



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](#)

2017년 2월
석사학위 논문

국내 과학관 및 자연사박물관의
전시물에 반영된 과학의 본성(NOS)
특성 분석 및 발전 방향 모색

조선대학교 대학원

과학교육과

유 지 연

국내 과학관 및 자연사박물관의
전시물에 반영된 과학의 본성(NOS)
특성 분석 및 발전 방향 모색

Analyzing the characteristics of the Nature of
Science(NOS) in the exhibits of the Science Museum
and Suggesting Its Development Direction

2017년 2월 24일

조선대학교 대학원

과학교육과

유 지 연

국내 과학관 및 자연사박물관의
전시물에 반영된 과학의 본성(NOS)
특성 분석 및 발전 방향 모색

지도교수 박 영 신

이 논문을 교육학석사학위 신청 논문으로 제출함

2016년 10월

조선대학교 대학원

과학교육과

유 지 연

유지연의 석사학위논문을 인준함

위원장 조선대학교 교수 안건상 (인)

위 원 조선대학교 교수 안경진 (인)

위 원 조선대학교 교수 박영신 (인)

2016년 11월

조선대학교 대학원

목 차

I. 서론		1
II. 이론적 배경		4
A. 과학교육과 과학적 소양		4
1. 과학적 소양		4
B. 과학의 본성		5
1. 과학의 본성 정의		6
2. 학교교육에서 나타나는 과학의 본성 교수 및 학습활동		10
3. 과학관에서의 과학의 본성		17
4. 과학의 본성의 암시적/명시적 관점과 과학사의 활용		19
III. 연구방법		27
A. 연구 설계		28
B. 전시물에 반영된 NOS 현황 분석		29
1. 분석 도구 선정		29
2. 연구 대상 선정		30
3. 자료 수집		33
4. 자료 분석		34
C. 과학관 NOS 분석틀에 근거한 교육프로그램 개발 및 적용		36
1. 과학관 전시 기반 NOS 교육프로그램 개발		37
2. 과학관 전시 기반 NOS 교육프로그램 적용		43
IV. 연구 결과		46

A. 과학관의 과학의 본성 반영 정도 분석	47
1. S자연사박물관	47
2. M자연사박물관	87
3. 국립G과학관	126
4. 국립J과학관	158
B. 과학관 전시물 기반 과학의 본성 교육 프로그램 개발 및 적용	186
1. 과학의 본성 인식 변화 분석	191
V. 결론 및 제언	197
【참고문헌】	200

표 목차

표 1. NOS statements in publications of science educators	6
표 2. 과학의 본성 관점구분	14
표 3. 한국 과학 교과서와 미국 교과서 과학의 본성 수준	20
표 4. 연구 순서	28
표 5. 과학의 본성 분석도구 (Nature of Science Analyzing Tool in Science Museum, NOSAT_ISM)	30
표 6. 연구 대상	32
표 7. 4곳 과학관의 각 층별 주제 구성	33
표 8. 과학의 본성 자료 분석 예시	35
표 9. 국립G과학관 상설전시관 1관 1존의 ‘빛을 연구한 과학자는?’ 전시물	37
표 10. ‘빛을 연구한 과학자는?’ 전시물에 반영된 과학의 본성 분석	39
표 11. 과학관 전시 기반 NOS 교육 프로그램 적용 사전 검사지	44
표 12. 과학관 전시 기반 NOS 교육 프로그램 적용 사후 검사지	45
표 13. 과학의 본성 분석 약어	46
표 14. 판구조론 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	48
표 15. 지구의 내부구조 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	50
표 16. 해양성 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	51
표 17. 천왕성 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	53
표 18. 명왕성 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	55
표 19. 화산의 종류 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	58
표 20. 석회암동굴의 생성과정 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	60
표 21. 운석 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	61
표 22. 편광의 원리와 편광현미경의 구조 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	62
표 23. 고생대 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	63
표 24. 지구환경관 과학의 본성 빈도	65
표 25. 실러캔스 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	67
표 26. 화석발굴 현장 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	68
표 27. 깃털공룡 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	69
표 28. 공룡의 멸종 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	71
표 29. 시노닉스 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	73
표 30. 생명진화관 과학의 본성 빈도	75

표 31. 신음하는 자연 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	77
표 32. 기후변화 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	79
표 33. 깽깽이풀 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	81
표 34. 인간과 자연관 과학의 본성 빈도	83
표 35. S자연사박물관 과학의 본성 빈도	86
표 36. 공룡은 어떻게 등지를 만들까? 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	87
표 37. 화석복원장비 및 도구 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	89
표 38. 세계 최대 규모 육식공룡알 등지 화석 상설전시관의 과학의 본성 빈도	90
표 39. 코엘로피시스 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	91
표 40. 공룡알은 얼마나 큰가요? 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	93
표 41. 세계 최대 규모 육식공룡알 등지 화석 상설전시관의 과학의 본성 빈도	95
표 42. 에디아카라 화석 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	97
표 43. 삼엽충 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	98
표 44. 스테놉테리기우스 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	100
표 45. 포유류의 등장 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	102
표 46. 지질관의 과학의 본성 빈도	104
표 47. 곤충의 날개 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	105
표 48. 화석상의 곤충 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	108
표 49. 위험에 처한 숲속 생물 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	109
표 50. 육상생명관2의 과학의 본성 빈도	111
표 51. 아르케론 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	113
표 52. 전시물소개-디플로도쿠스 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	116
표 53. 전시물소개-트리케라톱스 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	118
표 54. 전시물소개-관구조론 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	120
표 55. 1층 복도 전시물의 과학의 본성 빈도	122
표 56. M자연사박물관 전시물의 과학의 본성 빈도	125
표 57. 기체마다 다른 색의 빛이 나오는 이유는? 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	127
표 58. 햇빛으로 전기를 가장 많이 생산할 수 있는 조건은? 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	129
표 59. 맥스웰의 전자기이론 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	131
표 60. 아인슈타인의 광전효과 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	133
표 61. 빛과 예술관-빛의 세계존의 과학의 본성 빈도	135
표 62. 만화영화의 비밀은? 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	137
표 63. 영화 속 특수효과는 어떻게 만들어질까?	

전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	138
표 64. 상상에서 태어난 미래 과학 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	140
표 65. 빛과 예술관-빛의 세계존의 과학의 본성 빈도	142
표 66. 광 센서 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	144
표 67. 자기부상열차는 어떻게 빨리 달릴 수 있을까? 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	145
표 68. 집안에서 스포츠를 즐길 수 있을까? 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	146
표 69. 생활과 미래관-생활 속 과학존의 과학의 본성 빈도	148
표 70. 지구의 온도가 1°C 올라간다면? 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	150
표 71. 우주개발을 왜 해야할까? 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	152
표 72. 생활과 미래관-미래를 향한 도전존의 과학의 본성 빈도	154
표 73. 국립G과학관 과학의 본성 빈도	157
표 74. 근·현대 과학기술 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	159
표 75. 패러데이의 실험 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	161
표 76. 석유화학 기술이 없다면? 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	163
표 77. 근·현대 과학기술관의 과학의 본성 빈도	165
표 78. 넘침을 경계하는 잔 ‘계영배’ 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	166
표 79. 변화하는 기후 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	168
표 80. 기후변화와 우리의 생활 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	170
표 81. 아내의 죽음으로 전신을 구상하다 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	173
표 82. 미래의 스타산업 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	175
표 83. 룩헤즈 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	178
표 84. 과학으로 인간의 한계에 도전하다 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	181
표 85. 패러글라이딩, 바람을 이용해 하늘을 날다 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표	182
표 86. 국립J과학관 전시물의 과학의 본성 빈도	185
표 87. 과학관 전시 기반 NOS 교육 프로그램 연극 시나리오	187
표 88. 과학관 전시 기반 과학의 본성 교육 프로그램 참여 관람객의 과학의 본성 변화	190

그림 목차

그림 1. 과학관 전시물 기반 과학의 본성 프로그램 활동 적용 사진	43
그림 2. 지구환경관 과학의 본성 그래프	65
그림 3. 생명진화관 과학의 본성 그래프	75
그림 4. 인간과 자연관 과학의 본성 그래프	83
그림 5. S자연사박물관 과학의 본성 그래프	86
그림 6. 세계 최대 규모 육식공룡알 등지 화석 상설전시관 과학의 본성 그래프	90
그림 7. 중앙홀 과학의 본성 그래프	95
그림 8. 지질관 과학의 본성 그래프	104
그림 9. 육상생명관2 과학의 본성 그래프	111
그림 10. 1층 복도 전시물 과학의 본성 그래프	122
그림 11. M자연사박물관 전시물 과학의 본성 그래프	125
그림 12. 빛과 예술관-빛의 세계존의 과학의 본성 그래프	135
그림 13. 빛과 예술관-빛의 세계존의 과학의 본성 그래프	143
그림 14. 생활과 미래관-생활 속 과학존의 과학의 본성 그래프	149
그림 15. 생활과 미래관-미래를 향한 도전존의 과학의 본성 그래프	155
그림 16. 국립G과학관 과학의 본성 그래프	157
그림 17. 근·현대 과학기술관의 과학의 본성 그래프	165
그림 18. 국립J과학관 전시물 과학의 본성 그래프	185
그림 19. 과학관 전시물 기반 교육프로그램 적용 효과(SSC) 그래프	191
그림 20. 과학관 전시물 기반 교육프로그램 적용 효과(TEN) 그래프	192
그림 21. 과학관 전시물 기반 교육프로그램 적용 효과(CRT) 그래프	193
그림 22. 과학관 전시물 기반 교육프로그램 적용 효과(MET) 그래프	194
그림 23. 과학관 전시물 기반 교육프로그램 적용 효과(INF) 그래프	196

ABSTRACT

Analyzing the characteristics of the Nature of Science (NOS) in the exhibits of the Science Museum and Suggesting Its Development Direction

Yu Jiyeon

Advisor : Prof. Park Young-Shin, Ph.D.
Department of Science Education
Graduate School of Chosun University

The importance of the nature of science is becoming increasingly important to foster scientific literacy, the goal of scientific education in the world. In this study, identifying the characteristics of nature of science at the science museum and seeks to develop and apply nature of science education programs based on the science museum exhibits. Although the definition of science is varied, in this study, the common denominator of nature of science is through the ASTE and researchers of nature of science. 1) Science knowledge has base in empirical evidence. 2) Science knowledge is tentative. 3) The theory of scientific knowledge is an analogy to natural phenomena and is a mechanism for relationship between natural phenomena. 4) The law of scientific knowledge describes the relationship between observed or detected phenomena. 5) The scientific knowledge is created by the creative imagination of a person. 6) Science is based on observation and inference. 7) Science is subjective. 8) Science is influenced by the human activity and the experience of experienced cultures. 9) Science is influenced by technology and society, and through social consensus. 10) Science consists of various scientific methods.

The study reflected the nature of the science of science museum reflected and reflected the nature of science education program reflected and applied to the

effectiveness of the science. First, after developing scientific instruments for science at the science museum, Using the analysis tools developed by the Korea Institute of Science and Technology to analyze the nature of the science museum, the science museum analyzed the nature of science and reflected what kind of science was reflected in the local science community. Also, scientific nature of science is to explore the way to scientifically reflect the nature of science and develop the education program to the science museum and the effectiveness of the effects will be sought through educational program participants and experts in science and education.

The analysis of the nature of science museum exhibits is as follows. First, the nature of science at the S natural history museum shows a total of 76. the explicit of nature of science was 25%. The component was found to have been observed with observation and Inference (INF), and the empirical (EMP) was the 21st most revealing of 21 cases. A total of seven scientific concepts were analyzed, scientific methods (MET), science technology and society. (STS), social and culture (SSC), subjective (SUB). Second, the nature of science at the M natural history museum shows a total of 49. the explicit of nature of science was only 2%. The component was found to have been observed with observation and Inference (INF), and scientific methods (MET) was the most revealing of 29 and 8 cases. Third, the nature of science at the National G Science Museum shows a total of 42. the explicit of nature of science was 14%. The component was found to have been observed with Science is influenced by technology and society (STS) was the most revealing of 16 cases. Fourth, the nature of science at the National J Science Museum shows a total of 21. the explicit of nature of science was 14%. The component was found to have been observed with Science is influenced by technology and society (STS) was the most revealing of 15 cases.

This study was developed and applied Nature of science education program basis science museum exhibit, for supplement of nature of science that restrictively shows in science museum exhibit.

The conclusions derived from this study are as follows. First, depending on the nature of science, various kinds of science should reflect the nature of various kinds of science. Second, it is necessary to reflect the nature of the scientific nature of science museum exhibits. To enhance the nature of science at the science museum, one should actively utilize the educational program that utilizes the science museum exhibits.

I. 서론

우리나라 과학 교육의 목표는 자연 현상과 사물에 대하여 호기심과 흥미를 가지고, 과학의 핵심 개념에 대한 이해와 탐구 능력의 함양을 바탕으로 하여, 개인과 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결하기 위한 과학적 소양을 기르는 것이다(교육과학기술부, 2015). 세계 각국의 과학교육과정에서 강조되고 있는 과학교육의 흐름인 과학적 소양은 1950년대부터 지속적으로 연구되어왔다(신동희, 노국향, 2002). 그렇다면 과학적 소양이란 무엇일까? 과학적 소양이란 현대인으로 살아갈 때 부딪치게 되는 과학적 문제를 해결하거나 과학적 이슈에 대해 옳고 그름을 판단하여 결정을 할 수 있는 능력을 말하며, 이러한 과정 속에서 과학자의 태도를 함양하는 것이다(최은지, 2013). 이처럼 세계적으로 과학교육에서 과학교육의 목표가 된 과학적 소양은 보다 상세하고 정교하게 개념이 정립되었고, 과학 지식과 기능, 그리고 과학의 본성에 대한 이해를 높이고, 과정과 지식을 결합하여 과학적으로 추론하고 비판적으로 사고하는 탐구 과정을 수행하는 것을 의미하는 것으로 발전하였다(이선경, 신명경, 김찬중, 2005). 이러한 과학적 소양은 지식의 개념적 이해 탐구 활동뿐만 아니라 과학의 본성에 대한 깊이 있는 이해를 필요로 한다(Meichtry, 1992; NRC, 1996). 미국과학교육기준(NRC, 1996)에 의하면 학교 과학교육에서 중요하게 다루어야 할 측면으로서 과학의 본성의 이해를 분명히 밝힘으로써, 과학의 본성의 이해가 과학교육에서 중요한 위치를 차지하고 있음을 명시한다.

이와 같이, 교육과정을 비롯한 학교 교육현장에서 과학의 본성이 차지하는 중요성으로 인해 오랜 시간 동안 많은 과학교육 연구자들이 학교 교육현장에서 학생들의 과학의 본성 이해에 대한 연구에 몰두해왔지만, 학생이나 교사의 과학의 본성을 측정한 연구들(강석진, 김영희, 노태희, 2004; 양찬호, 김민환, 노태희, 2015)에서 대부분의 결과는 이들이 과학의 본성 이해에 도달하고 있지 못함을 보고하고 있다. 이는 학교 교육에서 과학의 본성에 대한 인식 정도를 높이는 교육이 부족하다는 것을 나타낸다.

학교교육에서 과학의 본성을 위해 여러 가지 시도를 하고 있다. 정찬미, 신동희(2015)는 과학의 본성을 명시하지 않은 시뮬레이션 모형 기반의 과학 연구 프로그램이 과학의 본성 학습을 촉진할 수 있는지에 대한 가능성을 밝히기 위해 ‘과학자 되어보기

프로젝트' 프로그램을 개발하고 서울 소재 중학생 대상 토요 과학교실의 멘토-멘티 프로그램에 참여한 5명을 대상으로 프로그램을 실행하여 학생들이 실제적 맥락에서 과학 연구를 실행하며 어떠한 NOS 관점을 학습했는지, 그리고 그 관점을 학습하게 된 상황이 무엇인지에 대한 연구를 하였다. 또한, 김도옥(2015)은 과학사 주제에 따른 과학사 역할놀이가 대학생의 과학의 본성의 변화에 어떤 영향을 미치는지에 대한 연구를 진행하였다. 초등 과학 교육계에서는 학생들이 명시적으로 과학의 본성의 교육을 돕기 위해 과학의 본성 요소뿐만 아니라, 과학의 역사를 담은 NOS Flow Map을 개발한 연구(오준영, 2014)를 통해 인지갈등을 통한 NOS 흐름도가 과학의 소양교육을 강화하는데 명시적이고 반성적인 도구이며, 유망한 방법이라고 제안하였다.

학교에서 학생들의 과학의 본성에 대한 이해도를 높이려는 이러한 다양한 노력에도 불구하고, 과학의 본성을 반영한 교과서는 그 반영 정도가 높지 않았으며, 다양한 과학의 본성 요소를 반영하지 못하고 있는 것으로 나타났다. 2009 개정 교육과정에 의한 융합형 과학이 학생들의 과학의 본성에 대한 견해에 미치는 영향을 조사한 연구(양찬호 외, 2015)에서는 서울 소재의 고등학생 214명(남학생 127명, 여학생 87명)을 대상으로 NOS에 대한 견해 검사 도구인 VOSE(View on Science and Education Questionnaire)를 사용하였다. VOSE의 과학의 본성 영역은 과학 지식의 임시성, 관찰의 본성, 과학적 방법, 이론과 법칙, 상상력의 사용, 과학 지식의 타당성, 과학에서의 주관성과 객관성의 7개 하위영역으로 구성되어 있다. 학생들의 융합형 과학 이수 전후의 NOS 검사 결과, 융합형 과학 이수 후 NOS 검사의 평균 점수가 이수 전보다 낮았으나, 통계적으로 유의미한 차이는 없어, 융합형 과학이 학생들의 NOS에 대한 견해의 변화에 별다른 영향을 미치지 못한 것으로 나타났다. 또한, Lederman(2002)이 제시한 과학의 본성의 10가지 요소를 바탕으로 7차 교육과정 공통과학과, 2009 개정 교육과정 융합과학의 지구과학 내용에서 과학의 본성 반영 수준과 특징을 파악한 이정원(2016)의 연구에서는 학생들이 과학의 본성을 직접 적으로 전달 받을 수 있는 명시적인 과학의 본성이 많이 반영된 탐구 단원이 포함된 7차 교육과정 공통과학에 비해, 2009 개정 교육과정의 융합과학에서 과학의 본성 반영 정도가 현저히 떨어지는 것으로 나타났다. 이러한 연구 결과로 보았을 때, 학교 교육과정에서 충분히 반영되지 못한 과학의 본성을 교육하고 학습할 수 있는 곳은 형식교육기관을 벗어난 비형식교육기관에서 찾아야 한다.

대표적인 비형식 교육기관인 과학관의 경우에는 과학의 본성 관련 연구가 약하게 되어 있고, 그 노력 또한 약하게 나타나고 있다. 본 연구에서는 국내 과학관(자연사박물관 2곳, 국립과학관 2곳)의 전시물에 반영되어있는 과학의 본성의 종류와 반영 정도, 수준을 분석하였다. 이를 토대로 과학관의 과학의 본성 반영정도를 파악한 후, 과학의 본성 교육 프로그램을 개발하여 관람객들에게 적용 및 과학관 교육 전문가(도슨트 등)들에게 그 효과성과 타당성을 보았다. 이 연구로 인해서 과학관의 전시물에 반영된 과학의 본성 정도의 현황파악을 하고 어떠한 방향을 제시할 수 있는지 이 연구에서 시사하는 바가 크다고 할 수 있다.

과학의 본성의 어떠한 항목이 과학관 전시물에 반영되어 있는지를 알아보는 것은 의미가 있고, 자연사박물관은 패널 중심이고, 과학관은 체험중심이라고 할 때에 과연 두 군데에서 나타나는 과학의 본성이 무엇인지 파악하고, 제한적으로 나타나는 과학의 본성의 경우 어떠한 프로그램으로 개발할 수 있는지 또한 이의 교육적 효과는 무엇인지를 알아보려고 한다. 구체적인 연구문제는 다음과 같다.

1. 국내 과학관의 전시물에 반영된 과학의 본성의 특징은 무엇인가?
2. 전시물 기반의 과학의 본성 프로그램의 특징은 무엇이고 이를 적용한 교육효과는 어떠한가?

II. 이론적 배경

이 장에서는 연구에 필요한 이론적 배경을 알아보고자 과학교육의 목적인 과학적 소양과, 과학적 소양을 함양하기 위해 필수 조건인 과학의 본성에 관련된 국내외 연구들을 살펴보았다. 본 연구자는 과학적 소양과 과학의 본성에 관한 연구자들의 다양한 견해를 탐색하였고 과학관 교육 맥락을 염두에 둔 비판적인 시각으로 과학의 본성의 정의와 특성을 비교 분석하였다. 이러한 문헌 고찰을 통해 과학의 본성에 대한 이해를 넓히고, 과학의 본성을 반영한 과학관 교육을 위한 본 연구의 목적에 맞는 과학의 본성의 개념을 이해할 수 있었다.

A. 과학교육과 과학적 소양

1. 과학적 소양

과학 교육을 하는 궁극적인 목적은 무엇일까? 우리는 과학 교육의 목적을 과학적 소양의 함양이라고 본다(AAAS, 1989; 1993; NRC, 1996; 2000; 유효숙, 최경희, 2010; 박영신, 2010) 우리나라 과학과 교육과정에 명시되어있는 과학 교육의 목표는 자연 현상과 사물에 대하여 호기심과 흥미를 가지고, 과학의 핵심 개념에 대한 이해와 탐구 능력의 함양을 바탕으로 하여, 개인과 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결하기 위한 과학적 소양을 기르는 것이다(교육과학기술부, 2015). 이렇듯, 과학적 소양을 기르기 위해서 교육과학기술부에서는 지식, 기능, 태도, STS의 네 가지 관점으로 제시하였다. 박영신(2010)의 연구에서는 과학적 소양을 위해 과학 탐구의 요소인 Hands-on, Minds-on, Contents-on, Hearts-on이 필수적이라고 하였고, 또한 백남진(2015)의 경우에는 과학적 소양을 “과학 내용 지식에 대한 이해”, “과학적 탐구”, “과학적 태도 함의”, “과학의 본성에 대한 이해”의 네 가지 관점에서 파악하였다.

박영신(2010)에 의하면, 학교에서 이러한 과학적 소양 함양이라는 과학교육의 목적을 이루기 위해서 학생들은 과학적 지식, 과학의 본성에 대한 이해를 촉진하여 지식을 형성할 수 있도록 하는 경험과 과학적 탐구능력, 그리고 과학의 기술과 사회와의 관계(STS,

Science, Technology, and Society)를 배울 수 있어야 한다.

우리나라뿐만 아니라 세계 각국의 과학교육과정에서 강조되고 있는 과학교육의 흐름인 과학적 소양은 1950년대부터 지속적으로 연구되어왔다(신동희, 노국향, 2002). 과학적 소양은 다양한 분야에서 다양한 의미로 사용(Deboer, 2000; Norris & Phillips, 2003; Lee, 2014)되기 때문에 과학적 소양을 한 마디로 정의를 내리기는 힘들다(백남진, 2015).

