다. 특히 '되어야 한다는 것을 알았다'라는 표현으로 과학적 지식의 산출과정을 자연스럽게 묘사하고 있다고 할 수 있으며 이는 과학의 법칙에 대한 본성으로 소개 할 수 있으며 암시적인 방법과 과학적인 관점이기에 +1점으로 그 수준을 측정할 수 있다				
2	N O S	INF	교과서	338page	수준	+1
	본 문	별의 색깔은 무엇을 알려 주는가? 맨눈으로 별을 보면 대부분이 백색으로 빛나는 것처럼 보인다. 그러나 망원경으로 보면 별의 색은 푸른색, 노란색, 붉은색 등으로 다양하다. 이러한 별의 색깔로부터 무엇을 알 수 있을까?				
	해 석	맨눈과 망원경으로 별을 관찰과 추론을 하는 과정을 소개 하고 있는 암시적인 방법이다. 이런 과정에서 암시적으로 과학의 본성의 구성요소인 관찰과 추론을 소개 할 수 있으며 암시적인 방법과 과학적인 관점이기에 +1점으로 그 수준을 측정 할 수 있다.				

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

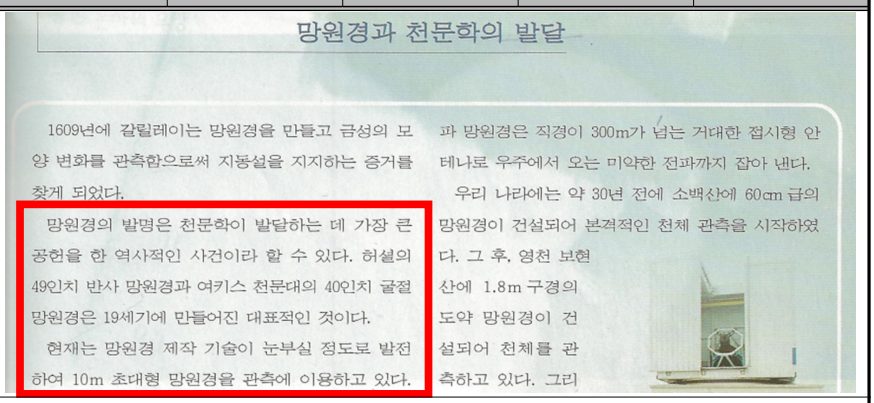
표 8.

3	N O S	EMP	교과서	322page	수준	+1
	본 문	우리 선조들은 하늘에서 일어나는 현상에 많은 관심을 가지고 있었다. 이미 삼국 시대부터 수많은 관측 기록을 남겼으며, 고려인들은 혜성과 일식뿐만 아니라 태양 흑점과 오로라를 관측한 기록도 남겼다. 조선 시대에는 천문대를 건설하고 혼천의, 간의 등의 천문 관측 기기를 제작하여 관측에 이용하였다. 특히, 조선 중기에 태양에 근접한 핼리 혜성을 관측하여 기록한 내용은 세계에서 가장 우수한 것으로 평가받고 있다. 그림 16-2 성변측후단자 1664년 10월에 나타난 대혜성을 관측하여 기록하였다.				
	해 석	우리 선조들의 관측한 기록을 통해 일식과 흑점 등을 관측한 기록물로 과학적 지식 과학적 내용을 검증 하는 과정을 소개 하고 있는 암시적인 방법이다. 이런 과정에서 암시적으로 과학의 본성의 구성요소인 과학의 검증 가능함을 소개 할 수 있으며 암시적인 방법과 과학적인 관점이기에 +1점으로 그 수준을 측정 할 수 있다.				
4	N O S	THE	교과서	339page	수준	+1
	본 문	망원경과 천문학의 발달 1609년에 갈릴레이는 망원경을 만들고 금성의 모양 변화를 관측함으로써 지동설을 지지하는 증거를 찾게 되었다. 과 망원경은 직경이 300m가 넘는 거대한 접시형 안테나로 우주에서 오는 미약한 전파까지 잡아 낸다. 우리 나라에는 약 30년 전에 소백산에 60cm 급의				
	해 석	금성의 모양 변화를 이용하여 지동설을 설명하는 과정에서 암시적으로 과학의 본성 구성요소인 과학적 이론을 소개 할 수 있으며 암시적이고 과학적인 관점이기에 +1점으로 그 수준을 측정 할 수 있다.				

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

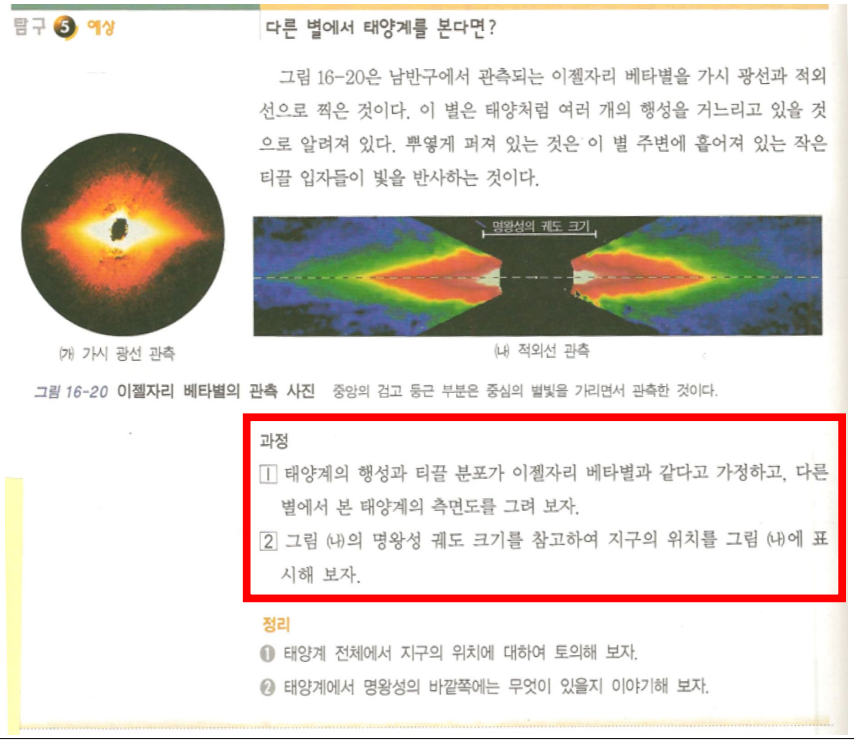
표 8.

	N O S	SUB	교과서	330page	수준	+1
5	본 문					
	해 석	섀플리와 커티스의 논쟁에서 나선 성운을 바라보는 주관적인 입장을 통하여 암시적으로 과학의 본성의 구성요소인 주관적인을 소개 할 수 있으며 암시적이고 과학적인 관점이기에 +1점으로 그 수준을 측정 할 수 있다.				
6	N O S	EMB	교과서	339page	수준	+1
	본 문					
	해 석	망원경의 발명이 역사적으로 어떠한 공헌을 하였는지 생각하는 사회 문화적 내용을 통하여 암시적으로 과학의 본성의 구성요소인 사회 문화적 과학을 소개 할 수 있으며 암적이고 과학적인 관점이기에 +1점으로 그 수준을 측정 할 수 있다.				

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

표 8.

	N O S	CRE	교과서	330page	수준	+1
7	본 문					
	해 석	태양계의 행성 티끌 분포를 이젤자리 베타별을 참고 상상하여 측면도를 그려보는 창의성 및 상상력을 발휘하는 과정에서 암시적으로 과학의 본성 구성요소인 창의력과 상상력을 소개 할 수 있으며 암시적이고 과학적인 관점이기에 +1점으로 그 수준을 측정 할 수 있다.				

탐구 5 예상

다른 별에서 태양계를 본다면?

그림 16-20은 남반구에서 관측되는 이젤자리 베타별을 가시 광선과 적외선으로 찍은 것이다. 이 별은 태양처럼 여러 개의 행성을 거느리고 있을 것으로 알려져 있다. 뿌옇게 퍼져 있는 것은 이 별 주변에 흩어져 있는 작은 티끌 입자들이 빛을 반사하는 것이다.

명왕성의 궤도 크기

(가) 가시 광선 관측 (나) 적외선 관측

그림 16-20 이젤자리 베타별의 관측 사진 중앙의 검고 둥근 부분은 중심의 별빛을 가리면서 관측한 것이다.

과정

1 태양계의 행성과 티끌 분포가 이젤자리 베타별과 같다고 가정하고, 다른 별에서 본 태양계의 측면도를 그려 보자.

2 그림 (나)의 명왕성 궤도 크기를 참고하여 지구의 위치를 그림 (나)에 표시해 보자.

정리

1 태양계 전체에서 지구의 위치에 대하여 토의해 보자.

2 태양계에서 명왕성의 바깥쪽에는 무엇이 있을지 이야기해 보자.

천문은 과학적 사례와 이론을 통해 과학의 본성습득을 기대할 수 있는 암시적인 내용만 제시되어 있었다. 암시적 내용 중 과학적 관점은 법칙의 본성측면이 5건으로 가장 높았고, 검증 가능한과 추론 및 관찰측면이 3건, 이론의 본성, 창의성과 상상력, 주관적인, 사회문화적 측면도 2건 제시되어 있다.

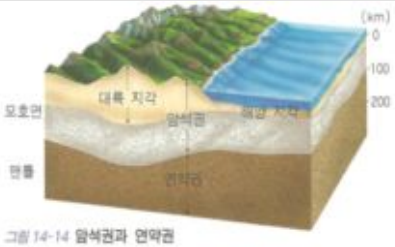
Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

2. 지질

공통과학의 지질의 구성은 V.지구 14. 지구의 변동 단원이며 지진과 화산활동, 지각의 움직임 내용이 수록되어 있다. 이를 분석한 결과를 각각의 경우에 대해서 아래와 같이 나타내었다.

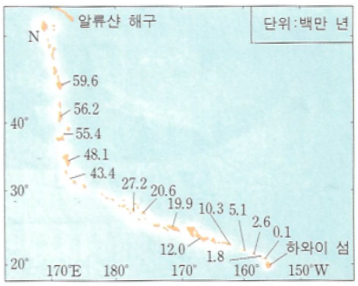
표 9. 공통과학 지질 암시적이며 과학적 관점의 예

	N O S	EMP	교과서	283page	수준	+1
1	본 문	지구 내부를 통과하는 지진파를 분석해 보면, 지하 약 100km에서 S파의 속도가 갑자기 느려진다. 이 깊이를 경계로 하여 윗부분을 **암석권**, 아랫부분을 **연약권**이라고 한다. 암석권으로 이루어진 판은 배가 물 위에 떠서 움직이는 것처럼 연약권 위에 얹혀서 이동한다.  그림 14-14 암석권과 연약권				
	해 석	지구 내부를 통과하는 지진파를 분석해 지하에서 S파의 속도 변화를 검증하며 암시적으로 과학의 본성 구성요소인 검증 가능한 과학을 소개 할 수 있으며 암시적이고 과학적인 관점이기에 +1점으로 그 수준을 측정 할 수 있다.				
2	N O S	TEN	교과서	282page	수준	+1
	본 문	2 움직이는 지각 20세기 초에 베게너는 고생대 말에 한 덩어리였던 초대륙이 이동하여 현재와 같이 분포되었다는 대륙 이동설을 제안하였다. 그 후 지진과 화산, 습곡 산맥과 해령 등의 분포를 근거로 지각은 판이 서로 맞물려서 여러 방향으로 이동하고 있다는 판 구조론이 확립되었다. 그림 14-12 초대륙 약 2억 3천만 년 전의 대륙 분포				
	해 석	과거에 초대륙을 형성 하였던 대륙이 이동하여 지금과 같이 이루어졌다는 판구조론을 통하여 암시적으로 과학의 본성인 변화 가능한 과학을 소개 할 수 있으며 암시적이고 과학적인 관점이기에 +1점으로 그 수준을 측정 할 수 있다.				

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

표 9.

<table>
<tr><td rowspan="2">3</td><td>N O S</td><td>EMB</td><td>교과서</td><td>285page</td><td>수준</td><td>+1</td></tr>
<tr><td>본 문</td><td colspan="5">해령 열수공 주변은 광물 자원의 보고
우리가 사용하는 생활 용품의 대부분은 광물을 원료로 만들어져 있기 때문에 광물질은 우리 생활에서 대단히 중요하다. 수세기 동안 대륙 지각에 있는 광물을 채굴하여 사용하여 왔기 때문에 현재 대륙에 남아 있는 광물 자원의 양은 그리 많지 않다. 따라서 세계 각국은 해저의 광물 자원을 개발하려는 노력을 하고 있다.
그러나 심해저의 광물 자원을 개발하기 수심 6000m 이상을 잠수할 수 있는 잠수정 저의 암반을 뚫을 수 있는 첨단 장비와 기술 하다.
우리 나라에서도 한국해양연구소 등에서 에 있는 광물 자원을 개발하기 위해 많은 연 고 있다.</td></tr>
<tr><td></td><td>해 석</td><td colspan="5">우리가 사용하는 생활용품에 광물의 사용으로 과학이 우리 사회에 미친 영향과 관계를 통해 암시적으로 과학의 본성인 사회문화적인 과학을 소개 할 수 있으며 암시적이고 과학적인 관점이기에 +1점으로 그 수준을 측정 할 수 있다.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">4</td><td>N O S</td><td>INF</td><td>교과서</td><td>295,286page</td><td>수준</td><td>+1</td></tr>
<tr><td>본 문</td><td colspan="5">정리
❶ 열점에서 마그마가 솟아올라 분출하는 이유를 실험과 관련지어 설명해 보자.
❷ 오른쪽 그림은 하와이 열도에서 알류샨 해구까지 줄지어 있는 화산섬과 해산을 나타낸 것이다. 이것으로 알 수 있는 사실을 실험과 관련지어 설명해 보자. 단, 숫자는 이들을 구성하는 암석 연령을 나타낸 것이다.
 

발산 경계
두 판이 그림과 같이 서로 멀어지는 해령과 같은 경계를 발산 경계라고 한다. 맨틀에서 뜨거운 마그마가 두 판의 경계 아래에서 올라와 새로운 지각을 만들면서 두 판이 서로 멀어지게 한다.

그림 14-19 두 판이 서로 멀어지는 발산 경계</td></tr>
<tr><td></td><td>해 석</td><td colspan="5">하와이 열도의 모양을 관찰하고 발산형 경계에 대한 내용과 함께 추론을 하는 과정에서 과학의 본성 구성요소인 추론과 관찰을 암시적으로 소개 할 수 있으며 암시적이고 과학적 관점이기에 +1점으로 그 수준을 측정 할 수 있다.</td></tr>
</table>

Collection @ chosun

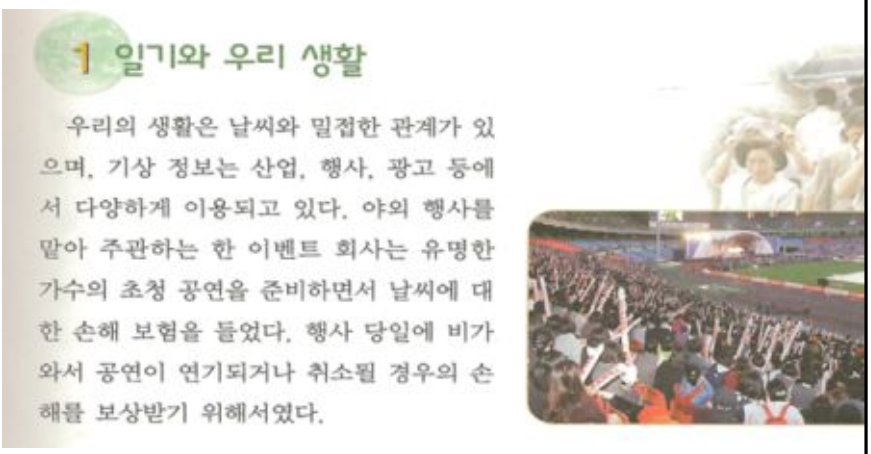
조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

과학의 본성의 구성요소를 언급하거나 설명한 명시적으로 표현된 내용을 찾을 수 없었다. 과학적 사례와 이론을 통해 과학의 본성습득을 기대할 수 있는 암시적인 내용만 제시되어 있었다. 암시적 내용 중 과학적 관점으로, 검증 가능한 측면이 5건으로 높게 제시되어 있었고, 사회문화적 측면이 4건으로 두 건째로 높게 제시되었다. 추론 및 관찰측면은 3건, 잠정적인측면은 2건 제시되어 있었다.

3. 대기 및 해양

대기와 해양의 구성은 V.지구 15.대기와 해양 단원이며 일기와 우리의 생활, 우리나라 기후의 특징, 해양과 우리의 생활에 대해 수록되어 있다. 이를 분석한 결과를 각각의 경우에 대해서 아래와 같이 나타내었다.

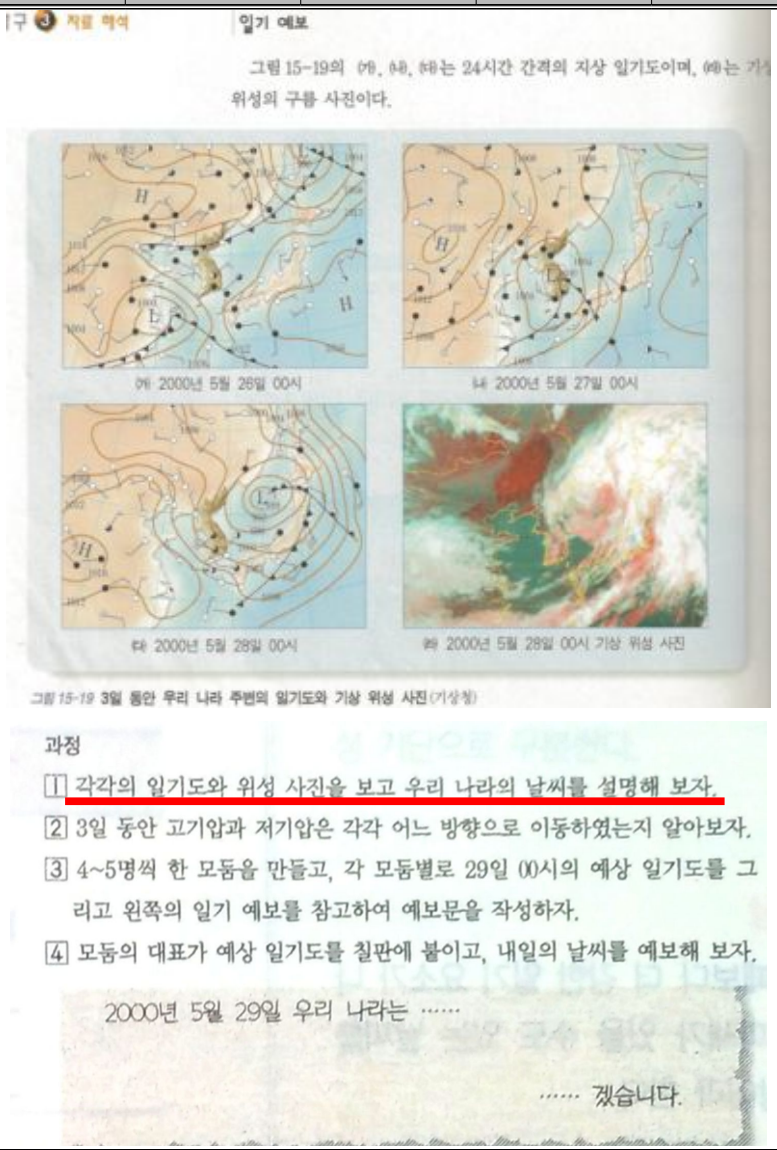
표 10. 공통과학 대기, 해양 암시적이며 과학적 관점의 예

	N O S	EMB	교과서	297page	수준	+1
1	본 문	 1 일기와 우리 생활 우리의 생활은 날씨와 밀접한 관계가 있으며, 기상 정보는 산업, 행사, 광고 등에서 다양하게 이용되고 있다. 야외 행사를 맡아 주관하는 한 이벤트 회사는 유명한 가수의 초청 공연을 준비하면서 날씨에 대한 손해 보험을 들었다. 행사 당일에 비가 와서 공연이 연기되거나 취소될 경우의 손해를 보상받기 위해서였다.				
	해 석	우리 생활과 대기과학과의 관계를 생각해 보면서 암시적으로 과학의 본성 구성요소인 사회문화적 과학을 소개 할 수 있으며 암시적이고 과학적 관점이기에 +1점으로 그 수준을 측정 할 수 있다.				

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

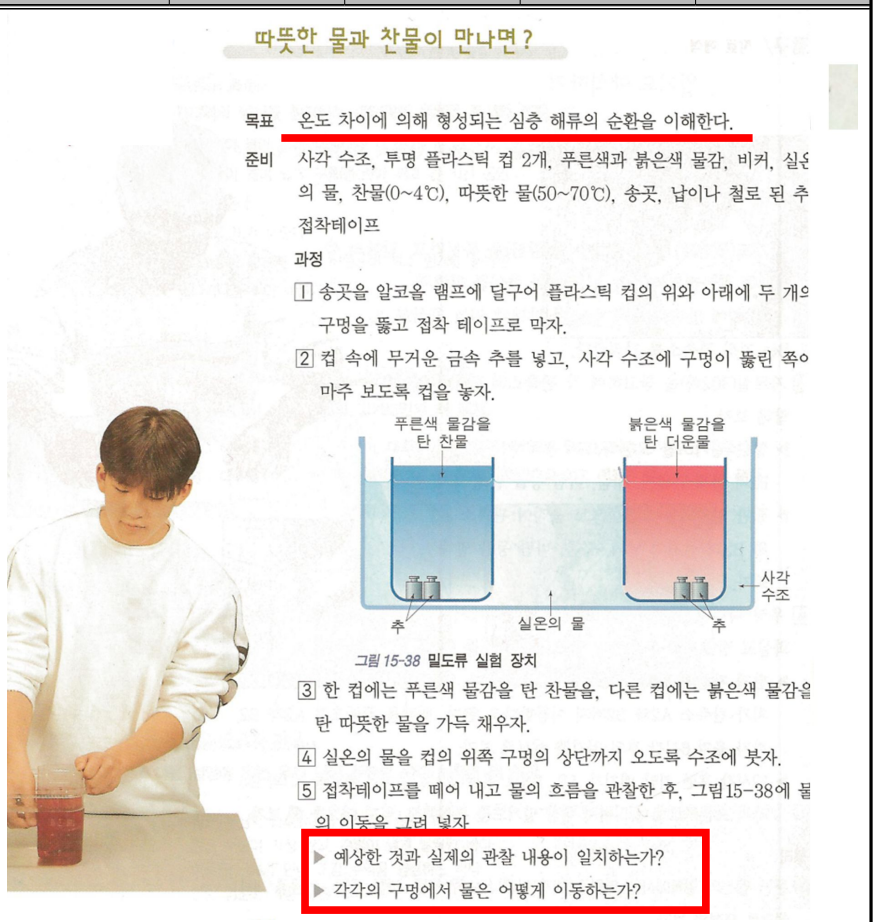
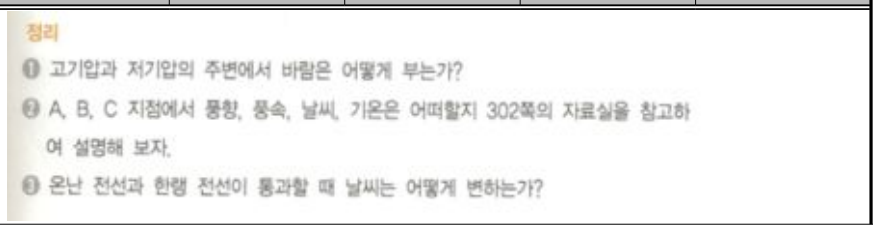
표 10.