박영신(2010), 백남진(2015), 학교교육과정(교육과학기술부, 2015)에서 얘기 한 것처럼, 과학 교육의 목적인 과학적 소양은 과학의 내용 지식에 대한 이해와 과학적 탐구, 과학적 태도 함의, 과학의 본성에 대한 이해를 포함하는 포괄적인 개념이다. 과학적 소양에 포함된 개념 중, 특히 과학의 본성에 대한 깊은 이해를 강조하는 연구들(Meichtry, 1992; NRC, 1996; 노태희, 김영희, 한수진, 강석진, 2002; 유은정, 오현석, 김찬중, 2008)이 늘어나고 있는 추세이다. Meichtry(1992)는 과학적 소양은 지식의 개념적 이해 탐구 활동뿐만 아니라 과학의 본성에 대한 깊이 있는 이해를 필요로 한다고 했고(Meichtry, 1992; NRC, 1996), 노태희 등(2002)은 학생 스스로가 과학의 본성에 대한 이해를 했을 때, 비로소 과학적 소양을 갖추었다고 할 수 있다고 밝혔다(노태희, 김영희, 한수진, 강석진, 2002). 다음 장에서는 과학 교육의 목적인 과학적 소양에 필수적인 과학의 본성이 무엇인지와, 학교 교육에서의 과학의 본성과 학교 밖에서의 과학의 본성 교육에 대해 알아보려고 한다.

B. 과학의 본성

본 장에서는 미래 시민을 양성하기 위하여 과학적 소양을 함양하는 것을 목표로하는 21세기 과학 교육에서 과학의 본성의 중요성에 대해 서술하고, 과학의 본성에 대한 하나의 일치된 개념으로 정리되지 못하고, 학자들마다 조금씩 다른 과학의 본성이 어떻게 다르고, 어떻게 같은지에 대해 서술하였다. 그리고 질적 연구에서 중요한 연구도구(분석도구)인 연구자는 과학의 본성을 어떻게 정의하였는지에 대해 서술하였다.

1. 과학의 본성 정의

21세기의 과학 교육은 앞서 언급 한 것처럼, 과학적 소양을 함양하는 것을 목표로 하고 있으며, 이를 위하여 학생들에게 과학의 본성에 대한 이해를 돕는 것을 가장 중요하게 여기고 있다(유은정, 오현석, 김찬중, 2008). 과학의 본성을 이해한다는 것은 과학이 무엇인지, 과학이 갖는 가치는 무엇인지에 대한 신념을 갖게 되는 것이며, 과학의 형성과정 및 과학의 특성에 대한 이해를 갖게 되는 것이고, 지식을 습득하는 방법 및 그 결과로서의 과학의 가치를 인지한다는 것이다(정윤숙, 김성원, 2015). 이러한 과학의 본성은 우리나라의 교육과정에서 과학적 소양을 함양시키기 위해 다루어야 함을 명시하고 있다(교육부, 2011). 비록 과학의 본성에 대한 이해는 하나의 일치된 개념으로 정리되지 못하고, 학자들마다 조금씩 다르지만(NSTA, 2000; Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, Schwartz, & Akerson, 2002; McComas, 2005; Bartholomew, Osborne, and Ratcliffe, 2004; Ackerson, Morrison & McDuffie, 2006), 과학의 본성에 대한 이해를 도울 수 있는 효과적인 교육 방법에 대한 논의가 지속되고 있다(정윤숙, 김성원, 2015). 다음 표 1은 우리나라 생명과학 관련 분야 재미 과학자들의 과학의 본성 이해도 분석을 한 이영희의 논문에서 미국 과학교사 협회(National Science Teacher Association: NSTA) 및 다른 선행 연구들에서 제시한 과학의 본성 내용을 정리하여 제시한 표를 번역한 것으로, 여기에 제시된 과학의 본성 내용들은 일반적으로 많은 과학교육자들이 동의하고 있는 내용들이라고 할 수 있다(이영희, 2014).

표 1. NOS statements in publications of science educators(이영희, 2014)

Authors of Publications	NOS Statements
National Science Teacher Association (2000)	1. 과학적 지식은 잠정적이다. 2. 하나의 단계적인 과학적 방법은 없다. 3. 창의성은 과학적 지식을 생산하는 데 있어 꼭 필요한 요소이다. 4. 과학은 초자연적인 요소가 과학적 지식을 산출하는 것을 불가능하게 한다. 5. 법칙은 현상을 묘사하는 세대이다. 이론이 그것을 설명하는 동안. 6. 과학은 범인 조직으로 이루어져있다. 7. 과학은 과학적 지식과 사회/문화적 배경의 문맥의 존재의 영향을 받는다. 8. 과학은 혁명적이면서 동시에 진화적으로 변화되어 왔다. 9. 기본적인 과학적 연구는 실용적인 결과와 직접적으로 관련 없다.

Authors of Publications	NOS Statements
Lederman, Abd-El- Khalick, Bell, Schwartz, & Akerson (2002)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 과학적 지식은 잠정적이다. 2. 과학 지식은 실증적(경험적) 근거를 기반으로 한다. 3. 과학적 법칙과 이론은 다른 종류의 과학적 지식이다. 4. 과학적 지식은 관찰과 추론에 기반을 둔다. 5. 과학적 지식은 인간의 상상과 논리적 추론에서 창조된다. 6. 과학적 지식은 다양한 과학적 방법에 의해 존재할 수 있다. 7. 과학적 지식은 본질적으로 주관적인 해석을 기반으로 한다. 8. 과학은 사회와 문화의 영향을 받는 인간의 노력이다.
McComas (2005)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 과학은 요구와 실증적(경험적) 근거에 의존하고 있다. 2. 과학에서의 지식 생산은 많은 공통 요소와 공유된 생각의 습관, 규범, 논리적 사고와 방법을 공유한다. 3. 과학적 지식은 잠정적이지만 오래간다. 4. 이론과 법칙은 서로 연관되어 있지만 뚜렷이 다른 종류의 과학적 지식이다. 5. 과학은 창의적인 요소를 가지고 있다. 6. 과학은 주관적인 요소를 가지고 있다. 7. 과학은 사회적, 문화적, 역사적 영향을 받는다. 8. 과학과 기술은 서로 영향을 주지만, 같지 않다. 9. 과학과 이것의 방법은 모든 질문에 답 할 수는 없다.
Bartholomew, Osborne, and Ratcliffe (2004)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 경험은 실험 아이디어로 사용된다. 2. 과학적 지식은 변경되기 쉽다. 3. 과학은 다양한 방법들을 사용한다. 그리고 하나의 과학적 방법은 없다. 4. 가설의 발전 그리고 예측은 새로운 지식의 발전에 있어 필수적이다. 5. 과학적 지식은 그것의 역사와 함께 발전된다. 6. 과학은 창의성과 상상력을 포함한다. 7. 새로운 과학적 지식은 질문하고 답을 찾는 계속적이고 반복적인 과정으로부터 나온다. 8. 과학적 지식은 간단한 데이터로부터 나오지만 이론 형성과 해석의 과정으로부터 나온다. 그리고 과학자들은 다른 해석을 하기도 한다. 9. 과학적 연구는 공동적이고 경쟁적인 활동이다.
Ackerson, Morrison, & McDuffie (2006)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 과학적 지식은 잠정적이며 변경되기 쉽다. 2. 탐구에는 다양한 방법들이 있고, 그 방법들은 검증가능한 근거가 필요하다. 3. 창의성은 지식의 발전에 중요하다. 4. 과학적 지식은 주관적이다. 5. 과학적 지식은 사회와 문화적 문맥 내에서 개발된다. 6. 이론은 현상의 근거 기반 설명이며, 법칙은 근거 기반으로 이론을 설명한다. 7. 추론은 관찰에 대한 설명이다.

위의 자료를 바탕으로 하여 과학의 본성에 대해서 정의를 하자면 첫 번째, 과학은 잠정적이다. 즉 변한다는 것이다. 이는 NSTA(2000)와 Lederman et al., (2002)의 연구에서는 "과학적 지식은 잠정적이다" 라는 말로 언급되어 있고, Bartholomew et al., (2001)에서도 "과학적 지식이 변경되기 쉽다"고 말했다. 이와 같이 이영희에 의하면 정리된 자료에서 5개중 5개 모두에 포함되어 있어 그 중요성을 고려했을 때, 과학은 잠정적이다. 두 번째, 과학은 주관적이다. 과학이 객관적 일 것이라는 보편적인 생각과는 달리, 주관적 이라는 것이다. 두 번째, 과학은 주관적이다. 이는 Lederman(2002)은 "과학적 지식은 본질적으로 주관적인 해석을 기반으로 한다"라고 언급하였고, Bartholomew et al., (2004)에서는 "과학적 지식은 간단한 데이터로부터 나오지만 이론형성과 해석의 과정으로부터 나온다. 그리고 과학자들은 다른 해석을 하기도한다"라고 서술하였다. 이와 같이 이영희에 의해 정리된 자료에서 5개 연구 중 5개에 모두 포함되어 있어 그 중요성을 고려했을 때, 과학은 주관적이다. 세 번째, 과학은 창의성과 상상력을 포함한다. Lederman et al., (2002)의 연구에서 "과학적 지식이 인간의 상상력과 논리적인 추리로부터 창조된다"고 언급하였고, NSTA(2000)는 "창의성은 과학적 지식을 생산하는 데 있어 꼭 필요한 요소이다"라고 하였으며, Bartholomew et al., (2004)에서는 "과학은 창의성과 상상력을 포함한다"라고 하였다. 이 또한 이영희에 의해 정리된 자료의 5개 연구 중 5개 모두에 포함되어 있으므로 그 중요성을 고려했을 때, 과학은 창의성과 상상력을 포함한다고 할 수 있겠다. 네 번째, 과학은 사회적 문화적으로 깊이 뿌리 박혀 있다. 이는 Lederman et al., (2002)은 "과학은 사회와 문화의 영향을 받는 인간의 노력이다"라고 언급하였고, NSTA(2000)에서는 "과학은 과학적 지식과 사회적/문화적 문맥의 존재에 의해 영향을 받는다"고 하였다. 또한, McComas(2005)는 "과학은 사회적, 문화적, 역사적 영향을 받는다"라고 언급하였다. 이외에도, 이영희에 의해 정리된 자료에서 5개 연구 중 4개의 연구에 포함되어있어, 그 중요성을 고려했을 때, 과학은 사회적, 문화적으로 깊이 뿌리 박혀 있다고 할 수 있겠다. 다섯 번째, 법칙과 이론은 다른 지식체계이다. Lederman et al., (2002)의 연구에서는 "과학적 법칙과 이론은 다른 종류의 과학적 지식이다"라고 하였으며, McComas(2005)는 "이론과 법칙은 서로 연관되어 있지만 뚜렷이 다른 종류의 과학적 지식이다"라고 언급하였다. 또, Ackerson et al., (2006)에서는 "이론은 현상의 증거 기반 설명이며, 법칙은 근거를 기반으로 이론을 설명한다"라고 서술하였다. 이를 포함한

이영희에 의해 정리된 자료에서 5개 연구 중 총 4개의 연구에 과학의 법칙과 이론에 대한 과학의 본성이 나타나 있는 것으로 보아, 그 중요성이 인정되므로 과학의 법칙과 이론은 다른 지식체계라고 말할 수 있겠다. 여섯 번째, 과학은 관찰과 추론에 기초를 둔다. Lederman et al., (2002)의 연구에서 "과학적 지식은 관찰과 추론에 기초를 둔다"고 명시하였고, Ackerson et al., (2006)의 연구에서는 "추론은 관찰에 대한 설명"이라고 기술하였다. 이처럼 과학은 관찰과 추론에 기초를 둔 학문이라고 말할 수 있겠다. 일곱 번째, 과학은 실증적 근거를 바탕으로 한다. Lederman et al., (2002)은 "과학적 지식이 실증적인 근거에 바탕을 두고 있다"고 했으며, McComas(2005)의 연구에서는 "과학이 실증적 근거를 요구하며 이에 의존하고 있다"고 서술하였다. Ackerson et al., (2006)에서는 "탐구의 방법에는 다양한 것이 있는데, 그 방법들은 실증적 근거를 필요로 한다"라고 서술하였다. 이처럼 과학적 지식은 실증적인 근거에 바탕을 둔다고 말할 수 있겠다.

여덟 번째, 과학은 다양한 과학적 방법으로 이루어진다. Lederman et al., (2002)은 "과학적 지식은 다양한 방법이 포함될 수 있다"고 하였으며, Bartholomew(2004)의 논문에서는 "하나의 과학적 방법은 없다"고 서술하였다. 이처럼 과학은 다양한 과학적 방법으로 이루어진다고 할 수 있겠다.

본 연구자는 위와 같은 문헌적 연구를 통해, 일정한 수준으로 합의된 구체적인 과학의 본성 내용들을 정립한 내용을 토대로 과학의 본성 정의를 10가지로 세분화 하였다. 과학의 본성을 본 연구자의 입장으로 본다면 다음과 같이 정리할 수 있다.

1. 과학은 검증 가능한 근거에 입각하여 이루어진다(Empirical).
2. 과학은 변할 수 있는 잠정성을 가지고 있다(Tentative).
3. 과학지식의 이론은 자연 현상에 대한 설명이 유추된 것이고 자연 현상간의 관계에 대한 메커니즘이다(Nature of theories).
4. 과학지식의 법칙은 관찰되거나 감지되어진 자연 현상들의 관계를 설명한다. (Nature of law)
5. 과학 지식은 사람의 창의적인 상상력에 의해 창조되어진다(Creative and imaginative).
6. 과학은 관찰과 추론에 입각하여 이루어진다(Inference).
7. 과학을 수행하는 데 있어서 개인의 가치, 논의 될 수 있는 상태의 문제, 사전 경

험이 영향을 준다(Subjectivity).

8. 과학은 인간의 활동인 사회와 경험된 문화에 의해 영향을 받는다(Social and cultural embeddedness).
9. 과학은 기술과 사회와 서로 영향을 주고받으며, 사회적인 합의를 통해 이루어진다(Social aspects of scientific enterprise).
10. 과학은 다양한 과학적 방법으로 이루어진다(Scientific Method).

위의 문헌적 연구를 통해, 일정한 수준으로 합의된 구체적인 과학의 본성 내용들을 정립한 내용을 토대로 10가지로 세분화한 과학의 본성에 대한 정의를 바탕으로 하여 국내외의 학교교육 및 학교밖 교육에서 나타난 과학의 본성 연구를 살펴보고자 한다. 국내외 과학의 본성에 대한 연구동향을 살펴본다면, 학교와 학교 밖의 과학의 본성에 대한 연구로 나눌 수 있으며 특히 학교의 경우 교사의 인식 또는 교수법, 학생들의 인식 또는 학습으로 인한 관점의 변화를 소개하고자 한다. 또한 학교 밖, 특히 과학관이 나 과학관련 박물관에서 진행된 연구는 무엇이 있는지 차례대로 소개하고자 한다.

2. 학교교육에서 나타나는 과학의 본성 교수 및 학습활동

과학 교육의 목적인 과학적 소양 함양에 필수적인 과학의 본성은 학교 교육에서 현재 어떠한 역할을 하고 있을까? 국내외 학교교육에서의 과학의 본성에 대한 연구동향을 살펴본다면, 교사의 인식 또는 교수법, 학생들의 인식 또는 학습으로 인한 관점의 변화를 소개하고자 한다.

a. 과학교육과정에 반영된 과학의 본성 탐색

우선 과학과 교육과정 및 교재에 반영된 과학의 본성을 본다면 7차 교육과정 공통과 학과, 2009 개정 교육과정 융합과학의 지구과학 내용에서 과학의 본성 반영 수준과 특징을 파악한 이정원(2016)의 연구에서는 Lederman(1992)의 과학의 본성의 7가지 관점을 기반으로 교사들의 설문지 결과를 통해 10가지 정도로 세분화 한 10가지 관점의 과학의 본성을 바탕으로 분석 도구(Nature of Science Analyzing Tool)를 개발하였다. 과학의 본성의 10가지 관점을 명시적/암시적, 순수/과학적 관점에 따라 분석하였다. 이

를 토대로 과학과 교육과정에 함유되어 있는 과학의 본성을 살펴보았을 때, 우리나라의 과학 교과서에는 명시적인 과학의 본성이 매우 적었다. 7차 교육과정 공통과학의 탐구부분에서는 과학의 본성을 명시적으로 나타낼 수 있는 요소가 많았고, 실제로도 명시적인 과학의 본성 요소가 많았으며, 가장 다양한 과학의 본성이 반영되기도 하였다. 이처럼 가장 다양하고 명시적인 과학의 본성이 반영된 탐구단원이 포함된 7차 교육과정 공통과학의 과학의 본성과 2009개정 교육과정 융합과학을 비교한다면, 오히려 과학의 본성 반영 정도는 더욱 낮아졌으며, 이는 과학의 본성의 중요성이 강조되어 가는데도, 그 발전 방향에 우리나라의 교육과정이 역행한다고 볼 수 있다(이정원, 2016).

서울특별시 소재의 융합형 과학을 운영하고 있는 고등학교 8곳에서 고등학교 1학년 학생 214명(남학생 127명, 여학생 87명)을 대상으로 2009 개정 과학과 교육과정에 의한 융합형 과학이 학생들의 과학의 본성과 STS에 대한 견해, 과학에 대한 흥미 및 포부에 미치는 영향을 연구한 양찬호, 김민환, 노태희(2015)의 연구에서는 과학 수업이 시작되기 전인 2014년 3월 초와, 과학을 이수한 후인 2014년 12월 말에 동일한 VOSE(View on Science and Education Questionnaire)를 번역하여 국내 맥락에 맞게 수정 및 보완한 검사지 중 과학의 본성 영역을 발췌한 검사지를 사용하여 검사하였을 때, 융합형 과학은 기존의 과학과 교육과정과는 달리 과학의 본성에 대한 교육과정의 목표가 교과서의 모든 내용 구성에 직접적으로 반영되어 있음에도 불구하고 학생들의 NOS에 대한 견해를 향상시키지 못하였고, 일부 NOS 내용에 대한 견해에는 오히려 부정적인 영향을 미쳤다고 하였다.

이처럼 과학과 교육과정에 반영된 과학의 본성이 명시적이지 않거나, 다양하지 않으며(이정원, 2016), 과학과 교육과정을 수료하고 나서 학생들의 NOS에 대한 견해에 영향을 미치지 않았다(양찬호, 김민환, 노태희, 2015)고 할 수 있겠다.

b. 과학의 본성에 대한 교수 및 학습활동

초등학생을 대상으로 과학의 본성에 대한 내용을 명시적 방법을 이용하여 통합적 접근법과 비통합적 접근법을 적절히 사용한 교수 전략을 세우고 직접 수업에 투입해 봄으로써, 초등학생들의 과학의 본성에 대한 인식의 변화를 알아본 김지나 외(2008)의 연구에서는 초등학교 6학년 1학급 28명을 대상으로 노태희 등(2002)의 과학의 본성 연구지와 Khishfe와 Lederman(2005)의 연구에서 사용되었던 질문지를 번역하고 우리나라

초등학교 학생들에게 맞게 수정한 개방형 질문지를 사용하였고, 5명의 학생을 대상으로 심층 면담을 실시하여 초등생들의 인식 변화를 보았을 때, 과학의 본성을 명시적으로 지도하는 것은 초등학생들의 관점을 세련된 관점으로 변화시키는데 효과적임을 확인하였다(김지나 외, 2008).

학생들이 과학의 본성을 이해하도록 돕는 것은 과학 교육의 주요 목적 중 하나인 과학적 소양의 함양에 필수적이기 때문에 우리나라에서도 제 5차 교육과정 이래 과학 교육의 주된 목표 중 하나로 과학의 본성에 대한 이해를 포함시켰다(백성혜, 남초이, 2010). 그러나 정작 과학 교육 목표의 달성을 위해 학생들을 지도해야 하는 과학 교사들의 과학의 본성에 대한 인식 수준이 매우 낮은 것으로 나타나고 있다(우중옥, 소원주, 김범기, 1998). 과학의 본성에 대한 예비 과학교사들의 인식을 조사하고, 과학의 본성을 직접적으로 다루는 명시적인 수업의 효과를 알아보하고자 한 백성혜와 남초이(2010)의 연구에서는 먼저 수업 전에 예비교사들의 과학의 본성에 대한 인식을 알아보기 위해 연구 수업에 참여한 화학교육학과 재학생 36명에게 설문조사를 하였고, 6명에게 심층면담을 하였다. 과학의 본성을 명시적으로 지도하기 위해 고안한 수업에는 과학사적 접근과 탐구적 접근 방식을 적용하였다. 연구 결과, 비록 과학의 본성에 대한 특성 중, 과학 지식의 잠정성에 초점을 둔 연구였으나, 연구 문제를 위해 설계된 수업은 예비 과학교사들의 과학에 대한 인식과 과학교육에 대한 사고를 변화시키는 데 긍정적인 효과를 보였다. 이처럼 과학의 본성 교육에서는 암시적인 교육 방법보다는, 명시적으로 과학의 본성을 반영하여 교수하는 방법이 효과적임을 알 수 있다.

과학의 본성에 대한 현직 교사의 인식과 예비교사의 인식 변화를 조사한 임청환, 김현정, 이성호(2004)의 연구에서는 교육대학원에 재학 중인 예비 교사 386명과, 초등 현직 교사 257명에게 ‘과학의 본성에 대한 인식’검사 문항을 선정하여 설문지 조사를 실시하고, 예비교사에게만 과학의 본성 교육을 실시 한 후 인식 변화를 봤다. 예비교사의 경우 사전에는 학문적 배경에 차이가 없었으나 사후 검사에서는 인문계통의 학문적 배경을 가진 학생들이 자연계통 학문적 배경을 가진 학생들보다 과학의 본성 교육의 보다 관점 변화가 적었다. 현직 교사의 경우, 과학의 본성에 대한 인식이 학문적 배경에 따라 차이가 없고, 경력이 많을수록 전통적인 관점을 보이는 것으로 보아 현직 교사를 대상으로 한 추가 교육의 필요성을 시사하였다.

예비 중등 과학 교사들의 과학의 본성을 Lederman의 면담 형식의 문항을 사용하는 검사도구인 VNOS(c)에서 설명된 과학의 본성 측면(Lederman, Schwartz, Abd-El-Khalick & Bell, 2001)을 개방형 설문지를 통해 순수한 관점과 세련된 관점으로 구분하여 예비 교사들의 과학의 본성 인식을 파악한 김영선(2013)의 연구에서는 과학의 본성을 순수한 관점과 세련된 관점으로 구분하여 보았다. 학생들은 선형적 지식이나 자신이 경험한 것을 토대로 과학의 본성에 대한 관점을 갖게 되고, 이 때문에 학생들의 과학의 본성에 대한 관점이 순수한 관점(Naive View)일 수도 있고, 과학자들이 가지고 있는 것과 같은 세련된 관점(Informed View)일 수도 있다고 하였다. 앞으로 세련된 관점(Informed View)을 가르칠 교사가 되기 위해 예비교사의 과학의 본성 이해도를 보았을 때, 천동설이나 지동설에 관한 이론과 법칙에 대해 추가적으로 명시적인 이론과 법칙의 본성에 대해 언급하여 과학의 본성에 대해 고민을 해 볼 수 있는 기회를 받은 예비교사의 경우 이론의 본성과 법칙의 본성에서 대부분 세련된 관점을 가지는 것으로 나타났다. 이는 개방형 탐구 수업에서 보다 구체적인 과학의 본성에 대한 언급과 토론을 통해 과학의 본성에 대한 관점을 개선시킬 수 있다는 Khichfe & Abd-El-Khalick(2002)의 연구와 같은 결과라고 볼 수 있다. 이 연구를 통해 명시적인 과학의 본성의 교수에 대한 예비교사 양성과정이나 현직교사를 위한 연수 과정이 주어진다면 과학의 본성에 대한 이해가 증진될 수 있으며, 뿐만 아니라 학습자에게 과학적 소양을 위한 실질적인 과학탐구수업의 맥락을 제공하게 될 것이다(김영선, 2013). 다음 표 3은 과학의 본성 요소에 대한 순수한 관점과 세련된 관점의 예시이다.

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

NOS Aspect 과학의 본성 측면	Naive View 순수한 관점	Scientific View 과학적 관점
Empirical NOS 실증적 자료에 근거	<ul style="list-style-type: none"> - 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. 	<ul style="list-style-type: none"> - 과학적 지식의 발전은 대부분 관찰에 의존한다. 관찰은 관습적 요소이다. - 관찰은 과학의 목표는 관찰사실의 축적이 아니며 오히려 과학은 추상적 개념을 관찰과 관련시키고 더 나아가는 것이다.
The scientific Method 과학적 방법	<ul style="list-style-type: none"> - 과학은 정확한 과학적 방법이 존재하며 과학적 방법에는 절차가 있다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 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	<ul style="list-style-type: none"> - 실험은 가설을 증명하기 위한 유일한 방법이며 실험은 데이터를 모으는 것이지 조작할 필요는 없다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 실험은 이론이나 가설을 증명할 수 없고 그저 신빙성을 떨어뜨리거나 타당성을 더하는 것일 뿐이다.
Role of prior expectations in experiments 실험에서 사전 예상의 역할	<ul style="list-style-type: none"> - 우리는 일반적으로 결과에 대한 생각을 어느 정도 가지고 있다. 하지만 과학적이고 유효한 실험을 위해서는 어떠한 개인적 편견이나 사전지식, 예상을 해서는 안 된다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 실험을 체계화하기 위해서는 당신은 실험의 결과를 예상하고 정말로 테스트 방법이 될 수 있을지 알아야할 필요가 있다.
Observations 관찰에 기초한다.	<ul style="list-style-type: none"> - 과학은 전적으로 실험에만 기초한 과학적 절차 없이는 존재하지 않는다. - 지식의 발전은 정확한 실험을 통해서만 이루어진다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 실험들이 항상 중요한 것은 아니다. 다윈의 진화론의 경우 실험적으로 직접 테스트 될 수 없지만 관찰 수집된 데이터 때문에 현대 생물학에서 인정받는다.

NOS Aspect 과학의 본성 측면	Naive View 순수한 관점	Scientific View 과학적 관점
Tentative NOS 변할 수 있다	<ul style="list-style-type: none"> - 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. 	<ul style="list-style-type: none"> - 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	<ul style="list-style-type: none"> - 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. 	<ul style="list-style-type: none"> - 과학적 법칙은 현상에서의 정량적인 관계, 즉 물체사이의 만유인력 법칙과도 같은 것이다. - 과학적 이론은 관찰된 사실에 상응하는 개념들로 이루어진 것으로 세상을 위한 새로운 설명 가능한 모델을 제안하기도 한다.
Nature of Scientific theories 과학 이론의 성질	<ul style="list-style-type: none"> - 이론은 테스트되지 않은 생각이거나 추가적인 테스트를 진행 중인 생각, 일반적으로 과학계에서 만족할 만큼 증명되지 않은 것이다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 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	<ul style="list-style-type: none"> - 우리가 배우는 과학 이론은 과학자가 처음부터 모든 것을 시작한 것이 아니라 그저 기존의 생각에 더할 수 있는 것이다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 이론은 수많은 특정 가설이 발전되는 모습을 일반화함으로써 만들어진다. 이론은 흥미로운 가설과 연구에 의한 지식을 모음으로써 발전한다.
Logic of testing 검증의 논리	<ul style="list-style-type: none"> - 많은 이론들은 완벽하게 테스트될 수 없다. 예를 들어, 진화론은 우리가 세계를 창조하고 수백만 년을 살아보지 않는다면 테스트 되었다고 할 수 없다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 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.

NOS Aspect 과학의 본성 측면	Naive View 순수한 관점	Scientific View 과학적 관점
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 안다고 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.

앞서 살펴 본 바와 같이, 형식교육기관인 학교에서 과학과 교육과정에 명시되어 있는 과학교육의 목적인 과학적 소양을 함양하기 위해 필수적인 과학의 본성이 교육의 도구가 되는 교과서에 반영된 정도와 수준이 미흡한 것으로 나타났다. 학생들에게 과학의 본성을 교수하는 교사의 과학의 본성에 대한 이해도를 조사하였을 때 예비교사와 현 교사 모두 과학의 본성에 대한 이해도가 낮은 것으로 나타났다. 또한, 학생들의 과학의 본성에 대한 이해도는 초등학생과 중학생, 고등학생의 과학의 본성에 대한 이해도를 검사하였을 때, 고등 교육을 받을수록 과학의 본성에 대한 이해도가 낮은 것으로 나타났고, 이는 학교 교육에서 과학의 본성에 대한 인식 정도를 높이는 교육이 부족하다는 것을 시사한다.

이처럼 학교라는 형식교육기관에서의 과학의 본성에 대한 교육 및 반영도가 낮다면, 대표적인 비형식교육기관인 과학관에서의 과학의 본성에 대한 반영 정도는 어떠할까?

3. 과학관에서의 과학의 본성

과학 교육의 목적인 과학적 소양 함양에 필수적인 과학의 본성의 반영이 학교 교육에서 낮은 반영 정도를 나타내었다. 그렇다면, 학교 밖 어떠한 역할을 하고 있을까? 특히 과학관이나 과학관련 박물관에서 진행된 연구는 무엇이 있는지 차례대로 소개하고자 한다.

최근 들어 과학교육 연구자들은 과학교육에서 대표적인 비형식 교육기관인 과학관(자연사박물관)의 교육적 역할을 강조하고 있으며, 비형식교육기관은 형식교육을 받는 학생들 뿐 만 아니라 학교를 졸업한 성인에게도 평생교육의 장으로서 그 역할을 하고 있다(박영신, 이정화, 2011). 이렇듯 중요한 교육적 역할을 하고 있는 과학관은 어떻게 정의되고 있을까? 박물관을 발전시키고 문화유산을 보존하기 위해 박물관 간의 교류와 국제협력을 촉진하는 국제 비정부기구인 국제 박물관 위원회(International Council of Museums, ICOM)에서는 과학관을 “과학적으로 가치가 있는 자료나 표본 등을 여러 가지 방법으로 조사, 발굴, 수집, 보존, 연구하여 공개적으로 전시함으로써 일반 시민들의 휴식과 교육에 창조적으로 활용하여 과학기술의 발전과 공공의 이익을 위해 이바지하는 항구적인 건물”이라고 정의하였다. 또한, 과학관의 설립·운영 및 육성에 관한 법률(과학관의 설립·운영 및 육성에 관한 법률, 2015)에 의하면 과학관이란 과학 기술과 관련된 자료를 수집, 조사, 연구하여 이를 보존 및 전시하는 곳이며, 각종 과학 기술 관련 교육 프로그램을 개설하여 과학기술지식을 관람객들에게 보급하는 시설이다. 과거 과학관은 단순히 수집품을 전시하거나 학생들이 직접 조작할 수 있는 체험실 설치 및 전시에 그쳤지만 근래 과학관에 대한 일반 대중 및 학생들의 교육적 기대가 높아지고 있고 이에 맞춰 국내외 과학관에서는 다양한 교육프로그램을 개발하여 이를 활용함으로써 관람객들의 교육적 만족도를 높이는데 노력하고 있다(박영신, 2010; 2015).

이와 더불어 그 교육적 만족도는 단순한 개념이 아닌 그 이상의 과학커뮤니케이션이 되어야 한다고 주장되고 있으며, 과학관교육에 있어서도 그 중요성은 강조되고 있다(박영신, 2015). 과학커뮤니케이션이란 학교의 교과과정이 아닌 학교 밖에서도 다양한 경로를 통해 언제든 과학을 만날 수 있는 과학 대중화의 필수 요건으로, 과학교육의 목표인 과학적 소양을 이루기 위해 과학탐구를 경험하고, 이런 경험들을 가능하도록

돕는 역할을 하는 것이 바로 과학커뮤니케이션이라고 보았다. 특히 이를 6가지로 나눈다면 ①과학의 인식(Awareness of science) ②과학의 즐거움 또는 정서적인 반응(Enjoyment or other affective responses to science) ③과학의 흥미(Interest in science) ④과학과 관련된 의견 형성(the forming, reforming, or confirming of science-related Opinions) ⑤STS(science technology society) ⑥과학의 본성(Nature of Science)로 볼 수 있다. 이 중, 과학의 본성의 경우 실생활로 과학의 실험적 과정에 대해 알게 하는 것이라고 보았다(최은지, 2013; 김민환, 2016).

많은 연구들을 통해서 과학관과 같은 비형식 교육기관에서의 과학 학습에서 획득한 과학 지식 및 탐구활동은 보다 오랫동안 기억되는 등 교육적 효과가 높으며, 과학적 태도의 함양에도 효과적이라는 인식이 증가하고 있다(김지유, 2011; 박영신, 2010; 2015).

국내 자연사 박물관의 전시에서 과학의 본성 측면이 어떻게 반영되어 있는지 알아보기 위해 3곳의 자연사 박물관과 1곳의 과학관 자연사 전시실의 전시 내용과 매체를 중심으로 서술 방식 및 내용을 살펴본 이선경 외(2005)의 연구에서는 자연사박물관의 전시에서 나타난 과학의 본성 측면을 ‘과학 연구 활동 중심의 전시’와 ‘과학사 사례 중심의 전시’로 나누어 살펴보았고, ‘과학 연구 활동 중심의 전시’에서는 공룡의 실제 발굴 및 복원과정에 대한 동영상, 사진 및 설명문을 통해 관람자가 자연사박물관의 표본을 발굴하고 복원하는 연구자들의 활동을 간접 경험할 수 있는 기회를 제공하였다고 판단하였으며, 설명문에 공룡 뼈 발굴에 참여한 과학자, 그들이 사용한 방법, 발굴 활동의 경제적 지원, 발굴 장소와 환경, 지속적 연구 필요성 등이 언급되어 있어서, 과학의 본성이 갖는 여러 가지 측면을 반영하고 있다고 해석하였다(이선경 외, 2005). ‘과학사 사례 중심의 전시’는 박물관에 따라 반영하는 과학의 본성의 관점이 다르게 나타났는데, 같은 주제(대륙이동설)에 관한 전시에서 한 곳은 동영상과 설명문으로만 설명하고, 두 곳의 박물관에서는 과학자 중심으로 서술하여 그 증거를 제시함으로써 과학의 본성이 다르게 나타났다고 하였다(이선경 외, 2005). 이 연구에서는 국내 자연사박물관의 과학의 본성 반영도를 파악했다는 의의가 있지만, 어떤 과학의 본성 요소가 반영되어있는지 등이 자세하게 나와 있지 않았다.

국내 5곳의 국·공립 과학관에서 화학교과 영역 전시물의 전시 내용을 조사하고 그 내용이 과학의 본성을 어떻게 반영하고 있는지 살펴본 이은경(2008)의 연구에서는 이

선경 외(2005)의 연구에서 사용한 분석틀을 기준으로, 총 17종의 화학 영역의 전시물에서 서술 방식에 의한 전시물 분류(확정적, 해석적), 설명 내용에 의한 전시물 분류(과학자 중심, 과학자 집단 논의, 사회문화적·정치적·시대적 배경, 주장에 대한 근거, 지식의 변화 가능성, 기타), 관람자 활동에 의한 전시물 분류(과학 활동 참여 유도, 화학 활동 제시하지 않음)을 통해 분석했을 때, 현상, 법칙 등에 대한 잠정적이고 해석적인 설명방식이 없었으며, 과학 활동에 관련된 설명, 이론의 발전 단계, 과학자의 노력, 시대적 상황, 경제 가치 등의 내용은 찾아 볼 수 없었고, 관람객이 직접 참여하는 전시물도 거의 없었기 때문에 이러한 전시 내용을 통해서도 학생들은 과학의 본성을 학습할 수 없다고 판단하였다(이은경, 2008).

이처럼 중요한 역할을 하고 있는 학교 밖 과학교육의 대표적 기관인 과학관에서 학생들이 과학의 본성을 배울 수 있도록 전시 내용에 과학적 소양의 한 요소인 과학의 본성 부분을 어떻게 반영하고 있는지 조사한 선행 연구들(이선경, 신명경, 김찬중, 2005; 이은경, 2008; 김지유, 2011; 정감순, 민병미, 김동렬, 손연아, 2012)을 통해서도 국내의 과학관 전시물에 포함되어있는 과학의 본성을 관점별로 파악할 수 없었다. 따라서 과학의 본성을 10가지 정의와 관점들을 통해 분석하여 국내 과학관의 과학의 본성 현황을 분석하고, 학교 밖 교육기관인 과학관에서 학교 교육과는 어떻게 같고, 다른 지에 대해 파악한 후, 과학관에서 필요한 과학의 본성이 반영된 전시물 또는 교육프로그램을 개발하여 적용하고자 한다.

4. 과학의 본성의 암시적/명시적 관점과 과학사의 활용

a. 과학의 본성의 암시적/명시적 관점

과학의 본성에 대한 연구는 교사 및 학생들의 과학의 본성에 대한 이해를 높이기 위해 교육과정의 개발 및 수행에서부터 과학 과정 기술 수업이나 기초적인 과학 활동을 통해 과학의 본성에 대한 이해를 향상시키려는 암시적인 접근과, 과학의 본성에 대해 직접적으로 소개하거나 과학의 역사적이고 철학적인 요소들을 통해 계획적, 의도적으로 과학의 본성에 대한 이해를 향상시키려는 명시적 접근의 방식으로 이루어졌다 (Abd-El-Khalick&Lederman, 2000).

과학의 본성의 암시적인 접근이란, 교육의 과정 속에 직접적으로 드러나지 않으나, 과학 수업을 통해 자연스럽게 과학의 본성을 함양할 수 있는 것을 말하며, 과학 활동을 통해 학생들의 과학의 본성에 대한 이해가 자연스럽게 함양될 것이라고 기대하며, 과학 활동에 포함되어 있는 과정들로 하여금 학생들의 과학의 본성이 자연스럽게 이해될 것으로 기대하는 것이다. 하지만 Lederman et al. (2002)은 이러한 암시적인 탐구중심의 과학 활동만으로는 과학의 본성 함양은 어려우며, 보다 직접적이고 명시적인 교수학습이 필요하다고 제한하였다.

과학의 본성의 명시적인 접근이란, 과학의 본성의 관점을 명백한 설명을 통해 명시적으로 교육하는 것을 말하며, 과학의 본성을 과학 수업을 통해 부차적으로 이해되는 것이 아니라, 인지적 학습의 산물로서 교수 목표가 되어야 하는 것을 의미한다 (Abd-El-Khalick et al., 1998). 이와 같이 명시적인 과학의 본성은 과학의 본성에 대해 분명하게 밝히고 과학의 본성에 대한 이해를 향상시키는 것이다.

다음 표 2는 7차 교육과정 공통과학과, 2009 개정 교육과정 융합과학의 지구과학 내용 샘플(이정원, 2016)과 미국 교과서 과학의 본성 수준(Abd-El-Khalick, Waters & Le, 2008)에 제시된 명시적인 과학의 본성과 암시적인 과학의 본성의 예를 나타낸 것이다.

표 3. 한국 과학 교과서와 미국 교과서 과학의 본성 수준(이정원, 2016; Abd-El-Khalick, Waters & Le, 2008)

NOS	명시적/ 암시적	예시
1. 검증 가능한	명시적	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.
	암시적	그는 두 번의 실험에 의해 파리를 차단하면 구더기가 발생하지 않으며, 구더기는 자연적으로 발생하는 것이 아님을 증명하였다.

2. 잠정적인	명시적	오늘날의 원자 모델은 많은 수정이 있는 후에도 새로운 증거가 축적되고 새로운 이론이 개발됨으로써 지속적인 변화를 받고 있다. 그러나 아무리 상세한 원자모델일지라도 그것은 원자의 진정한 구조를 묘사할 수 없다. 너무 지나치게 모델을 받아들이는 함정을 피하는 것이 중요하다. 당신은 모델의 한계를 받아들여야 하고 모델의 전부가 현실과 동떨어질 수도 있다는 것을 기억해야 한다.
	암시적	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.
3. 이론의 본성	명시적	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.
	암시적	달튼이 질량 보존의 법칙을 설명하기 위해 그의 이론에 어떻게 적용하였는지를 보자. 새로운 이론의 중요한 점 하나는 새로운 상황을 예측 할 수 있다는 것이다.

4. 법칙의 본성	명시적	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.
	암시적	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 세계
5. 창의적, 상상력	명시적	과학이란 자연을 체계적으로 이해하고 예측하기 위하여, 자연 현상의 규칙성과 이를 설명할 수 있는 법칙을 찾아 내는 과정이다. 따라서 과학자에게는 끊임없는 탐구 정신과 창의성이 요구된다.
	암시적	인류가 불을 사용하고 여러 도구를 만들어 내며, 우주선을 타고 우주로 나가게 된 것은 인간이 자연에 대해 호기심을 갖고, 이를 해결하려고 끊임없이 탐구해왔기 때문이다. 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.

6. 관찰과 추론	명시적	<p>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.</p>
	암시적	<p>고생물의 발자국이나 배설물은 생물의 크기와 습관, 주로 섭취한 음식의 종류 등을 알 수 있게 해 준다. 또한, 생물의 외형상 특징은 육상이나 바다와 같은 서식지에 대한 정보를 제공하기도 한다.</p>
7. 주관적인	명시적	<p>다음은 1920년에 은하에 대한 새폴리와 커틱스의 유명한 논쟁을 소개한 것이다.</p> <p>새폴리 : 우리 은하는 지금까지 우리가 알고 있는 것보다 훨씬 크며, 태양이 우리 은하의 중심에 있지 않고 한 쪽으로 치우쳐 있다. 또한 나선 모양으로 보이는 성운도 우리 은하에 속한 것이다.</p> <p>커틱스 : 나선 모양의 성운은 우리 은하에 속한 것이 아니라 우리 은하 밖에 있는 다른 은하이며, 우리 은하의 크기는 새폴리가 주장한 것보다 훨씬 작다. 그리고 태양은 우리 은하의 중심에 있다.</p>
	암시적	<p>진화론과 창조론은 무엇이며, 각각에 대한 자신의 생각은 어떠한가?</p>

8. 사회문화적인	명시적	<p>과학자들은 우리의 자연관과 세계관을 바꾸는 데 크게 영향을 미치고 있다.</p> <p>과학자들의 활동에 의해 새로운 과학 지식이 발견되며, 이는 인류 문명의 발전에 큰 영향을 주고 있다.</p> <p>라부아지에가 발견한 연소 이론 등의 업적들은 결과적으로 화학에 대한 관점 전체를 바꾸어 화학 혁명이라는 변화를 이루어 냈다. 즉, 화학혁명에 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>
	암시적	<p>망원경의 발명은 천문학이 발달하는 데 가장 큰 공헌을 한 역사적인 사건이라 할 수 있다. 허셜의 49인치 반사 망원경과 여키스 천문대의 40인치 굴절 망원경은 19세기에 만들어진 대표적인 것이다. 현재는 망원경 제작 기술이 눈부실 정도로 발전하여 10m 초대형 망원경을 관측에 이용하고 있다.</p>

9. 과학, 기술, 사회의 관계	명시적	<p>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> <p>과학과 기술의 발전에는 사회 구성원 모두가 영향을 주고 있다. 특히 현대의 과학은 여러 분야의 과학자들이 협동하여 이루어지며, 사회의 영향을 많이 받고 있다.</p> <p>다음은 사회과 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. 다음은 과학, 기술, 사회가 서로 영향을 미치는 예이다. 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>
	암시적	<p>우리가 사용하는 생활 용품의 대부분은 광물을 원료로 만들어져 있기 때문에 광물질은 우리 생활에서 대단히 중요하다. 수 세기 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 한국 해양연구소 등에서 바다 밑에 있는 광물 자원을 개발하기 위해 많은 연구를 하고 있다.</p>

10. 과학적 방법	명시적	<p>인간은 생존을 위하여 주변 현상들을 살피면서 생활에 필요한 많은 경험을 축적하게 되었다. 또한 인간의 끊임 없는 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.</p>
	암시적	<p>1965년 미국 벨 전화 회사의 연구원인 펜지어스와 윌슨은 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 정체는 무엇인지는 알지 못했다.</p>

Ⅲ. 연구 방법

본 연구는 국내 과학관의 전시물에 반영된 과학의 본성의 반영과 수준을 파악하여 이를 반영한 과학의 본성 교육 프로그램을 개발하고, 적용하여 그 교육 효과에 대해 연구하였다. 먼저, 과학관에서의 과학의 본성 분석 도구(Nature of Science Analyzing Tool in Science Museum, NOSAT_ISM)를 개발한 후, 개발한 분석도구(NOSAT_ISM)를 적용하여 국내 과학관 4곳(국립과학관2곳, 자연사박물관2곳)의 전시물의 과학의 본성 현황을 분석하여, 그 결과 국내 과학관에 과학의 본성이 어떤 종류, 어떤 수준으로 반영되었는지 알아보고, 과학관에서의 과학의 본성이 명시적으로 반영되기 위한 방법을 탐색하여 교육 프로그램을 개발해 과학관에 적용하고, 그 효과를 교육프로그램 참여자와 과학관 교육전문가(해설사 및 교육담당자)를 통해 알아보고자 한다.

A. 연구 설계

표 4. 연구 순서

단 계	내 용	방법 및 절차
전시물에 반영된 NOS 현황 분석	분석 도구 선정	이론적 배경과 NOSAT(이정원, 2016)를 통해 전문가와 협의를 거쳐 과학관 전시물의 NOS 분석 도구 개발 (Nature of Science Analyzing Tool in Science Museum, NOSAT_ISM)
	연구대상 선정	목적 표집 하여 국내 4곳의 과학관 선정
	자료수집	목적 표집 된 기관의 모든 패널에 대해서는 사진촬영과 매체에 대해서는 비디오 촬영을 하여 을 통해 자료 수집을 실시
	자료 분석	개발한 NOSAT_ISM을 적용하여 자료 분석. 이때, 과학교육 전문가 2인과 동료연구자 3인과 협의하여 타당성 구축
과학관 NOS 분석 틀에 근거한 교육프로그램 개발 및 적용	과학관 적용 NOS 교육 프로그램 개발	과학교육 전문가 2인과 동료연구자 3인과 협의하여 과학의 본성이 다양하게, 명시적으로 반영된 교육 프로그램 개발
	NOS 교육 프로그램 적용 및 프로그램 참여자 설문 조사와 인터뷰 후 분석	과학교육 전문가 2인과 동료연구자 3인과 협의하여 타당성을 구축한 설문지를 통해 교육프로그램 참여자의 참여 전 후의 NOS 함양 변화에 대해 탐색

B. 전시물에 반영된 NOS 현황 분석

1. 분석 도구 선정

과학관 전시물에 반영되어 있는 과학의 본성의 수준과 특징을 구체적으로 측정하기 위해 측정 도구를 미국의 교과서에 반영된 과학의 본성 분류(Abd-El-Khalick, Waters & Le 2008)를 참조하여 개발해 국내 과학 교과서에 반영된 과학의 본성 수준과 특징을 분석한 과학의 본성 분석도구인 NOSAT(이정원, 2016)를 참조하여 전문가와의 회의 끝에 과학관 전시물에 맞는 과학관 과학의 본성 분석도구(Nature of Science Analyzing Tool in Science Museum, NOSAT_ISM)를 수정하여 적용하였다.