	N O S	CRE	교과서	304-305page	수준	+1
2	본 문					
	해 석	각각의 일기도와 위성사진을 통해 우리나라의 날씨를 상상함으로써 암시적으로 과학의 본성의 구성요소인 창의성과 상상력을 소개 할 수 있으며 암시적이고 과학적 관점이기에 +1점으로 그 수준을 측정 할 수 있다.				

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

표 10.

	N O S	EMP	교과서	320page	수준	+1
3	본 문					
	해 석	온도 차이에 의해 형성되는 심층 해류의 순환을 예상해 보고 검증하는 과정에서 암시적으로 과학의 본성의 구성요소인 검증 가능한 요소를 소개 할 수 있으며 암시적이고 과학적 관점이기에 +1점으로 그 수준을 측정 할 수 있다.				
	N O S	THE	교과서	301-302page	수준	+1
						

따뜻한 물과 찬물이 만나면?

목표 온도 차이에 의해 형성되는 심층 해류의 순환을 이해한다.

준비 사각 수조, 투명 플라스틱 컵 2개, 푸른색과 붉은색 물감, 비커, 실온의 물, 찬물(0~4℃), 따뜻한 물(50~70℃), 송곳, 납이나 철로 된 추, 접착테이프

과정

1 송곳을 알코올 램프에 달구어 플라스틱 컵의 위와 아래에 두 개의 구멍을 뚫고 접착 테이프로 막자.

2 컵 속에 무거운 금속 추를 넣고, 사각 수조에 구멍이 뚫린 쪽이 마주 보도록 컵을 놓자.

푸른색 물감을 탄 찬물

붉은색 물감을 탄 더운물

사각 수조

추

실온의 물

추

그림 15-38 밀도류 실험 장치

3 한 컵에는 푸른색 물감을 탄 찬물을, 다른 컵에는 붉은색 물감을 탄 따뜻한 물을 가득 채우자.

4 실온의 물을 컵의 위쪽 구멍의 상단까지 오도록 수조에 붓자.

5 접착테이프를 떼어 내고 물의 흐름을 관찰한 후, 그림15-38에 물의 이동을 그려 넣자.

▶ 예상한 것과 실제의 관찰 내용이 일치하는가?

▶ 각각의 구멍에서 물은 어떻게 이동하는가?

정리

1 고기압과 저기압의 주변에서 바람은 어떻게 부는가?

2 A, B, C 지점에서 풍향, 풍속, 날씨, 기온은 어떠할지 302쪽의 자료실을 참고하여 설명해 보자.

3 온난 전선과 한랭 전선이 통과할 때 날씨는 어떻게 변하는가?

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

표 10.

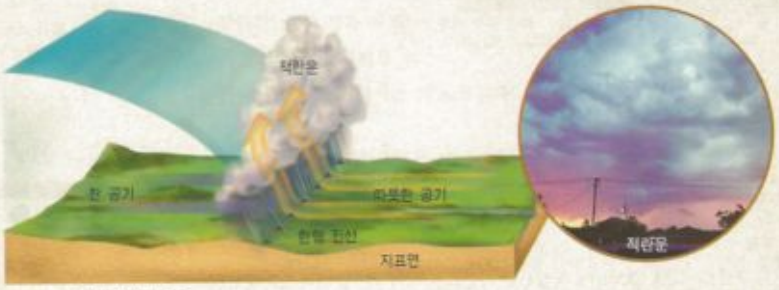
<table>
<tr><td rowspan="2">4</td><td>본 문</td><td colspan="5">한랭 전선
찬 공기가 따뜻한 공기를 밀면서 밑을 파고들어 따뜻한 공기가 찬 공기 위로 급격히 상승하는 곳에서는 한랭 전선이 형성된다. 이 전선이 통과할 때에는 적란운이 생겨서 천둥을 동반한 소나기가 내리며, 때로는 돌풍이 불고 우박이 내리기도 한다. 이 전선이 통과한 후에는 풍향이 북서풍으로 바뀌고 기온이 낮아진다.
 

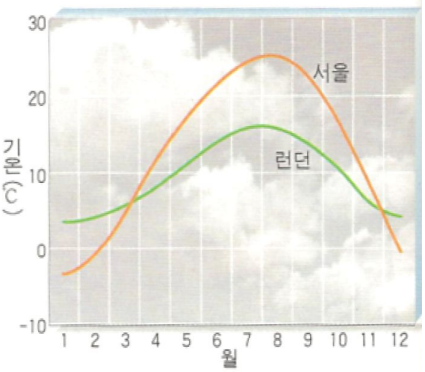
그림 15-14 한랭 전선과 구름</td></tr>
<tr><td>해 석</td><td colspan="5">자료실의 이론을 참고하여 정리를 해결하는 과정에서 암시적으로 과학의 본성 구성요소인 과학의 이론 요소를 소개 할 수 있으며 암시적이고 과학적 관점이기에 +1점으로 그 수준을 측정 할 수 있다.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">5</td><td>N O S</td><td>INF</td><td>교과서</td><td>308page</td><td>수준</td><td>+1</td></tr>
<tr><td>본 문</td><td colspan="5">우리 나라의 서울은 북위 37.5°에 위치하며, 영국의 런던은 북위 51°에 위치한다. 오른쪽 그림 15-25는 두 도시의 월평균 기온을 나타낸 것이다.
1. 두 도시 중 기온의 연교차가 더 큰 곳은 어디이며, 그 이유는 무엇인가?
2. 두 도시의 기후가 다르게 나타나는 원인은 무엇인가?
 

그림 15-25 서울과 런던의 월평균 기온</td></tr>
<tr><td>해 석</td><td colspan="5">관측된 그래프를 보며 두 도시의 기후가 어떻게 나타날지를 추론하는 과정에서 암시적으로 과학의 본성의 구성요소인 관찰과 추론 요소를 소개 할 수 있으며 암시적이고 과학적 관점이기에 +1점으로 그 수준을 측정 할 수 있다.</td></tr>
</table>

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

암시적이며 과학적 관점(scientific view)은 사회문화적 측면이 5건으로 가장 많이 제시되었고 추론 및 관찰측면은 2건, 검증 가능한, 이론의 본성, 창의성과 상상력측면은 1건 제시되어있었다.

공통과학 천문, 지질, 대기, 해양 4개의 영역을 살펴본 결과, 과학의 본성은 다음 [표11]와 같은 수준을 보여주고 있다.

표 11. 공통과학 지구과학파트 과학의 본성 빈도 표

NOS	point			
	2	1	-1	-2
EMP	0	9	0	0
TEN	0	2	0	0
THE	0	3	0	0
LAW	0	5	0	0
CRE	0	3	0	0
INF	0	8	0	0
SUB	0	2	0	0
EMB	0	11	0	0
ENT	0	0	0	0
MET	0	0	0	0
Total	0	43	0	0
	43			

전반적으로 공통과학에 반영된 과학의 본성은 암시적인 내용으로 사례나 개념에서 과학의 본성 습득을 기대 할 수 있을 것으로 예상 된다. 가장 많이 나타난 영역으로는 사회문화적이 11건 나타났고 잠정적인 9건, 관찰과 추론이 8건 나타났다. 그 외의 과학의 본성 반영은 미미했고 균형적이지 않은 과학의 본성이 반영되었다고 할 수 있겠다. 아래 [그림2]는 7차 교육과정 공통과학 지구과학에서의 과학의 본성 수준별 반영 빈도를 나타내고 있다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

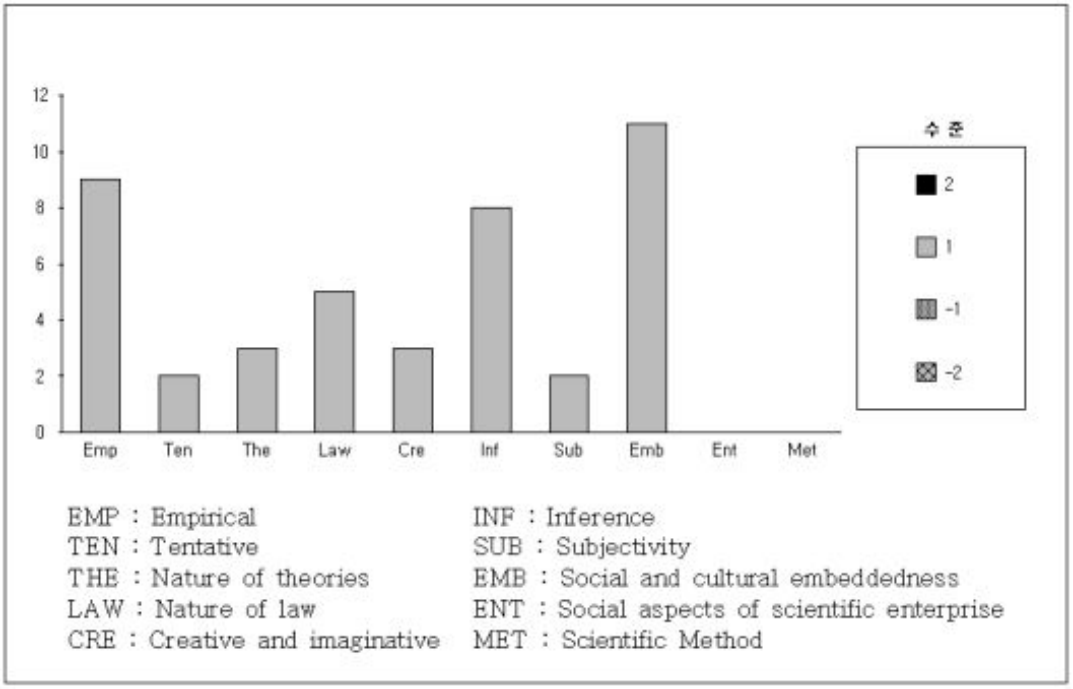


그림 2. 7차 교육과정 공통과학 교과서 지구과학 파트 과학의 본성 빈도

자연과학에서의 많은 양의 과학지식 때문인지 공통과학 교과서는 천문과 지질, 대기와 해양에서는 이론적인 내용중심으로 과학의 본성이 암시적으로 내포되어 있었다. 암시적인 과학의 본성은 받아들이는 사람에 따라 달라질 수 있기에 원하는 수준의 올바른 과학의 본성을 익히는 기대를 할 수 없을 것이다. 올바른 과학의 본성 습득을 위해서는 암시적인 과학의 본성이 명시적으로 제시가 되어야 하며 낮은 빈도를 나타내거나 나타나지 않은 과학의 본성 요소들 역시 제시가 되어야 한다.

4. 탐구

공통과학의 교육과정에서는 가장 먼저 탐구단원으로 시작된다. 탐구 단원은 과학이란 어떤 학문인지, 과학자는 무슨 일을 하는지, 탐구란 무엇인지, 인간 생활에 과학이 미치는 영향은 무엇이 있는지를 중심으로 구성되어 있다. 그런 탐구에서는 명시적인 과학의 본성과 지구과학에서 다루어지지 않은 과학의 본성을 내포하고 있었다. 이를 분석한 결과를 아래와 같이 나타냈다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

표 12. 공통과학 탐구 명시적이며 과학적 관점의 예

1	N O S	EMP	교과서	23page	수준	+2
	본 문	실험 과학자들은 자신이 세운 가설을 검증하기 위해서 여러 가지의 실험 활동을 한다. 실험에는 어떤 것을 직접 해 보는 단순한 조작 활동에서부터 복잡한 정신 활동까지 포함된다. 일반적으로 가설을 검증하기 위하여 실험을 설계하고 수행한다.				
	해 석	실험을 설계하고 수행하는 이유는 과학자들이 자신이 세운 가설을 검증하기 위해 사용되는 여러 가지 방법 중 하나라는 설명을 통하여 명시적으로 과학의 본성의 구성요소인 검증 가능한 요소를 소개 할 수 있으며 명시적이고 과학적 관점이기에 그 수준을 +2로 측정 할 수 있다.				
2	N O S	MET	교과서	15page	수준	+2
	본 문	1 과학이란 어떤 학문인가? 인류는 지구상에 출현하면서부터 의식주 등의 문제를 해결하기 위하여 주변에서 일어나는 여러 현상들을 관찰하게 되었다. 이 때부터 인류의 과학 활동이 시작된 것이다. 이와 같이 인간은 생존을 위하여 주변 현상들을 살피면서 생활에 필요한 많은 경험을 축적하게 되었다. 또한 인간의 끊임없는 지적 호기심은 자연 현상의 원인을 더욱 많이 밝혀 낼 수 있게 하였다. 그리고 관찰, 분류, 추리, 토의, 검증 등과 같은 활동을 하면서 과학 지식이 체계적으로 형성되고 과학이라는 학문으로 발전되었다. 인간이 탐구하는 자연의 대상은 그림 1-1과 같이 생명, 지구와 우주, 물질, 에너지, 환경 등이 있다. 더 나아가 우리가 자연에 대해서 궁극적으로 갖는 의문은 생명, 물질, 우주의 기원과 규칙성이다.				
	해 석	관찰, 분석, 추리, 토의, 검증 등과 같은 과학적 방법을 통하여 과학 지식이 체계적으로 형성되고 과학이라는 학문으로 발전되어 가고 있음을 통하여 명시적 과학의 본성의 구성요소인 과학적 방법을 소개 할 수 있으며 명시적이고 과학적 관점이기에 그 수준을 +2로 측정 할 수 있다.				

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

표 12.

3	N O S	CRE	교과서	17page	수준	+2
	본 문	과학이란 자연을 체계적으로 이해하고 예측하기 위하여, 자연 현상의 규칙성과 이를 설명할 수 있는 법칙을 찾아 내는 과정이다. 따라서 과학자에게는 끊임없는 탐구 정신과 창의성이 요구된다.				
	해 석	자연을 체계적으로 이해하고 예측하기 위해 규칙성과 법칙을 찾는 과정에서 탐구 정신과 창의성이 요구된다는 설명을 통하여 명시적으로 과학의 본성의 구성요소인 창의성과 상상력을 소개 할 수 있으며 명시적으로 과학적 관점이기에 그 수준을 +2로 측정 할 수 있다.				
4	N O S	EMB	교과서	26page	수준	+2
	본 문	과학 · 기술이 우리 사회에 미치는 영향 과학 · 기술의 발달은 인간의 수명을 연장시켰으며, 편리한 생활과 물질적 풍요를 주었다. 이와 같이 과학 · 기술의 발달은 사회에 많은 영향을 미치며 윤리적인 문제와 사회적인 갈등을 불러일으키기도 한다.				
	해 석	윤리적인 문제와 사회적인 갈등, 인간의 수명 연장, 편리한 생활과 물질적 풍요를 통하여 과학과 우리사회의 관계를 통하여 명시적으로 과학의 구성요소인 사회문화적 요소를 소개 할 수 있으며 명시적이고 과학적 관점이기에 그 수준을 +2로 측정 할 수 있다.				
5	N O S	ENT	교과서	24page	수준	+2
	본 문	토의 현대 사회에서는 과학과 관련된 여러 가지 문제가 있다. 이 문제들 중에는 실험이나 조사 활동만으로는 해결될 수 없는 것이 있으며, 관련이 있는 집단들이 서로 토의하는 활동을 통해서 해결될 수 있는 것들이 많다.				
	해 석	과학과 현대 사회와의 여러 가지 문제를 집단끼리 서로 토의하는 활동을 통해 해결 될 수 있다는 것을 통하여 명시적으로 과학의 본성의 구성요소인 사회적합의 요소를 소개 할 수 있으며 명시적이고 과학적 관점이기에 그 수준을 +2로 측정 할 수 있다.				

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

표 13. 공통과학 탐구 암시적이며 과학적 관점의 예

	N O S	EMP	교과서	21page	수준	+1
1	본 문					

레디는 파리가 썩은 고기에서 저절로 발생한다는 '자연 발생설'에 의문을 가지고 다음과 같이 탐구하였다.

관찰 1 죽은 뱀에서 많은 구더기가 발생하고, 구더기는 단단한 껍질을 만들며, 그 속에서 파리가 나오는 것을 관찰하였다.

관찰 2 구더기가 발생하기 전에 죽은 뱀 위를 날고 있는 파리와, 썩은 고기 위에서 나온 파리는 같은 종류임을 알아 냈다.

그는 자신이 관찰한 사실을 근거로 "구더기는 파리의 자손이며, 썩은 고기에서 발생하는 것이 아니다"라는 생각을 하였다. 이 생각이 옳다면 "어미 파리가 고기에 접근하지 못하게 하면 구더기는 발생하지 않을 것이다"라는 가설을 정하고 이를 증명하기 위하여 다음과 같은 실험을 하였다.

실험 1

그림 1-5 레디의 실험 설계

〈결과〉 며칠 후 뚜껑을 닫은 병에서는 구더기가 발생하지 않았지만, 뚜껑을 열은 병에서는 구더기가 우글거리고 파리가 자유롭게 드나드는 것을 볼 수 있었다.

그러나 실험 1에서 "구더기가 발생하지 않은 것은 공기가 드나들기 어렵기 때문이지, 파리 때문은 아니지 않은가?"라는 반론이 있을 수 있다.

실험 2 레디는 이 반론에 대한 답을 얻기 위하여 다시 실험하였다.

〈결과〉 구더기는 병 속에서 생기지 않았고, 파리는 망의 주위를 날고 있을 뿐이었다.

그림 1-6 레디의 실험 수정

그는 두 번의 실험에 의해 파리를 차단하면 구더기가 발생하지 않으며, 구더기는 자연적으로 발생하는 것이 아님을 증명하였다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

표 13.

	해 석	실험으로 구더기가 발생하지 않으며, 자연적으로 발생하는 것이 아님을 증명해봄으로써 암시적으로 과학의 본성의 구성요소인 검증 가능한 요소를 소개 할 수 있으며 암시적이고 과학적 관점이기에 그 수준을 +1로 측정 할 수 있다.

2	N O S	TEN	교과서	16page	수준	+1
	본 문	탐구 ❶ 자료 해석 새로운 과학 지식은 어떻게 찾아지는가? 우리는 물질이 산소와 결합하는 현상이 '연소'라는 것을 알고 있다. 그러나 옛날에는 연소 현상을 물질이 탈 때 플로지스톤이 빠져나가는 것으로 설명하였다. 다음 자료로 과학자가 새로운 과학 지식을 어떻게 찾아 내는지 알아보자. 플로지스톤 이론에 도전한 라부아지에 연소에 대한 체계적인 실험을 하던 라부아지에는 1772년에 ❶공기 중에서 금속을 가열시켰을 때 무게가 증가한다는 사실을 확인하고, 플로지스톤 이론이 맞지 않음을 발견하였다. 그는 무게가 증가한 것이 공기나 공기 중의 어떤 성분에 의한 것이라고 생각하였지만, 정확히 그것이 무엇인지 알지 못하였다. ❶ 과학자들이 실험을 할 때 그 목적이 항상 처음부터 확실한 것은 아니다.				
	해 석	물질이 산소와 결합하는 현상 연소는 과거에 플로지스톤이 빠져 나가는 것으로 설명되었었다. 이렇게 변화하는 과학적 내용을 통하여 암시적으로 과학의 본성 구성요소인 변화 가능한 요소를 소개 할 수 있으며 암시적이고 과학적 관점이기에 그 수준을 +1로 측정 할 수 있다.				
3	N O S	LAW	교과서	23page	수준	+1
	본 문	탐구 계획 세우기 시계추의 주기에 영향을 미치는 원인을 알기 위해서 실의 길이와 돌의 무게를 달리하여 실험해 보고, 그 결과를 해석하여 결론을 내린다. 준비 실, 스탠드, 무게가 다른 돌, 초시계 과정 [1] 실의 길이는 일정하게 하고 돌의 무게를 달리하여 돌을 매달고, 일정한 높이에서 떨어뜨려 10번 왕복하는 데 걸리는 시간을 3회 측정하여 기록하자. [2] 돌의 무게는 같게 하고 실의 길이를 달리하여 추가 10번 왕복하는 데 걸리는 시간을 위와 같이 측정하여기록하자. 그림 1-8 실험 장치				
	해 석	실험을 통하여 과학적 법칙을 증명하고 법칙에 대하여 알아가는 과정을 통하여 암시적으로 과학의 본성의 구성요소인 과학의 법칙을 소개 할 수 있으며 암시적이고 과학적 관점이기에 그 수준을 +1로 측정 할 수 있다.				

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

표 13.

4	N O S	CRE	교과서	33page	수준	+1
	본 문	 나의 과학 작품 과학 기사 작성하기 우리 생활에서 과학 · 기술 · 사회와 관련된 소재를 찾아보고, 자신이 과학 기자가 되어 일반인에게 과학의 중요성을 알리는 기사를 써 보자.				
	해 석	우리 생활에서 과학, 기술, 사회와 관련된 소재를 찾아보고 과학의 중요성을 알리는 기사를 쓰며 암시적으로 과학의 본성의 구성요소인 창의력과 상상력을 소개 할 수 있으며 암시적이고 과학적 관점이기에 그 수준을 +1로 측정 할 수 있다.				
5	N O S	INF	교과서	20page	수준	+1
	본 문	레디는 파리가 썩은 고기에서 저절로 발생한다는 '자연 발생설'에 의문을 가지고 다음과 같이 탐구하였다. 관찰 1 죽은 뱀에서 많은 구더기가 발생하고, 구더기는 단단한 껍질을 만들며, 그 속에서 파리가 나오는 것을 관찰하였다. 관찰 2 구더기가 발생하기 전에 죽은 뱀 위를 날고 있는 파리와, 썩은 고기 위에서 나온 파리는 같은 종류임을 알아 냈다. 그는 자신이 관찰한 사실을 근거로 "구더기는 파리의 자손이며, 썩은 고기에서 발생하는 것이 아니다"라는 생각을 하였다. 이 생각이 옳다면 "어미 파리가 고기에 접근하지 못하게 하면 구더기는 발생하지 않을 것이다"라는 가설을 정하고 이를 증명하기 위하여 다음과 같은 실험을 하였다.				
	해 석	자신이 관찰한 사실을 근거로 "구더기는 파리의 자손이며 썩은 고기에서 발생하는 것이 아니다."라고 추론을 이끌어 내는 과정에서 암시적으로 과학의 본성의 구성요소인 관찰과 추론을 소개 할 수 있으며 암시적이고 과학적 관점이기에 그 수준을 +1로 측정 할 수 있다.				

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

표 13.

	N O S	EMB	교과서	19page	수준	+1
6	본 문	조선조 초기에는 빗물이 땅속에 스며든 정도를 재서 강우량을 측정하였다. 이 방법은 땅이 말랐는가 젖었는가에 따라 달라지므로 불완전한 것이었다. 그런데 세종 23년(1441년) 봄에 큰 비가 내려서 많은 피해를 입자, 문종은 빗물을 그릇에 담아 측정하면 효과적이라는 생각을 하였다. 그 해 세종실록에는 측우기로써 강우량을 측정하였다는 기록이 나온다. 강우량을 과학적으로 재는 방법이 세계 어느 지역에서도 싹트기 전에 조선 왕조에서 확립된 것은 우리의 커다란 과학 유산이다. 이 때 측우기로 강우량을 측정하는 것이 전국적으로 시행되었으며, 그 결과 당시에 강우량을 기록한 것이 보존되어 있다. 특히 다음과 같이 방법을 명확히 정하여 측정하였다. 그림 1-3 측우기로 강우량을 측정하는 모습 ■ 첫째, 강우량은 비가 그쳤을 때 잰다. ■ 둘째, 자는 주척(길이 약 20.8 cm)을 쓴다. ■ 셋째, 비가 내리기 시작한 일시와 갠 일시를 기록한다. ■ 넷째, 수심은 자, 치, 푼까지 잰다. 푼 푼은 지금의 단위로 약 2 mm까지 측정되는 길이이다. 토의하기 ❶ 위와 같이 측정 방법을 정한 까닭은 무엇인지 설명해 보자. ❷ 측우기로 강우량을 측정하는 것이 왜 중요한지 토의해 보자.				
	해 석	측우기로 강우량을 측정하는 것이 왜 중요한지 사회와 과학간의 관계를 생각해 봄으로써 암시적으로 과학의 본성의 구성요소인 사회 문화적 요소를 소개 할 수 있으며 암시적이고 과학적 관점이기에 그 수준을 +1로 측정 할 수 있다.				

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

표 13.

7	N O S	SUB	교과서	34page	수준	+1
	본 문	과학과 사회 다음은 이 단원과 관련된 사회 문제나, 우리 생활과 관련된 주제들이다. 1. 생명 복제의 윤리적인 문제는 무엇인가? 2. 진화론과 창조론은 무엇이며, 각각에 대한 자신의 생각은 어떠한가? 3. 우리 생활에서 비과학적인 예는 어떤 것이 있는가? 그것을 비과학적으로 분류한 이유는 무엇인가? 4. 과학의 발달은 인류의 행복과 어떤 관계가 있는가?				
	해 석	진화론과 창조론에서 주장하는 내용을 통하여 과학은 과학자에 따라 다른 생각을 가질 수 있다는 사실을 통하여 암시적으로 과학의 본성의 구성요소인 주관적인 요소를 소개 할 수 있으며 암시적이고 과학적 관점이기에 그 수준을 +1로 측정 할 수 있다.				
8	N O S	ENT	교과서	24page	수준	+1
	본 문	탐구 6 조사, 토의 조사, 토의는 어떤 활동인가? 목표 조사 활동으로 문제를 해결한다. 조사 계획 세우기 인터넷, 백과 사전 등에서 산성비와 관련된 다음의 내용을 찾는다. ■ 산성비란 무엇이며 어떻게 생성되는가? ■ 산성비와 대기 오염은 어떤 관계가 있는가? ■ 우리 나라에서 빗물의 산성도가 가장 높은 곳은 어디인가? ■ 산성비는 우리 생활에 어떤 피해를 주며, 피해를 줄이려면 어떻게 해야 할까? 결과를 발표하고 토의한다. 과정 1 위의 계획을 수행하여 정리하자. 2 조사 결과를 보고서로 작성하고 토의 자료를 준비하자. 토의 ❶ 자신이 정리하고 결론지은 것을 발표해 보자. ❷ 산성비의 피해를 줄이려 할 때 여러 입장에 따라 각각의 의견은 다르다(본문 362쪽 참조). 각각의 입장에서 토의해 보자.				
	해 석	산성비의 피해를 줄이려 할 때 각각의 다른 의견을 통하여 사회적 합의점을 찾는다. 그를 통해 암시적으로 과학의 본성의 구성요소인 사회적 합의를 소개 할 수 있으며 암시적이고 과학적 관점이기에 그 수준을 +1로 측정 할 수 있다.				

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

표 13.

	N O S	MET	교과서	18page	수준	+1
9	본 문	 구 2 자료 해석 과학자의 윤리성 노벨이 발명한 다이너마이트는 굴착 공사, 수로 발파, 철도 및 도로 건설에 가장 많이 이용되었으나 전쟁의 무기로도 사용되었다. 평화주의자인 노벨은 자신이 발명한 폭탄들이 전쟁을 종식시키는 데 기여하기를 바랐다.				
	해 석	노벨이 발명한 다이너마이트는 어떠한 곳에 이용되었는지 그리고 과학자의 생각을 통해 암시적으로 과학의 본성의 구성요소인 과학적 방법에 소개 할 수 있으며 암시적이고 과학적 관점이기에 그 수준을 +1로 측정 할 수 있다.				

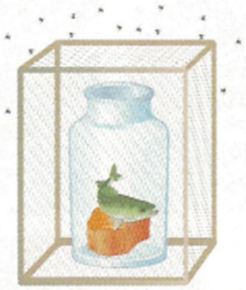
표 14. 공통과학 탐구 명시적이지만 순수한 관점의 예

	N O S	LAW	교과서	17page	수준	-2
1	본 문	과학이란 자연을 체계적으로 이해하고 예측하기 위하여, 자연 현상의 규칙성과 이를 설명할 수 있는 법칙을 찾아 내는 과정이다. 따라서 과학자에게는 끊임없는 탐구 정신과 창의성이 요구된다.				
	해 석	법칙이란 자연을 체계적으로 이해하고 예측하기 위해 있는 것이 아니며 하나의 과학지식에 해당된다. 과학의 본성의 구성요소인 과학의 법칙을 명시적으로 나타내고 있지만 과학의 법칙은 현상의 규칙성을 나타내며 창의성을 요구하지 않기에 올바른 과학의 본성이라고 보기 어렵다. 명시적으로 나타냈지만 순수한 관점이기에 그 수준을 -2로 측정 할 수 있다.				

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

표 14.

	N O S	MET	교과서	21page	수준	-2
2	본 문	그러나 실험 1에서 "구더기가 발생하지 않은 것은 공기가 드나들기 어렵기 때문이지, 파리 때문은 아니지 않은가?"라는 반론이 있을 수 있다. 실험 2 레디는 이 반론에 대한 답을 얻기 위하여 다시 실험하였다. 〈결과〉 구더기는 병 속에서 생기지 않았고, 파리는 망의 주위를 날고 있을 뿐이었다.  그림 1-6 레디의 실험 수정 그는 두 번의 실험에 의해 파리를 차단하면 구더기가 발생하지 않으며, 구더기는 자연적으로 발생하는 것이 아님을 증명하였다. 정리 ❶ 레디는 구더기가 자연히 발생하지 않는다는 가설을 검증하기 위해서 어떤 실험을 하였는가? 그림 1-5를 보고 이야기해 보자. ❷ 실험 1의 반론에 대한 답을 얻기 위해 어떤 실험을 하였는가? ❸ 레디가 자연 발생설을 부정하는 데 수행한 위의 탐구 과정에서 다음의 각 단계에 해당하는 것을 토의해 보자. 문제의 발견, 가설 설정, 실험, 가설 검증, 가설의 재검증				
	해 석	레디가 수행한 탐구과정을 다시 살펴보면서 과학자의 탐구과정을 보면서 명시적으로 과학의 본성의 구성요소인 과학적 방법을 소개 할 수 있지만 과학적 방법의 다양성을 제안시킬 수 있는 요소가 내제 되어 있다. 그렇기에 명시적이지만 순수한 관점이기에 그 수준을 -2로 측정 할 수 있다.				

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

탐구에서 나타난 과학의 본성의 구성요소는 [표15]와 같은 수준과 빈도를 보여주고 있다.

표 15. 공통과학 탐구파트 과학의 본성 빈도 표

NOS	point			
	2	1	-1	-2
EMP	1	5	0	0
TEN	0	2	0	0
THE	0	0	0	0
LAW	0	1	0	1
CRE	1	3	0	0
INF	0	1	0	0
SUB	0	1	0	0
EMB	12	2	0	0
ENT	2	2	0	0
MET	12	3	0	1
Total	28	20	0	2
	50			

탐구에 반영된 과학의 본성은 지구과학에서 보다 확실히 다양한 모습을 보였으며, 명시적으로 사회문화적은 12건으로 가장 높게 제시되었고, 과학적 방법의 측면이 11건으로 두 건째로 높게 제시되어 있었으며 사회적합의의 측면이 2건 제시 되었고, 검증 가능한, 창의성과 상상력 부분에서 1건 제시되었지만 법칙의 본성, 과학적 방법에서 순수한 관점을 1건 발견 할 수 있었다. 암시적으로 검증 가능한 측면이 5건으로 가장 많이 제시되었고 창의성과 상상력과 과학적 방법측면은 3건, 잠정적인과 사회적합의, 과학적 방법측면은 2건, 법칙의 본성과 추론 및 관찰, 주관적인측면은 1건 제시 되어있었다. 하지만 명시적 내용 중 순수한 관점 역시 나타나 있었는데 법칙과 과학적 방법에서 1건 제시 되었다. [그림3]는 과학의 본성 수준과 빈도를 그래프로 나타낸 것이다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

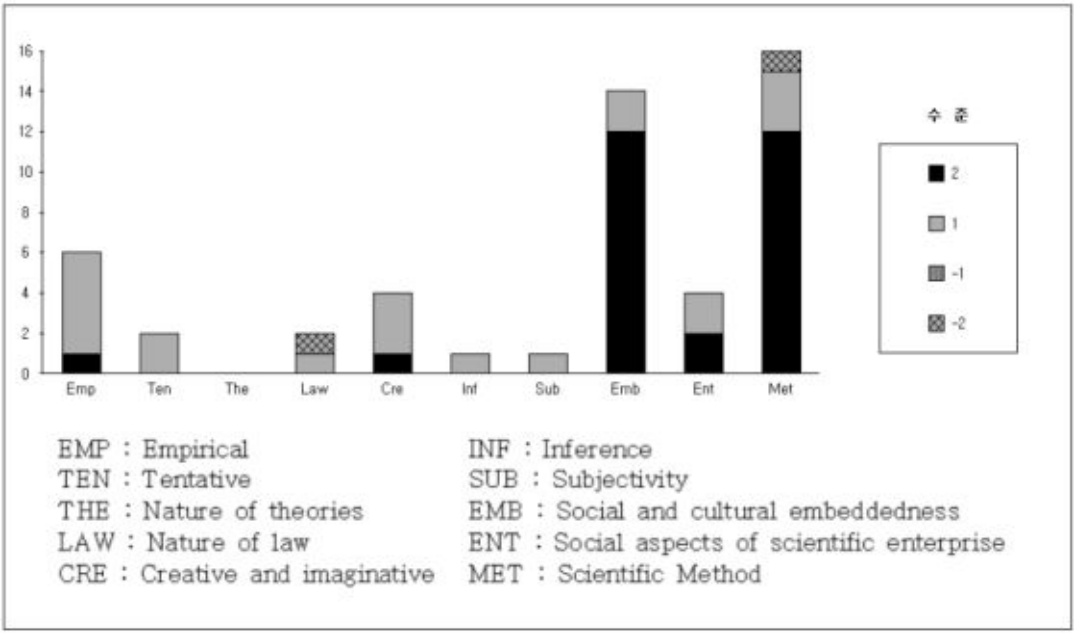


그림 3. 7차 교육과정 공통과학 탐구파트 과학의 본성 빈도

7차 교육과정 공통과학은 탐구 단원에서 다양한 과학의 본성이 반영되어 있었다. 전체적으로 본다면 과학의 본성은 고루 분포 되어 있다고 할 수 있으나 명시적인 내용은 모두 탐구에 포함되어 있었으며 내용에서는 암시적인 요소만 존재 하고 있었다. 공통과학에서는 내용에서 제시할 수 없었던 다양한 과학의 본성 요소와 명시적인 내용을 탐구라는 특정한 단원에서 제시 되어 있어 과학의 본성을 교수 할 수 있을 것이다.

내용에서 제시된 과학의 본성은 다소 제한적이며 암시적인 내용 위주였다. 다양한 과학의 본성을 제시하기란 어려움이 있을 수 있으나 특징에 맞는 과학의 본성을 명시적으로 표현 한다면 조금 더 친근하고 올바르게 과학의 본성을 습득 할 수 있을 것으로 판단된다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

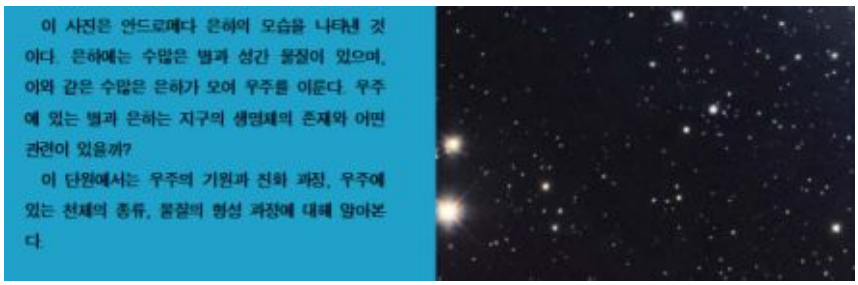
B. 2009 개정 교육과정 융합과학 교과서에서의 과학의 본성 수준

융합과학 교과서는 공통과학교과서와 달리 생물, 화학, 물리, 지구과학으로 나누어져 구성되어 있지 않다. 우주의 시작에서부터 생명체의 탄생 현대까지 시간의 흐름으로 구성되어 있으며 한 단원과 한 가지 내용에 생물, 화학, 물리, 지구과학 모든 것이 융합하여 포함되어 있다. 그중 지구과학은 대부분 천문이고 약간의 지질이 포함되어 있다. 본 연구에서는 융합과학에서 포함되어 있는 지구과학의 천문과 지질에 대해 과학의 본성을 분석하고자 한다.

1. 천문

융합과학의 시작은 지구과학의 천문으로 시작된다. I. 우주의 기원과 진화 단원에 해당되며 빅뱅에서부터 별의 탄생, 은하의 생성, 태양계의 생성과 관측, 지구의 운동, 달의 운동, 지구계까지 구성이 되어 있다. 이를 분석한 결과를 다음과 같이 각각의 경우에 대해서 아래와 같이 나타냈다.

표 16. 융합과학 천문 명시적이며 과학적 관점의 예

	N O S	CRE	교과서	12page	수준	+2
1	본 문	 이 사진은 안드로메다 은하의 모습을 나타낸 것이다. 은하에는 수많은 별과 성간 물질이 있으며, 이와 같은 수많은 은하가 모여 우주를 이룬다. 우주에 있는 별과 은하는 지구의 생명체의 존재와 어떤 관련이 있을까? 이 단원에서는 우주의 기원과 진화 과정, 우주에 있는 천체의 종류, 물질의 형성 과정에 대해 알아본다.				
	해 석	과학자들의 상상력과 창의성을 통해 우주에 있는 별과 은하는 지구의 생명체의 존재와 어떤 관련이 있을지에 대해 생각할 수 있기에 명시적으로 과학의 본성 구성요소인 상상력과 창의성을 소개 할 수 있으며 명시적이고 과학적이기에 그 수준을 +2로 측정 할 수 있다.				

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

표 16.

<table>
<tr><td rowspan="2">2</td><td>N O S</td><td>INF</td><td>교과서</td><td>19page</td><td>수준</td><td>+2</td></tr>
<tr><td>본 문</td><td colspan="5">표 1-1 대표적인 프라운호퍼선
<table>
<tr><th>프라운호퍼선</th><th>파장(nm)</th><th>원소</th><th>비고</th></tr>
<tr><td>A, B</td><td>759.4, 686.7</td><td>O</td><td>지구 대기의 산소 분자(O2)</td></tr>
<tr><td>C</td><td>656.3</td><td>H</td><td rowspan="6">태양 대기의 원소</td></tr>
<tr><td>D_1, D_2</td><td>589.6, 589.0</td><td>Na</td></tr>
<tr><td>E</td><td>527.0</td><td>Fe</td></tr>
<tr><td>F</td><td>486.1</td><td>H</td></tr>
<tr><td>H, K</td><td>396.8, 393.4</td><td>Ca</td></tr>
</table>
선 스펙트럼을 이용하면 눈에 보이지 않는 물질의 구성 성분을 알아낼 수 있다. 예를 들면, 멀리 있는 별의 스펙트럼을 분석하면 그 별이 가지고 있는 원소의 종류와 양을 조사할 수 있다.
태양이 대부분 수소로 이루어졌다는 것과 헬륨 원소가 처음 발견된 것도 모두 태양의 선 스펙트럼 관측을 통해서이다.</td></tr>
<tr><td>해 석</td><td colspan="5">관측을 통하여 눈에 보이지 않는 물질의 구성 성분을 알아낼 수 있으며 스펙트럼을 분석하여 그 별이 가지고 있는 원소의 종류와 양을 조사할 수 있다는 것을 통하여 명시적으로 과학의 본성 구성요소인 관찰과 추론을 소개 할 수 있으며 명시적이고 과학적이기에 그 수준을 +2로 측정 할 수 있다.</td></tr>
</table>

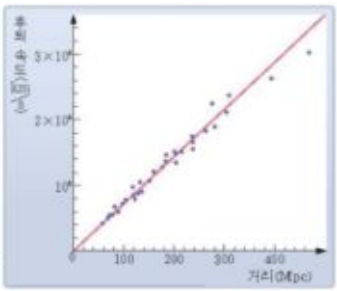
표 17. 융합과학 천문 암시적이며 과학적 관점의 예

<table>
<tr><td rowspan="2">6</td><td>N O S</td><td>CRE</td><td>교과서</td><td>26page</td><td>수준</td><td>+1</td></tr>
<tr><td>본 문</td><td colspan="5">우주에서 가장 흔한 물질은 수소와 헬륨 원자이다. 원자는 양성자, 중성자 및 전자 같은 입자로 구성되어 있다. 빛에는 별과 은하에서 방출이 되는 빛도 있지만, 우주 초기에 만들어져 우주의 팽창과 더불어 식어 가는 우주 배경 복사라고 부르는 빛도 있다. 이러한 물질과 빛은 우주에서 언제, 어떻게 만들어진 것일까?</td></tr>
<tr><td>해 석</td><td colspan="5">우주에서 가장 흔한 물질인 수소와 헬륨 그리고 우주 배경 복사를 통하여 물질과 빛이 언제 만들어졌는지를 상상 하는 과정에서 암시적으로 과학의 본성 구성요소인 상상력과 창의성을 소개 할 수 있으며 암시적이고 과학적이기에 그 수준을 +1로 측정 할 수 있다.</td></tr>
</table>

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

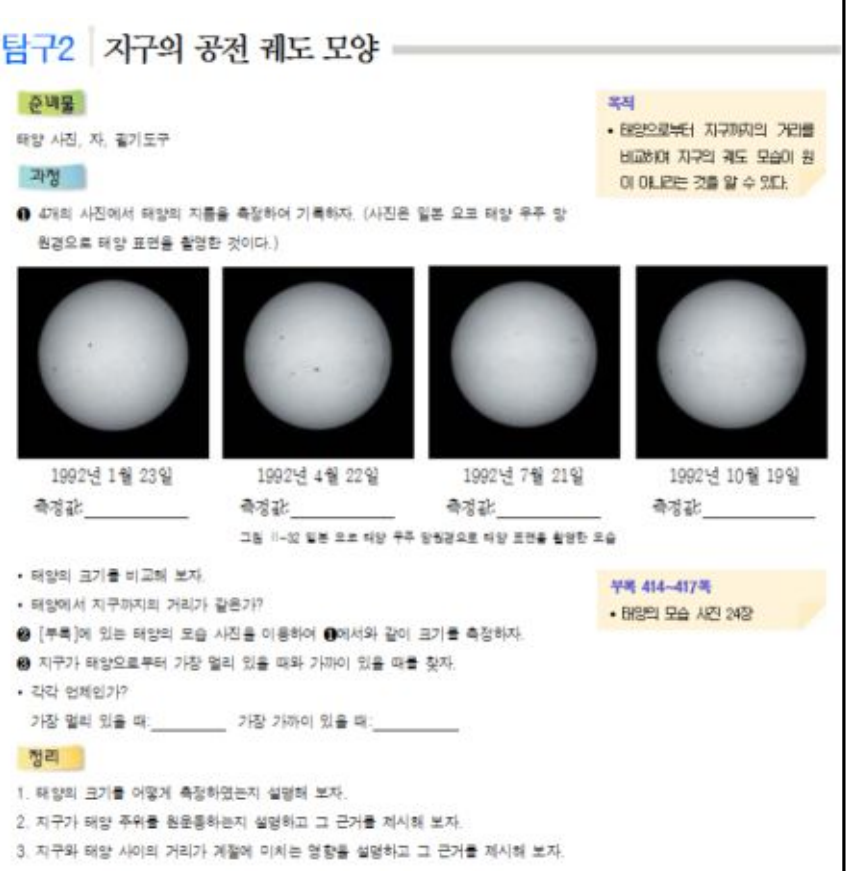
표 17.