NOSAT(이정원, 2016)는 교과서에서 올바른 과학의 본성을 기대할 수 있는 명시적 인지, 과학의 내용 학습 또는 실험 등을 통하여 습득을 기대할 수 있는 암시적 교육인지를 파악하고, 그 내용이 과학적 관점인지 순수한 관점인지를 측정하여 기록할 수 있도록 한 분석 도구이다. NOSAT(이정원, 2016)에서는 과학의 본성을 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), 사회적 합의(ENT), 과학적 방법(MET)의 10가지 측면의 과학의 본성 구성 요소를 코드화 하여 문항을 만들었고, 과학의 본성 수준을 점수(+2, +1, -1, -2)로 분류 하였다.

본 연구에서는 NOSAT(이정원, 2016)을 참고하여 과학관 전시물의 과학의 본성을 측정할 수 있는 과학관 과학의 본성 분석도구(Nature of Science Analyzing Tool in Science Museum, NOSAT_ISM)를 개발하였다. 분석도구는 다음 표 5와 같다.

표 5. 과학의 본성 분석도구(Nature of Science Analyzing Tool in Science Museum, NOSAT_ISM)

#	매체	EMP	TEN	THE	LAW	CRT	INF	SUB	SSC	STS	MET	EXP	IMP
번 호	매 체 종 류	타이틀										과학의 본성 관점에 대한 해석 및 분석 내용	
		사진											
		전시											

표의 1열은 연구자가 과학관 전시관의 동선을 파악하여 임의로 지정한 전시물의 번호를 나타내고 있고, 2열은 전시물 매체의 종류를, 3열의 경우는 일정한 수준으로 합의된 구체적인 과학의 본성 내용들을 정립한 내용을 토대로 본 연구자가 정의한 과학의 본성 정의 검증 가능한(EMP), 잠정적인(TEN), 이론의 본성(THE), 법칙의 본성(LAW), 창의성과 상상력(CRT), 관찰 및 추론(INF), 주관적인(SUB), 사회문화적(SSM), 사회적 합의(STS), 과학적 방법(MET)의 10가지 측면의 과학의 본성 구성 요소를 코드화하여 문항을 만들었으며, 한 전시물에서 두 가지 이상 선택이 가능하도록 하였다. 4열은 전시물에 반영된 과학의 본성이 명시적/암시적, 순수한/과학적으로 분류하여 표시하였다.

2. 연구 대상 선정

본 연구에서는 연구 대상을 국내 과학관 4곳으로 선정하였다. 국립과학관 2곳, 자연사박물관 2곳으로 총 4곳의 과학관이다. 본 연구의 대상인 과학관에 대한 간략한 설명은 다음의 표 6과 같다.

먼저, 서울특별시에 위치한 S자연사박물관은 우리나라 최초의 지방자치단체가 설립한 종합 자연사박물관으로, 표본들 가운데 숨겨져 있는 자연의 역사 이야기를 시대별 순서에 따라 전시해 놓음으로써 교육적 효과와 흥미를 높이고자 하였다. 삭막하기 쉬

운 도시의 한가운데에서 시민들에게 신비한 문화체험과 자연교육의 기회를 제공하는 휴식의 공간으로 자리 잡고 있다. 3층 지구환경관, 2층 생명진화관, 1층 인간과자연관으로 구성되어있다. 두 번째로, 전라남도에 위치한 M자연사박물관은 공룡화석, 광물, 곤충, 식물, 조류, 포유류, 어류, 해양생물 등 세계적 희귀자료와 서남권의 역사와 문화를 대표 할 수 있는 자료를 수집하여 전시하였다. 세 번째로, 광역시에 위치한 국립G과학관은 호남지역의 과학기술 대중화를 선도하고, 지역의 과학인재 육성과 과학문화 확산에 기여하고자 ‘빛, 예술, 과학’을 주제로 전시물을 구축하였다. 네 번째로, 광역시에 위치한 국립J과학관은 1990년에 개관하여 과거의 겨레 과학부터 현대의 과학과 미래의 과학에 대해 전시한 과학관이다.

표 6. 연구 대상

자연사 박물관	S		<p>-서울특별시에 위치</p> <p>-개관일 : 2003년 7월 10일</p> <p>-특징 : 우리나라 최초의 지방자치단체가 설립한 종합자연사박물관으로 어린이들에게 다양한 자연을 체계적으로 체험할 수 있는 기회를 제공</p>
	M		<p>-전라남도 목포에 위치</p> <p>-개관일 : 2004년 9월 10일</p> <p>-특징 : 지구 46억년 자연의 역사를 입증하는 공룡화석, 광물, 곤충식물, 조류, 포유류, 어류, 해양생물 등 세계적 희귀자료와 서남권의 역사와 문화를 대표 할 수 있는 자료를 수집 전시</p>
과학관	국립 G		<p>-광주광역시에 위치</p> <p>-개관일 : 2013년 10월 15일</p> <p>-특징 : 호남지역의 과학기술 대중화를 선도하고, 지역의 과학인재 육성과 과학문화 확산에 기여하고자 '빛·예술·과학'을 주제로 전시물을 구축</p>
	국립 J		<p>-대전광역시에 위치</p> <p>-개관일 : 1990년 6월 8일</p> <p>-특징 : 이공학·산업기술·과학기술사 및 자연사 등 과학기술자료의 수집·보존·연구·전시 이외에도 다양한 과학교육사업 및 과학문화행사를 통해 과학기술의 대중화를 추구함. 또한, 전국 과학관 지원·자문과 해외 과학관과의 교류 역할을 함</p>

3. 자료 수집

본 연구에서 자료 수집은 국내 4곳의 과학관을 목적표집에 따라 선정하여 각 과학관의 전시물을 동선에 따라 사진촬영 및 동영상 촬영하고, 촬영한 과학관 전시물의 내용을 본 연구에서 개발된 NOSAT_ISM을 이용하여 명시적인 관점의 과학의 본성, 암시적인 관점의 과학의 본성 2가지로 분석하였다.

표 7. 4곳 과학관의 각 층별 주제 구성

구분	1층	2층	3층
S 자연 사 박 물 관	<ul style="list-style-type: none"> -신음하는 자연 -자연의 혜택 -사라져가는 생명 -우리의 한강 -한국의 산림생태 -곤충의 다양성 -한국의 멸종위기 야생식물 -살아있는 생명체 -식물의 세계 -참나무의 세계 -속씨식물의 다양성 	<ul style="list-style-type: none"> -생명의 기원과 탄생 -고생대 -중생대 -신생대 -해양포유류 -인류의 출현 -육상생물의 다양성 -해양생물의 다양성 -한국의 상어 	<ul style="list-style-type: none"> -지구의 탄생 -지구의 구조 -태양계 -역동하는 지구 -지질현상 -동굴 속 탐험 -광물과 암석 -한반도 자연사 기행
M 자연 사 박 물 관	<ul style="list-style-type: none"> 중앙홀 지질관 육상생명관1 	<ul style="list-style-type: none"> 육상생명관2 수중생명관 지역생태관 	
국 립 G 과 학 관		<ul style="list-style-type: none"> 1관 -빛의 세계관 -과학과 예술관 2관 -생활 속의 과학관 -미래를 향한 도전관 	

구분	B1층	중지하층	1층	2층
국립 J 과학관	스포츠과학	로봇세상	기초과학관	근현대과학기술
	인체영상체험		-환경 -수학 -사이언스 타운 -과학기술 명사의 방	겨레과학기술
	생애주기체험관		첨단과학기술체험관 -에너지 -교통과 수송	


본 연구에서는 7차 교육과정 공통과학과, 2009 개정 교육과정 융합과학의 지구과학 내용 샘플(이정원, 2016)을 이용하여 자료를 수집함에 있어서 타당성을 구축하였다.

4. 자료 분석

본 연구에서 수집된 자료 개발한 분석틀(NOSAT_ISM)을 바탕으로 하여 분석하였다. 전문가와 함께 분석에 대한 의견을 수렴하여 내용타당도와 신뢰도를 구축하도록 하였다. 의견이 일치하지 않은 부분에 대

해서는 서로의 일치된 의견이 될 때까지 의논하였으며, 수집된 자료의 분석을 처음 20%는 단독으로 진행한 후 전문가와 함께 다시 한 번 분석하여 의견을 비교 분석하여 논의하면서 분석의 기준에 대한 조작적 정의를 구축하였다. 전문가와 토론 끝에 수정된 분석관점으로 다시 분석하여 수정하였다. 본 연구자는 수집된 자료를 재차 분석하면서 모든 자료에 대한 분석에 일관성이 있도록 하였다. 분석된 자료는 과학관 별, 과학관 전시물 주제별로 과학의 본성의 항목별 개수를 나타낸 표와 퍼센트로 나타낸 그래프로 나누어 비교하였다. 다음의 표 8은 자료 분석 샘플이다. 이러한 샘플을 중심으로 분석도구의 항목을 카운트 하여 이를 가시화 하도록 파이그래프를 사용하였다.

표 8. 과학의 본성 자료 분석 예시

	N O S	MET	R_7, T_1	E_I	IMP
	사 진				
4	전 사	<p>편광현미경으로 암석을 관찰할 때는 빛이 통과할 수 있도록 0.03mm의 두께로 암석을 얇게 갈아서 유리판에 붙여 만든 박편을 이용한다. 편광현미경이라고 불리는 이유는 편광판을 사용하기 때문인데, 편광판을 통과한 빛은 한쪽 방향으로만 진동한다.</p> <p>편광현미경에는 두 개의 편광판(상부니콜·하부니콜)이 장착되어 있는데 하부니콜은 전후 방향으로 진동하는 평면편광으로 빛을 통과시키고 상부니콜은 좌우 방향으로 진동하는 빛만을 통과시킨다.</p> <p>편광현미경에 박편을 설치한 후 빛이 박편을 통과할 때 암석에 포함된 각각의 광물에 따라 빛의 이동경로가 달라지면서 나타나는 다양한 색을 관찰하면 어떤 광물이 들어있는지 알 수 있다.</p>			
	해 석	<p>일반적으로 관찰할 수 없는 암석을 관찰할 수 있는 편광현미경에 대한 설명으로, 과학적 방법을 알 수 있음.</p> <p>MET, IMP</p>			

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 감정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표는 과학관의 전시물에 나타난 과학의 본성을 분석하기 위한 자료 분석 예시이다. 표의 1열은 열 번을 나타내고 있고, 3열은 전시물에 나타난 과학의 본성 종류, 4열은 전시물의 레퍼런스와 토픽을 나타내었고, 5열은 전시물이 어떤 종류의 매체인지를 기술하였다. 6열에는 전시물에 나타난 과학의 본성이 암시적인지, 명시적인지를 나타내었다. 표의 2행에는 전시물의 사진을 넣고, 3행에는 전시물의 내용을 전사하였으

며, 형광펜으로 과학의 본성이 나타난 부분을 하이라이트 표시 하였다. 4행에는 전시물에 나타난 과학의 본성에 대한 해석을 기술하였다.

C. 과학관 NOS 분석 틀에 근거한 교육프로그램 개발 및 적용

본 연구에서 수집된 국내 4 곳의 과학관 전시물에 반영되어 있는 과학의 본성을 분석한 후, 부족한 부분에 대해서 어떠한 방식으로 과학관에서 관람객들의 과학의 본성에 대한 이해를 더 높일 수 있을지 고민한 결과, 본 연구에서 분석한 네 곳의 과학관 중 한 곳의 과학관의 전시물을 선택하여 관람객의 과학의 본성에 대한 이해를 증진시킬 수 있는 교육프로그램을 개발하였다. 다음의 표 9는 교육프로그램 개발의 토대가 된 전시물에 대한 설명이다.

표 9. 국립G과학관 상설전시관 1관 1존의 ‘빛을 연구한 과학자는?’ 전시물

‘빛을 연구한 과학자는?’ 전시물 전경



‘빛을 연구한 과학자는?’ 전시물 설명

‘빛을 연구한 과학자는?’ 전시물은 국립G과학관 상설전시관 1관 ‘빛과 예술’의 1존 ‘빛의 세계’의 마지막 전시물이다. 관람객들은 ‘빛을 연구한 과학자는?’ 전시물을 만나기 전에 ‘빛과의 만남’, ‘빛은 전자기파’, ‘빛의 입자성과 파동성’, ‘빛의 현상’, ‘빛과 시각’, ‘빛의 연구’, ‘빛의 응용’에 관한 전시물을 만난다. 빛에 대한 전반적인 내용을 다룬 후 과학사적 요소를 반영하여 빛을 연구한 과학자들은 연도별로 정리하였으며, 주요 학자들의 연구 내용을 간단하게 소개하였다. 빛을 연구한 과학자들에 관한 설명 패널의 오른쪽에 ‘미래를 빛낼 과학자 나, ME’라는 관람객이 ‘빛을 연구한 과학자는?’ 전시물을 관람 후 사진을 찍을 수 있는 공간이 마련되어있다.

1. 과학관 전시 기반 NOS 교육프로그램 개발

과학관의 전시 공간은 자연이나 인류, 과학적 사건 등에 대한 맥락과 서사성, 서사성에 대한 함축성을 가지고 구성된다는 측면으로서 과학관의 실물 기반 학습은 학교 교실이나 실험실에서 다양한 실물을 동원하여 과학을 가르친다는 의미와는 구분되는 과

학의 본성 학습의 기회를 제공한다(정원영, 김영진, 박성은, 조찬희, 정희운, 2012). 서사성을 담고 있는 전시 공간은 방문객의 발현적인 상호작용과 스토리텔링을 통한 의미 형성을 돕고 자율적 의지에 따라 인과 관계를 탐색할 수 있는 입체적 공간이 됨으로써 과학의 본성이 내포하는 무수한 경우에 대한 모형을 제공하는데, 이것이 근래 과학관의 전시 연계 교육에 대한 관심을 불러일으키는 또 다른 요인이라고 할 수 있으며, 과학관에 있어 전시 공간은 ‘실물 기반 학습을 위한’ 또는 ‘실물이 집약된 공간’으로의 의미를 넘어 과학 지식의 내적 가치와 가정, 그리고 인간 노력의 결과로서 과학 지식이 갖는 영향과 한계점을 포함하는 과학의 본성 학습의 최적의 장소가 됨을 의미한다(이선경 외, 2005).

a. 과학의 본성 분석틀(NOSAT_ISM)의 반영과 적용 대상 선정

국립G과학관의 ‘빛을 연구한 과학자는?’ 전시물은 상설전시관 1관 1존 ‘빛의 세계’ 주제의 마지막 전시물이다. 정원영 등(2012)의 연구에서 제시한 과학관 전시의 맥락과 서사성을 고려하여 과학의 본성을 효과적으로 반영하고 제시할 수 있을 것이라는 예상과 더불어, 과학의 본성의 명시적인 반영 및 교수가 쉽게 이루어 질 수 있다고 알려진 과학사 주제의 전시물은 ‘빛을 연구한 과학자는?’ 전시물이 유일하기 때문에 과학의 본성을 명시적으로 반영하고 있을 것이라는 기본 바탕을 두고 ‘빛을 연구한 과학자는?’ 전시물에 반영된 과학의 본성을 분석해 보았다.

국립G과학관의 전시물에 반영되어있는 과학의 본성을 분석틀(NOSAT_ISM)을 통해 분석해 보았을 때, ‘빛을 연구한 과학자는?’ 전시물은 이러한 과학의 본성 반영에 용이한 과학사 주제와 전시 공간의 맥락과 서사성을 잘 활용하지 못한 것으로 나타났다. ‘빛을 연구한 과학자는?’ 전시물에 반영된 과학의 본성을 분석해 보았을 때, ‘검증 가능한’ 과학의 본성 요소가 4건, ‘잠정적인’, ‘관찰과 추론’, ‘과학적 방법’이 각각 1건으로 분석되었고, 모두 암시적인 과학의 본성으로 나타났다. 따라서의 맥락성과 서사성, 과학사적 이점을 가지고 있지만, 이를 잘 활용하지 못한 ‘빛을 연구한 과학자는?’ 전시물을 보완할 수 있는 과학의 본성 교육 프로그램을 적용하면, 전시물을 활용한 과학의 본성 교육 프로그램 제안에 가장 적절하다고 판단되어 ‘빛을 연구한 과학자는?’ 전시물을 선정하였다. 아래의 표 10은 국립G과학관의 ‘빛을 연구한 과학자는?’ 전시물에 반영된 과학의 본성을 분석한 표이다.

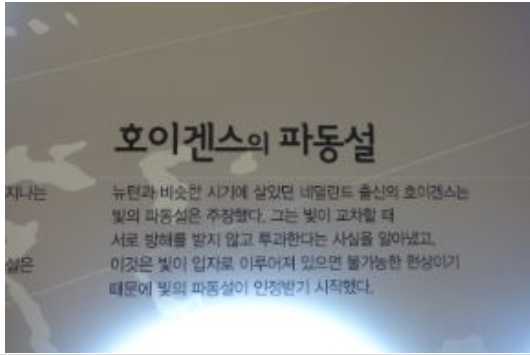
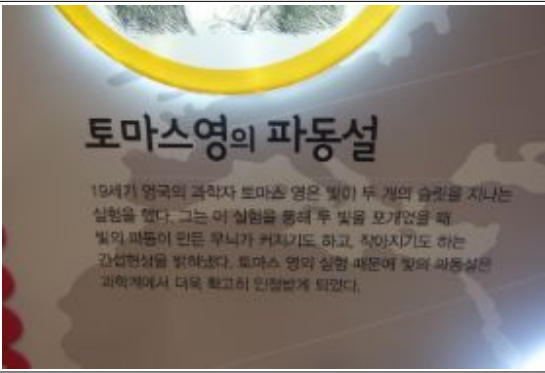
표 10. '빛을 연구한 과학자는?' 전시물에 반영된 과학의 본성 분석

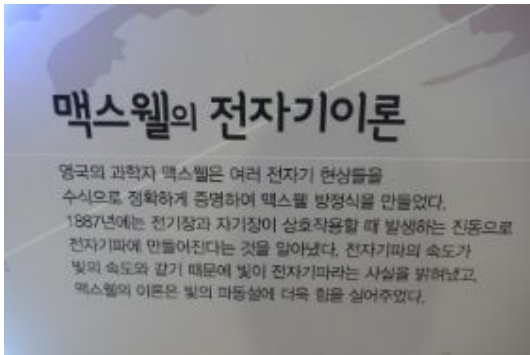


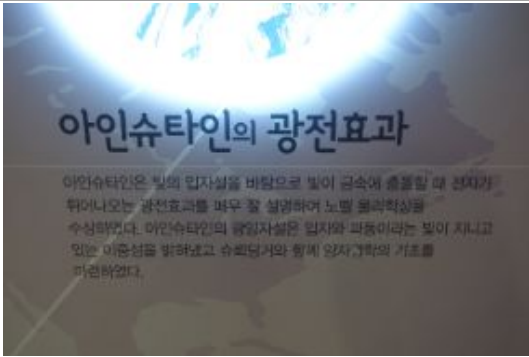
·전시물 위치 : 상설전시관 1관 1존 마지막

·전시물 설명 : '빛의 연구'주제의 마지막 전시물로서, 빛을 연구한 과학자를 연도별로 소개하고, 과학자들이 연구한 빛의 성질에 대한 내용으로 구성

#	NOS	View
1	<p>뉴턴의 입자설</p> <p>빛이 입자인가 파동인가에 대한 논쟁은 고대 그리스 시대부터 시작되었다. 만유인력의 법칙을 발견한 뉴턴은 빛이 각각의 색에 따라 서로 다른 크기의 입자로 되어 있다고 주장했다. 뉴턴의 명성 덕분에 입자설은 18세기까지 확고한 지지를 받았다.</p>	<p>만유인력의 법칙의 발견을 통해 빛이 각각의 색에 따라 서로 다른 크기의 입자로 되어있다고 주장하였다는 설명은 빛이라는 자연 현상을 관찰한 후, 빛이 각각의 색에 따라 서로 다른 크기의 입자로 되어 있을 것이라고 추측한 것이기 때문에, 과학 지식은 관찰 및 추론으로 이루어질 수 있다는 것을 암시적으로 알 수 있게 함.</p> <p>INF, IMP</p>

2	<p>호이겐스의 파동설</p>  <p>뉴턴과 비슷한 시기에 살았던 네덜란드 출신의 호이겐스는 빛의 파동설을 주장했다. 그는 빛이 교차할 때 서로 방해받지 않고 투과한다는 사실을 알아냈고, 이것은 빛이 입자로 이루어져 있으면 불가능한 현상이기 때문에 빛의 파동설이 인정받기 시작했다.</p> <p>뉴턴과 비슷한 시기에 살았던 네덜란드 출신의 호이겐스는 빛의 파동설을 주장했다. 그는 빛이 교차할 때 서로 방해를 받지 않고 투과한다는 사실을 알아냈고, 이것은 빛이 입자로 이루어져 있으면 불가능한 현상이기 때문에 빛의 파동설이 인정받기 시작했다.</p>	<p>호이겐스가 실험을 통해 빛이 교차할 때 서로 방해받지 않고 투과한다는 사실을 알아냈고, 이러한 검증 가능한 근거를 통해 빛이 파동이라는 추측을 통해 빛의 파동설이 인정받기 시작했다. 이 검증 가능한 근거에 의해 형성될 수 있다는 것을 암시적으로 알 수 있다.</p> <p>EMP, IMP</p>
3	<p>토마스영의 파동설</p>  <p>19세기 영국의 과학자 토마스 영은 빛이 두 개의 슬릿을 지나는 실험을 했다. 그는 이 실험을 통해 두 빛을 포개었을 때 빛의 파동이 만든 무늬가 커지기도 하고, 작아지기도 하는 간섭현상을 밝혀냈다. 토마스 영의 실험 때문에 빛의 파동설은 과학계에서 더욱 확고히 인정받게 되었다.</p> <p>19세기 영국의 과학자 토마스 영은 빛이 두 개의 슬릿을 지나는 실험을 했다. 그는 이 실험을 통해 두 빛을 포개었을 때 빛의 파동이 만든 무늬가 커지기도 하고, 작아지기도 하는 간섭현상을 밝혀냈다. 토마스 영의 실험 때문에 빛의 파동설은 과학계에서 더욱 확고히 인정받게 되었다.</p>	<p>토마스영의 빛이 두 개의 슬릿을 지나는 실험을 통해 두 빛을 포개었을 때 빛의 파동이 만든 무늬가 커지기도 하고, 작아지기도 하는 간섭현상을 밝혀내었다는 설명은, 과학 지식이 검증 가능한 근거를 바탕으로 이루어 질 수 있다는 것을 암시적으로 알게 함.</p> <p>EMP, IMP</p>