	N O S	LAW	교과서	22page	수준	+1
6	본 문	 그림 I-18 허블(Hubble, E. P.; 1889~1953) 미국의 천문학자로, 은하를 관측하여 그 스펙트럼선에 나타나는 적색 편이를 해석하고, 은하가 후퇴하는 속도가 은하까지의 거리에 비례한다는 허블 법칙을 발표하였다. 허블 법칙 허블은 적색 편이를 보이는 수십 개의 은하를 관측하였다. 또한, 세페이드 변광성의 주기-밝기 관계를 이용하여 은하까지의 거리를 구하고, 스펙트럼의 적색 편이로부터 은하의 후퇴 속도를 측정하였다. 그 결과 허블은 은하의 후퇴 속도가 은하까지의 거리에 비례하여 증가한다는 것을 알아냈다. 이것을 허블 법칙이라고 한다. 은하까지의 거리를 r, 후퇴 속도를 v로 나타내면, 허블 법칙은 $v = Hr$ 로 나타낼 수 있다. 이때 비례 상수 H를 허블 상수라고 하며, 그림 I-19는 은하까지의 거리와 후퇴 속도의 관계를 나타낸 것이다. 그림 I-19에서 은하의 관측 자료를 설명하는 그래프가 허블 법칙을 나타내며, 직선의 기울기는 허블 상수를 나타낸다. 좌표의 원점, 즉 거리와 속도가 0인 점은 우리 은하에 해당한다.  그림 I-19 은하까지의 거리와 후퇴 속도				
	해 석	허블이 허블의 법칙을 발견하는 과정을 통하여 암시적으로 과학의 본성 구성요소인 과학의 법칙에 대하여 소개 할 수 있으며 암시적이고 과학적이기에 그 수준을 +1로 측정 할 수 있다.				
6	N O S	EMB	교과서	117page	수준	+1
	본 문	위의 탐구 4와 같이 어느 한 구성 요소의 변화는 반드시 다른 구성 요소의 변화를 유발한다. 특히 생물권은 다른 환경 요소들과 달리 지구에서 생물의 등장과 함께 형성되었는데, 생물권에 속한 인간의 문명 활동은 매른 시간 동안 지구 환경 변화에 영향을 미치고 있다. 예를 들면, 열대의 우림 지역은 육지의 생물권 중에서 가장 다양하고 풍부한 생물들이 살고 있다. 그런데 최근 들어 이 지역은 경작, 가축의 방목, 광물 채굴, 운송로 개발 등을 위한 벌목으로 인해 점점 황폐해지고 있다. 이는 우리가 미처 알지 못하는 무수한 생물들의 멸종을 초래할 것이며, 황폐해진 토양은 많은 양의 빗물에 의해 쓸려 내려가 지형의 변화를 일으키고, 많은 식물들에 의해 공급되던 산소가 부족해지면서 우리가 숨 쉬는 공기는 점점 악화될 것이다.				
	해 석	생물권에서 경작, 가축의 방목, 광물 채굴, 운송에 열대 우림 지역이 황폐되어 가고 있음을 통하여 암시적으로 과학의 본성 구성요소인 사회문화적 요소를 소개 할 수 있으며 암시적이고 과학적이기에 그 수준을 +1로 측정 할 수 있다.				

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

표 17.

	N O S	INF	교과서	79page	수준	+1
6	본 문					
	해 석	실제 관측한 태양의 사진을 이용하여 크기를 비교하여 지구와 태양 사이의 거리가 계절에 미치는 영향을 설명하고 그 근거를 제시하여 보는 과정에서 암시적으로 과학의 본성 구성요소인 관찰과 추론을 소개 할 수 있으며 암시적이고 과학적이기에 그 수준을 +1로 측정 할 수 있다.				

탐구2 지구의 공전 궤도 모양

준비물
태양 사진, 자, 줄기도구

목적
• 태양으로부터 지구까지의 거리를 비교하여 지구의 궤도 모습이 원이 아니라는 것을 알 수 있다.

과정
❶ 4개의 사진에서 태양의 지름을 측정하여 기록하자. (사진은 일본 오츠 태양 우주 망원경으로 태양 표면을 촬영한 것이다.)

1992년 1월 23일 측정값:_____
1992년 4월 22일 측정값:_____
1992년 7월 21일 측정값:_____
1992년 10월 19일 측정값:_____

그림 II-32 일본 오츠 태양 우주 망원경으로 태양 표면을 촬영한 모습

• 태양의 크기를 비교해 보자.
• 태양에서 지구까지의 거리가 같은가?
❷ [부록]에 있는 태양의 모습 사진을 이용하여 ❶에서와 같이 크기를 측정하자.
❸ 지구가 태양으로부터 가장 멀리 있을 때와 가까이 있을 때를 찾자.
• 각각 언제인가?
가장 멀리 있을 때:_____ 가장 가까이 있을 때:_____

부록 414~417쪽
• 태양의 모습 사진 24장

정리
1. 태양의 크기를 어떻게 측정하였는지 설명해 보자.
2. 지구가 태양 주위를 원운동하는지 설명하고 그 근거를 제시해 보자.
3. 지구와 태양 사이의 거리가 계절에 미치는 영향을 설명하고 그 근거를 제시해 보자.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

표 17.

	N O S	EMP	교과서	64page	수준	+1
6	본 문					

태양 성운설이 옳은 이론이라면 행성은 별이 형성될 때 만들어지는 것이므로 대부분의 별들은 행성들을 동반하여야 한다.

태양이 아닌 다른 별을 돌고 있는 행성을 외계 행성이라고 하는데, 현재의 관측 기술로는 이를 찾는 것이 쉬운 일이 아니다.

그러나 과학자들은 태양 성운설을 검증하기 위해 여러 가지 방법을 사용하여 외계 행성을 찾으려고 계속 노력하고 있으며 실제로 발견하고 있다.

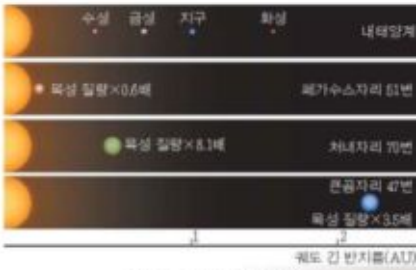
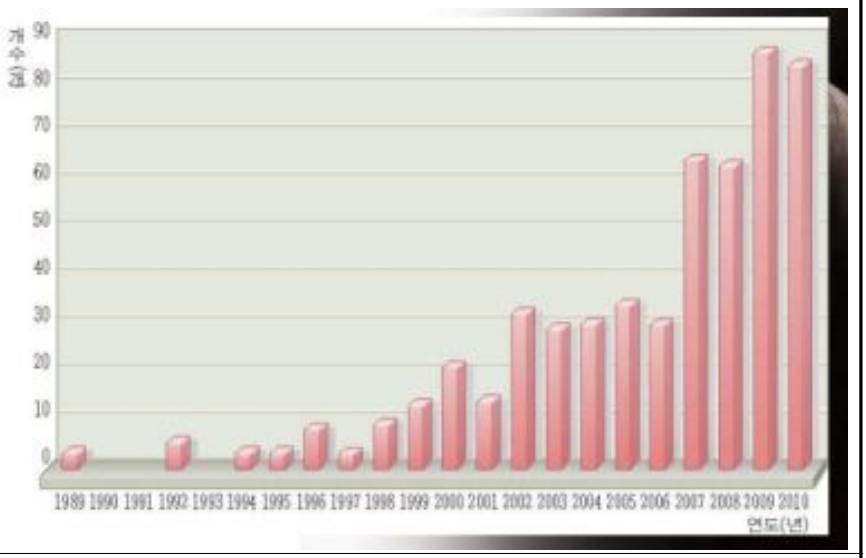


그림 II-6 외계 행성의 발견

태양처럼 평범한 별 주위를 도는 외계 행성 중에서 가장 처음 발견된 것은 1995년 10월에 페가수스자리 51번 별 주위에서 발견된 페가수스자리 51b 행성이다. 페가수스자리 51b를 발견한 이듬해에는 처녀자리 70b와 큰곰자리 47b를 발견하였다. 처녀자리 70b는 처녀자리의 70번 별 주위를 도는 외계 행성이며, 큰곰자리 47b는 큰곰자리 방향으로 지구에서 약 46광년 떨어진 곳에 있는 외계 행성이다.

그림 II-5는 2010년 4월까지 발견된 외계 행성을 연도별로 나타낸 그래프이며, 지금까지 등록된 외계 행성은 346개이다.

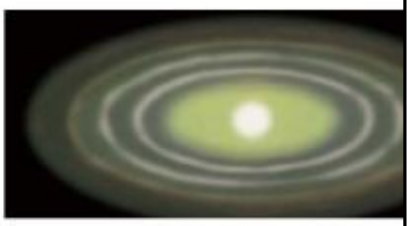
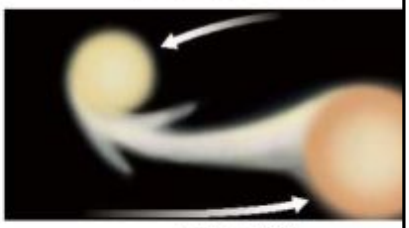


	해 석	태양성운설을 뒷받침하는 외계 행성의 발견을 통하여 암시적으로 과학의 본성의 구성요소인 검증 가능한 요소를 소개 할 수 있으며 암시적이고 과학적이기에 그 수준을 +1로 측정 할 수 있다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

표 17.

6	N O S	THE	교과서	61page	수준	+1
	본 문	우주에는 태양 외에도 수많은 별이 있는데, 이 별들이 모두 태양처럼 행성을 가지고 있는 것은 아니다. 그림 Ⅱ-3은 18세기경에 제안된 태양계의 형성 과정에 대한 이론을 나타낸 것이다. 성운 모형은 우주에 있는 물질들이 모여 구름을 형성하였고, 이 구름이 수축하여 회전하면서 태양과 행성들이 형성되었다는 이론이다. 한편, 충돌 모형은 태양 주위를 지나가던 별이 태양과 충돌하거나 매우 가까워졌을 때 별과 태양을 이루는 물질이 떨어져 나오게 되었고, 이렇게 떨어져 나온 물질이 압축되어 행성이 형성되었다는 이론이다. 이와 같이 오래전부터 과학자들은 태양계의 형성 과정을 설명하려고 노력하였다. 그러면 오늘날 과학자들은 태양과 행성의 형성 과정을 어떻게 설명하고 있을	 (가) 성운 모형(데카르트-라플라스)  (나) 충돌 모형(버퍼)				
	해 석	태양계 형상을 설명하기 위한 이론들을 통하여 암시적으로 과학의 본성 구성요소인 과학의 이론에 대해 소개 할 수 있으며 암시적이고 과학적이기에 그 수준을 +1로 측정 할 수 있다.				
6	N O S	TEN	교과서	34page	수준	+1
	본 문	과학 이야기 대폭발 우주론과 정상 우주론 오늘날 가장 설득력 있는 우주 모형은 우주가 매우 뜨거웠던 한 점이 팽창하면서 시작되었다는 대폭발 우주론이다. 하지만 지금으로부터 약 50년 전만 하더라도 많은 학자들은 정상 우주론을 지지하였다.				
	해 석	아인슈타인부터 시작된 정적 우주론, 프레드 호일이 주장한 대폭발 우주론에서 조지 가모프의 정상우주론으로 변화하는 과정을 통하여 암시적으로 과학의 본성 구성요소인 잠정적인 요소를 소개 할 수 있으며 암시적이고 과학적이기에 그 수준을 +1로 측정 할 수 있다.				

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

표 17.

	N O S	MET	교과서	31page	수준	+1
6	본 문	1965년 미국 벨 전화 회사의 연구원인 펜지어스(Penzias, A. A.: 1933~)와 윌슨(Wilson, R. W.: 1936~)은 안테나를 이용하여 장거리 무선 통신 및 우주 전파 신호를 탐사하던 중에 일정한 세기의 전파 잡음이 안테나에 항상 잡힌다는 것을 알아냈다. 이들은 마이크로파 잡음의 원인을 알아내기 위해 노력한 결과, 이 잡음이 지구에서 만들어진 것이 아니라는 것을 알았다. 그것은 우주로부터 하늘의 모든 방향에 걸쳐 거의 동일한 세기로 지구로 날아오는 신호였던 것이다. 그러나 마이크로파 잡음의 정체가 무엇인지는 알지 못했다. 비슷한 시기에 다른 과학자들은 빅뱅에서 출발한 우주가 팽창하면서 식어 갔다면 현재 우주에 남겨져 있어야 할 어떤 빛에 대해 찾고 있었다. 과연 그 빛이 무엇이며, 언제, 어떻게 만들어진 것인지 알아보자.				
	해 석	연구원인 펜지어스가 우주배경 복사를 발견하는 과정을 통하여 암시적으로 과학의 본성 구성요소인 과학적 방법이 다양함에 대해서 소개 할 수 있으며 암시적이고 과학적이기에 그 수준을 +1로 측정 할 수 있다.				

융합과학 천문에 반영된 과학의 본성 요소는 10가지 중에서 8가지로 고르게 반영 되어있다고 할 수 있겠다. 그중 창의성과 상상력, 관찰과 추론에서 1건씩 명시적인 내용을 찾아 볼 수 있었으며 과학의 본성을 습득을 기대 할 수 있는 암시적인 과학의 본성 요소는 검증 가능한 3건, 잠정적인 1건, 과학의 이론 2건, 과학의 법칙 6건, 상상력과 창의성 8건, 관찰 및 추론 5건, 사회문화적 3건, 과학적 방법 2건 반영되어 있었다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

2. 지질

융합과학의 III. 생명의 진화 2. 생명의 진화에서 화학적 진화로 인해 최초의 유기물이 탄생하여 단세포 동물에서 다세포 동물로 진화하는 과정에서 지질학의 지사학이 약간 소개가 된다. 이를 분석한 결과를 다음과 같이 각각의 경우에 대해서 아래와 같이 나타냈다.

표 18. 융합과학 지질 암시적이며 과학적 관점 예

6	N O S	INF	교과서	159page	수준	+1
	본 문	물론 생물체가 화석으로 남기 위해서는 개체 수가 많아야 하고, 고생물의 유해가 최대한 빠른 시간 내에 퇴적층에 묻혀야 하는 특수한 환경이 조성되어야 한다. 따라서 지구 상에 살던 모든 생물이 화석으로 남아 있는 것은 아니다. 그러나 화석은 생물체의 특성 및 서식 당시의 환경에 대한 다양한 정보를 제공하고 있다. 예를 들면, 고생물의 발자국이나 배설물은 생물의 크기와 습관, 주로 섭취한 음식물의 종류 등을 알 수 있게 해 준다. 또한, 생물의 외형상 특징은 육상이나 바다와 같은 서식지에 대한 정보를 제공하기도 한다.				
	해 석	고생물의 발자국이나 배설을 이용하여 크기와 습관 섭취한 음식의 종류를 알거나 외형상 특징을 통하여 서식지의 정보를 추론하는 과정에서 암시적으로 과학의 본성의 구성요소인 관찰과 추론을 소개 할 수 있으며 암시적이고 과학적이기에 그 수준을 +1로 측정 할 수 있다.				
6	N O S	EMP	교과서	163page	수준	+1
	본 문	고지자기의 연구로부터 알아낼 수 있는 지자기 극의 이동 방향을 통해 대륙이 이동하고 있다는 사실을 확인하기도 하였으며, 해저 지각에 남겨진 고지자기의 역전 흔적을 통해 해저가 확장되고 있다는 사실이 밝혀지기도 하였다.				
	해 석	고지자기의 연구로부터 대륙이 이동하고 있다는 사실을 검증 할 수 있다는 사실, 그리고 해저 지각에 남겨진 고지자기의 역전 흔적으로 해저가 확장되고 있다는 사실을 통해 암시적으로 과학의 본성의 구성요소인 검증 가능한 요소를 소개 할 수 있으며 암시적이며 과학적이기에 그 수준을 +1로 측정 할 수 있다.				

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

표 18.

	N O S	CRE	교과서	167page	수준	+1
6	본 문	**공룡 멸종의 원인은?** 중생대 지층에서 자주 발견되었던 공룡의 화석은 중생대 이후의 지층에서는 전혀 발견되지 않고 있다. 그 많던 공룡은 어디로 사라진 것일까? 공룡의 멸종 원인을 놓고 그동안 화산 폭발설, 해수면 저하설, 지자기 역전설, 비정상적인 알의 증가 등 다양한 학설들이 등장하였다. 그러나 최근 들어 운석 충돌이 공룡 멸종의 중요한 원인이라는 데 의견이 모아지고 있다. 운석 충돌설에 따르면 지금으로부터 약 6천5백만 년 전인 중생대 말기의 백악기에 지름 약 10 km 정도의 거대 운석이 초속 20㎞의 속도로 지금의 멕시코의 유카탄 반도에 떨어졌다. 이때 발생한 에너지는 히로시마 원자 폭탄의 약 10억 배에 이르렀고, 충돌 순간 발생한 엄청난 열과 먼지, 규모 11 정도의 강력한 지진과 쓰나미로 인해 반지름 1,500km 이내의 모든 생물이 죽었을 것으로 추정된다. 그 증거를 찾기 위해 과학자들이 세계 350여 곳의 백악기 말기의 지층과 운석 충돌 흔적 등을 조사한 결과, 당시 지층에서 지구에서는 드물게 존재하는 금속 원소인 이리듐(Ir)이 다량으로 포함된 점토층이 발견되었으며, 암석들에서 강력한 충돌의 흔적이 발견되었다. 이러한 증거는 운석의 충돌에 의해 중생대의 지구 상에 크게 번성했던 공룡들이 멸종했을 것이라는 추정을 뒷받침하고 있다. **토의하기** **1. 운석 충돌 이후 지구에 나타났을 것으로 생각되는 환경 변화에 대해 토의해 보자.** **2. 운석 충돌 이후의 환경 변화가 생물의 멸종에 어떤 영향을 미쳤을 것인지 토의해 보자.** 그림 III-61 운석 충돌 그림 III-62 백악기 지층의 이리듐층				
	해 석	공룡 멸종의 원인을 통하여 운석 충돌 이후 지구에 나타났을 것으로 생각되는 환경과 그 변화가 생물에 멸종에 어떤 영향을 미쳤는지 생각하는 과정에서 암시적으로 과학의 본성 구성요소인 창의성과 상상력을 소개 할 수 있으며 암시적이고 과학적이기에 그 수준을 +1로 측정 할 수 있다.				

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

표 18.

	N O S	SUB	교과서	163page	수준	+1
6	본 문	우리가 살고 있는 지구의 나이는 얼마나 되었을까? 이것은 사람들이 옛날이나 지금이나 똑같이 가지고 있는 궁금증일 것이다. 고대 인도의 철학자들은 지구가 과거에서 미래로 영원히 존재한다고 생각하였으며, 17세기 중엽 성직자였던 어셔(Usher, J.: 1581~1656)는 성서 연구를 통해 천지 창조가 기원전 4천 년 전에 이루어졌다고 주장하기도 하였다.				
	해 석	지구의 나이에 대한 고대 인도의 철학자들의 생각과 17세기 중엽 성직자였던 어셔의 연구를 통한 주관적인 생각을 통하여 암시적으로 과학의 본성의 구성요소인 주관적인 요소를 소개 할 수 있으며 암시적이고 과학적이기에 그 수준을 +1로 측정 할 수 있다.				

융합과학 지질에 반영된 과학의 본성 요소는 4건 정도로 나타나고 있다. 과학의 본성을 습득을 기대 할 수 있는 암시적인 과학의 본성 요소 검증 가능한 1건, 상상력과 창의성 1건, 관찰 및 추론 5건 반영되어 있었다.

융합과학에서 나타난 지구과학 내용 안에 반영된 과학의 본성 수준과 빈도는 아래 [표19]과 같다.

표 19. 융합과학 과학의 본성 수준 및 빈도 표

NOS	point			
	2	1	-1	-2
EMP	0	4	0	0
TEN	0	1	0	0
THE	0	2	0	0
LAW	0	6	0	0
CRE	1	8	0	0
INF	1	10	0	0
SUB	0	1	0	0
EMB	0	3	0	0
ENT	0	0	0	0
MET	0	2	0	0
Total	2	37	0	0
	39			

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

융합과학의 지구과학 내용에서 가장 많이 찾아볼 수 있는 과학의 본성은 관찰과 추론으로 명시적이며 과학적 관점 1건과 암시적이며 과학적 관점 10건 반영되어 있었고 다음으로 상상력과 창의력이 명시적이며 과학적 관점 1건과 암시적이며 과학적 관점 8건 제시되어 있었다. 나머지는 모두 암시적이며 과학적인 관점으로 검증 가능한 4건, 잠정적인 1건, 과학의 이론 2건, 과학의 법칙 2건, 주관적인 1건, 사회문화적 3건, 과학적 방법 2건 제시되어 있었다. [그림4]은 융합과학의 과학의 본성 수준 및 빈도 그래프를 나타낸 것이다.