4	<p style="text-align: center;">맥스웰의 전자기이론</p>  <p>영국의 과학자 맥스웰은 여러 전자기 현상들을 수식으로 정확하게 증명하여 맥스웰 방정식을 만들었다. 1887년에는 전기장과 자기장이 상호작용할 때 발생하는 진동으로 전자기파에 만들어진다는 것을 알아냈다. 전자기파의 속도가 빛의 속도와 같기 때문에 빛이 전자기파라는 사실을 밝혀냈고, 맥스웰의 이론은 빛의 파동설에 더욱 힘을 실어주었다.</p>	<p>맥스웰이 여러 전자기 현상들을 수식으로 정확하게 증명하였다는 설명을 통해 맥스웰의 전자기 이론이 여러 전자기 현상들을 수식이라는 다양한 과학적 방법 중 하나로 증명하였다는 것이기 때문에, 과학적 지식이 과학적 방법으로 이루어진다는 것을 암시적으로 알 수 있다.</p> <p>MET, IMP</p> <p>맥스웰이 전기장과 자기장이 상호작용할 때 발생하는 진동으로 전자기파에 만들어 진다는 것을 알아내고, 전자기파의 속도가 빛의 속도와 같기 때문에 빛이 전자기파라는 사실을 밝혀냈다는 설명을 통해 과학이 검증 가능한 근거를 통해 이루어 질 수 있다는 것을 암시적으로 알 수 있다.</p> <p>EMP, IMP</p>
---	--	---

5	<p>아인슈타인의 광전효과</p>  <p>아인슈타인은 빛의 입자성을 바탕으로 빛이 금속에 충돌할 때 전자가 튀어나오는 광전효과를 매우 잘 설명하여 노벨 물리학상을 수상하였다. 아인슈타인의 광양자설은 입자와 파동이라는 빛이 지니고 있는 이중성을 밝혀냈고 슈뢰딩거와 함께 양자역학의 기초를 마련하였다.</p> <p>아인슈타인은 빛의 입자설을 바탕으로 빛이 금속에 충돌할 때 전자가 튀어나오는 광전효과를 매우 잘 설명하여 노벨 물리학상을 수상하였다. 아인슈타인의 광양자설은 입자와 파동이라는 빛이 지니고 있는 이중성을 밝혀냈고 슈뢰딩거와 함께 양자역학의 기초를 마련하였다.</p>	<p>아인슈타인은 빛의 입자설을 바탕으로 빛이 금속에 충돌할 때 전자가 튀어나오는 광전효과를 설명하였고, 이러한 광양자설은 입자와 파동이라는 빛이 지니고 있는 이중성을 밝혀냄으로써 양자역학의 기초를 마련했다는 설명을 통해 과학 지식이 검증 가능한 근거를 통해 이루어 질 수 있다는 것을 암시적으로 알 수 있다.</p> <p>EMP, IMP</p>
---	--	--

b. 과학관 NOS 프로그램의 목적 및 목표

전시관에서는 탐구하고, 이야기하고, 교감하는 모든 것들을 통해 ‘정해진 답’을 찾는 것이 아니라 ‘만들어가는 답’을 찾는 훈련의 기회를 가질 수 있으며(정원영 외, 2012), 더불어 과학의 본성에 관한 가치관 형성의 기회를 가질 수 있어야 한다. 우리가 살면서 만나는 수많은 문제들은 이런 비정형화된 답을 요구하며, 과학의 본성에 대한 가치관이 확립되어 있다면 도움이 되는 문제들이다. 따라서 관람객이 단순한 전시물 관람에만 그치지 않고, 과학의 본성을 직접 체험하여 익힐 수 있도록 전시물의 서사성과 맥락성을 활용하여 과학의 본성을 명시적으로 교수할 수 있는 과학의 본성 교육프로그램을 적용하여 관람객이 과학의 본성을 함양할 수 있도록 한다. 과학의 본성의 10가지 요소 중 ‘빛을 연구한 과학자는?’ 전시물에 명시적인 과학의 본성은 찾아볼 수 없었다. 이에 따라, ‘빛을 연구한 과학자는?’ 전시물을 활용하여 ‘관찰과 추론’, ‘검증 가능한’, ‘이론의 본성’, ‘법칙의 본성’, ‘과학적 방법’, ‘사회적 합의’의 6가지 과학의 본성 요소를 명시적으로 반영함에 따라 관람객들이 위의 6가지 과학의 본성을 함양할 수 있도록 한다.

2. 과학관 전시 기반 NOS 교육프로그램 적용

과학관 전시 기반 NOS 교육 프로그램은 연구의 전 과정을 모두 이해하고 있는 과학교육전공 교수 및 연구자가 함께 진행하였고, 프로그램 참여자들의 연구 동의를 얻은 후 프로그램 투입 전 과정은 녹취되었다. 과학관 전시 기반 NOS 교육 프로그램은 2016년 11월 한 달간 주말마다 오후 1시부터 5시까지 진행되었고, 참여자들에게 과학의 본성 이해를 위해 실시한 연극은 총 4주, 32시간에 걸쳐 이루어졌다. 개발한 과학관 전시 기반 NOS 교육 프로그램의 효과를 알아보기 위해 프로그램 투입 전·후에 과학의 본성(NOS) 검사를 실시하였고, 프로그램 투입 후에 비구조화된 인터뷰를 실시하였다. 다음은 국립G과학관에서 적용한 과학관 전시물 기반 NOS 교육프로그램 활동 및 적용 모습이다.



그림 1. 과학관 전시물 기반 과학의 본성 프로그램 활동 적용 사진

a. 프로그램 적용 대상

개발된 과학관 전시 기반 NOS 교육 프로그램은 2016년 11월 한 달 동안 주말마다 국립G과학관의 해당 전시물 앞에서 실시하였으며, 총 400명을 대상으로 투입하였다. 투입 대상은 평균 연령 8세의 관람객이었다.

b. 검사 도구

개발된 프로그램 적용 전과 후의 검사와 개별 인터뷰를 위한 면담까지 소요 시간은

총 30분이었고, 면담 내용은 연구 대상의 동의하에 녹음 되었고, 사후에 분석을 위해 전사하였다. 프로그램 개별 전과 후에 투입한 과학의 본성 검사도구는 아래와 같다.

표 11. 과학관 전시 기반 NOS 교육 프로그램 적용 사전 검사지

과학에 대한 여러분의 의견을 듣습니다~!

과학에 대한 여러분의 생각에 해당하는 번호를 골라주세요~!

성별 : 여자 / 남자 연령(나이) :

1. 과학은 변할 수도 있다.
 ① 그렇다. ② 아니다. ③ 잘 모르겠다.
2. 과학자는 창의적인 상상력으로 자신만의 생각을 통해 과학을 한다.
 ① 그렇다. ② 아니다. ③ 잘 모르겠다.
3. 과학은 사회, 문화적인 영향을 받는다.
 ① 그렇다. ② 아니다. ③ 잘 모르겠다.
4. 과학은 실험 등의 여러 가지 과학적 방법을 통해 이루어진다.
 ① 그렇다. ② 아니다. ③ 잘 모르겠다.
5. 과학은 관찰한 결과를 통해 추측하여 이루어질 수 있다.
 ① 그렇다. ② 아니다. ③ 잘 모르겠다.
6. 과학에서 이론은 어떤 현상이 왜 일어나는지 설명한 것이다.
 ① 그렇다. ② 아니다. ③ 잘 모르겠다.
7. 과학에서 법칙은 실험이나 관찰을 통해 사실로 증명된 것이다.
 ① 그렇다. ② 아니다. ③ 잘 모르겠다.

표 12. 과학관 전시 기반 NOS 교육 프로그램 적용 사후 검사지

과학에 대한 여러분의 의견을 듣습니다~!

빛을 연구한 과학자에 대한 연극을 잘 보셨나요~? 연극을 들은 후 과학에 대한 여러분의 생각에 해당하는 번호를 골라주세요~!

성별 : 여자 / 남자 연령(나이) :

1. 과학은 변할 수도 있다.
 ① 그렇다. ② 아니다. ③ 잘 모르겠다.
2. 과학자는 창의적인 상상력으로 자신만의 생각을 통해 과학을 한다.
 ① 그렇다. ② 아니다. ③ 잘 모르겠다.
3. 과학은 사회, 문화적인 영향을 받는다.
 ① 그렇다. ② 아니다. ③ 잘 모르겠다.
4. 과학은 실험 등의 여러 가지 과학적 방법을 통해 이루어진다.
 ① 그렇다. ② 아니다. ③ 잘 모르겠다.
5. 과학은 관찰한 결과를 통해 추측하여 이루어질 수 있다.
 ① 그렇다. ② 아니다. ③ 잘 모르겠다.
6. 과학에서 이론은 어떤 현상이 왜 일어나는지 설명한 것이다.
 ① 그렇다. ② 아니다. ③ 잘 모르겠다.
7. 과학에서 법칙은 실험이나 관찰을 통해 사실로 증명된 것이다.
 ① 그렇다. ② 아니다. ③ 잘 모르겠다.

IV. 연구 결과

본 연구는 과학관 전시물의 과학의 본성의 반영 정도와 수준 및 특징을 알아보고 이를 통해 분석된 과학관의 과학의 본성을 보완하기 위한 방향을 제시하고, 과학의 본성 교육 프로그램을 개발 및 적용하여, 그 타당도 및 효과를 보기 위함이다. 이를 위해 본 장에서는 먼저 과학관 전시물의 과학의 본성이 어떻게 반영 되어 있는지 과학관의 전시 주제별로 나누어 연구자가 개발한 NOSAT_ISM을 통해 과학의 본성 포함 정도를 분석하였다. 분석에 사용한 과학의 본성 용어는 약어를 사용하였으며, 표 13은 과학의 본성 분석에 사용된 약어의 설명이다.

표 13. 과학의 본성 분석 약어

약어	한글	설명
EMP	검증 가능한	과학은 검증 가능한 근거로 이루어진다.
TEN	잠정적인	과학은 변할 수 있는 잠정성을 가진다.
THE	이론의 본성	이론은 자연 현상에 대한 설명이 유추된 것이다.
LAW	법칙의 본성	법칙은 관찰되거나 감지되어진 자연 현상들의 관계를 설명한다.
CRT	창의적, 상상력	과학 지식은 창의적인 상상력에 의해 창조되어진다.
INF	관찰과 추론	과학은 관찰과 추론에 입각하여 이루어진다.
SUB	주관적인	과학은 개인의 가치, 사전 경험이 영향을 미친다.
SSC	사회문화적인	과학은 인간의 활동인 사회와 경험된 문화에 의해 영향을 받는다.
STS	사회적 합의, 과학기술사회의 관계	과학은 기술과 사회와 서로 영향을 주고받으며, 사회적인 합의를 통해 이루어진다.
MET	과학적 방법	과학은 다양한 과학적 방법으로 이루어진다.

A. 과학관의 과학의 본성 반영 정도 분석

본 연구에서는 국내 과학관 4곳의 전시물의 과학의 본성 반영정도를 알아보기 위해 연구자가 개발한 NOSAT_ISM을 통해 S자연사박물관, M자연사박물관, 국립G과학관, 국립J과학관의 전시물을 분석하였다. 전시물의 과학의 본성을 분석하는 데에 매체를 구분하였는데, 이는 매체별로 나타나는 특징을 보기 위함이다. 각 과학관의 주제별로 S자연사박물관, M자연사박물관, 국립G과학관, 국립J과학관의 순서로 전시물의 과학의 본성을 분석하였다.


1. S자연사박물관

S자연사박물관의 상설전시관은 3개의 관으로 구성되어있으며, 3층부터 관람이 시작되는 동선으로, 3층 지구환경관, 2층 생명진화관, 1층 인간과자연관 순으로 이어진다.

a. 지구환경관

지구환경관은 총 8개의 레퍼런스로 구성되어 있으며, 크게 천문 주제의 전시와 지질 주제의 전시로 나눌 수 있다. 천문 주제의 전시는 레퍼런스1 지구의 탄생, 레퍼런스2 지구의 구조, 레퍼런스3 태양계이며, 지질 주제의 전시는 레퍼런스4 역동하는 지구, 레퍼런스5 지질한상, 레퍼런스6 동굴 속 탐험, 레퍼런스7 광물과 암석, 레퍼런스8 한반도 자연사 기행으로 이루어져있다. 이 중에서 과학의 본성이 나타난 레퍼런스는 천문 주제인 레퍼런스2 지구의 구조, 레퍼런스3 태양계와 지질 주제인 레퍼런스4 역동하는 지구, 레퍼런스6 동굴 속 탐험, 레퍼런스7 광물과 암석, 레퍼런스8 한반도 자연사 기행이다. 이를 분석한 결과의 샘플은 아래 표와 같다.

표 14. 판구조론 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표


N O S	INF, EMP	R_2, T_3	E_T	EXP, IMP
<p>사 진</p>				
<p>1</p> <p>전 사</p>	<p>1. 심화 - 대륙이동설</p> <p>1) 대륙이동설이란? : 1900년대 초, 독일의 학자 베게너를 비롯한 여러 학자들은 남아메리카와 아프리카 대륙의 해안선을 맞춰보면 퍼즐처럼 잘 맞는다는 것을 알게 되었습니다. 학자들은 원래는 한 덩어리였던 대륙이 분리되고 이동하여 오늘날과 같은 대륙 분포의 모습을 하게 되었다는 ‘대륙이동설’을 주장하였습니다.</p> <p>대륙이동설의 증거 버튼을 누르시면 설명이 나타납니다.</p> <p>① 빙하 ② 화석 ③ 지층</p> <p>① 대륙이동설 증거 - 빙하 : 오늘날의 남아메리카, 아프리카, 인도, 호주지역에서 과거 빙하의 흔적이 발견됩니다. 과거에는 추운 극지방에 있던 대륙이 오늘날의 위치로 이동했음을 알 수 있습니다.</p> <p>② 대륙이동설 증거 - 화석 : 글로소프테리스 등의 과거 양치식물 화석이 서로 떨어져있는 아메리카, 아프리카, 인도, 호주 남극에서 발견됩니다. 남아메리카와 아프리카 지역에서 발견되는 메소사우루스를 포함하여 몇몇 파충류 화석들이 서로 떨어진 대륙에서 발견됩니다. 과거의 이 대륙들은 하나의 대륙에서 인접했었음을 알 수 있습니다. (글로소프테리스, 시노그나투스, 리스트로사우루스, 메소사우루스)</p> <p>③ 대륙이동설 증거 - 지층 : 북아메리카의 동부와 유럽지역 산맥의 지질학적인 유사성을 포함하여 서로 떨어진 대륙에서 동일한 지층이 발견됩니다. (20억년 전 암석, 4억 5천만년 전 산맥)</p>			

	<p>2. 3억년 전의 세계지도 : 베게너는 대륙이동설을 통해 2~3억년 전에는 대륙들이 하나의 거대한 초대륙으로 합쳐져 있었다고 주장하며, 이 대륙을 ‘판게아(pangaea)’라고 하였습니다. 베게너의 주장 이후에 과학자들은 판게아 이전에도 대륙이 분리되고 합치는 과정을 반복하며 여러 번의 초대륙이 있었음을 발견했습니다.</p> <p><3억년 전의 세계지도>를 누르면 자세히 보실 수 있습니다.</p>
해 석	<p>관찰과 추론.</p> <p>학자들이 남아메리카와 아프리카 대륙의 해안선을 맞춰보니 퍼즐처럼 잘 맞는 것을 알게 되었고, 이를 통해 원래 한 덩어리였던 대륙이 분리, 이동하여 오늘날과 같은 대륙 분포의 모습을 하게 되었을 것이라고 추론하여 ‘대륙이동설’을 주장하였다는 것을 명시적으로 알 수 있음.</p> <p>INF, EXP</p> <p>검증가능한.</p> <p>베게너가 어떤식으로 현재 대륙이동설을 주장하였는지 빙하, 화석, 지층이라는 증거를 제시하며 설명함으로써 과학적 지식이 검증 가능한 근거를 통해 이루어진다는 것을 알 수 있다.</p> <p>EMP, IMP</p>

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 감정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 14에 나타난 전시물은 판구조론에 대한 전시물로, 레퍼런스2 지구의 구조 중 세 번째 주제(토픽3) 판구조론에 해당하는 전시물이다. 관람객이 화면을 터치하면 내용이 나오는 터치 패널 매체로 이루어져있다. 대륙이동설이 나오게 된 과학자들의 과정을 명시적으로 제시하여, 과학의 관찰과 추론성을 나타내고 있다. 또한, 베게너가 어떤 식으로 현재 대륙이동설을 주장하였는지 검증 가능한 근거를 제시하여 설명함으로써 과학이 검증 가능한 근거를 통해 이루어진다는 것을 암시적으로 나타내고 있다.


표 15. 지구의 내부구조 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표

N O S	EMP, MET	R_2, T_4	V_G	EXP
2				
사 진				
전 사	<p>그러면 어떻게 지구 내부 물질을 알 수 있었을까요? 과학자들은 보이지 않는 지구 속을 관찰하기 위해 지진파를 사용했습니다. 지진파는 지구 내부를 통과하면서 속도가 변화하는데, 그 속도가 어떻게 바뀌는가를 연구하여 지진파가 이동중에 부딪히는 물질의 성질을 알아 낼 수 있습니다. 지진파 중 P파는 고체, 액체 모두를 통과할 수 있습니다. 그러나 S파는 고체만 통과할 수 있으며, 액체는 통과할 수 없습니다. 이 S파를 통해 지구의 외핵이 액체임을 알아낼 수 있었습니다. 평화로운 듯 보이는 지구. 그 속에서 다양한 특징을 가진 내핵, 외핵, 맨틀, 지각이 끊임 없이 상호작용을하며 지구의 변화를 만들어가고 있습니다.</p>			
해 석	<p>과학자들이 지구 내부 구조를 지진파를 사용하여 알아 낼 수 있었다는 검증 가능한 근거를 제시하며, 과학자들이 사용한 과학적 방법을 제시함.</p> <p>EMP, MET, EXP</p>			

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 잠정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 15에 나타난 전시물은 지구의 내부 구조에 관한 전시물로, 레퍼런스2 지구의 구조 중 네 번째 주제(토픽4)인 지구의 대기와 해양에 해당하는 전시물이다. 반 구 형태의 조형물에 영상이 나타나는 글러브영상 매체로 이루어져있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 과학자들이 지구 내부의 구조를 어떤 방법으로 알아내었는지, 검증 가능한 근거를 제시하였기 때문에, 과학적 방법을 명시적으로 알 수 있으며, 과학이 검증 가능한 근거를 통해 이루어진다는 것을 명시적으로 나타내고 있다.

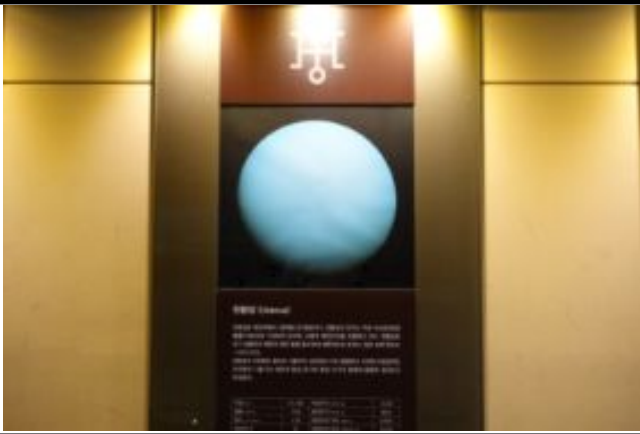
표 16. 해왕성 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표

N O S	EMP	R_3, T_1	E_I	EXP																
사 진																				
3 전 사	<p>1. 태양계 행성 기호 2. 해왕성 사진 3. 해왕성(Neptune)</p> <p>해왕성은 거대한 크기의 가스행성으로서, 적도 직경은 49,500km이고, 그 부피는 지구의 거의 60배에 달한다. 대기의 조성은 천왕성과 매우 비슷하여 수소(80%)와 헬륨(19%)이 주를 이루고 소량의 메탄(1.5%)이 포함되어 있다. 대기 중에 있는 메탄으로 인해 해왕성은 푸른색으로 보인다. 표면온도는 -220°C로 모든 물질이 고체 상태로 얼어붙어있다.</p> <p>해왕성에서는 매우 강한 바람, 시속 수백 km의 폭풍, 밝은 색의 구름 등이 관찰되어 대기가 활발하게 움직이고 있음을 알 수 있다. 해왕성은 좁고 희미한 4개의 고리를 갖고 있다.</p> <table border="1" data-bbox="411 1236 1225 1452"> <tr> <td>직경(km)</td> <td>49,500</td> <td>자전주기(지구의 일)</td> <td>0.67</td> </tr> <tr> <td>질량(지구=1)</td> <td>17.1</td> <td>공전주기(지구의 년)</td> <td>164.9</td> </tr> <tr> <td>밀도g/cm^3 (물=1)</td> <td>1.64</td> <td>태양과의 거리(백만km)</td> <td>4,500</td> </tr> <tr> <td>위성의 수</td> <td>14</td> <td>태양과의 거리(천문단위, AU)</td> <td>30.06</td> </tr> </table>				직경(km)	49,500	자전주기(지구의 일)	0.67	질량(지구=1)	17.1	공전주기(지구의 년)	164.9	밀도 g/cm^3 (물=1)	1.64	태양과의 거리(백만km)	4,500	위성의 수	14	태양과의 거리(천문단위, AU)	30.06
직경(km)	49,500	자전주기(지구의 일)	0.67																	
질량(지구=1)	17.1	공전주기(지구의 년)	164.9																	
밀도 g/cm^3 (물=1)	1.64	태양과의 거리(백만km)	4,500																	
위성의 수	14	태양과의 거리(천문단위, AU)	30.06																	
해 석	<p>해왕성의 특징을 측정을 통해 검증 가능한 근거를 통해 과학적 지식으로 제시하였다.</p> <p>EMP, EXP</p>																			

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 잠정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 16에 나타난 전시물은 태양계 중 해왕성에 관한 전시물로, 레퍼런스3 태양계 중 첫 번째 주제(토픽1)인 태양계에 해당하는 전시물이다. 태양계 행성의 기호와 해왕성의 사진, 그리고 관련 글이 적어져있는 패널 매체로 이루어져있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 해왕성의 크기와 부피, 대기의 조성 등의 특징을 측정을 통해 검증 가능한 근거를 제시하였다. 과학이 검증 가능한 근거를 통해 이루어진다는 것을 명시적으로 나타내고 있다.