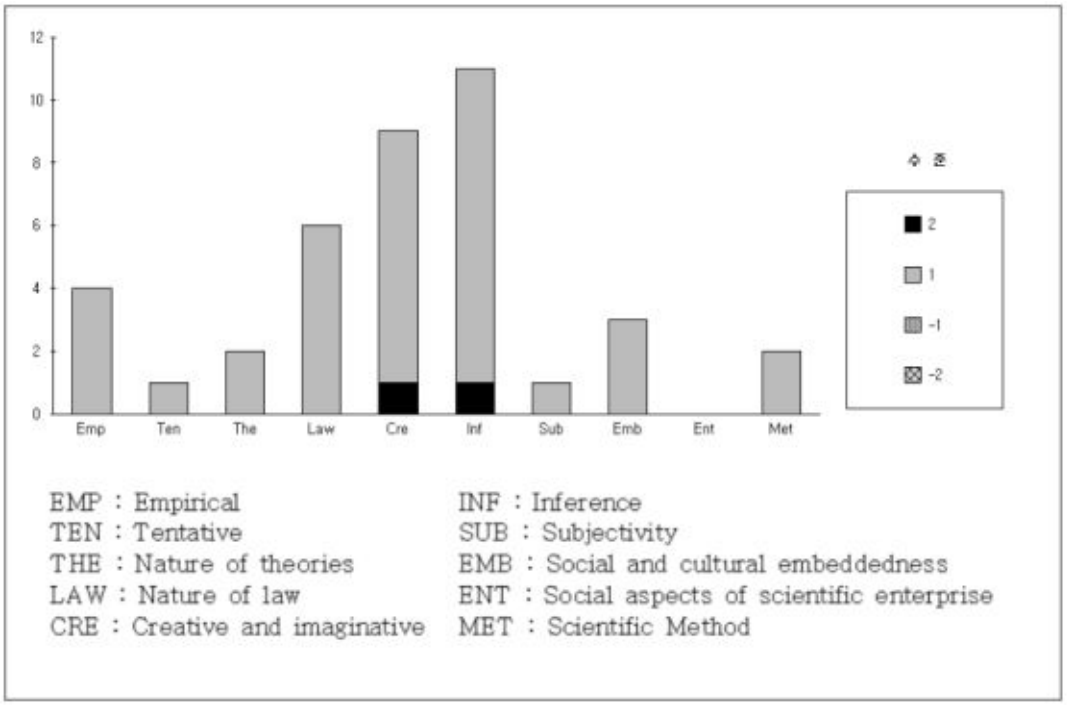


그림 4. 융합과학 과학의 본성 수준 및 빈도 그래프

2009 개정 교육과정 융합과학의 모든 단원의 시작에서 대부분 발문으로 상상력과 창의력을 요하는 내용이 제시되어 있었으며 관찰과 추론으로 이야기를 시작한다고 볼 수 있겠다. 그림3 과 같이 융합과학은 사회적 합의를 제외한 요소들이 반영되어 있었다. 각 요소들이 조금 더 명시적으로 제시된다면 학생들의 과학의 본성 교육에 많은 도움이 될 것으로 생각된다.

7차 교육과정 공통과학 지구과학에서 과학의 본성 반영 빈도는 총 43건으로 나

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

타난다. 그중 명시적 내용의 빈도는 0건으로 전혀 나타나지 않고 암시적이고 과학적인 측면으로 구성되어 있었다. 구성요소는 과학적 측면으로 사회적 측면 11건, 검증 가능한 측면 9건, 관찰 및 실험 8건, 과학의 법칙 5건, 과학의 이론 3건, 상상력과 창의성 3건, 변할 수 있는 2건, 주관적인 2건의 빈도로 반영되어 있었다. 2009 개정 교육과정 융합과학 지구과학 내용에서 과학의 본성 반영 빈도는 총 39건으로 나타나고 있으며 명시적이며 과학적인 과학의 본성은 2건으로 상상력과 창의성 1건, 관찰과 추론에서 1건 나타나고 나머지는 암시적이며 과학적인 관찰과 추론 10건, 상상력과 창의성 8건, 과학의 법칙 6건, 검증 가능한 4건, 사회문화적 3건, 과학적 방법 2건, 과학의 이론 2건, 변할 수 있는 1건, 주관적인 1건으로 총 37건 반영되어 있었다. 지구과학의 내용 안에서의 과학의 본성은 교육과정의 변화에 따라 변화는 일어났지만 과학의 본성의 반영 정도가 강화되었다고 볼 수 없었다. 전체적으로 본다면 7차 교육과정의 경우 명시적으로 과학을 교육할 수 있는 탐구단원이 포함되어 있었고 탐구단원의 경우 탐구에 포함된 과학의 본성은 50건 반영되어 있으며 먼저 명시적이며 과학적인 요소는 과학적 방법 12건, 사회문화적 12건, 사회적합의 2건, 상상력과 창의성 1건, 검증 가능한 1건 반영되어있었으며 암시적이며 과학적인 측면은 검증 가능한 측면 5건, 상상력과 창의성 3건, 과학적 방법 3건, 변할 수 있는 2건, 사회문화적 2건, 사회적합의 2건, 과학의 법칙 1건, 관찰 및 추론 1건, 주관적인 1건 반영되어 있었다. 과학의 본성에 대해서 잘못된 인식을 심을 수 있을 것으로 판단되는 명시적이지만 순수한 측면은 과학의 법칙 1건, 과학적 방법 1건 반영되어 있었다. 2009 개정 교육과정으로 교육과정이 변화하면서 명시적으로 과학의 본성을 소개 할 수 있었던 탐구단원은 사라졌다. 중간중간 과학자들의 인물소개나 당시의 이슈들을 탐구라는 제목으로 단원 마지막에 포함시켰으나 그 정도로는 과학의 본성을 명시적으로 설명하는데 어려웠다. 탐구단원을 포함한 7차 교육과정 공통과학의 과학의 본성과 2009개정 교육과정 융합과학을 비교한다면 오히려 과학의 본성 반영 정도는 더욱 낮아졌다라고 볼 수 있겠다. 점점 더 과학의 본성의 중요성은 강조되어가지만 그 발전방향에 역행한다고 볼 수 있겠다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

V. 결론 및 제언

본 연구는 국내 고등학교 과학 교과서를 대상으로 교육과정의 변화에 따라 과학의 본성 반영 정도가 어떻게 변화하고 있는지 강조되는 과학의 본성의 구성요소는 무엇이고 그 수준에 대하여 분석하기 위해 NOSAT를 개발하여 7차 교육과정 공통과학 A출판사 교과서와 2009개정 교육과정 B출판사 교과서를 비교 분석하였다.

본 연구에서는 기존의 도구가 아닌 NOSAT를 개발하여 사용하여 다양한 측면으로부터 과학의 본성을 파악했으며 과학의 본성을 교수하는 지침서인 교과서를 교육과정에 따라 분석하였다는데 의미가 있다고 할 수 있겠다. 이 연구를 통해서 도출된 결론은 다음과 같다.

첫째. 명시적인 과학의 본성의 반영이 필요하다. 7차 교육과정 공통과학의 지구과학 내용 안에서의 과학의 본성 반영 빈도는 전체 총 43건의 빈도를 나타내고 있다. 그중 명시적인 내용의 빈도는 0건으로 전혀 나타나지 않고 암시적인 내용으로 구성되어 있었다. 2009개정 교육과정 융합과학에서 과학 내용 안에 포함되어 있는 과학의 본성 반영 빈도는 전체 총 39건 반영되어 있었고 그중 명시적인 내용은 2건으로 나머지 37건은 모두 암시적인 내용으로 구성되어 있었다. 2009개정 교육과정 융합과학의 경우 2건이 반영되어 있었으나 이것을 명시적인 과학의 본성을 반영하였다고 말하기에는 어려움이 따른다. 암시적인 방법은 가르치지 않아도 과학의 본성이 자연스럽게 학습된다고 하지만 기대하는 의도와 다르게 학습 될 가능성이 존재한다. 올바른 과학의 본성을 갖추기 위해서는 과학의 본성은 명시적으로 학습되어야 한다(Lederman, Abd-El-Khalick & Schwartz, 2002). 그러하기에 앞으로의 교육과정에서는 암시적인 과학의 본성은 명시적 일수 있도록 수정되어 반영해야 한다.

둘째, 교육과정의 변화에 따라 과학의 본성의 반영 정도는 더 강화 되어야 한다. 7차 교육과정 공통과학에서 과학의 본성 빈도는 43건 반영되어 있었고 모두 암시적이며 과학적 측면으로 사회적 측면 11건, 검증 가능한 측면 9건, 관찰 및 실험 8건, 과학의 법칙 5건, 과학의 이론 3건, 상상력과 창의성 3건, 변할 수 있는 2건, 주관적인 2건의 빈도로 반영되어 있었다. 2009개정 교육과정 융합과학의 경우는 39건 반영되어 있었으며 그중 명시적이며 과학적인 측면은 상상력과 창의성 1건,

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

관찰과 추론 1건 총 2건 반영되어 있었고 암시적이며 과학적인 측면이 관찰과 추론 10건, 상상력과 창의성 8건, 과학의 법칙 6건, 검증 가능한 4건, 사회문화적 3건, 과학적 방법 2건, 과학의 이론 2건, 변할 수 있는 1건, 주관적인 1건으로 총 37건 반영되어 있었다. 전체 빈도수를 비교하자면 공통과학에서의 과학의 본성이 더 많은 빈도가 나타나는 것을 알 수 있다. 융합과학에서 과학의 개념적 내용이 줄어들었기 때문에 그것으로 과학의 본성의 반영정도를 비교하기 어렵다고 볼 수 있지만 과학의 본성의 반영 정도가 더 강화 되었다고 보기 역시 어렵다. 과학의 본성 반영 정도를 강화하기 위해서는 교과서 편집자 들이 과학의 본성에 대해 올바른 이해가 필요하며 그러기 위해서는 교과서 편집자들을 대상으로 하는 전문 교육이 이루어져야 한다.

셋째, 7차 교육과정 공통과학의 탐구와 같이 과학의 본성을 명시적으로 나타낼 수 있는 요소가 필요하다. 7차 교육과정 공통과학에서 탐구에 포함된 과학의 본성은 50건 반영되어 있으며 먼저 명시적이며 과학적인 요소는 과학적 방법 12건, 사회문화적 12건, 사회적합의 2건, 상상력과 창의성 1건, 검증 가능한 1건 반영되어있었으며 암시적이며 과학적인 측면은 검증 가능한 측면 5건, 상상력과 창의성 3건, 과학적 방법 3건, 변할 수 있는 2건, 사회문화적 2건, 사회적합의 2건, 과학의 법칙 1건, 관찰 및 추론 1건, 주관적인 1건 반영되어 있었다. 과학의 본성에 대해서 잘못된 인식을 심을 수 있을 것으로 판단되는 명시적이지만 순수한 측면은 과학의 법칙 1건, 과학적 방법 1건 반영되어 있었다. 순수한 측면이 2건 반영되어 있었지만 다양한 과학의 본성을 나타내고 있음을 알 수 있다. 점점 더 과학의 본성의 중요성은 강조되어가고 있지만 2009개정 교육과정 융합과학에서는 탐구과정이 사라져 그 발전방향이 역행하고 있다고 할 수 있겠다. 앞으로의 교육과정에는 7차 교육과정 공통과학에서처럼 과학의 본성을 명시적으로 가르칠 수 있는 탐구내용이나 과학사를 통한 명시적인 과학의 본성을 포함해야 한다.

넷째, 과학의 본성에 대한 교사의 전문성을 향상 시켜야 한다. 교과서에서 내용을 서술 하다보면 암시적인 과학의 본성이 불가피하다. 그런 암시적인 내용이 반영되었을 때 교사는 암시적인 과학의 본성을 학습자들에게 명시적으로 소개 시킬 수 있어야 한다. 그러기 위해서는 교사들은 과학의 본성에 대해 올바른 관점을 지녀야 하기에 교사 협의회 및 연수를 통하여 전문성을 향상 시켜야 한다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

참고문헌

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 Press.

Abd-El-Khalick, F & Boujaoude, S. (1997). An exploratory study of the knowledge base for science teaching. *Journal of Research in Science Teaching, 34*, 673-699.

Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L & Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: making the unnatural natural. *Science Education, 82*, 417-436.

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.

Collette, A. T. & Chiappetta, E. L. (1986). Science instruction in the middle and secondary schools(2nd ed), Columbus. Ohio; Merrill publishing Company.

Chiappetta, E. L. Sethna, G. H. & Fillman, D. A. (1991). A qualitative analysis of high school chemistry textbooks for scientific literacy themes and expository learning aids. *Journal of Research in Science Teaching, 28*, 936-951.

Chiappetta, E. L & Fillman, D. A. (2005). Analysis of five high school biology textbooks used in the United States for inclusion of the nature of science. Paper presented at the National Association for Research in Science Teaching meeting. Dallas, TX.

Hirsch, E. D., Jr. (1987). Cultural literacy: What every American needs to know. New York, NY: Houghton Mifflin

Hogan, K. (2000). Exploring a process view of students' knowledge about the NOS. *Science Education, 84*(1), 51-70.

Irwin, A. R. (2000). Historical case studies: Teaching the nature of science

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

in context. *Science Education, 84*(1), 5-26.

Lederman, N. G. (1992). Students and teachers conceptions of the nature of science : A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching, 29*(4), 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.

Lee, Y & Chiappetta, E. (2008). How do the high school biology textbooks introduce the nature of science? Paper presented at the National Association for Research in Science Teaching meeting. Garden Grove, CA.

National Research Council. (1996). National science education standards. Washington, DC: National Academy Press.

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

Miller J. D. (1983). Scientific Literacy : A Conceptual and Empirical Review. *Daedalus, 112*(2), 29-48.

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), 139-161.

Oliveira, A. W., Akerson, V. L., Colak, H., Pongsanon, K & Genel, A. (2012). The implicit communication of nature of science and epistemology during inquiry discussion. *Science Education, 96*, 652-684.

Ziman, J. (1984). *An instruction to science studies*. Cambridge: Cambridge University Press

강석진, 노태희 (2014). 과학의 본성. 북스힐

강석진, 김영희, 노태희 (2004). 과학사를 이용한 소집단 토론 수업이 학생들의 과학의 본성에 대한 이해에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 24(5), 996-1007.

곽승진 (2005). 청소년의 과학적 소양 향상을 위한 문제해결 모형 개발 연구. 한국도서관저보학회지, 36(3), 21-38

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

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

교육대학원 석사학위논문
김희정, 김성원 (2013). 예술 고등학생들의 명시적 과학의 본성 수업을 통한 개념 변화의 특성. 한국과학교육학회지, 33(2), 266-283
김준예, 전은경, 백성혜 (2007). 과학 영재들의 과학의 본성에 대한 인식. 한국과학교육학회지, 26(6), 743-752
교육부 (2011). 2009개정교육과정, National Curriculum Information Center
노태희, 김영희, 한수진, 강석진 (2002). 과학의 본성에 대한 초등학생들의 견해. 한국과학교육학회지, 22(4), 882-891.
박창동 (2001). 과학의 본성에 대한 인식과 학습관에 따른 초등교사의 발문 유형. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
백성혜, 남초이 (2010). 과학의 본성에 대한 명시적 수업이 예비 과학교사들의 인식 변화에 미치는 효과. 한국과학철학회, 13(1), 83-107
이영희 (2013). 질적 연구에 의한 고등학교 생명과학 I 교과서 생명과학의 이해 단원에 내포된 과학의 본성 분석. 교과교육학연구, 17(1), 173-197
이영희 (2014). 우리나라 생명과학 관련 분야 재미 과학자들은 어떻게 과학의 본성을 이해하고 있는가?. 한국과학교육학회, 34(7), 677-691
최준환, 남정희, 고문숙, 고미례 (2009). 과학사를 활용한 과학수업 적용을 통한 중학생들의 과학의 본성에 대한 이해의 발달. 한국과학교육학회, 29(2), 221-239

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

부록

미국 교과서 과학의 본성 수준(Abd-El-Khalick, Waters & Le 2008).

NOS	점수	예시
1. 검증 가능한	+2	- 과학적 개념의 타당성을 확보하기 위해서는 검증(test)을 해야 한다. 일단 어떠한 이론이 성립이 되면 그에 맞는 타당성을 위해 검증, 재검증을 해야 한다.
	+1	- 뢴트겐은 검은 종이로 싸여진 음극선을 가지고 일하고 있었다. 그 종이에서 빛 한줄기가 방을 가로지르는 것을 감지하였다. 그 종이는 코팅한 것이었기 때문에 방사선에 노출되면 빛을 발하게 된다. 뢴트겐은 종이를 통과한 보이지 않는 새로운 방사선을 발견하였다.
2. 추론, 관찰	+2	- 운동에너지를 지지하는 대부분의 자료는 간접적인 관찰에서 왔다. 어떤 물질의 분자 운동을 관찰한다는 것은 불가능 하다. 그러한 관찰이 쉽게 된다 하더라도 해석하기는 힘들다. 그렇지만 과학자들은 분자들 간의 운동을 관찰 할 수가 있다. 이러한 관찰을 토대로 평균적인 운동을 기술할 수 있다. - 인간은 옛날부터 자연을 관찰하기 위해 간접적인 방법을 이용했다. 모든 사람들은 어떤 현상에 대해서 최대한 깊이 이해하려고 한다. 감춰진 어떤 상자(box)에 무엇이 있는지 알고자 하는 것은 열어보는 것이다. 여러분에게 열 수 없는 상자가 있다 생각해보자. 그 상자는 너무 작고 단단하게 싸여있어서 포장조차 뜯을 수 없다. 하지만 여러분은 오감을 통해 그 상자 안에 무엇이 있다고 확신한다. 인간이 그러한 질문에 휩싸이기 시작한 이 후로 그 안의 것을 추구하기 시작했다. 이것이 자연현상에 대한 진리다. 오늘날 과학자들은 원자의 존재를 믿고 있지만 본 사람은 아무도 없다. 즉, 원자는 미스터리 상자와 같다. 하지만 우리는 원자가 존재한다는 증거를 갖고 있다. - 간단한 실험 - 모델 형성하기 : 알려져 있지 않은 현상에 대한 모델을 어떻게 세울 수 있는가? → 보이지 않는 것에 대해서 만져보고 그것에 대해 추론을 함으로써 보이지 않는 그 자체에 대해 모델을 형성할 수 있다. 이때 교사는 “과학자는 자료를 수집하기 위해 간접적이거나 직접적인 관찰을 사용한다.”라고 말 할 수 있다.
	+1	- 당신이 실험실의 가스 밸브를 연다면 가스 냄새를 맡을 수 있다. 하지만 이 방안에 있는 공기입자는 볼 수 가 없다. 당신이 아무리 좋은 현미경을 사용하더라도 그 입자를 볼 수 없을 것이다. 이러한 관찰과 또 다른 많은 관찰은 과학자들이 물질의 기본입자는 매우 작아야 한다고 믿게 만든다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

3. 창의적인	+2	- 창의적인 상상력은 과학자들이 그럴 듯한 설명을 만들고 관찰된 행동을 친숙하고 잘 이해된 현상으로 연관 짓기 위해 간단한 물리적 혹은 정신적인 모델로 구성하여 이용 될 수 있다. - 사물의 본질에 대한 우리의 생각은 사실과 상상력을 바탕으로 한다. 그리고 관찰과 상상력을 더하면 새로운 이론이 된다.
	- 1	- 과학자들은 흔히 사실을 자료라고 일컫는다. 자료는 정보의 객관적인 부분이다. 사실은 해석에 포함되지 않는다.
	-2	- 과학자의 어떤 결론은 그들의 실험을 통해 얻은 자료로부터 직접적이고 전적으로 만들어져야 한다.
4. theory-driven	+1	- 과학적으로 검증된 이론은 과학자에게 가치 있는 자산이다. 왜냐하면 그 이론은 상상력을 자극하고 이전에 알지 못했던 행동을 예측하기 위한 역할을 하기 때문이다. - 가설은 새로운 실험 설계를 이끈다. 동시에 실험은 가설을 부정하거나 정교하게 한다.
	-1	- 과학자들은 흔히 사실을 자료라고 일컫는다. 자료는 정보의 객관적인 부분이다. 사실은 해석에 포함되지 않는다.
	-2	- 모델은 과학에서 핵심적인 역할을 한다. 모델은 새로운 지식을 이끌어 내는 연구를 위한 지침을 제공한다. 또한 모델은 현상을 단순화하고 조직화 하는데 도움을 준다. 그렇지 않으면 이해하기에 너무 복잡하다. - 과학자의 어떤 결론은 그들의 실험을 통해 얻은 자료로부터 직접적이고 전적으로 만들어져야 한다.
5. 변할 수 있는	+2	-오늘날의 원자 모델은 많은 수정이 있은 후에도 새로운 증거가 축적되고 새로운 이론이 개발됨으로써 지속적인 변화를 받고 있다. 그러나 아무리 상세한 원자모델일지라도 그것은 원자의 진정한 구조를 묘사 할 수 없다. 너무 지나치게 모델을 받아들이는 함정을 피하는 것이 중요하다. 당신은 모델의 한계를 받아들여야 하고 모델의 전부가 현실과 동떨어질 수도 있다는 것을 기억해야 한다. - 한 설명을 뒷받침하는 실험적인 증거가 오랫동안 지속되는 이상 그것은 유효하게 사용된다. 하지만 예상되는 행동이 관찰되지 않았다면 그 설명은 더 이상 유효하지 않으며 수정되거나 폐기되어야 한다. 설명과 모델은 절대 특정 지을 수 없으며, 과학자들은 수용하는 것을 배우고 불확실성의 정도를 정해 놓고 연구해야 한다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

	+1	- 과학에서 종종 일어나는 일로써 새로운 발견은 오래된 이론을 기각/전복(toppled) 시킨다. 방사능의 발견이 있기 전에, 원자가 물질의 가장 기본적인 단위로서 가장 작은 것이라 믿어졌다. 후에 알파, 베타, 감마선이 확인되었고 과학자들은 원자는 더 작은 입자로 구성되어야 한다는 확신을 얻었다. 그리고 러더포드의 발견 이후로 원자의 구조에 대한 우리의 이해는 확장되었고 일부 변경된 것도 있다. 우리는 현재 후의 연구로부터 알게 되었다. 유용할 수 있지만 궤도를 도는 전자는 너무 단순하다. 중심부에 대한 러더퍼드의 그림은 주로 빈 공간으로 둘러싸인 거대한 핵은 아직까지도 받아들여지고 있다.
	-1	- 과학에서 이론은 절대 안정한 것은 아니다. 각각의 새로운 관찰은 이론을 검증한다. 만약 이론이 새로운 관찰을 만족스럽게 설명하지 못한다면 그 이론은 기각(reject)되거나 수정되어야 한다.
	-2	- 이론과 같은 모델은 새로운 정보가 발견됨으로써 정교해지며 과학에서 특정한 사실은 항상 진리이이다. 이러한 사실들은 과학적인 법칙으로 알려진다.
6. 과학적인 방법	+2	-당신은 특성과 태도를 개발하기위해 노력해야하며 전문적인 과학자의 기술을 택해야 한다. 그것의 일부는 다음과 같다. (1) 호기심의 소유. (2) 관찰의 정확성. (3)완벽한 자료의 기록, 깔끔하고 정돈된 옷차림. (4) 예상치 못한 일의 인식에 대한 경계 (5)낡은 생각을 기꺼이 버리려는 마음과 새로운 생각을 기꺼이 받아들이는 것은 충분한 자료를 정당화 할 수 있음. (6) 부족한 자료를 근거하여 일반화시키는 경향에 대한 의식.
	-1	-당신이 마친 활동(자료수집 하기 , 경향성 또는 자료간의 규칙성, 자료를 설명하기 위한 시도로 근거(reason) 제시하기)은 과학자들이 문제를 해결하기 위해 사용하는 전형적인 방법이다. 이러한 과학적인 방법은 체계적이며 단계적인 절차의 조합을 바탕으로 한다. 그리고 논리뿐만 아니라 때때로 직감이나 추측을 바탕으로 하기도 한다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

	-2	- 문제를 통해 명확하게 사고하고, 결과(decisions)를 검증하는 것은 과학적인 방법이 무엇일까에 대한 전부이다. 왜 그렇게 생각하니? 왜 그렇게 행동하지 않을까? 이는 매우 논리적인 질문이다. 우리는 다음과 같이 질문 할 수 있다. 왜 이전의 화학자들은 그들의 잘못된 믿음을 포기하지 않고 명백한 진리를 보려하지 않았을까?(물론 진리는 그들만이 알고 있을 때 명백하다.) 중요한 것은 옛날의 화학자들은 생각하는 것을 하지 않았다. 그들은 종종 잘못된 답을 내놓았다. 중요한 것은 그들이 생각하는 것이다. 지금 우리는 그들의 아이디어를 사용할 수 있고 그 아이디어를 검증 할 수 있다. 당신은 절대로 당신이 생각하지 않고 연구하지 않는 답에 대해서는 찾을 수 없을 것이다. 오히려 잘못된 대답은 해결책을 향한 걸음이 될 수도 있을 것이다. 과학자들이 실험하거나 조사하는 방법은 과학적인 방법으로 불린다. 과학적인 방법은 문제를 탐구하기 위한 논리적인 방법이거나 관찰을 통해 제기 되었던 질문이다. 게다가 이 방법은 검증, 재검증, 실험에 의해 지지될 수 있도록 하는 해결책이나 해답을 만들 수 있도록 계획된다. 다른 표현은 과학적인 방법을 설명하기 위해 사용될 수 있지만 이것은 왼쪽에 설명된 기본적인 활동들로 구성되어있다. 결론을 형성하도록 이끈 사건의 순서가 있다.(이는 관찰 →가설 → 실험 → 자료의 평가 → 결론의 정당화(state) 와 같다.) - 모든 과학자와 마찬가지로 그림 1.18의 생화학자들은 어려운 문제를 해결하기 위하여 과학적인 방법을 사용한다. 이 과학적인 방법은 과학적인 문제해결을 위한 논리적이며 체계적인 접근법이다. 과학적 방법에서의 단계는 관찰, 가설검증, 이론의 개발을 포함한다.
7. 이론의 본성	+2	- 비과학적인 주장이나 글쓰기에서 이론이라는 말은 종종 어떠한 개념을 지지할 수 없는 의미로 사용된다. 당신이 알고 있듯이 과학적인 이론은 실험이나 지속적인 관찰을 통해 얻은 증거에 의해 많은 지지를 받는다. 과학자들은 그들의 지식을 정리할 수 있는 이론을 개발한다. 그 이론은 많은 관찰에 근거하며, 많은 실험 결과에 의해 지지된 설명이다. - 이론은 철저하게 검증된 모델로써 실험이 특정한 결과를 내는지에 한 이유를 설명한다. 이론은 절대 증명될(proved) 수 없다. 그럼에도 불구하고 이론들은 매우 유용하다. 왜냐하면 그 이론들은 볼 수 없었던 물체나 과정의 심리적인 형상(mental pictures)을 형성하는데 우리에게 도움을 주기 때문이다. 게다가 그들은 우리에게 원래의 관찰현상과는 다른 아래의 상황처럼 자연 시스템의 현상을 예측하는 능력을 제공한다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

		- 유사한(familiar) 특성을 갖는 간단한 모델의 측면에서, 관찰된 자연 현상에 대해 타당성 있는 설명은 이론이라 불린다. - 공준(postulates)또는 가정의 집합으로써의 이론은 자연과 한 체계의 현상을 설명하기 위해 진보(개선)(advanced)되었다. - 과학적인 법칙은 자연 현상(무엇인지)을 설명한다. 하지만 그에 대한 설명(이유)은 제공하지 않는다. 과학적 이론과 모델은 우리가 살고 있는 자연 세계의 양상을 "왜?", "어떻게?" 라는 문제로 다룬다.
	+1	- 달튼이 질량 보존의 법칙을 설명하기 위해 그의 이론에 어떻게 적용하였는지를 보자. 새로운 이론의 중요한 점 하나는 새로운 상황을 예측 할 수 있다는 것이다.
8. 법칙의 본성	+2	- 과학적 법칙은 관찰이나 실험의 다양하고 넓은 범위의 결과를 요약할 수 있는 간결한 진술이다. 과학 법칙은 단지 자연 현상을 묘사할 수 있는 이론과는 다르다. 법칙은 자연현상을 설명하려고 하지 않는다. 과학적인 법칙은 종종 간단한 수학적 관계로 나타내 진다. 그들은 보통 즉각적이고 분명하게 나타나지 않는 자연현상과 관련되어 있다.(They usually concern natural behaviors that are not immediately obvious) - 자연의 현상을 설명하는 일반화는 법칙이나 원리로 불린다. 자연의 법칙은 우리에게 자연에서 무슨 일이 일어나는지 알려준다.: 그들은 우리에게 무슨 일이 반드시 일어나는지 알려주지 않는다. 과학적인 법칙은 자연 현상(무엇인지)을 설명한다. 하지만 그에 대한 설명(이유)은 제공하지 않는다. 과학적 이론과 모델은 우리가 살고 있는 자연 세계의 양상을 "왜?", "어떻게?" 라는 문제로 다룬다.
	-2	- 과학에서의 특정한 사실은 항상 진리로 여겨진다. 각각의 사실들은 과학적 법칙으로써 불려진다. 과학적 법칙은 자연 현상에 대한 어떤 진술이거나 몇몇 일관성 있는 수학적 표현이다. - 과학적 법칙은 진리로 인정될 수 있는 아주 흔하게 관찰된 자연의 단순한 사실이다. 아침에 동쪽에서 뜨는 태양은 자연의 법칙이다. 왜냐하면 사람들은 그 사실을 매일 보기 때문이다.
9. Social aspects of scientific	+1	- 러더포드는 실험을 수행하기 위해 연구팀을 구성했다. 출판, 동료와 협의(reviewing)를 논의했다. 과학자간에 공동연구는 새로운 정보를 얻기 위한 연구에서 일반적인 일이다. 과학자들은 과학저널의 출판물을 통해 그들의 연구결과에 대해 이야기한다.
10. social and cultural embeddedness	+2	- Wilbraham et al.,(2005) 연구 방향에 지원금이 어떻게 영향을 미칠 수 있는지 논의 하였고 지원금을 얻는 것에 대한 사회적 토론이 어떻게 결정되는 것인가.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

공통과학의 본성 수준

분야	본문 내용	NOS	E/I	N/S	P
천문	- 우리 선조들은 하늘에서 일어나는 현상에 많은 관심을 가지고 있었다. 이미 삼국시대부터 수많은 관측기록을 남겼으며 고려인들은 혜성과 일식뿐만 아니라 태양흑점과 오로라를 관측한 기록도 남겼다. 조선 시대에는 천문대를 건설하고 혼전의, 간의 등의 천문 관측 기기를 제작하여 관측에 이용하였다. 특히, 조선 중기에 태양에 근접한 핼리 혜성을 관측하여 기록한 내용은 세계에서 가장 우수한 것으로 평가받고 있다.(p.322)	검증 가능한	I	S	+1
	- 1960년대 이후 망원경이 더욱 발달하고 행성 탐사선이 발사되어 태양계의 특징에 대해서 더 많은 사실을 알 수 있게 되었다.(p.326)	사회 · 문화적 반영	I	S	+1
	- 태양계의 행성과 티끌 분포가 이젤자리 베타별과 같다고 가정하고, 다른 별에서 본 태양계의 측면도를 그려보자.(p.330)	창의성 및 상상력	I	S	+1
	- 태양이 단위 시간에 방출하는 에너지의 총량을 태양의 광도라고 한다. 태양의 광도는 약 4×10^{26}W이다. 이처럼 많은 에너지를 방출하려면 태양은 얼마나 뜨거워야 할까? 위의 광도를 내려면 태양의 온도는 약 5800℃가 되어야 한다는 것을 알았다.(p.333)	관찰과 추론	I	S	+1
		법칙의 본성	I	S	+1
	- 두 별 사이의 거리가 100배 더 멀어지면 밝기는 몇 배가 될까?(p.337)	법칙의 본성	I	S	+1

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

	- 두 별의 절대 등급은 어느 것이 더 높을까?(p.337)	법칙의 본성	I	S	+1
	- 맨눈으로 별을 보면 대부분이 백색으로 빛나는 것처럼 보인다. 그러나 망원경으로 보면 별의 색은 푸른색, 노란색, 붉은색 등으로 다양하다. 이러한 별의 색깔로부터 무엇을 알 수 있을까?(p.338)	관찰과 추론 법칙의 본성	I	S	+1
	- 1690년에 갈릴레이는 망원경을 만들고 금성의 모양 변화를 관측함으로써 지동설을 지지하는 증거를 찾게 되었다. (p.339)	검증 가능한 이론의 본성	I	S	+1
	- 망원경의 발명은 천문학이 발달하는 데 가장 큰 공헌을 한 역사적인 사건이라 할 수 있다. 허셜의 49인치 반사망원경과 여키스 천문대의 40인치 굴절망원경은 19세기에 만들어진 대표적인 것이다. 현재는 망원경 제작 기술이 눈부실 정도로 발전하여 10m 초대형 망원경을 관측에 이용하고 있다. (p.339)	사회 · 문화적 반영	I	S	+1
	- 다음은 1920년에 은하에 대한 섀플리와 커티스의 유명한 논쟁을 소개한 것이다. 섀플리 : “우리 은하는 지금까지 우리가 알고 있는 것보다 훨씬 크며, 태양이 우리 은하의 중심에 있지 않고 한쪽으로 치우쳐 있다. 또한, 나선 모양으로 보이는 성운도 우리 은하에 속한 것이다.” , 커티스 : “나선 모양의 성운은 우리 은하에 속한 것이 아니라 우리 은하 밖에 있는 다른 은하이며, 우리 은하의 크기는 섀플리가 주장한 것보다 훨씬 작다. 그리고 태양은 우리 은하의 중심에 있다.” (p.340)	주관적인	I	S	+1
		이론의 본성	I	S	+1

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

	- 우리 은하의 모양을 연구한 허셜은 망원경으로 하늘의 여러 방향에서 보이는 별의 개수를 헤아렸다. 그리고 대부분의 별들이 은하수의 띠에 있으며, 이 띠의 어느 방향에서나 별의 개수가 거의 같다는 사실을 알아냈다. 그는 우리 은하의 모양이 그림 16-42와 같다고 제안하고 태양은 은하의 중심에 있을 것이라고 생각하였다.(p.341)	관찰과 추론	I	S	+1
	- 그림 16-43은 별이 분포하는 가상적인 공간을 나타낸 것이다. (가), (나) 공간의 중심에서 하늘을 본다고 가정하자. 과정1) 각각의 경우에서 관측자가 하늘을 보는 방향에 따라 별들의 분포는 어떠할지 상상하여 그려 보자. (p.341)	창의성 및 상상력	I	S	+1
	- 그림 16-43은 별이 분포하는 가상적인 공간을 나타낸 것이다. (가), (나) 공간의 중심에서 하늘을 본다고 가정하자. 과정2) 우리가 밤하늘에서 볼 수 있는 은하수의 모습은 (가)와 (나) 중에서 어느 경우에 해당하는지 생각해 보자.(p.341)	주관적인	I	S	+1
	- 이 실험의 결과를 이용하여 별의 밝기와 거리의 관계를 설명해 보자. (p.347)	검증 가능한	I	S	+1
		법칙의 본성	I	S	+1

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

분야	본문 내용	NOS	E/I	N/S	P
지질	- 백두산은 현재 화산 활동을 하지 않지만 약 1000년 전에는 엄청난 폭발이 일어나 천지가 만들어졌다. 조선왕조실록에는 백두산에서 1413년 이후 수차례의 폭발과 용암 분출이 있었다는 기록이 있다.(p.279)	변할 수 있는	I	S	+1
	- 화산이 분출한 용암이나 화산재는 농토를 비옥하게 하며, 토목 건축자재로 이용되기도 한다. 또한, 화산 활동으로 새로운 해저 화산이나 화산도가 만들어지면 어초가 만들어져서 해산물이 풍부해진다.(p.281)	사회 · 문화적 반영	I	S	+1
	- 20세기 초에 베게너는 고생대 말에 한 덩어리였던 초대륙이 이동하여 현재와 같이 분포되었다는 대륙 이동설을 제안하였다. 그 후 지진과 화산, 습곡 산맥과 해량 등의 분포를 근거로 지각은 판이 서로 맞물려서 여러 방향으로 이동하고 있다는 판구조론이 확립되었다.(p.282)	변할 수 있는	I	S	+1
	- 지구 내부를 통과하는 지진파를 분석해 보면, 지하 약 100km에서 S파의 속도가 갑자기 느려진다. 이 깊이를 경계로 하여 윗부분을 암석권, 아랫부분을 연약권이라고 한다.(p.283)	검증할 수 있는	I	S	+1
	- 과학자들은 해양의 수심을 측정할 수 있는 음향 측심법을 이용하여 대서양의 중앙에 남북으로 길게 뻗어 있는 해령을 찾아냈다.(p.284)	검증 할 수 있는	I	S	+1

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

	- 우리가 사용하는 생활 용품의 대부분은 광물을 원료로 만들어져 있기 때문에 광물질은 우리 생활에서 대단히 중요하다. 수세기 동안 대륙 지각에 있는 광물을 채굴하여 사용해 왔기 때문에 현재 대륙에 남아있는 광물 자원의 양은 그리 많지 않다. 따라서 세계 각국은 해저의 광물 자원을 개발하려는 노력을 하고 있다. … 심해저의 광물자원을 개발하기 위해서는 수심 6000m 이상을 잠수할 수 있는 잠수정과 심해저의 암반을 뚫을 수 있는 첨단 장비와 기술이 필요하다. 우리나라에서도 한국해양연구소 등에서 바다 밑에 있는 광물자원을 개발하기 위해 많은 연구를 하고 있다.(p.285)	사회 · 문화적 반영	I	S	+ 1
	- 두 판이 그림과 같이 서로 멀어지는 해령과 같은 경계를 발산경계라 한다. 맨틀에서 뜨거운 마그마가 두 판의 경계 아래에서 올라와 새로운 지각을 만들면서 두 판이 서로 멀어지게 한다.(그림14-19두 판이 서로 멀어지는 발산 경계)(p.286-287)	관찰과 추론	I	S	+ 1
	- 정리 1) 히말라야 산맥을 이루는 두꺼운 퇴적암과 복잡한 지질 구조는 어떻게 만들어진 것일까? → 히말라야 산맥의 지층에서는 사암이나 셰일 및 석회암 등의 퇴적암이 두껍게 나타난다. → 산 정 부근의 암석에서 바다 생물의 화석이 발견되기도 한다. → 산맥의 중심부에는 화성암과 변성암이 있으며, 그 주변으로는 습곡과 단층 등의 복잡한 지질 구조가 발달되어 있다.(p.289)	검증 가능한	I	S	+ 1
		관찰과 추론	I	S	+ 1

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

	- 탐구과정 1) 두 명이 한 모둠이 되어 모조지를 폭 5cm, 길이 50cm 정도로 잘라서 두 개의 판을 만든다. 2) 두 개의 판에 2cm 간격의 선을 청색과 적색의 펜으로 교대로 긋자. 3) 두꺼운 도화지에 두 개의 판을 끼울 수 있도록 1mm 정도의 틈새 A, B, C를 만들자. 4)두 판을 선이 마주 보도록 나란히 겹쳐서 B를 통해 아래에서 위로 끼워 올린다. 5) 두 판을 각각 틈새 A와 C에 끼우고 판을 같은 속도로 양쪽에서 천천히 잡아 당겨 보자. 정리1) 틈 B에서 나올 때의 연령을 0년으로 하면, 판에 새겨진 유성 펜의 흔적을 볼 때 B에서 멀어질수록 판의 연령은 어떠하다고 생각되는가?(p.293)	검증 가능한	I	S	+1
	-우리가 사용하고 있는 연필, 유리, 아파트 등에는 지각의 물질을 이용하여 만든 것이 많다. 전 세계에서 매일 사용되는 지하자원에는 90종 이상의 광물들이 포함되어있으며, 한 사람이 1년에 20톤 정도의 광물을 사용하고 있다.(p.294)	사회 · 문화적 반영	I	S	+1
	- 열점에서 마그마가 솟아올라 분출하는 이유를 실험과 관련지어 설명해 보자.(p.295 탐구활동)	검증 가능한	I	S	+1
	-오른쪽 그림은 하와이 열도에서 알류샨 해구까지 줄지어 있는 화산섬과 해산을 나타낸 것이다. 이것으로 알 수 있는 사실을 실험과 관련지어 설명해 보자. 단, 숫자는 이들을 구성하는 암석 연령을 나타낸 것이다.(p.295)	관찰과 추론	I	S	+1

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

분야	본문 내용	NOS	E/I	N/S	P
대기와 해양	- 우리의 생활은 밀접한 관계가 있으며, 기상 정보는 산업, 행사 광고 등에서 다양하게 이용되고 있다. 야외 행사를 맡아 주관하는 한 이벤트 회사는 유명한 가수의 초청 공연을 준비하면서 날씨에 대한 손해 보험을 들었다. 행사 당일에 비가 와서 공연히 연기되거나 취소될 경우의 손해를 보상받기 위해서였다.(p.297)	사회 · 문화적 반영	I	S	+1
	- 일기도를 그리려면 먼저 지형도에 등압선을 그린다. 그리고 전선, 바람, 기온, 날씨 등과 같은 일기 요소를 기호나 숫자로 나타낸다. 일기 요소는 매일 정해진 시각에 4회 또는 8회 관측한다. 이 관측 자료는 기상청에서 컴퓨터로 분석되어 일기도를 그리는데 이용된다.(p.300)	사회 · 문화적 반영	I	S	+1
	- 정리2) 그림15-12에 있는 세 지점에서 풍향, 풍속, 날씨, 기온은 어떠할지 302쪽의 자료실을 참고하여 설명해 보자.(p.301) →자료실 : 전선과 기압에서의 날씨 『찬 공기가 따뜻한 공기를 밀면서 밑을 파고들어 따뜻한 공기가 찬 공기 위로 급격히 상승하는 곳에서는 한랭 전선이 형성된다. 이 전선이 통과할 때에는 적란운이 생겨서 천둥을 동반한 소나기가 내리며, 때로는 돌풍이 불고 우박이 내리기도 한다. 이 전선이 통과한 후에는 풍향이 북서풍으로 바뀌고 기온이 낮아진다.(그림15-14,한랭 전선과 구름)』(p.301-302)	이론의 본성	I	S	+1

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

	- 탐구활동 과정1) 각각의 일기도와 위성사진을 보고 우리나라의 날씨를 설명해 보자. 과정2) 3일 동안 고기압과 저기압은 각각 어느 방향으로 이동하였는지 알아보자. 과정3) 4~5명씩 한 모둠을 만들고 각 모둠별로 29일 00시의 예상일기도를 그리고 왼쪽의 일기예보를 참고하여 예보문을 작성하자. 과정4) 모둠의 대표가 예상일기도를 칠판에 붙이고 내일의 날씨를 예보해 보자.(p.304-305)	관찰과 추론	I	S	+1
		창의성 및 상상력	I	S	+1
	- "무지개가 서쪽에서 뜨면 강 건너에 소를 매지 말랬다." 라는 일기 속담의 의미를 설명해 보자.(p.305)	사회 · 문화적 반영	I	S	+1
	- 두 도시의 기후가 다르게 나타나는 원인은 무엇인가?(p.308)	관찰과 추론	I	S	+1
	- 과제 : 대규모의 간척 사업과 관련된 환경 보호론자와 개발론자들의 입장에 대한 자료를 인터넷에서 찾아 정리하고, 자신의 의견을 써서 발표해 보자. 『→환경보호론자 : 갯벌은 오염 물질을 분해하여 바다를 정화하고 다양한 생물의 서식지이다. 간척으로 인한 생태계 파괴를 막고 자연 환경을 보호하는 것이 중요하다. →개발론자 : 간척을 하여 국토를 넓히고, 부족한 농경지와 공업 용지를 확보하는 것이 후손들에게 복된 터전을 물려주는 길이다.』(p.311)	사회 · 문화적 반영	I	S	+1
	- 우리나라에서는 그림 15-34와 같이 해양 관측 지점을 격자점으로 선정하고 순차적으로 수온, 염분, 수심, 유속, 플랑크톤과 어류의 종류 등을 관측하고, 해수도 채취한다. 이러한 관측 자료는 우리나라 해양을 연구하는 데 이용되며 어업의 중요한 기초 자료로 활용된다.(p.314)	사회 ·문화의 반영	I	S	+1

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

	- 따뜻한 물과 찬물이 만나면? 『과정1) 송곳을 알코올램프에 달구어 플라스틱 컵의 위와 아래에 두 개의 구멍을 뚫고 접착테이프로 막자. 과정2) 컵 속에 무거운 금속 추를 넣고, 사각 수조에 구멍이 뚫린 쪽이 마주 보도록 컵을 놓자. 과정3) 한 컵에는 푸른색 물감을 탄 찬물을, 다른 컵에는 붉은색 물감을 탄 따뜻한 물을 가득 채우자. 과정4) 실혼의 물을 컵의 위쪽 구멍의 상단까지 오도록 수조에 붓자. 과정5) 접착테이프를 떼어 놓고 물의 흐름을 관찰한 후, 그림 15-38에 물의 이동을 그려 넣자.』 →예상한 것과 실제의 관찰 내용이 일치하는가?(p.320)	검증 가능한	I	S	+1