표 17. 천왕성 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표

N O S	EMP, INF	R_3, T_1	E_I	EXP, IMP																
사 진																				
4 전 사	<p>1. 태양계 행성 기호 2. 천왕성 사진 3. 천왕성(Uranus)</p> <p>천왕성은 태양계에서 3번째로 큰 행성이다. 천왕성의 대기는 주로 수소(83%)와 헬륨(15%)으로 구성되어 있으며, 소량의 메탄(2%)을 포함하고 있다. 천왕성은 대기 상층부의 메탄이 붉은 빛을 흡수하여 청록색으로 보인다. 평균 표면 온도는 -120°C이다.</p> <p>천왕성의 자전축은 옆으로 기울어져 공전면과 거의 평행한데, 이러한 비정상적인 자전축의 기울기는 태양계 형성 초기에 행성 크기의 물체와 충돌한 결과라고 추정된다.</p> <table border="1" data-bbox="425 1197 1210 1397"> <tr> <td>직경(km)</td> <td>51,100</td> <td>자전주기(지구의 일)</td> <td>-0.72</td> </tr> <tr> <td>질량(지구=1)</td> <td>14.5</td> <td>광도(등급)</td> <td>84.0</td> </tr> <tr> <td>밀도g/cm^3 (물=1)</td> <td>1.32</td> <td>표면온도(K)</td> <td>2,870</td> </tr> <tr> <td>나이(억년)</td> <td>27</td> <td>중심부 온도(K)</td> <td>19.18</td> </tr> </table>				직경(km)	51,100	자전주기(지구의 일)	-0.72	질량(지구=1)	14.5	광도(등급)	84.0	밀도 g/cm^3 (물=1)	1.32	표면온도(K)	2,870	나이(억년)	27	중심부 온도(K)	19.18
직경(km)	51,100	자전주기(지구의 일)	-0.72																	
질량(지구=1)	14.5	광도(등급)	84.0																	
밀도 g/cm^3 (물=1)	1.32	표면온도(K)	2,870																	
나이(억년)	27	중심부 온도(K)	19.18																	
해 석	<p>천왕성의 자전축이 비정상적인 기울기를 가지고 있어 공전면과 거의 평행하다는 사실을 근거를 통해 제시하였다.</p> <p>EMP, EXP</p> <p>자전축이 비정상적으로 기울어져 있는 이유를 태양계 형성 초기에 행성 크기의 물체와 충돌한 결과라고 추론하여 암시적으로 과학적 지식의 관찰, 추론성에 대해 알 수 있다.</p> <p>INF, IMP</p>																			

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 잡정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력,
 INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법,
 R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 17에 나타난 전시물은 태양계 중 천왕성에 관한 전시물로, 레퍼런스3 태양계 중 첫 번째 주제(토픽1)인 태양계에 해당하는 전시물이다. 태양계 행성의 기호와 천왕성의 사진, 그리고 관련 글이 적어져있는 패널 매체로 이루어져있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 천왕성에 대한 설명 중 천왕성의 자전축이 옆으로 기울어져 공전면과 거의 평행한 것을 통해 천왕성의 자전축이 비정상적인 기울기를 가지고 있기 때문이라는 검증 가능한 근거를 제시함으로써, 과학이 검증 가능한 근거를 통해 이루어진다는 것을 명시적으로 제시하였다. 또한, 천왕성의 자전축이 비정상적으로 기울어져 있는 것은 태양계 형성 초기에 행성 크기의 물체와 충돌한 결과라고 추측함으로써, 과학이 관찰과 추론으로 이루어진다는 것을 암시적으로 나타내었다.

표 18. 명왕성 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표

N O S	EMP, INF, MET, TEN	R_3, T_1	E_I	EXP																
사 진																				
5	<p>1. 태양계 행성 기호 2. 명왕성 사진(명왕성 상상도, 명왕성 허블 우주망원경 촬영 사진, 샤론 허블 우주망원경 촬영 사진) 3. 명왕성(Pluto)</p> <p>지금까지 태양계의 마지막 행성으로 알려져 왔던 명왕성은 그 직경이 우리 달의 3분의 2 정도밖에 되지 않을 정도로 매우 작은 행성이다. 명왕성은 50~75%를 차지하는 암석이 얼음과 혼합되어 있다고 추정된다. 얼음으로 덮인 표면은 대부분이 질소(98%)로 이루어져 있으며, 메탄과 일산화탄소도 존재한다. 평균 표면온도는 -230°C이다. 명왕성은 태양계의 가장 바깥에 있는 행성이므로 공전속도가 가장 느리고, 궤도도 가장 커서 공전주기가 가장 길다. 그러나 궤도 이심률이 매우 크기 때문에 249년의 공전주기 중 20년은 해왕성의 궤도 안쪽으로 들어온다. 2006년 8월 24일 국제천문연맹은 명왕성을 태양계 행성에서 제외하고 '소행성 134340'이라는 새로운 이름을 부여하였다.</p> <table border="1" data-bbox="421 1387 1218 1662"> <tbody> <tr> <td>직경(km)</td> <td>2,300</td> <td>자전주기(지구의 일)</td> <td>6.39</td> </tr> <tr> <td>질량(지구=1)</td> <td>0.0021</td> <td>공전주기(지구의 년)</td> <td>248.1</td> </tr> <tr> <td>밀도g/cm^3 (물=1)</td> <td>2.03</td> <td>태양과의 거리(백만km)</td> <td>5,900</td> </tr> <tr> <td>위성의 수</td> <td>1</td> <td>태양과의 거리(천문단위, AU)</td> <td>39.44</td> </tr> </tbody> </table>				직경(km)	2,300	자전주기(지구의 일)	6.39	질량(지구=1)	0.0021	공전주기(지구의 년)	248.1	밀도 g/cm^3 (물=1)	2.03	태양과의 거리(백만km)	5,900	위성의 수	1	태양과의 거리(천문단위, AU)	39.44
직경(km)	2,300	자전주기(지구의 일)	6.39																	
질량(지구=1)	0.0021	공전주기(지구의 년)	248.1																	
밀도 g/cm^3 (물=1)	2.03	태양과의 거리(백만km)	5,900																	
위성의 수	1	태양과의 거리(천문단위, AU)	39.44																	
전 사																				

해 석	<p>명왕성의 표면이 얼음으로 덮여있고, 질소, 메탄, 일산화탄소로 이루어져 있으며 표면 온도가 영하 230도라는 과학적 지식을 측정을 통해 검증 가능한 근거로 제시하였고, 이를 통해 암석이 얼음과 혼합되어 있다고 추론하였다.</p> <p>EMP, INF, EXP</p> <p>태양계의 행성이었던 명왕성을 태양계 행성에서 제외하고 소행성이라는 새로운 이름을 부여했다는 것을 통해 행성을 어떻게 구분하는지, 과학적 방법을 통해 과학적 지식이 바뀔 수 있다는 것을 알 수 있다.</p> <p>MET, TEN, EXP</p>
-----	--

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 감정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 18에 나타난 전시물은 태양계 중 명왕성에 관한 전시물로, 레퍼런스3 태양계 중 첫 번째 주제(토픽1)인 태양계에 해당하는 전시물이다. 태양계 행성의 기호와 명왕성의 사진, 그리고 관련 글이 적어져있는 패널 매체로 이루어져있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 명왕성의 표면을 구성하는 요소들과 표면 온도를 통해 명왕성을 구성하는 암석이 얼음과 혼합되어 있을 것이라고 추측하였는데, 이는 과학적 지식을 측정을 통해 검증 가능한 근거로 제시한 것으로, 과학이 관찰과 추론, 검증 가능한 근거를 통해 이루어 진다는 것을 명시적으로 나타내었다. 또한, 태양계의 행성이었던 명왕성을 태양계 행성에서 제외하고 소행성으로 분류하였다는 것을 통해, 과학은 영원한 것이 아니라 바뀔 수 있는 잠정성을 가진 다는 것과, 행성을 어떻게 구분하는지에 대한 과학적 방법을 제시함으로써 과학이 과학적 방법을 통해 이루어진다는 것을 명시적으로 나타내었다.


천문 주제의 전시물에서는 “검증 가능한” 과학의 본성이 10건, “관찰과 추론”의 과학의 본성이 4건, “과학적 방법” 과학의 본성이 3건, “감정적인” 과학의 본성이 1건 분석되었다. 이 중 명시적인 과학의 본성이 13건, 암시적인 과학의 본성이 5건 분석되었다. 천문 주제의 전시물은 그 안에서 다시 한 번 주제별로 나뉘는데, 과학의 본성이 발견된 주제는 『지구의 구조』와 『태양계』였다.

레퍼런스2 『지구의 구조』에서는 「지구의 탄생과 운석」 주제의 전시에서 명시적인 “관찰과 추론(INF)” 과학의 본성이 1개, 암시적인 “검증 가능한(EMP)”이 1개, 암시

적인 “과학적 방법(MET)”이 1개로 분석되었다. 또, 「지구의 대기와 해양」 주제의 전시에서는 명시적인 “검증 가능한(EMP)”이 1개, 명시적인 “과학적 방법(MET)”이 1개로 분석되었다. 레퍼런스3 『태양계』에서는 「태양계」 주제의 전시에서 명시적인 “관찰과 추론(INF)”가 2개, 암시적인 “관찰과 추론(INF)”가 1개, 명시적인 “검증 가능한(EMP)”이 6개, 암시적인 “검증 가능한(EMP)”이 2개, 명시적인 “잠정적인(TEN)”이 1개, 명시적인 “과학적 방법(MET)”이 1개로 분석되었다. 태양계의 전시물이 비교적 다양한 과학의 본성 요소를 가지고 있었으며, 명시적인 과학의 본성이 많았다는 것이 특징적이라고 할 수 있겠다.

다음은 지질 파트의 전시물의 과학의 본성을 분석한 분석표이다.

표 19. 화산의 종류 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표


N O S	EMP	R_4, T_1	E_T	EXP
<p>사 진</p>				
<p>1</p> <p>전 사</p>	<p>1. 순상화산 Shield Volcano 마우나로아 화산(Mauna Loa) 순상화산은 방패처럼 먼지는 평평하고 넓적하면서 높이는 낮은 둥그스름한 모양으로 생겼다. 순상화산은 현무암 용암에 의해 만들어진 화산으로 현무암 용암은 점성이 작아 뜨거운 시럽처럼 빠른 속도로 흘러내리고 순식간에 넓게 퍼져 나가는 용암이다. 흐르는 속도도 빨라서 굳어질 때까지 100km이상까지도 흘러간다. 대부분의 순상화산에는 주요 분화구뿐만 아니라 기생화산이라고 불리는 여러 개의 분화구들이 있다. 이러한 분화구들이 있기 때문에 완만한 방패 모양을 이루게 된 것이다. 하와이 빅아일랜드의 킬라우에아 그리고 제주도는 대표적인 순상화산이다.</p> <p>2. 성층화산 Strato Volcano 세인트헬레나 화산(Mount St. Helens) 성층화산은 순상화산과 달리 점성이 중간 정도의 끈적끈적한 안산암 용암을 내뿜는다. 그래서 아주 천천히 흘러내리고, 주변화구에서 폭발한 뒤 비교적 빠른 시간 안에 굳어버린다. 때로는 무척 격렬한 폭발이 일어나기도 한다. 이 때 분출된 화산 자갈과 화산암과 같은 화성 쇄설물은 용암과 함께 교대로 겹쳐지면서 화산의 모양을 만들어 낸다. 성층화산은 대부분 하나의 주변화구를 갖고 있고, 꼭대기로 올라갈수록 경사가 급해지는 뾰족한 원뿔 모양으로 생겼다.</p>			

	<p>대표적인 화산으로 일본의 후지산, 미국의 세인트헬레나 화산 등이 있다.</p> <p>3. 용암돔 Lava dome</p> <p>제주도 산방산</p> <p>점성이 매우 큰 용암이 화도 근처에서 식어 암석화 되면서 돔의 형태로 형성된 화산으로 둥글고 측면 경사가 급하다.</p> <p>마그마가 뿜어 나오는 화도가 하나이다. 이 화도에서 나오는 용암은 매우 끈적끈적해서 화도 위에 쌓인다.</p> <p>이렇게 쌓인 용암은 용암돔을 형성하고 흘러나오는 용암은 빨리 식어서 경사가 매우 가파른 중 모양의 화산을 만든다.</p> <p>제주도의 산방산, 일본 우수산의 쇼와신산 등이 마치 종을 얹어놓은 것과 같은 모양을 나타내므로 중상화산이라고 부른다.</p>
해 석	<p>화산의 종류(순상화산, 성층화산, 용암돔)에 대해서 용암의 특징, 암석의 종류, 분화구, 대표적인 화산 등을 검증 가능한 근거들을 가지고 설명했다.</p> <p>EMP, EXP</p>

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 감정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 19에 나타난 전시물은 화산의 종류에 관한 전시물로, 레퍼런스4 역동하는 지구 중 첫 번째 주제(토픽1)에 해당하는 전시물이다. 관람객이 화면을 터치하면 내용이 나오는 터치 패널 매체로 이루어져있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 순상화산, 성층화산, 용암돔 등 화산의 종류에 대해서 용암의 특징, 암석의 종류 등을 검증 가능한 근거들을 가지고 설명했다는 점에서 과학이 검증 가능한 근거로 이루어져 있다는 것을 명시적으로 나타내었다.

표 20. 석회암동굴의 생성과정 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표


N O S	MET	R_6, T_2	E_G	EXP
사 진				
전 사	<p>1. 석회암동굴은 석회암층 내에서 흐르는 지하수의 물리적인 작용과 화학적 작용에 의하여 만들어진 동굴이다. 지하수가 석회암 지대를 따라 이동할 때 석회암을 녹여서 석회암동굴을 형성한다.</p> <p>2. 용해과정</p> <p>3. $CaCO_3 + H_2O + CO_2 \leftrightarrow Ca^{+2} + 2HCO_3^-$</p> <p>4. 석회암동굴 생성 과정</p> <p>① 석회암 지대에 내리는 빗물과 지하를 흐르는 지하수가 만나면서 지하수면 근처에 동굴이 만들어지기 시작한다.</p> <p>② 석회암이 계속 녹으면서 지하수가 흐르는 길을 따라 동굴이 넓어진다.</p> <p>③ 동굴 주위의 계곡이 깊어지면서 지하수면의 높이가 낮아지면 땅 아래 깊은 곳에 여러 층의 복잡한 동굴들이 생긴다.</p>			
해 석	<p>과학적 방법을 통해 석회암 동굴의 용해과정을 화학식으로 표현하였다.</p> <p>MET, EXP</p>			

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 잠정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 20에 나타난 전시물은 석회암동굴의 생성과정에 관한 전시물로, 레퍼런스6 동굴 속 탐험 중 두 번째 주제(토픽2)에 해당하는 전시물이다. 석회암 동굴의 사진과 형성 과정을 그림으로 나타낸 그래픽 매체로 이루어져있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 석회암 동굴이 만들어지는 과정인 석회암의 용해과정을 과학 식

으로 표현함으로써, 과학적 방법으로 표현하였다. 이를 통해 과학이 과학적 방법을 통해 형성된다는 것을 나타내었다.

표 21. 운석 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표

N O S	EMP	R_7, T_1	E_G	IMP
사 진				
3 전 사	<p>1. 소행성, 행성, 유성 등 지구 밖의 물체가 지상에 떨어진 것을 말한다. 운석은 그 성분에 따라서 세 가지로 구분된다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 운철 : 주로 철-니켈로 이루어져 있고, 소량의 트로일라이트, 슈라이버자이트, 코헤나이트, 흑연, 다이아몬드가 들어 있다. - 석철질운석 : 철-니켈과 규산염광물이 서로 비슷한 양으로 들어있는 운석이다. 규산염은 주로 감람석, 브론자이트, 장석 및 유리질 물질로 이루어져 있다. - 석질운석 : 주로 감람석, 장석, 휘석으로 이루어져 있고, 소량의 트로일라이트, 자철석, 크롬철석, 다이아몬드 및 유리질이 들어있다. 석질운석은 둥글거나 불규칙한 형태의 입자를 갖는 구립운석(chondrite)와 입자를 가지지 않는 비구립운석(achondrite)로 나뉜다. <p>2. 철질 운석 표본 운석 아르헨티나</p>			
해 석	<p>운석을 성분에 따라 구분한 내용으로, 운석 성분은 검증 가능한 것이기 때문에, 과학적 지식은 검증 가능한 근거가 있어야 한다는 것을 암시적으로 알 수 있음.</p> <p>EMP, IMP</p>			

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 감정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 21에 나타난 전시물은 운석에 관한 전시물로, 레퍼런스7 광물과 암석 중 첫 번째 주제(토픽1)에 해당하는 전시물이다. 운석의 실물 표본과 함께 운석의 사진과 설명이 들어간 그래픽 매체로 이루어져있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 운석을 검증 가능한 성분에 따라 구분함으로써 과학적 지식이 검증 가능한 근거를 통해 이루어진다는 것을 암시적으로 나타내었다.


표 22. 편광의 원리와 편광현미경의 구조 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표

	N O S	MET	R_7, T_1	E_I	IMP
	사				
4	전	<p>편광현미경으로 암석을 관찰할 때는 빛이 통과할 수 있도록 0.03mm의 두께로 암석을 얇게 갈아서 유리판에 붙여 만든 박편을 이용한다.</p> <p>편광현미경이라고 불리는 이유는 편광판을 사용하기 때문인데, 편광판을 통과한 빛은 한쪽 방향으로만 진동한다.</p> <p>편광현미경에는 두 개의 편광판(상부니콜·하부니콜)이 장착되어 있는데 하부니콜은 진후 방향으로 진동하는 평면편광으로 빛을 통과시키고 상부니콜은 좌우 방향으로 진동하는 빛만을 통과시킨다.</p> <p>편광현미경에 박편을 설치한 후 빛이 박편을 통과할 때 암석에 포함된 각각의 광물에 따라 빛의 이동경로가 달라지면서 나타나는 다양한 색을 관찰하면 어떤 광물이 들어있는지 알 수 있다.</p>			
	해	<p>일반적으로 관찰할 수 없는 암석을 관찰할 수 있는 편광현미경에 대한 설명으로, 과학적 방법을 알 수 있음.</p> <p>MET, IMP</p>			

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 감정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 22에 나타난 전시물은 편광의 원리와 편광현미경의 구조에 관한 전시물로, 레퍼런스7 광물과 암석 중 첫 번째 주제(토픽1)에 해당하는 전시물이다. 편광의 원리와 편광현미경의 구조를 글로 설명한 설명식패널 매체로 이루어져있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 일반적으로 관찰할 수 없는 암석을 관찰할 수 없는, 과학적인 방법을 사용한 관찰인 편광현미경을 통한 관찰에 대한 설명으로, 이를 통해 과학이 과학적 방법을 통해 이루어진다는 것을 암시적으로 나타내었다.

표 23. 고생대 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표

	N O S	EMP	R_8, T_2	E_I, E_G	IMP
5	사 진				
	전 사	<p>고생대 전반기에는 현재의 강원도 남부에서 충청북도 단양, 문경에 이르는 지역이 모두 바다 환경이었다. 이 지역에서는 바다생물인 삼엽충, 완족류, 두족류 등의 화석이 많이 발견되고 있다. 폐름기가 시작되면서 해수면이 일본쪽으로 후퇴하여 한반도 전체가 육지환경으로 변화되었다. 고생대 캄브리아기 전기와 폐름기 중기에 한반도의 모습(바다→육지)를 지도로 표현.</p>			
	해 석	<p>고생대 전반의 강원 ~ 문경은 바다였다는 것을 이 지역에 바다생물의 화석이 많이 발견되어있다는 검증 가능한 근거를 통해 주장하기 때문에, 검증가능한. EMP, IMP</p>			

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 잠정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 23에 나타난 전시물은 고생대에 관한 전시물로, 레퍼런스8 한반도 자연사 기행 중 두 번째 주제(토픽2) 한반도 형성에 해당하는 전시물이다. 고생대의 지도와 설

명이 담긴 그래픽 매체와 설명식패널 매체로 이루어져있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 고생대 전반의 우리나라 환경을 발견된 화석을 통해 주장하였다. 이를 통해 과학이 검증 가능한 근거를 통해 이루어진다는 것을 암시적으로 나타내었다.

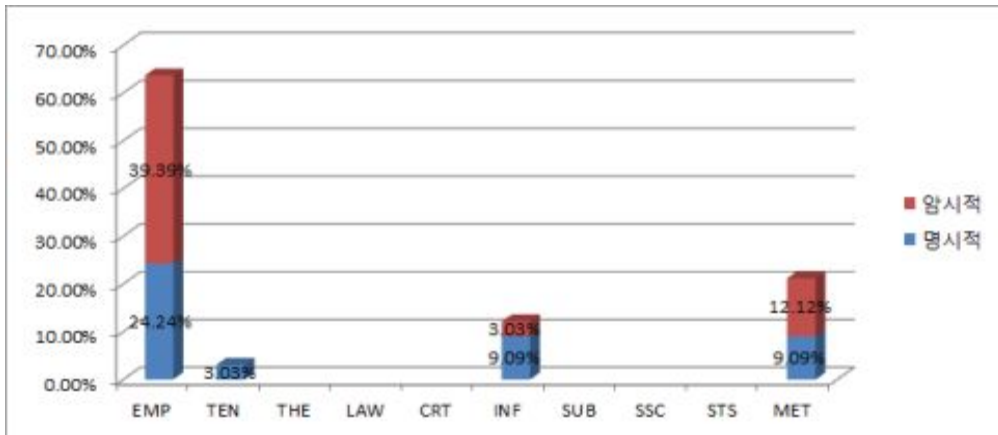
지질 주제의 전시물에서는 “검증 가능한” 과학의 본성이 11건, “과학적 방법” 과학의 본성이 4건 분석되었다. 이 중 명시적인 과학의 본성이 2건, 암시적인 과학의 본성이 13건 분석되었다. 지질 주제의 전시물은 그 안에서 다시 한 번 주제별로 나뉘는데, 과학의 본성이 발견된 주제는 『역동하는 지구』, 『동굴 속 탐험』, 『광물과 암석』, 『한반도 자연사 기행』 이었다.

레퍼런스4 『역동하는 지구』에서는 「화산폭발 체험」 주제의 전시에서 명시적인 “검증 가능한(EMP)”이 1개로 분석되었다. 레퍼런스6 『동굴 속 탐험』에서는 「Rock&Minerals」 주제의 전시에서 명시적인 “과학적 방법(MET))”이 1개로 분석되었다. 레퍼런스7 『광물과 암석』에서는 「광물」 주제의 전시에서 암시적인 “검증 가능한(EMP)”이 4개, 암시적인 “과학적 방법(MET))”이 1개로 분석되었다. 또한, 「암석」 주제의 전시에서 암시적인 “검증 가능한(EMP)”이 3개, 암시적인 “과학적 방법(MET))”이 1개로 분석되었다. 또, 「현미경으로 보는 광물과 암석」 주제의 전시에서 암시적인 “검증 가능한(EMP)”이 1개, 암시적인 “과학적 방법(MET))”이 1개로 분석되었다. 레퍼런스8 『한반도 자연사 기행』에서는 「한반도의 형성」 주제의 전시에서 암시적인 “검증 가능한(EMP)”이 1개 분석되었다. 또한, 「한반도 자연사 기행」 주제의 전시에서 암시적인 “검증 가능한(EMP)”1개가 분석되었다.

S자연사박물관의 지구환경관의 전시물을 살펴본 결과, 과학의 본성은 다음 표 24과 그림 1와 같은 특징을 보여주고 있다.

표 24. 지구환경관 과학의 본성 빈도

	명시적	암시적
EMP	8	13
TEN	1	0
THE	0	0
LAW	0	0
CRT	0	0
INF	3	1
SUB	0	0
SSC	0	0
STS	0	0
MET	3	4
Total	15	18
	33	



※ EMP : 검증 가능한, TEN : 감정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법

그림 2. 지구환경관 과학의 본성 그래프

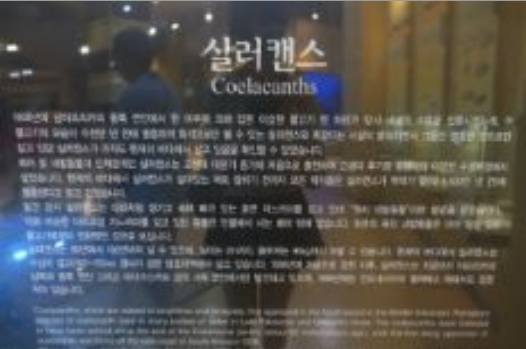
본 연구에서 기준으로 한 10가지의 과학의 본성 요소 중 단 4개만 포함하고 있는 것으로 나타났다. 이마저도 골고루 분포되지 못했는데, 검증 가능한(EMP)이 21개, 64%로 지배적으로 나타났다. 지구환경관에서 나타나지 못한 과학의 본성은 이론의 본성,

법칙의 본성, 창의성과 상상력, 주관적인, 사회문화적, 사회적 합의로 총 6가지 과학의 본성이다.

b. 생명진화관

생명진화관은 총 9개의 레퍼런스로 구성되어 있다. 레퍼런스1 생명의 역사, 레퍼런스2 생명의 기원과 탄생, 레퍼런스3 고생대, 레퍼런스4 중생대, 레퍼런스5 신생대, 레퍼런스6 해양포유류, 레퍼런스7 인류의 출현, 레퍼런스8 육상생명의 다양성, 레퍼런스9 해양생명의 다양성으로 이루어져 있다. 이 중에서 과학의 본성이 나타난 레퍼런스는 레퍼런스2 생명의 기원과 탄생, 레퍼런스3 고생대, 레퍼런스4 중생대, 레퍼런스5 신생대, 레퍼런스7 인류의 출현, 레퍼런스8 육상생명의 다양성이다. 이를 분석한 결과를 주제별, 레퍼런스별로 다음 표와 같이 나타내었다.

표 25. 실러캔스 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표


N O S	TEN, INF	R_3, T_5	E_I	IMP
사 진				
1 전 사	<p>1938년에 남아프리카의 동쪽 연안에서 한 어부에 의해 잡힌 이상한 물고기 한 마리가 당시 세계의 이목을 집중시켰는데, 이 물고기의 모습이 수천만 년 전에 멸종하여 화석으로만 볼 수 있는 실러캔스와 똑같다는 사실이 밝혀지면서 그동안 멸종한 것으로만 알고 있던 실러캔스가 아직도 현재의 바다에서 살고 있음을 확인할 수 있었습니다.</p> <p>발견 당시 실러캔스는 다리처럼 생기고 속에 뼈가 있는 굵은 지느러미를 갖고 있어 “원시 네발동물”이란 별명을 얻었습니다. 이와 비슷한 다리모양 지느러미를 갖고 있는 동물은 민물에서 사는 폐어 밖에 없습니다. 최초의 육지 네발동물은 아마 이와 같은 물고기로부터 진화했던 것으로 보입니다.</p>			
해 석	<p>멸종했다고 알려졌던 실러캔스가 현재 바다에 살고 있음이 밝혀졌다는 것을 통해 과학적 지식이 변할 수 있는 잠정성을 가지고 있다는 것을 알 수 있음.</p> <p>TEN, IMP</p> <p>발견한 실러캔스를 관찰했을 때, 다리모양 지느러미를 갖고 있어, 최초의 육지 네발동물은 아마 이와 같은 물고기로부터 진화했던 것으로 추론하였다.</p> <p>INF, IMP</p>			

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 잠정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 25에 나타난 전시물은 실러캔스에 관한 전시물로, 레퍼런스3 고생대 중 다섯 번째 주제(토픽5)에 해당하는 전시물이다. 실러캔스에 대한 설명을 글로 표현한 설명식패널 매체로 이루어져있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 그동안

멸종했다고 알려져 있던 실러캔스가 현재 바다에 살고 있음이 밝혀졌다는 내용을 통해 과학적 지식이 변할 수 있는 잠정성을 가지고 있다는 것을 암시적으로 나타내었다. 또한, 발견한 실러캔스를 관찰했을 때, 다리모양 지느러미를 가지고 있었는데, 이를 통해 최초의 육지 네발동물이 이와 같은 물고기로부터 진화했던 것으로 추측하였다. 이를 통해 과학이 관찰과 추론으로 이루어진다는 것을 암시적으로 나타내었다.


표 26. 화석발굴 현장 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표

	N O S	MET	R_4, T_3	S_D	EXP
2	사 진				
	전 사	화석 발굴 현장			
	해 석	과학자들이 화석을 발굴 하는 모습을 명시적으로 보여줌으로써, 과학자들이 어떤 방법으로 화석을 발굴하는지에 대해 알 수 있고, 과학은 다양한 과학적 방법이 있다는 것을 알 수 있다. MET, EXP			

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 잠정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 26에 나타난 전시물은 화석 발굴 현장에 관한 전시물로, 레퍼런스4 중생대 중 세 번째 주제(토픽3) 무서운 도마뱀에 해당하는 전시물이다. 과학자가 화석을 발굴 하는 모습을 디오라마 매체로 표현하였다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 과학자들이 화석을 발굴하는 모습을 보여줌으로써, 과학자들이 어떤 방법으로 화석을 발굴하는지에 대해 알 수 있다. 이를 통해 과학은 다양한 과학적 방법으로 이루어진다는 것을 명시적으로 나타내었다.

표 27. 깃털공룡 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표


N O S	INF, TEN	R_4, T_3	E_I, E_G	IMP
사 진				
3 전 사	<p>지금까지 깃털은 새에서만 나타난다고 알려져 있었다. 비록 시조새 (Archaeopteryx)가 공룡으로부터 진화해 왔다는 사실은 널리 받아들여 지고 있었지만, 그 증거는 대부분 새와 공룡 사이에 나타나는 골격의 유사성에 있었다. 그러나 최근 중국 요동성에서 깃털이 있는 공룡화석이 발견되었다. 이들은 중화용조(Sinosauropteryx), 카우덱테릭스(Caudipteryx), 베이피아오사우루스(Beipaosaurus), 프로트아르케옵테릭스(Protarchaeopteryx), 신오르니소사우루스(Sinornithosaurus)와 아직 이름 붙여지지 않은 드로마에오사우루스류 등이다. 이들에게 있어 깃털은 맨 처음 진화했을 때 날기 위한 용도보다는 자기 과시용으로 쓰였거나, 더욱 중요하게 등지에 알을 품어 알을 감싸는데 사용했을 것이다. 이러한 깃털공룡들의 발견은 새가 공룡으로부터 진화했다는 기존의 학설에 더욱더 크게 힘을 실어주고 있다.</p>			
해 석	<p>시조새가 공룡으로부터 진화했다는 사실은 널리 받아들여지고 있지만, 그 증거는 골격의 유사성이 대부분이었다. 최근 깃털이 있는 공룡 화석을 발견함으로써, 새가 공룡으로부터 진화했다는 기존의 학설에 힘을 실어주고 있다는 내용으로, 이를 통해 시조새의 골격, 깃털공룡의 깃털 등의 발견(관찰)을 통해 새가 공룡으로부터 진화했다는 추론을 할 수 있다는 점에서, 과학적 지식은 관찰과 추론을 동반하며, 변할 수 있다는 것을 알 수 있다.는 것을 암시적으로 알 수 있다.</p> <p>INF, TEN, IMP</p>			

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 잠정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 27에 나타난 전시물은 깃털 공룡에 관한 전시물로, 레퍼런스4 중생대 중 세

번째 주제(토픽3) 무서운 도마뱀에 해당하는 전시물이다. 깃털 공룡의 사진이 나타난 그래픽 패널과 깃털 공룡에 대한 글로, 설명적 매체로 이루어져있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 시조새가 공룡으로부터 진화했다는 것을 골격의 유사성이라는 증거를 가지고 설명해 왔지만, 최근 깃털이 있는 공룡 화석을 발견하여 새가 공룡으로부터 진화했다는 기존의 학설에 힘을 실어주고 있다는 내용으로, 이를 통해서 시조새의 골격, 깃털공룡의 깃털 발견(관찰)을 통해 새가 공룡으로부터 진화했다는 추측을 했다는 점에서 과학적 지식은 관찰과 추론을 동반하며, 변할 수 있다는 것을 암시적으로 나타내었다.

표 28. 공룡의 멸종 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표

N O S	SUB, INF, CRT	R_4, T_3	E_I, E_G	IMP
사	진			
4	전	<p>6천 5백만년 전 어느 날, 직경이 10km나 되는 거대한 운석이 시속 10만 km의 속도로 지구를 강타했다. 이로 인한 첫 번째 폭발로 반경 400~500km 안에 있는 모든 것들이 파괴되었다. 이러한 충격은 지진을 일으켜 연속적인 화산분출이 시작되었다. 운석 자체는 충격과 함께 증발되어 거대한 먼지구름과 가스, 화재로 인한 숲 검댕이, 그리고 수증기를 성층권으로 올려 보냈다. 또한 산산 조각난 운석조각들이 다시 대기권에 떨어질 때 지구는 갑자기 2000℃ 전자오븐에 들어간 효과가 나타났다. 하늘을 뒤덮은 먼지는 점차 대지를 덮어 약 3개월간이나 계속되는 암흑의 세계, 즉 핵겨울이 도래했다. 이러한 먼지구름은 강력한 열과 화학적 작용에 의해 수증기가 대기의 질소와 결합해 질산을 만들어 강한 산성비가 내렸다. 이러한 조건하에서 공룡들은 생존할 수 있었을까?</p> <p>※이외에도 화산활동설, 해수면저하설, 초신성폭발설 등의 가설이 있다.</p>		
	해	<p>중생대 후기에 운석 충돌로 인한 환경을 설명하며, 과학자들도 운석 충돌 후의 환경을 바탕으로 추론하였고, 상상을 통해 공룡의 멸종에 대한 다양한 가설을 내놓았다. 운석 충돌 후의 환경이라는 같은 근거를 통해 각각 다른 해석으로 인한 이론들이 나왔다. 이를 통해 과학이 상상력, 추론, 주관성을 바탕으로 이루어진다는 것을 암시적으로 알 수 있다.</p> <p>SUB, INF, CRT, IMP</p>		

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 감정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 28에 나타난 전시물은 공룡의 멸종에 관한 전시물로, 레퍼런스4 중생대 중 네 번째 주제(토픽4)에 해당하는 전시물이다. 공룡의 멸종이 표현된 그림이 나타난 그래픽 패널과 공룡의 멸종에 대한 글로, 설명적 매체로 이루어져있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 중생대 후기에 운석 충돌로 인한 환경을 설명하며, 과학자

들도 운석 충돌 후의 환경을 바탕으로 추론했다는 내용에서 과학이 관찰과 추론을 통해 이루어진다는 것을 암시적으로 나타내었고, 상상력을 통해 공룡의 멸종에 대한 다양한 가설을 내놓은 것을 통해 과학은 창의성과 상상력을 기반으로 형성될 수 있다는 것을 암시적으로 나타내었다. 또한, 운석 충돌 후의 환경이라는 같은 근거를 통해 각각 다른 해석으로 인한 이론들이 나왔고, 이를 통해 과학이 주관성을 갖는다는 것을 암시적으로 나타내었다.

표 29. 시노닉스 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표

N O S	INF, TEN	R_5, T_2	E_I	IMP
사 진				
5 전 사	<p>약 6천만 년 전 중국에 살았던 늑대크기의 포유류로서 메소니키드 (Mesonychid, 멸종된 육식성 유제류)라 불리는 그룹의 일종이다. 물고기를 잡기 위한 기다란 주둥이, 크게 확장된 광대뼈 구멍 등이 고래의 친척임을 말해준다.</p> <p>오랫동안 시노닉스가 포함된 ‘메소니키드’류가 고래의 직접적인 조상으로 여겨졌다. 하지만 분자유전학에 바탕한 최근의 연구에서는 고래가 우제류(발굽이 짝수인 유제류)에서 진화한 것으로 여겨지고 있다. 현재 고래와 가장 가까운 친척은 하마이다.</p>			
해 석	<p>시노닉스의 화석을 관찰했을 때, 주둥이와 광대뼈 구멍을 통해 고래의 친척일 것이라고 추측하였다. 또한, 오랫동안 메소니키드류가 고래의 조상이라고 믿어졌지만, 분자유전학에 바탕 한 연구에서 고래가 우제류에서 진화한 것으로 여겨지고 있다는 구절을 통해, 과학적 지식은 관찰과 추론을 통해 이루어질 수 있으며, 또한 새로운 해석이나 연구를 통해 변할 수 있다는 것을 암시적으로 알 수 있다.</p> <p>INF, TEN, IMP</p>			

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 감정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 29에 나타난 전시물은 시노닉스에 관한 전시물로, 레퍼런스5 신생대 중 두 번째 주제(토픽2) 고래의 진화에 해당하는 전시물이다. 시노닉스에 대한 설명을 글로 나타낸 설명적 매체로 이루어져있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 시노닉스의 화석을 관찰했을 때, 주둥이와 광대뼈 구멍을 통해 고래의 친척일 것이라고

추측한 부분에서 과학이 관찰과 추론으로 이루어진다는 것을 암시적으로 나타내었다. 또한, 오랫동안 메소니키드류가 고래의 조상이라고 믿어졌지만, 분자유전학에 바탕 한 연구에서 고래가 우제류에서 진화한 것으로 여겨지고 있다는 설명을 통해, 과학적 지식은 새로운 해석이나 연구를 통해 변할 수 있다는 것을 암시적으로 나타내었다.

2층 생명진화관에서는 총 26개의 과학의 본성이 분석되었다. 레퍼런스2 『생명의 기원과 탄생』에서 2개, 레퍼런스3 『고생대』에서 2개, 레퍼런스4 『중생대』에서 13개, 레퍼런스5 『신생대』에서 7개, 레퍼런스7 『인류의 출현』에서 1개, 레퍼런스8 『육상생명의 다양성』에서 1개로 총 26개의 과학의 본성이 분석되었다.

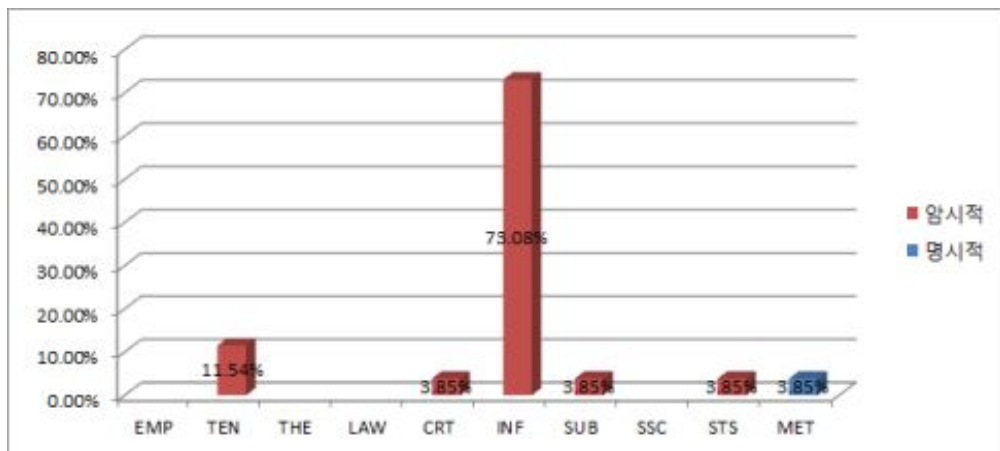
레퍼런스2 『생명의 기원과 탄생』에서 「원시바다」 주제의 전시에서 암시적인 “관찰과 추론(INF)” 과학의 본성이 2개가 분석되었다. 레퍼런스3 『고생대』에서는 「실러캔스」 주제의 전시에서 암시적인 “관찰과 추론(INF)” 1개, 암시적인 “잠정적인(TEN)” 1개의 과학의 본성이 분석되었다. 레퍼런스4 『중생대』에서는 「무서운 도마뱀」 주제의 전시에서 암시적인 “관찰과 추론(INF)” 9개, 암시적인 “잠정적인(TEN)” 1개, 암시적인 “주관적인(SUB)” 1개, 암시적인 “창의적인(CRT)” 1개, 명시적인 “과학적 방법(MET)” 1개의 과학의 본성이 분석되었다. 레퍼런스5 『신생대』에서 「고래의 진화」 주제의 전시에서는 암시적인 “관찰과 추론(INF)”이 5개, 암시적인 “잠정적인(TEN)” 1개의 과학의 본성이 분석되었고, 「기각류」 주제의 전시에서는 암시적인 “관찰과 추론(INF)”이 1개, 암시적인 “사회적 합의(ENT)” 1개의 과학의 본성이 분석되었다. 레퍼런스7 『인류의 출현』에서 「인류의 출현」 주제의 전시에서는 “관찰과 추론(INF)” 1개의 과학의 본성이 분석되었다. 레퍼런스8 『육상생명의 다양성』에서 「포유류의 다양성」 주제의 전시에서는 “관찰과 추론(INF)” 1개의 과학의 본성이 분석되었다. 특히, 공룡 주제에서는 관찰과 추론(INF)이 9개, MET, TEN, SUB, CRT가 각각 1개로, 다른 주제의 전시에 비해 다양한 과학의 본성이 나왔지만, INF에 집중(70%)되어있다.

2층 생명진화관의 과학의 본성 특징은 공룡 주제에서 관찰과 추론(INF)이 9개, MET, TEN, SUB, CRT가 각각 1개로, 다른 주제의 전시에 비해 다양한 과학의 본성이 나왔다는 것이다. 하지만, INF에 집중(70%)되어, 골고루 분포되지는 않았다.

S자연사박물관의 생명진화관의 전시물을 살펴본 결과, 과학의 본성은 다음 표 30과 그림 2와 같은 특징을 보여주고 있다.

표 30. 생명진화관 과학의 본성 빈도

	명시적	암시적
EMP	0	0
TEN	2	3
THE	0	0
LAW	0	0
CRT	0	1
INF	0	19
SUB	0	1
SSC	0	0
STS	0	1
MET	1	0
Total	1	25
	26	



※ EMP : 검증 가능한, TEN : 잠정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법

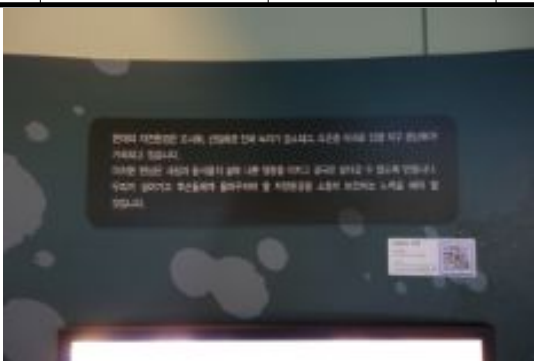
그림 3. 생명진화관 과학의 본성 그래프

2층 생명진화관은 본 연구에서 기준으로 한 10가지의 과학의 본성 요소 중 6개로 비교적 다양한 과학의 본성을 포함하고 있는 것으로 나타났다. 하지만 요소별로 골고루 분포되지 못했는데, 검증 가능한(EMP)이 20개, 74%로 지배적으로 나타났다. 생명진화관에서 나타나지 못한 과학의 본성은 검증 가능한, 이론의 본성, 법칙의 본성, 사회문화적으로 총 4가지 과학의 본성이다.

c. 인간과 자연관

인간과 자연관은 총 9개의 레퍼런스로 구성되어 있다. 레퍼런스1 신음하는 자연, 레퍼런스2 우리의 한강, 레퍼런스3 사라져가는 생명, 레퍼런스4 서울지역의 과거와 현재, 레퍼런스5 한국의 산림형태, 레퍼런스6 한국의 멸종위기 야생식물, 레퍼런스7 살아있는 생명체, 레퍼런스8 식물의 세계, 레퍼런스9 한국의 참나무로 이루어져있다. 이 중에서 과학의 본성이 나타난 레퍼런스는 레퍼런스1 신음하는 자연, 레퍼런스3 사라져가는 생명, 레퍼런스6 한국의 멸종위기 야생식물, 레퍼런스8 식물의 세계, 레퍼런스9 참나무의 세계이다. 이를 분석한 결과를 주제별, 레퍼런스별로 아래 표와 같이 나타내었다.

표 31. 신음하는 자연 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표

	N O S	STS	R_1, T_1	E_I	EXP
	사 진				
1	전 사	<p>현대의 자연환경은 도시화, 산업화로 인해 녹지가 감소되고, 오존층 파괴로 인한 지구 온난화가 가속되고 있습니다. 이러한 현상은 사람과 동식물의 삶에 나쁜 영향을 미치고 결국은 살아갈 수 없도록 만듭니다. 우리가 살아가고 후손들에게 물려주어야 할 자연환경을 소중히 보존하는 노력을 해야 할 것입니다.</p>			
	해 석	<p>신음하는 자연이라는 주제로, 현대의 자연환경이 도시화, 산업화로 인해 녹지가 감소되고, 오존층 파괴로 인해 지구 온난화가 가속화되었으며 이러한 현상은 사람과 동식물을 살아갈 수 없도록 만들 것이며, 자연환경을 소중히 보존하는 노력을 해야 한다는 내용이다. 현대 자연환경이 인간 활동으로 비롯했으며, 이가 지구 전체에 나쁜 영향을 미친다는 설명으로, 과학의 기술과 사회와 영향을 주고받는다는 STS적 요소를 알 수 있다.</p> <p>STS, EXP</p>			

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 감정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력,
 INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법,
 R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 31에 나타난 전시물은 신음하는 자연에 관한 전시물로, 레퍼런스1 신음하는 자연 중 첫 번째 주제(토픽1) 신음하는 자연에 해당하는 전시물이다. 신음하는 자연에 대한 글로, 설명적 매체로 이루어져있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 신음하는 자연이라는 주제로, 현대의 자연환경이 도시화, 산업화로 인해 녹지가 감소되고, 오존층 파괴로 인해 지구 온난화가 가속화되었으며 이러한 현상은 사람과 동식물을 살아갈 수 없도록 만들 것이며, 자연환경을 소중히 보전하는 노력을 해야 한다는 내용으로, 현대 자연 환경이 인간 활동으로 비롯했으며, 이가 지구 전체에 나쁜 영향을 미친다는 설명으로, 과학이 기술과 사회와 영향을 주고받는다라는 STS적 요소를 알 수 있으며, 사회적 합의의 과학의 본성을 명시적으로 나타내었다.