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

분야	본문 내용	NOS	E/I	N/S	P
대기와 해양	- 우리의 생활은 밀접한 관계가 있으며, 기상 정보는 산업, 행사 광고 등에서 다양하게 이용되고 있다. 야외 행사를 맡아 주관하는 한 이벤트 회사는 유명한 가수의 초청 공연을 준비하면서 날씨에 대한 손해 보험을 들었다. 행사 당일에 비가 와서 공연히 연기되거나 취소될 경우의 손해를 보상받기 위해서였다.(p.297)	사회 · 문화적 반영	I	S	+1
	- 일기도를 그리려면 먼저 지형도에 등압선을 그린다. 그리고 전선, 바람, 기온, 날씨 등과 같은 일기 요소를 기호나 숫자로 나타낸다. 일기 요소는 매일 정해진 시각에 4회 또는 8회 관측한다. 이 관측 자료는 기상청에서 컴퓨터로 분석되어 일기도를 그리는 데 이용된다.(p.300)	사회 · 문화적 반영	I	S	+1
	- 정리2) 그림15-12에 있는 세 지점에서 풍향, 풍속, 날씨, 기온은 어떠할지 302쪽의 자료실을 참고하여 설명해 보자.(p.301) →자료실 : 전선과 기압에서의 날씨 『찬 공기가 따뜻한 공기를 밀면서 밑을 파고들어 따뜻한 공기가 찬 공기 위로 급격히 상승하는 곳에서는 한랭 전선이 형성된다. 이 전선이 통과할 때에는 적란운이 생겨서 천둥을 동반한 소나기가 내리며, 때로는 돌풍이 불고 우박이 내리기도 한다. 이 전선이 통과한 후에는 풍향이 북서풍으로 바뀌고 기온이 낮아진다.(그림15-14,한랭 전선과 구름)』(p.301-302)	이론의 본성	I	S	+1
	- 탐구활동 과정1) 각각의 일기도와 위성사진을 보고 우리나라의 날씨를 설명해 보자. 과정2) 3일 동안 고기압과 저기압은 각각 어느 방향으로 이동하였는지 알아보자. 과정3) 4~5명씩 한 모둠을 만들고 각 모둠별로 29일 00시의 예상일기도를 그리고 왼쪽의 일기예보를 참고하여 예보문을 작성하자. 과정4) 모둠의 대표가 예상일기도를 칠판에 붙이고 내일의 날씨를 예보해 보자.(p.304-305)	관찰과 추론	I	S	+1
		창의성 및 상상력	I	S	+1

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

	- "무지개가 서쪽에서 뜨면 강 건너에 소를 매지 말랬다." 라는 일기 속담의 의미를 설명해 보자.(p.305)	사회 · 문화적 반영	I	S	+1
	- 두 도시의 기후가 다르게 나타나는 원인은 무엇인가?(p.308)	관찰과 추론	I	S	+1
	- 과제 : 대규모의 간척 사업과 관련된 환경 보호론자와 개발론자들의 입장에 대한 자료를 인터넷에서 찾아 정리하고, 자신의 의견을 써서 발표해 보자. 『→환경보호론자 : 갯벌은 오염 물질을 분해하여 바다를 정화하고 다양한 생물의 서식지이다. 간척으로 인한 생태계 파괴를 막고 자연 환경을 보호하는 것이 중요하다. →개발론자 : 간척을 하여 국토를 넓히고, 부족한 농경지와 공업 용지를 확보하는 것이 후손들에게 복된 터전을 물려주는 길이다.』(p.311)	사회 · 문화적 반영	I	S	+1
	- 우리나라에서는 그림 15-34와 같이 해양 관측 지점을 격자점으로 선정하고 순차적으로 수온, 염분, 수심, 유속, 플랑크톤과 어류의 종류 등을 관측하고, 해수도 채취한다. 이러한 관측 자료는 우리나라 해양을 연구하는 데 이용되며 어업의 중요한 기초 자료로 활용된다.(p.314)	사회 ·문화의 반영	I	S	+1
	- 따뜻한 물과 찬물이 만나면? 『과정1) 송곳을 알코올램프에 달구어 플라스틱 컵의 위와 아래에 두 개의 구멍을 뚫고 접착테이프로 막자. 과정2) 컵 속에 무거운 금속 추를 넣고, 사각 수조에 구멍이 뚫린 쪽이 마주 보도록 컵을 놓자. 과정3) 한 컵에는 푸른색 물감을 탄 찬물을, 다른 컵에는 붉은색 물감을 탄 따뜻한 물을 가득 채우자. 과정4) 실혼의 물을 컵의 위쪽 구멍의 상단까지 오도록 수조에 붓자. 과정5) 접착테이프를 떼어 놓고 물의 흐름을 관찰한 후, 그림 15-38에 물의 이동을 그려 넣자.』 →예상한 것과 실제의 관찰 내용이 일치하는가?(p.320)	검증 가능한	I	S	+1

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

분야	본문 내용	NOS	E/I	N/S	P
탐구	- 지구상에는 여러 민족이 있으며 각 나라마다 다른 문화를 형성하고 있다. 그러나 인류는 공통적으로 농업이나 산업의 생산력을 높이고, 생활을 좀 더 편리하고 풍요롭게 하려는 노력을 하고 있다. 이러한 노력으로 오늘날 인류의 생활은 옛날과 매우 달라졌다. 인류가 불을 사용하고 여러 도구를 만들어 내며, 우주선을 타고 우주로 나가게 된 것은 인간이 자연에 대해 호기심을 갖고, 이를 해결하려고 끊임없이 탐구해 왔기 때문이다.(p.12)	사회 · 문화적 반영	I	S	+1
		창의성과 상상력	I	S	+1
		과학적 방법	I	S	+1
	-"밤하늘의 별들은 얼마나 멀리 떨어져 있을까, 바닷가의 파도는 왜 치는 것일까?"라고 자연에 대하여 의문을 가져 본 적이 있는가? 자연현상에 의문을 갖고 그 의문을 해결하기 위해서 여러 가지 활동을 할 때 우리는 이미 과학자와 같은 활동을 하는 것이다. (p.14)	과학적 방법	E	S	+2
		검증 가능한	I	S	+1
	- 이와 같이 인간은 생존을 위하여 주변 현상들을 살피면서 생활에 필요한 많은 경험을 축적하게 되었다. 또한 인간의 끊임없는 지적 호기심은 자연 현상의 원인을 더욱 많이 밝혀 낼 수 있게 하였다. 그리고 관찰, 분류, 추리, 토의, 검증 등과 같은 활동을 하면서 과하 지식이 체계적으로 형성되고 과학이라는 학문으로 발전 되었다.(p.15)	과학적 방법	E	S	+2
	- 과학자들은 우리의 자연관과 세계관을 바꾸는 데 크게 영향을 미치고 있다.(p.16)	사회 · 문화적 반영	E	S	+2
	- 우리는 물질이 산소와 결합하는 현상이 '연소'라는 것을 알고 있다. 그러나 옛날에는 연소 현상을 물질이 탈 때 플로지스톤이 빠져나가는 것으로 설명하였다.(p.16)	변할 수 있는	I	S	+1

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

	- 공기 중에서 금속을 가열시켰을 때 무게가 증가한다는 사실을 확인하고, 플로지스톤 이론이 맞지 않음을 발견하였다. : 과학자들이 실험을 할 대 그 목적이 항상 처음부터 확실한 것은 아니다.(p.16)	변할 수 있는	I	S	+1
		과학적 방법	E	S	+2
	- 과학이란 자연을 체계적으로 이해하고 예측하기 위하여, 자연 현상의 규칙성과 이를 설명할 수 있는 법칙을 찾아내는 과정이다.(p.17)	법칙의 본성	E	N	-2
	- 과학자에게는 끊임없는 탐구 정신과 창의성이 요구된다.(p.17)	창의성 및 상상력	E	S	+2
		과학적 방법	E	S	+2
	- 과학자들의 활동에 의해 새로운 과학 지식이 발견되며, 이는 인류 문명의 발전에 큰 영향을 주고 있다.(p.17)	사회 · 문화적 반영	E	S	+2
	- 그런데 1774년에 프리스틀리가 산화수은을 가열하여 새로운 공기(산소)를 얻었다. 이로부터 실마리를 찾은 라부아지에는 프리스틀리의 실험을 연구하여, 연소가 물질이 산소와 결합하는 것이라는 사실을 밝혀냈다.…라부아지에는 스스로 새로운 화합물이나 새로운 발견을 하지는 못하였다. 그러나 그는 프리스틀리를 비롯한 다른 18세기 화학자들이 찾아낸 많은 실험적 증거들을 새로이 해석하고 적절히 통합함으로써 많은 업적을 남길 수 있었다. : 과학자들은 문제 해결의 실마리나 이론을 수립할 때 중요한 실험적 증거를 기존의 연구나 옛 이론에서 찾아내기도 한다.(p.17)	과학적 방법	E	S	+2
		검증 가능한	I	S	+1
	- 라부아지에가 발견한 연소 이론 등의 업적들은 결과적으로 화학에 대한 관점 전체를 바꾸어 화학 혁명이라는 변화를 이루어 냈다. 즉, 화학혁명은 라부아지에 단독의 업적만은 아니며, 그 이전과 그 당시의 많은 과학자들의 업적이 축적된 결과였다. : 한 과학자가 기존의 과학 이론을 바꾸는 데는 과학자 개인만이 아니라 다른 과학자들의 업적과 시대적 상황 등도 중요하다.(p.17)	사회 · 문화적 반영	E	S	+2

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

	- 과학자들은 문제를 해결하는 과정에서 많은 희열을 얻는다. 또, 자신이 발명한 과학과 기술이 인류에게 도움이 될 때의 기쁨을 생각하면서 끊임없는 탐구 활동을 한다. 그러나 자신이 연구한 과학 지식이 인류에게 해롭게 이용될 때에는 많은 갈등을 느끼게 된다.(p.18)	과학적 방법	E	S	+2
	- 노벨이 발명한 다이너마이트는 굴착 공사, 수로 발파, 철도 및 도로 건설에 가장 많이 이용되었으나 전쟁의 무기로도 사용되었다. 평화주의자인 노벨은 자신이 발명한 폭탄들이 전쟁을 종식시키는 데 기여하기를 바랐다.(p.18)	과학적 방법	I	S	+1
	- 세종 23년 봄에 큰 비가 내려서 많은 피해를 입자, 문종은 빗물을 그릇에 담아 측정하면 효과적이라는 생각을 하였다, 그 해 세종실록에는 측우기로써 강우량을 측정하였다는 기록이 나온다.(p.19)	창의성 및 상상력	I	S	+1
	- 토의하기1) 위와 같이 측정 방법을 정한 까닭은 무엇인지 설명해 보자. 토의하기 2) 측우기로 강우량을 측정하는 것이 왜 중요한지 토의해 보자.(p.19)	사회 · 문화적 반영	I	S	+1
	- 레디는 파리가 썩은 고기에서 저절로 발생한다는 '자연 발생설'에 의문을 가지고 다음과 같이 탐구하였다.	과학적 방법	I	S	+1
	- 그는 자신이 관찰한 사실을 근거로 "구더기는 파리의 자손이며, 썩은 고기에서 발생하는 것이 아니다."라는 생각을 하였다.	관찰과 추론	I	S	+1
	- 그는 두 번의 실험에 의해 파리를 차단하면 구더기가 발생하지 않으며, 구더기는 자연적으로 발생하는 것이 아님을 증명하였다. (p.21)	검증 가능한	I	S	+1

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

	- 정리3) 레디가 자연 발생설을 부정하는 데 수행한 위의 탐구 과정에서 다음의 각 단계에 해당하는 것을 토의해 보자. 『문제의 발견, 가설 설정, 실험, 가설 검증, 가설의 재검증』(p.21)	과학적 방법	E	N	-2
	- 과학을 탐구할 때는 관찰, 분류, 실험, 조사 등과 같은 다양한 활동을 통해서 자료를 얻고 이를 해석하여 문제를 해결한다.(p.22)	과학적 방법	E	S	+2
	- 과학자들은 자신이 세운 가설을 검증하기 위해서 여러 가지의 실험 활동을 한다. 실험에는 어떤 것을 직접 해 보는 단순한 조작 활동에서부터 복잡한 정신 활동까지 포함된다. 일반적으로 가설을 검증하기 위하여 실험을 설계하고 수행한다. (p.23)	과학적 방법	E	S	+2
		검증 가능한	E	S	+2
	- 과정1) 실의 길이는 일정하게 하고 돌의 무게를 달리하여 돌을 매달고, 일정한 높이에서 떨어뜨려 10번 왕복하는 데 걸리는 시간을 3회 측정하여 기록하자. 과정2) 돌의 무게는 같게 하고 실의 길이를 달리하여 추가 10번 왕복하는 데 걸리는 시간을 위와 같이 측정하여 기록하자. →정리1) 실험을 통해 검증하려는 가설은 무엇인가?(p.23)	검증 가능한	I	S	+1
		법칙의 본성	I	S	+1
	- 과학의 탐구는 실험실에서만 이루어지는 것은 아니며, 자연이나 사회에서 이루어질 수도 있다. 조사는 문제를 해결하기 위해 도서관이나 컴퓨터 등을 이용하여 필요한 정보를 수집하는 것이다. 또한 경험자들에게 인터뷰나 설문지를 통해서 이루어질 수도 있다. (p.24)	과학적 방법	E	S	+2

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

	- 현대 사회에서는 과학과 관련된 여러 가지 문제가 있다. 이 문제들 중에는 실험이나 조사 활동만으로는 해결될 수 없는 것이 있으며 관련이 있는 집단들이 서로 토의하는 활동을 통해서 해결될 수 있는 것들이 많다.(p.24)	사회적 합의	E	S	+2
	- 산성비의 피해를 줄이려 할 때 여러 입장에 따라 각각의 의견은 다르다.(본문 362쪽 참조). 각각의 입장에서 토의해 보자.(p.24)	사회적 합의	I	S	+1
	- 과학 · 기술의 발달은 인간의 수명을 연장시켰으며, 편리한 생활과 물질적 풍요를 주었다. 이와 같이 과학 · 기술의 발달은 사회에 많은 영향을 미치며, 윤리적인 문제와 사회적인 갈등을 불러일으키기도 한다. (p.26)	사회 · 문화적 반영	E	S	+2
	- 생명 복제의 윤리성 『스코틀랜드의 과학자 월머트가 양 복제 실험에 성공했다는 발표를 한 후, 전 세계적으로 논란이 되고 있다. 월머트가 성숙된 체세포를 이용한 것은 과학적으로 큰 발전이지만 동시에 윤리적으로 많은 문제가 될 수 있다. 이러한 실험 기술이 인간에게도 큰 문제없이 적용될 수 있을 것이라는 것이 대부분 유전과학자들의 의견이고 보면 그 사회적 윤리적 파장의 심각성은 능히 집작 할 수 있다. 생명 복제의 필요성을 인정하지만 생명복제에 관한 적절한 규제가 필요하다는 것에는 유전 과학자를 포함한 대부분의 사람들이 공감하고 있다. 과학 기술의 발전에는 항상 순기능과 역기능의 양면성이 있고, 획기적인 발견이 이루어질 당시에는 관련 기술이 궁극적으로 어디까지 발전할지 예측하기 어렵기 때문이다.』(p.26)	사회 · 문화적 반영	E	S	+2
		과학적 방법	E	S	+2

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

	- 과학과 기술의 발전에는 사회 구성원 모두가 영향을 주고 있다. 특히 현대의 과학은 여러 분양의 과학자들이 협동하여 이루어지며, 사회의 영향을 많이 받고 있다.(p.27)	사회 · 문화적 반영	E	S	+2
		사회적 합의	E	S	+2
	- 다음은 사회가 과학· 기술에 영향을 미치는 경우의 예이다. 『정부 기관 중에서 과학기술부, 정보통신부, 환경부, 농림부, 해양수산부 등은 과학 및 기술 정책을 정하고 집행하며, 예산 및 연구 대상을 결정하는 일을 한다.』 (p.27)	사회 · 문화적 반영	E	S	+2
	- 다음은 과학, 기술, 사회가 서로 영향을 미치는 예이다. 각각 예는 그림 1-10의 어느 화살표에 해당되는지 토의해 보자. 『 사회 구성원의 생활양식, 직업 종류 등을 달라지게 한다. 기술 발전을 위한 정책을 세우고, 어느 특정 분야를 우선 지원할 것인지 결정한다. 특정한 기술 제품을 사용하거나, 사용하지 않도록 여론을 형성한다. 좀 더 발달된 측정 기구를 만들어 더 정밀한 과학 측정이 가능하도록 한다. 새로운 기술 제품을 만드는 데 필요한 지식을 제공해 준다. 여러 과학 분야 중에서 집중적으로 연구할 분야를 정하고 재정적 지원을 한다. 자연에 대한 이해를 높이고 올바른 자연관을 갖도록 해준다. 』(p.28)	사회 · 문화적 반영	E	S	+2
	- 과학자가 하는 일 『과학자들은 생명, 지구와 우주, 물질, 에너지, 환경 등 여러 분야에 대해서 탐구하고 있다. 과학자들은 새로운 과학 지식을 찾아내기 위해서 끊임없이 탐구하고 있다. 과학자들은 새로운 과학 지식을 찾아내기 위해서 끊임없이 탐구하고 있다. 과학자들의 창의성과 노력은 인류 사회의 발전에 많은 영향을 미치고 있다. 』(p.30)	과학적 방법	E	S	+2

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

	- 과학은 자연에서 일어나는 현상을 기술하고 설명하려는 활동이며, 기술은 인간이 기구를 제작하고 자연을 이용하면서 활동 영역을 넓히는 데 도움을 주는 활동이다. 과학과 기술은 서로 어떻게 협력하면서 발전하고 있는지 알아보자.(p.31)	사회 · 문화적 반영	E	S	+2
	- 최근 우리나라에서도 생명 복제에 관심을 가지고 연구를 하고 있다. 이 사업이 계획되고 수행되는 과정에서 정부와 사회단체는 어떤 영향을 주고받는지 알아보자. 『1) 생명 복제 연구를 추진하려 할 때 이 사업과 관련된 정부기관은 어느 것이 있는가? 2)생명 복제를 연구를 찬성하거나 반대하는 사회단체로는 어느 것이 있는가? 또, 그들의 주장은 무엇인가? 3) 생명 복제 연구가 사회에 미치는 영향은 무엇인지 알아보자.』(p.32)	사회 · 문화적 반영	E	S	+2
	- 전기 에너지는 우리 생활에서 매우 중요하며 전력량의 수요가 계속 증가하고 있다. 따라서 우리나라는 원자력 발전소를 건설하여 에너지 문제를 해결하려고 한다. 『1) 원자력에 대한 연구를 하고, 원자력 발전소를 세우는 것과 관련된 정부기관은 어느 것이 있는가? 2) 원자력 발전소를 건설하는 데 찬성하거나 반대하는 비영리 단체 또는 사회단체로는 어떤 것이 있으며, 그들의 주장은 무엇인가?』(p.33)	사회 · 문화적 반영	E	S	+2
	- 과학 기사 작성하기 『우리 생활에서 과학 · 기술 · 사회와 관련된 소재를 찾아보고, 자신이 과학 기자가 되어 일반인에게 과학의 중요성을 알리는 기사를 써보자.』(p.33)	사회 · 문화적 반영	E	S	+2
		창의성 및 상상력	I	S	+1
	- 생명 복제의 윤리적인 문제는 무엇인가?	과학적 방법	I	S	+1

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

	- 진화론과 창조론은 무엇이며, 각각에 대한 자신의 생각은 어떠한가?	주관적인	I	S	+1
	- 우리 생활에서 비과학적인 예는 어떤 것이 있는가? 그것을 비과학적으로 분류한 이유는 무엇인가?	검증 가능한	I	S	+1
	- 개인별 또는 모둠별로 주제를 선정하여 다음과 같은 방법으로 해결해보자. 『1) 주제가 갖고 있는 문제점을 분명하게 이해한다. 2) 주제가 갖고 있는 문제점을 해결하기 위한 자료 수집 방법을 알아본다. 3) 수집된 자료를 정리하고 해석하면서 주제에 대한 답을 찾아본다. 4) 주제를 해결해 온 과정을 설명하면서 토론한다. 』	사회적 합의	I	S	+1

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

2009개정 교육과정 융합과학 교과서

분야	본문 내용	NOS	E/I	N/S	P
천문	이 사진은 안드로메다 은하의 모습을 나타낸 것이다. 은하에는 수많은 별과 성간 물질이 있으며, 이와 같은 수많은 은하가 모여 우주를 이룬다. 우주에 있는 별과 은하는 지구의 생명체의 존재와 어떤 관련이 있을까? (10p)	CRE	I	S	+ 1
	우리가 살고 있는 지구는 태양계에 속해 있으며, 태양은 우리 은하를 이루고 있는 수많은 별 중의 하나이다. 태양과 같은 별들이 모여 은하를 이루고, 이러한 은하들이 모여 우주를 이룬다. 과학자들은 우주에 우리 은하 외에도 수많은 은하가 존재한다는 것을 어떻게 알아냈을까? 우주는 팽창하고 있을까, 수축하고 있을까, 아니면 정지된 상태로 있을까? 또한, 은하가 움직이고 있다는 것을 어떻게 알 수 있을까? (12p)	CRE	E	S	+ 1
	날씨가 맑은 한여름 밤, 주변에 빛이 없는 교외에 나가 보면 밤하늘을 가로지르는 뿌연 띠를 볼 수 있는데, 이것을 은하수라고 한다. 이와 같이 하늘을 가로지르는 은하수는 고대로부터 신비의 대상으로 많은 전설이 붙여졌다. 은하수를 우리나라에서는 용이 승천하는 개울이라 하여 미리내라고 불렀다. 은하수의 정체는 무엇이며, 그 너머 광활한 우주에는 무엇이 있을까? (12p)	CRE	I	S	+ 1
	17세기 초 갈릴레이는 자기가 직접 제작한 천체 망원경으로 은하수를 관찰하여 은하수에 무수히 많은 별이 모여 있다는 사실을 처음으로 알아냈다. 안개처럼 뿌옇게 보였던 은하수의 빛은 사실 수많은 별이 방출하는 빛이었다. 이것은 별이 지구에서 너무 멀리 있어서 하나씩 떨어져 보이지 않고 전체적으로 뿌옇고 희미하게 빛나 보이는 것이다.(12p)	EMP	I	S	+ 1

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

	그림 Ⅰ-5와 같이 천체의 겉보기 밝기는 거리의 제곱에 반비례하여 감소한다. 그것은 거리가 2배 멀면 비춰야 할 면적이 4배 증가하기 때문이다. 즉, 같은 별이라고 하더라도 거리가 10배 멀리 있으면 겉보기 밝기는 100배 어두워진다. 따라서 천체의 겉보기 밝기와 천체까지의 거리를 알고 있으면 그 천체의 절대 밝기를 구할 수 있다. 또한, 겉보기 밝기와 절대 밝기를 알고 있으면 그 천체까지의 거리를 구할 수 있다. (15p)	LAW	I	S	+1
	거리에 관계없이 절대 밝기를 직접 측정할 수 있는 천체에는 세페이드 변광성이 있다. 세페이드 변광성은 별의 크기가 커지거나 작아지는 운동을 반복하면서 밝기가 주기적으로 변하는 별이다. 1910년대 미국 하버드대학 천문대의 리비트(Leavitt, H. S.; 1868~1921)는 소마젤란 성운에 있는 세페이드 변광성을 1,000여 개 관측한 결과 밝기가 변하는 주기가 길수록 밝기가 밝다는 것을 알아냈다. 이것은 밝은 별은 크기가 커서 크기가 변하는 데 시간이 오래 걸리기 때문에 나타나는 현상이다. 변광 주기는 천체까지의 거리에 따라 달라지지 않는다. 따라서 세페이드 변광성의 변광 주기를 측정하면 그 별의 절대 밝기를 알아낼 수 있다. (15p)	EMP	I	S	+1
	세페이드 변광성의 주기-밝기에 대한 리비트의 연구 결과는 곧바로 우리 은하에 있는 구상 성단에 적용되었다. 그림 Ⅰ-6과 같이 구상 성단은 수만에서 수십만 개의 별이 축구공의 형태로 빽빽이 모여 있는 천체를 말하며, 세페이드 변광성이 많이 있다. 천문학자들은 세페이드 변광성을 이용하여 구상 성단의 거리를 구한 후 이들의 공간 분포를 조사하였다. 그 결과 우리 은하의 반지름이 약 5만 광년이며, 태양은 은하 중심에서 약 3만 광년 떨어져 있다는 것을 알아냈다. 이 사실은 인류에게 태양이 우주의 중심이 아닌 가장자리에 있다는 것을 알려 주었다.(15p)	LAW	I	S	+1

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

	대표적인 나선 성운으로 알려졌던 안드로메다 은하가 우리 은하 밖에 있는 천체인 외부 은하라는 것을 알아낸 사람은 허블(Hubble, E. P.; 1889~1953)이다. 1923년 허블은 안드로메다 은하에 있는 세페이드 변광성을 관측하여 안드로메다 은하가 우리 은하로부터 약 100만 광년 - 현대의 측정값은 약 250만 광년 -떨어져 있다는 것을 알아냈다. 안드로메다 은하가 우리 은하의 지름보다 훨씬 먼 거리에 있는 천체라는 것을 증명한 것이다. 안드로메다 은하가 매우 멀리 있으면서도 지구에서 상당히 크고 밝게 보인다는 사실은 이 천체가 별들의 거대한 집합체라는 것을 뜻한다. 그 후 소용돌이 은하를 포함한 나선 성운이 모두 외부 은하라는 사실도 알아냈다.(16p)	EMP	I	S	+1
	여성에 대한 차별이 심했던 그 당시의 상황에서 여성들은 자신의 연구 주제를 마음대로 선택할 자유가 없었다. 그러나 리비트는 특유의 긍정적인 마음과 성실함으로 사진 관측 자료 분석에 대한 자신의 임무를 성공적으로 수행하여 하버드대학 천문대 측광 부서의 책임자가 될 수 있었다. 일생 동안 약 2,400개의 세페이드 변광성을 발견하였으며, 그녀가 알아낸 세페이드 변광성의 주기-밝기 관계는 나중에 허블의 은하 발견에 결정적인 공헌을 하였을 뿐만 아니라 은하 천문학 및 우주론의 발전에도 크게 기여하였다.(16p)	EMB	I	S	+1
	이와 같이 태양의 스펙트럼에서 어두운 선들이 형성되는 것은 빛이 태양 대기와 지구 대기를 구성하는 여러 원소들에 의해 흡수되어 사라졌기 때문이다. 그리고 이러한 선 스펙트럼은 태양뿐만 아니라 모든 별에서 나타난다. 원소의 불꽃 반응 실험 결과 다양한 불꽃 반응색이 관찰된다. 이때, 나오는 빛을 프리즘으로 관찰하면 선 스펙트럼을 관찰할 수 있다. 각 원소가 만들어 내는 선 스펙트럼의 위치는 모두 다르다. 따라서 선 스펙트럼으로 원소를 구별할 수 있다. 다음의 탐구를 통해 원소마다 선 스펙트럼의 위치와 색깔이 서로 다르다는 것을 확인하자.(18p)	INF	I	S	+1

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

	[탐구] 수소 기체 방전관의 빛이 프리즘을 통과후 스펙트럼을 나타낸다. 그 스펙트럼을 관측 후 물음에 답하시오. 1. 수소와 네온의 선 스펙트럼의 색깔은 각각 어떠한가? 2. 수소와 네온의 선 스펙트럼의 위치의 차이점을 설명해 보자. (19p)	INF	I	S	+1
	선 스펙트럼을 이용하면 눈에 보이지 않는 물질의 구성 성분을 알아낼 수 있다. 예를 들면, 멀리 있는 별의 스펙트럼을 분석하면 그 별이 가지고 있는 원소의 종류와 양을 조사할 수 있다. 태양이 대부분 수소로 이루어졌다는 것과 헬륨 원소가 처음 발견된 것도 모두 태양의 선 스펙트럼 관측을 통해서이다.(19)	INF	E	S	+1
	도플러 효과는 소리뿐만 아니라 빛의 경우에도 적용된다. 그림 Ⅰ-14와 같이 관측자를 향해 다가오는 천체가 방출한 빛은 파장이 짧아져 파란색 쪽으로 이동하는데, 이를 청색 편이라고 한다. 반대로, 관측자로부터 멀어지는 천체가 방출한 빛은 파장이 길어져 붉은색 쪽으로 이동하는데, 이를 적색 편이라고 한다. 멀리 있는 은하의 스펙트럼이 적색 편이를 보인다는 것은 그 은하가 우리 은하로부터 멀어지고 있다는 것을 뜻한다. 이때 은하가 멀어지는 속도를 후퇴 속도라고 한다. 파장이 길어지는 정도는 은하가 멀어지는 속도에 비례하므로, 스펙트럼선의 파장이 이동한 정도를 관측하면 은하의 후퇴 속도를 측정할 수 있다. (20p)	INF	I	S	+1

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

	허블은 적색 편이를 보이는 수십 개의 은하를 관측하였다. 또한, 세페이드 변광성의 주기-밝기 관계를 이용하여 은하까지의 거리를 구하고, 스펙트럼의 적색 편이로부터 은하의 후퇴 속도를 측정하였다. 그 결과 허블은 은하의 후퇴 속도가 은하까지의 거리에 비례하여 증가한다는 것을 알아냈다. 이것을 허블 법칙이라고 한다. 은하까지의 거리를 r, 후퇴 속도를 v로 나타내면, 허블 법칙은 $$v = Hr$$ 로 나타낼 수 있다. 이때 비례 상수 H를 허블 상수라고 하며, 그림 Ⅰ-19는 은하까지의 거리와 후퇴 속도의 관계를 나타낸 것이다. 그림 Ⅰ-19에서 은하의 관측 자료를 설명하는 그래프가 허블 법칙을 나타내며, 직선의 기울기는 허블 상수를 나타낸다. 좌표의 원점, 즉 거리와 속도가 0인 점은 우리 은하에 해당한다.(22p)	LAW	I	S	+1
	우주에서 가장 흔한 물질은 수소와 헬륨 원자이다. 원자는 양성자, 중성자 및 전자 같은 입자로 구성되어 있다. 빛에는 별과 은하에서 방출이 되는 빛도 있지만, 우주 초기에 만들어져 우주의 팽창과 더불어 식어 가는 우주 배경 복사라고 부르는 빛도 있다. 이러한 물질과 빛은 우주에서 언제, 어떻게 만들어진 것일까? (26p)	CRE	I	S	+1
	1965년 미국 벨 전화 회사의 연구원인 펜지어스(Penzias, A. A.; 1933~)와 윌슨(Wilson, R. W.; 1936~)은 안테나를 이용하여 장거리 무선 통신 및 우주 전파 신호를 탐사하던 중에 일정한 세기의 전파 잡음이 안테나에 항상 잡힌다는 것을 알아냈다. 이들은 마이크로파 잡음의 원인을 알아내기 위해 노력한 결과, 이 잡음이 지구에서 만들어진 것이 아니라는 것을 알았다. 그것은 우주로부터 하늘의 모든 방향에 걸쳐 거의 동일한 세기로 지구로 날아오는 신호였던 것이다. 그러나 마이크로파 잡음의 정체가 무엇인지는 알지 못했다.	MET	I	S	+1

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

	오늘날 가장 설득력 있는 우주 모형은 우주가 매우 뜨거웠던 한 점이 팽창하면서 시작되었다는 대폭발 우주론이다. 하지만 지금으로부터 약 50년 전만 하더라도 많은 학자들은 정상 우주론을 지지하였다. (34p)	TEN	I	S	+ 1
	태양계에는 90여 종의 천연 원소가 있으며 동위 원소를 고려하면 약 300종에 이른다. 이러한 물질 중에서 전체 질량의 71%는 수소이며, 27%는 헬륨이다. 수소와 헬륨을 제외한 2%에 해당하는 나머지 원소를 통틀어 무거운 원소라고 하며, 주요한 무거운 원소로는 탄소, 산소, 질소 등이 있다. 이러한 무거운 원소는 어떻게 만들어졌을까?(41p)	CRE	I	S	+ 1
	은하단도 초은하단이라 불리는 더 큰 형태로 무리를 지어 분포한다. 초은하단은 질량에 비해 크기가 너무 커서 중력으로 묶여 있다고 보기 어렵다. 그림 Ⅰ-52는 은하의 공간 분포에 대해 최근에 관측한 탐사 결과를 나타낸 것이다. 이 관측 결과로부터 은하들이 마구잡이로 분포하는 것이 아니라 주로 길쭉한 선을 따라 정렬되어 있다는 것을 알 수 있다. 은하들이 왜 이렇게 분포하고 있는가 하는 것은 현대 천문학의 중요 연구 문제 중의 하나이다. (48p)	INF	I	S	+ 1
		CRE	I	S	+ 1
	사진은 황소자리 T별과 성운을 나타낸 것이다. 황소자리 T별은 생성된 지 얼마 되지 않은 젊은 별인데, 관측에 따르면 이 별로 인해 별 주변에 있는 기체나 먼지가 별에서 멀어지고 있다. 태양이 생성될 때도 이러한 현상이 일어났을까? (60p)	CRE	I	S	+ 1
	그림 Ⅱ-3은 18세기경에 제안된 태양계의 형성 과정에 대한 이론을 나타낸 것이다. 성운 모형은 우주에 있는 물질들이 모여 구름을 형성하였고, 이 구름이 수축하여 회전하면서 태양과 행성들이 형성되었다는 이론이다. 한편, 충돌 모형은 태양 주위를 지나가던 별이 태양과 충돌하거나 매우 가까워졌을 때 별과 태양을 이루는 물질이 떨어져 나오게 되었고, 이렇게 떨어져 나온 물질이 압축되어 행성이 형성되었다는 이론이다.(61p)	THE	I	S	+ 1

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

	과학자들은 태양 성운설을 검증하기 위해 여러 가지 방법을 사용하여 외계 행성을 찾으려고 계속 노력하고 있으며 실제로 발견하고 있다. 태양처럼 평범한 별 주위를 도는 외계 행성 중에서 가장 처음 발견된 것은 1995년 10월에 페가수스자리 51번 별 주위에서 발견된 페가수스자리 51b 행성이다. 페가수스자리 51b를 발견한 이듬해에는 처녀자리 70b와 큰곰자리 47b를 발견하였다. 처녀자리 70b는 처녀자리의 70번 별 주위를 도는 외계 행성이며, 큰곰자리 47b는 큰곰자리 방향으로 지구에서 약 46광년 떨어진 곳에 있는 외계 행성이다. 그림 Ⅱ-5는 2010년 4월까지 발견된 외계 행성을 연도별로 나타낸 그래프이며, 지금까지 등록된 외계 행성은 346개이다(64p)	EMP	I	S	+1
	태양 성운설에서 태양 성운은 수축이 일어나기 시작하면 점점 빠르게 회전한다. 회전이 빨라지면서 성운 물질들은 성운의 회전축과 수직인 평면상에 가라앉아 원반 모양이 된다. 이러한 원반에서 행성들이 탄생하여 성장하였기 때문에 그림 Ⅱ-9와 같이 행성들의 공전 궤도면이 거의 일치하고 공전 방향은 모두 같다.(66p)	EMP	I	S	+1
	수소 핵융합 반응에서 수소가 헬륨으로 전환되면서 에너지를 생성하는데, 그 과정은 다음과 같다. 4 H → He + E H: 수소, He: 헬륨, E: 에너지 4개의 수소 원자핵이 반응하여 1개의 헬륨 원자핵이 만들어지는데, 생성되는 헬륨 원자핵 1개의 질량은 반응하는 수소 원자핵 4개의 전체 질량보다 작다. 이 때 감소된 질량이 에너지로 전환된다. 감소된 질량에 해당하는 에너지의 크기는 다음과 같다. $E = \Delta mc^2$ Δm: 감소한 질량, c: 빛의 속도 이와 같이 태양의 중심부에서 생성된 에너지에 의해 태양의 표면 온도는 약 5,800K이다. 태양 에너지는 우주 공간으로 복사되어 나오면서 태양계 전체에 영향을 미친다.(70p)	LAW	I	S	+1

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

	달 표면이나 목성의 위성을 관측하여 지구가 달이나 다른 행성들처럼 움직이는 행성일 수 있다는 것을 생각하게 되었으며, 태양의 흑점을 관측하여 지구의 자전 을 생각하게 되었고, 금성의 위상과 크기 변화를 관측하여 금성이 지구보다 태양에 가까이 있는 행성이라는 것을 생각할 수 있게 되었다. 이와 같은 갈릴레이 관측 사실에 의해 태양 중심 이론은 널리 받아들여지게 되었으며, 이후 시차 현상을 발견하게 되면서 지구의 운동은 확실하게 증명되었다.(77p)	CRE	I	S	+ 1
	[탐구] 3달간격으로 관측한 태양의 크기를 비교해보자. 1. 태양의 크기를 어떻게 측정하였는지 설명해 보자. 2. 지구가 태양 주위를 원운동하는지 설명하고 그 근거를 제시해 보자. 3. 지구와 태양 사이의 거리가 계절에 미치는 영향을 설명하고 그 근거를 제시해 보자.(79p)	INF	I	S	+ 1
		EMP	I	S	+ 1
	케플러의 3법칙 (80p-82p)	LAW	I	S	+ 1
	지구가 사과를 끌어당기는 것처럼 달도 끌어당긴다고 생각하였다. 즉, 중력은 지구에 있는 물체에만 적용되는 것이 아니라 우주에 있는 모든 물체에 적용된다고 생각한 것이다. 이를 만유인력의 법칙이라고 한다.(84p)	LAW	I	S	+ 1
	1851년 이탈리아의 과학자 푸코(Foucault, J. B. L.; 1819~1868)는 진자를 이용하여 지구의 자전을 증명하였다. 그는 진자가 일정한 주기를 가지고 왕복 운동하기 때문에 지구가 자전하지 않는다면 왕복 운동하는 방향이 변하지 않을 것이고, 그림 Ⅱ-45와 같이 지구가 자전한다면 그 방향이 변할 것이라고 예측하였다. 실제로 진자를 장치하였을 때 진자가 왕복 운동하는 방향이 변하는 것으로 나타났다.(87p)	MET	I	S	+ 1

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

	지구 자전의 또 다른 증거는 그림 Ⅱ-47과 같이 북반구에서 북쪽을 향해 쏘아 올린 물체가 동쪽으로 치우쳐서 올라가는 것이다. 이를 코리올리 효과라고 한다. 코리올리 효과에 의해 북반구에서는 이동 물체의 경로가 오른쪽으로 치우치고, 남반구에서는 왼쪽으로 치우친다.	INF	I	S	+ 1
	그림 Ⅱ-51과 같이 가만히 서 있는 A는 수직으로 내리는 비를 가리기 위해 우산을 똑바로 들고 있지만, 걸어가는 B는 우산을 약간 기울인다. 걸어가는 B에게 비가 기울어져 들어오는 것은 실제로 비가 기울어져 들어오는 것이 아니라 B가 빗속을 걸어가기 때문에 나타나는 현상이다. 이러한 현상처럼 브래들리는 별빛이 기울어져 들어오는 것은 별빛이 실제로 기울어져 들어오는 것이 아니라 별빛 속을 지구가 공전하기 때문에 나타나는 현상이라고 설명하였다.	THE	I	S	+ 1
	[탐구] 스트로폼과 지구본 그리고 랜턴을 이용하여 위치에 따라 스트로폼의 그림자를 관측해 본다 1. 일식이 일어날 때의 태양, 지구, 달의 위치를 정리해 보자. 2. 월식이 일어날 때의 태양, 지구, 달의 위치를 정리해 보자. (93p)	EMP	I	S	+ 1
	화성은 표면에 물이 흐른 자국이 남아 있어 오래전부터 지구처럼 생명체가 살고 있을 것이라고 추정하였다. 그러나 화성에서도 물의 흔적만 나타날 뿐 아직까지 생명체의 흔적이 발견되지 않았다. 현재까지 알려진 바로는 태양계를 구성하는 행성 중에서 오직 지구에서만 생명 활동이 활발하게 일어나고 있다.(111p)	INF	I	S	+ 1
	생물권은 다른 환경 요소들과 달리 지구에서 생물의 등장과 함께 형성되었는데, 생물권에 속한 인간의 문명 활동은 빠른 시간 동안 지구 환경 변화에 영향을 미치고 있다. 예를 들면, 열대의 우림 지역은 육지의 생물권 중에서 가장 다양하고 풍부한 생물들이 살고 있다. 그런데 최근 들어 이 지역은 경작, 가축의 방목, 광물 채굴, 운송로 개발 등을 위한 벌목으로 인해 점점 황폐해지고 있다.(117p)	EMB	I	S	+ 1

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

	밴앨런대의 하층부에 존재하는 이온화된 입자들은 전파의 전달을 방해하는 성질이 있기 때문에 우주를 향해 발사한 전파의 일부를 반사하여 지구로 되돌려 보낸다. 이러한 전리층의 특성은 멀리 떨어진 지역을 연결하는 무선 통신이나 방송, 선박이나 항공기의 항해를 위한 통신 지원 등에 이용되고 있다.(125p)	EMB	I	S	+ 1

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

지질	고지자기의 연구로부터 알아낼 수 있는 지자기 극의 이동 방향을 통해 대륙이 이동하고 있다는 사실을 확인하기도 하였으며, 해저 지각에 남겨진 고지자기의 역전 흔적을 통해 해저가 확장되고 있다는 사실이 밝혀지기도 하였다.(126p)	EMP	I	S	+1
	따라서 지구 상에 살던 모든 생물이 화석으로 남아 있는 것은 아니다. 그러나 화석은 생물체의 특성 및 서식 당시의 환경에 대한 다양한 정보를 제공하고 있다. 예를 들면, 고생물의 발자국이나 배설물은 생물의 크기와 습관, 주로 섭취한 음식물의 종류 등을 알 수 있게 해 준다. 또한, 생물의 외형상 특징은 육상이나 바다와 같은 서식지에 대한 정보를 제공하기도 한다.(159p)	INF	I	S	+1
	오늘날 잎이 넓은 활엽수는 강수량이 많고 습도가 높은 환경에서 잘 자라며, 잎이 가늘고 좁은 침엽수는 강수량이 적고 건조한 기후에서 잘 자란다. 그 밖에도 조개는 해안 가까운 곳의 개펄에서, 산호는 따뜻하고 얕은 바다에서 생활하고 있으며, 육상의 고사리는 따뜻하고 습기가 많은 지역에서 생활하고 있다. 이 생물들은 과거에도 동일한 환경에서 생활하였을 것으로 추정할 수 있다.(159p)	INF	I	S	+1
	1. 발톱개구리가 특정 지역에서만 서식하고 있는 이유는 무엇일까? 2. 고생물인 메조사우르스는 어떠한 환경에서 서식하였을까? 3. 특정한 환경에서만 서식하던 생물이 서로 멀리 떨어진 대륙에서 발견된 과정을 설명해 보자.(161p)	INF	I	S	+1

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

	식물의 꽃가루는 자손을 남기기 위한 유전자의 정보를 포함하고 있기 때문에 본래 식물의 다른 조직에 비해 잘 변질되지 않는 성분과 조직을 지니고 있다. 따라서 오랫동안 지층 속에 보존될 수 있었으며, 이를 분석하면 지층이 형성될 당시의 환경 추정이 가능하다. 또한, 나무의 나이테는 생장 기간뿐만 아니라 기후 조건에 따라 너비가 달라진다. 즉, 습한 해에는 일반적으로 나이테가 더 넓으며, 건조한 해에는 좁다. 따라서 좁은 나이테들은 오랫동안 가뭄이 지속되었다는 것을 나타내 준다. 이와 같이 나이테의 너비가 기후 조건에 따라 달라지기 때문 에, 나무의 나이테를 분석하면 과거의 기후를 알아낼 수 있다.(162p)	INF	I	S	+ 1
	우리가 살고 있는 지구의 나이는 얼마나 되었을까? 이것은 사람들이 옛날이나 지금이나 똑같이 가지고 있는 궁금증일 것이다. 고대 인도의 철학자들은 지구가 과거에서 미래로 영원히 존재한다고 생각하였으며, 17세기 중엽 성직자였던 어셔(Usher, J.; 1581~1656)는 성서 연구를 통해 천지 창조가 기원전 4천 년 전에 이루어졌다고 주장하기도 하였다.(163p)	SUB	I	S	+ 1
	지층이 거꾸로 뒤집히지 않았다면 아래에 있는 지층은 위에 있는 지층보다 오래전에 형성된 것이며, 어떤 지층에 화성암이 관입하였다면 관입을 당한 암석이 더 오래된 지층이다. 그리고 단순하고 작은 생물 화석을 포함한 지층일수록 더 오래된 것이다. 이러한 몇 가지 원리들을 이용하면 지층이 쌓인 순서나 상대적인 생성 순서인 상대 연령을 알아낼 수 있다. 또한, 암석이나 지층 속에 포함된 방사성 물질들을 이용하면 암석이나 지층뿐만 아니라 그 속에 포함된 화석들의 생성 시기인 절대 연령도 알아낼 수 있다.(163p)	EMP	I	S	+ 1
	토의하기 1. 운석 충돌 이후 지구에 나타났을 것으로 생각되는 환경 변화에 대해 토의해 보자. 2. 운석 충돌 이후의 환경 변화가 생물의 멸종에 어떤 영향을 미쳤을 것인지 토의해 보자.(167p)	CRE	I	S	+ 1

Collection @ chosun