표 32. 기후변화 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표

N O S	STS, INF	R_3, T_2	E_G	IMP
사 진				
2 전 사	<p>지구가 점점 더워지고 있다. 황금 두꺼비는 지구 온난화로 인해 멸종되었다. 온실가스의 주범인 이산화탄소의 증가는 우주로 방출될 열을 가두고 지구의 온도를 높아지게 하는 지구온난화의 원인이 되는데, 지구온난화는 해수면을 상승시키고, 이상기온현상 등 예측할 수 없는 기후변화를 일으키며, 생물의 다양성을 위협하고 있다. 100년 안에 북극곰은 멸종될 것이다.</p>			
해 석	<p>온실가스의 주범인 이산화탄소의 증가로 지구온난화가 발생하였으며, 지구온난화는 해수면을 상승시켜, 이상기온 등의 기후변화를 일으켜 생물의 다양성을 위협하고 있으며, 100년 안에 북극곰이 멸종 될 것이라는 설명에서, 과학의 기술과 사회와 영향을 주고받는다는 STS적 요소를 알 수 있으며, 지구온난화와 기후변화를 통해 북극곰이 100년 후에는 멸종할 것이라는 추측의 표현을 함으로써, 관람객들이 과학이 관찰과 추론으로 이루어 질 수 있다는 것을 암시적으로 알 수 있다.</p> <p>STS, INF, IMP</p>			

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 잠정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 32에 나타난 전시물은 기후변화에 관한 전시물로, 레퍼런스3 사라져가는 생명 중 두 번째 주제(토픽2) 사라져가는 생명에 해당하는 전시물이다. 기후변화 그래프와 북극곰 사진을 넣은 그래픽 매체로 이루어져있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성

을 살펴보면, 온실가스의 주범인 이산화탄소의 증가로 지구온난화가 발생하였으며, 지구온난화는 해수면을 상승시켜, 이상기온 등의 기후변화를 일으켜 생물의 다양성을 위협하고 있으며, 100년 안에 북극곰이 멸종 될 것이라는 설명에서, 과학이 기술과 사회와 영향을 주고받는 다는 STS적 요소를 알 수 있으며, 사회적 합의의 과학의 본성을 암시적으로 나타내었다. 또한, 지구온난화와 기후변화를 통해 북극곰이 100년 후에는 멸종할 것이라는 추측의 표현을 함으로써, 과학이 관찰과 추론으로 이루어진다는 것을 암시적으로 나타내었다.

표 33. 꿩꿩이풀 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표

	N O S	STS, TEN	R_6, T_1	E_I	IMP
3	사 진				
	전 사	<p>환경부 지정 『멸종위기 야생 동·식물』 해제종 학명 : <i>Jeffersonia dubia</i> 과명 : 매자나무과</p> <p>전국 낮은 산의 중턱 이하에서 자라는 여러해살이풀로 꽃이 4-5월에 잎보다 먼저 개화합니다. 산지에 매우 드물게 자라는 식물로 한때는 뿌리를 약재로 사용하기 위해 채취하여 위기에 처해 있어 멸종위기 야생동·식물 II급으로 지정되어 보호를 받았습니다.</p> <p>오랜 노력 끝에 현재는 전국적으로 넓게 분포하며 많은 개체수가 확인되어 2012년부터 보호종에서 해제되었습니다.</p>			
	해 석	<p>환경부에 의해 『멸종위기 야생 동·식물』에 지정되었었다는 내용을 통해 과학이 사회적 합의를 통해 이루어질 수 있다는 것을 암시적으로 알 수 있다.</p> <p>STS, IMP</p> <p>환경부에 의해 『멸종위기 야생 동·식물』에 지정되었었지만 개체수가 증가하여 보호종에서 해제되었다는 설명을 통해 과학이 변할 수 있다는 잠정성을 암시적으로 알 수 있다.</p> <p>TEN, IMP</p>			

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 잠정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 33에 나타난 전시물은 깽깽이풀에 관한 전시물로, 레퍼런스6 한국의 멸종위기 야생식물 중 첫 번째 주제(토픽1)에 해당하는 전시물이다. 깽깽이 풀에 대한 글로, 설명적 매체로 이루어져있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 환경부에 의해 『멸종위기 야생 동·식물』에 지정되었었다는 내용을 통해 과학이 사회적 합의를 통해 이루어질 수 있다는 것을 암시적으로 나타내었다. 또한, 환경부에 의해 『멸종위기 야생 동·식물』에 지정되었었지만 개체수가 증가하여 보호종에서 해제되었다는 설명을 통해 과학이 변할 수 있다는 잠정성을 암시적으로 나타내었다.

1층 인간과 자연관에서는 총 16개의 과학의 본성이 분석되었다. 레퍼런스1 『신음하는 자연』에서 2개, 레퍼런스3 『사라져가는 생명』에서 3개, 레퍼런스6 『한국의 멸종위기 야생식물』에서 5개, 레퍼런스7 『식물의 세계』에서 4개, 레퍼런스9 『참나무의 세계』에서 1개로 총 16개의 과학의 본성이 분석되었다.

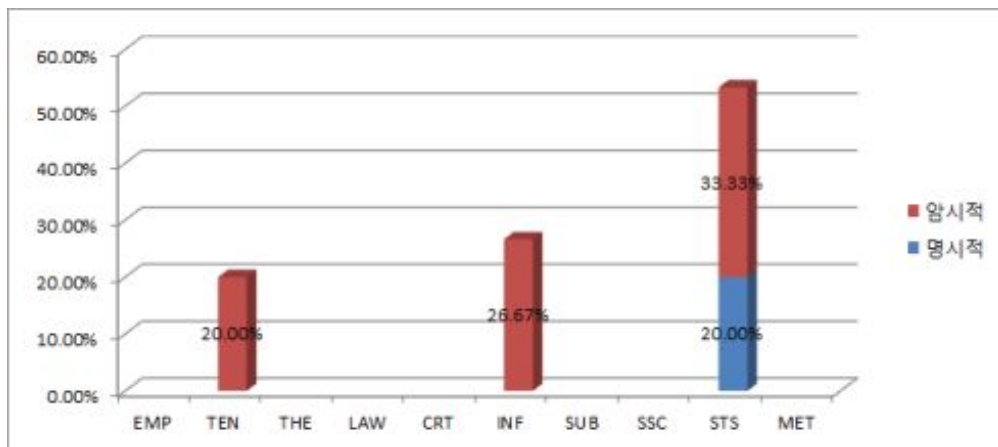
레퍼런스1 『신음하는 자연』에서 「신음하는 자연」 주제의 전시에서 명시적인 STS요소가 2개 분석되었다. STS요소는 “사회적 반영(ENT)” 카테고리에 포함시키는 것으로 보았다. 즉, 레퍼런스1 『신음하는 자연』에서 「신음하는 자연」 주제의 전시에서는 명시적인 “사회적 반영(ENT)”의 과학의 본성이 2개 분석되었다. 레퍼런스3 『사라져가는 생명』에서는 「한국의 멸종위기 야생동물」 주제의 전시에서 암시적인 “관찰과 추론(INF)” 3개, 명시적인 STS요소가 1개 분석되었으므로, 명시적인 “사회적 반영(ENT)” 1개의 과학의 본성이 분석되었다. 레퍼런스6 『한국의 멸종위기 야생식물』에서 「한국의 멸종위기 야생식물」 주제의 전시에서는 암시적인 “사회적 반영(ENT)” 1개의 과학의 본성과 암시적인 “잠정적인(TEN)” 2개의 과학의 본성이 분석되었다. 레퍼런스8 『식물의 세계』에서 「식물의 진화」 주제의 전시에서는 암시적인 “사회적 반영(ENT)” 1개, 암시적인 “관찰과 추론(INF)” 2개, 암시적인 “잠정적인(TEN)” 1개의 과학의 본성이 분석되었다. 레퍼런스9 『참나무의 세계』에서 「한국의 참나무」 주제의 전시에서는 암시적인 “관찰과 추론(INF)” 1개의 과학의 본성이 분석되었다.

1층 인간과 자연관의 과학의 본성 특징은 STS요소가 많았다는 것이다. 총 3개의 STS요소 중 3개 모두가 명시적이었다. 이는 1층 인간과 자연관의 모든 과학의 본성 요소 중에 유일하다.

S자연사박물관의 인간과 자연관의 전시물을 살펴본 결과, 과학의 본성은 다음 표 34와 그림 3과 같은 특징을 보여주고 있다.

표 34. 인간과 자연관 과학의 본성 빈도

	명시적	암시적
EMP	0	0
TEN	0	3
THE	0	0
LAW	0	0
CRT	0	0
INF	0	4
SUB	0	0
SSC	0	0
STS	3	5
MET	0	0
Total	3	12
	15	



※ EMP : 검증 가능한, TEN : 감정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법

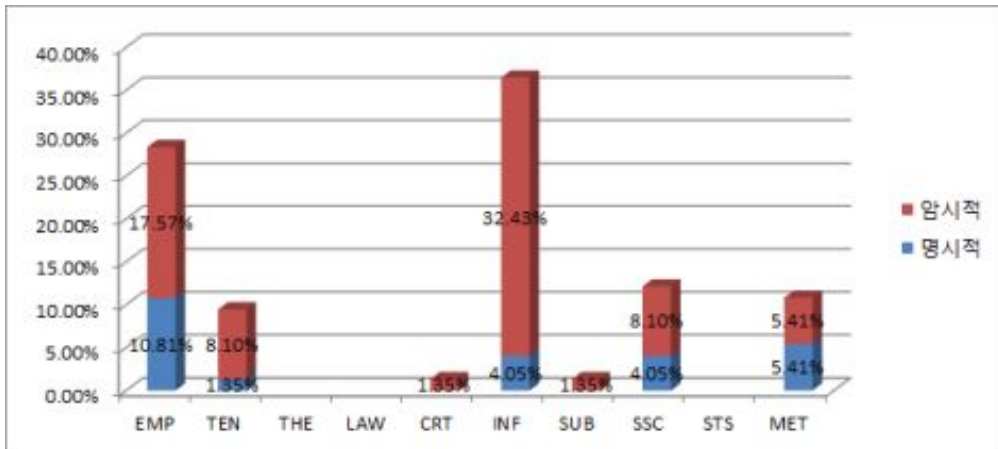
그림 4. 인간과 자연관 과학의 본성 그래프

1층 인간과 자연관은 본 연구에서 기준으로 한 10가지의 과학의 본성 요소 중 단 3개의 과학의 본성을 포함하였으며, S자연사박물관의 3개 관 중 가장 적은 종류의 과학의 본성 요소를 포함하고 있었다. 요소별로 나타난 분포는, STS가 8개, 관찰과 추론이 4개, 그리고 감정적인이 3개로 나타났다. 인간과 자연관에서 나타나지 못한 과학의 본성은 검증 가능한, 이론의 본성, 법칙의 본성, 창의성과 상상력, 주관적인, 사회문화적, 과학적 방법으로 총 7가지의 과학의 본성이다. 또한, 총 15개의 과학의 본성 중 명시적인 과학의 본성은 STS에서 3개만이 나타났다. 다양한 과학의 본성 요소가 나타나지 않은 것과 더불어, 명시적인 과학의 본성이 단 한 개의 과학의 본성 요소에만 나타났다.

S자연사박물관에 나타난 과학의 본성의 특징은 다음의 표 35과 그림 4와같이 나타났다. S자연사박물관에 나타난 과학의 본성의 반영 빈도는 총 76건으로 나타난다. 이 중 전시물에 나타난 과학의 본성 중 명시적인 내용의 빈도는 과학의 본성 76건 중, 19건으로 25%로 나타났다. 구성 요소는 관찰과 추론이 30건으로 가장 많이 나타났고, 검증 가능한 과학의 본성이 21건으로 두 번째로 많이 나타났다. 잠정성, 과학적 방법, 과학·기, 사회문화적인, 주관적인 과학의 본성까지 총 7종류의 과학의 본성이 분석되었다. 천문과 지질 주제의 전시물로 구성되어 있는 지구환경관의 전시물에 나타난 과학의 본성은 총 33건으로, 검증 가능한 과학의 본성이 21건으로 지구환경관의 과학의 본성 중 64%로 나타났다. 그 뒤로 과학적 방법 21%, 관찰과 추론 12%, 잠정성 3%로 총 4 종류의 과학의 본성이 나타났다. 과학의 본성 총 33건 중에 명시적 과학의 본성은 15건으로 45%를 차지했다. S자연사박물관의 전시관 중 가장 많은 명시적 과학의 본성이 반영된 것으로 파악되었다. 암시적 과학의 본성은 18건으로, 55%를 차지하였다. 생명의 기원과 탄생부터 시대별로 전시한 생명진화관에서 나타난 과학의 본성은 총 27건으로, 관찰과 추론의 과학의 본성이 20건으로 74%로 나타났다. 잠정적인 과학의 본성 11%, 주관적인, 사회문화적, 과학적 방법이 4%씩으로, 창의성과 상상력이 3%로 나타났다. 이 중 암시적인 과학의 본성이 지배적이었다. 총 27건의 과학의 본성 중 26건의 과학의 본성이 암시적인 과학의 본성으로 나타났다. 이는 96%에 이르는 정도이다. 인간과 자연의 관계 및 환경, 동물과 식물에 관한 내용을 다룬 인간과 자연관에서는 총 16건의 과학의 본성이 분석되었다. 사회문화적 과학의 본성이 44%로 지배적으로 나타났고, 관찰과 추론이 37%, 잠정성이 19%로 총 3가지 종류의 과학의 본성만 나타났으며, 암시적인 과학의 본성이 지배적이었다. 총 16건의 과학의 본성 중 13건인 81%가 암시적인 과학의 본성인 것으로 나타났다.

표 35. S자연사박물관 과학의 본성 빈도

	명시적	암시적
EMP	8	13
TEN	1	6
THE	0	0
LAW	0	0
CRT	0	1
INF	3	24
SUB	0	1
SSC	0	0
STS	3	6
MET	4	4
Total	19	55
	74	



※ EMP : 검증 가능한, TEN : 잠정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 함의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법

그림 5. S자연사박물관 과학의 본성 그래프


2. M자연사박물관

M자연사박물관은 1층과 2층의 6개의 관으로 구성되어있으며, 1층부터 관람이 시작 되는 동선으로 1층 세계 최대 규모 육식공룡알 동지 화석 상설 전시관, 중앙홀, 지질 관, 육상생명관1, 2층 복도 전시물, 육상생명관2, 수중생명관, 1층 복도 전시물 순으로 이어진다.

a. 세계 최대 규모 육식공룡알 동지 화석 상설 전시관

세계 최대 규모 육식공룡알 동지 화석 상설 전시관은 육식공룡알 동지 화석 전시물을 중심으로 육식공룡알 동지 화석의 발견부터, 발굴까지의 과정을 전시하였다. 이를 분석한 결과의 샘플은 아래 표와 같다.

표 36. 공룡은 어떻게 둥지를 만들까? 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표


N O S	INF	E_I, E_G	IMP
3 사 진			
전 사	<p>일반적으로 공룡은 땅을 얇게 파고 그 위에 알을 낳았고 여기에 주변의 식물을 쌓아 놓고 이 식물이 분해되면서 부화에 필요한 열이 발산되었을 것으로 생각된다. 오비랩터같은 일부 공룡들은 땅 표면에 알을 낳고 모래를 알 위쪽에 덮어서 낮은 둔덕을 만드는데 알을 낳는 방법 또한 매우 흥미롭다. 한 지점에 서서 둥글게 움직이면서 매쌍의 알을 낳는다. 알을 낳는 동안 공룡이 서 있는 둥지의 중앙은 알을 낳고 덮은 모래를 제외하곤 비어있게 된다.</p>		

해 석	<p>공룡이 등지를 만드는 방법에 대한 설명 패널로, 일반적으로 공룡은 땅을 파고 그 위에 알을 낳았고, 여기에 주변 식물을 쌓아 놓고, 그 식물의 분해열로 부화에 필요한 열을 충당했다고 ‘생각된다’라고 표현하면서, 과학이 관찰과 추론으로부터 이루어질 수 있다는 것을 암시적으로 알 수 있다.</p> <p>INF, IMP</p>
-----	--

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 감정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 36에 나타난 전시물은 공룡 등지의 생성에 관한 전시물이다. 공룡의 알의 모식도와 공룡이 등지를 만드는 방법에 관한 설명으로 구성된 그래픽 패널과 해설 패널로 이루어져있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 공룡은 땅을 파고 그 위에 알을 낳았고, 여기에 주변 식물을 쌓아 놓고, 그 식물의 분해열로 부화에 필요한 열을 충당했다고 ‘생각된다’라는 설명에서, 과학이 관찰과 추론으로 이루어진다는 것을 암시적으로 나타내었다.

표 37. 화석복원장비 및 도구 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표

	N O S	MET	R_R	EXP
3	사 진			
	설명	화석복원장비 및 도구, 화석용 보존약품, 화석용 접착제		
	해 석	화석의 복원에 쓰이는 장비 및 도구, 화석용 보존 약품, 화석용 접착제 등을 전시해 둠으로써, 세계 최대 규모 육식공룡알 동지 화석의 발굴 및 복원에 과학자들이 쓴 장비가 무엇인지 알 수 있으므로, 과학적 방법의 과학의 본성이 명시적으로 반영되었다고 할 수 있다. MET, EXP		

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 잠정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

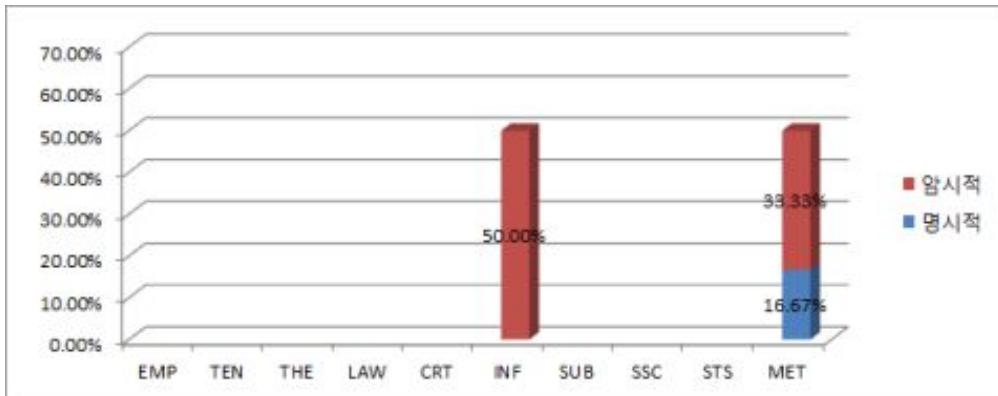
위의 표 37에 나타난 전시물은 화석 발굴 및 복원에 쓰인 도구 및 장비에 관한 전시물이다. 실제 화석의 복원에 쓰이는 장비의 실증적 대체로 구성된 실물 표본으로 이루어져 있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 화석의 실제 복원에 쓰이는 장비 및 도구들을 전시함으로써, 과학자들이 화석을 발굴 할 때, 어떤 장비를 쓰는지, 어떤 도구를 통해 화석을 발굴하는 지를 명시적으로 알 수 있으므로, 과학적 방법의 과학의 본성이 명시적으로 나타나 있다고 볼 수 있다.

1층 세계 최대 규모 육식공룡알 동지 화석 상설전시관에서는 총 6개의 과학의 본성이 분석되었다. 총 6개의 과학의 본성에서 명시적인 과학의 본성은 “과학적 방법(MET)” 한 개, 암시적인 과학의 본성은 “관찰과 추론(INF)” 세 개, “과학적 방법(MET)” 2개로 나타났다.

M자연사박물관의 세계 최대 규모 육식공룡알 둥지 화석 상설전시관의 전시물을 살펴본 결과, 과학의 본성은 다음 표 38과 그림 5와 같은 특징을 보여주고 있다.

표 38. 세계 최대 규모 육식공룡알 둥지 화석 상설전시관의 과학의 본성 빈도

	명시적	암시적
EMP	0	0
TEN	0	0
THE	0	0
LAW	0	0
CRT	0	0
INF	0	3
SUB	0	0
SSC	0	0
STS	0	0
MET	1	2
Total	1	5
	6	



※ EMP : 검증 가능한, TEN : 잠정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법

그림 6. 세계 최대 규모 육식공룡알 둥지 화석 상설전시관 과학의 본성 그래프

1층 세계 최대 규모 육식공룡알 등지 화석 상설전시관은 본 연구에서 기준으로 한 10가지의 과학의 본성 요소 중 단 2개의 과학의 본성을 포함하였다. 요소별로 나타난 분포는, 관찰과 추론이 3개, 그리고 과학적 방법(MET)가 3개로 나타났다. 세계 최대 규모 육식공룡알 등지 화석 상설전시관에서 나타나지 못한 과학의 본성은 검증 가능한, 잠정적인, 이론의 본성, 법칙의 본성, 창의성과 상상력, 주관적인, 사회문화적, STS 로 총 8가지의 과학의 본성이다. 또한, 총 6개의 과학의 본성 중 명시적인 과학의 본성은 과학적 방법의 과학의 본성에서 1개만이 나타났다. 다양한 과학의 본성 요소가 나타나지 않은 것과 더불어, 명시적인 과학의 본성이 단 한 개의 과학의 본성 요소에만 나타났다.

b. 중앙홀

중앙홀은 총 4개의 레퍼런스로 구성되어 있다. 레퍼런스1 트라이아이스기, 레퍼런스2 쥐라기, 레퍼런스3 백악기, 레퍼런스4 해양파충류로 이루어져있다. 이 중에서 과학의 본성이 나타난 레퍼런스는 레퍼런스1 트라이아이스기와 레퍼런스2 쥐라기이다. 이를 분석한 결과를 주제별, 레퍼런스별로 다음 표와 같이 나타내었다.

표 39. 코엘로피시스 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표

	N O S	MET, INF	R_1, T_1	E_I, E_G	IMP
2	사 진				
	전 사				

	<p>①1974년 뉴멕시코 고스트 농장에서 자연재해로 인하여 수백마리의 화석이 발견되어진 것을 근거로 복원되었으며, ②몸안에 새끼로 보기에 충분히 발달된 어린 새끼의 뼈가 발굴되어 자신의 새끼를 잡아 먹은 것으로 알려졌다.</p> <p>크기비교 시대 발견장소</p>
해 석	<p>① 코엘로피시스의 화석이 발견된 경위에 대한 설명으로, 화석이 어떤 방법으로 발견되어졌는지를 알 수 있으므로, 과학이 다양한 과학적 방법에 의해 이루어 질 수 있다는 것을 암시적으로 알 수 있다.</p> <p>MET, IMP</p> <p>② 코엘로피시스의 화석을 관찰했을 때, 몸 안에 새끼로 보기에 충분히 발달된 어린 새끼의 뼈가 발굴되었고, 이를 통해 자신의 새끼를 잡아 먹은 것이라고 추측하였다. 이를 통해 과학이 관찰과 추측으로 이루어 질 수 있다는 것을 암시적으로 나타내었다.</p> <p>INF, IMP</p>

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 감정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 39에 나타난 전시물은 화석 발굴 및 복원에 쓰인 도구 및 장비에 관한 전시물이다. 실제 화석의 복원에 쓰이는 장비의 실증적 매체로 구성된 실물 표본으로 이루어져 있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 화석의 실제 복원에 쓰이는 장비 및 도구들을 전시함으로써, 과학자들이 화석을 발굴 할 때, 어떤 장비를 쓰는지, 어떤 도구를 통해 화석을 발굴하는 지를 명시적으로 알 수 있으므로, 과학적 방법의 과학의 본성이 명시적으로 나타나 있다고 볼 수 있다.

표 40. 공룡알은 얼마나 큰가요? 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표

N O S	MET, INF	R_2, T_3	E_B	IMP
사 진				
2 전 사	<p>질문 넷 공룡알은 얼마나 큰가요?</p> <p>비교적 공룡의 거대한 크기에 비하면 공룡알은 매우 작다. 만일 알 길이를 두배로 늘리면 무게는 8배가 증가하지만 표면적은 단지 4배가 증가하여 표면적과 관계가 있는 껍질의 강도는 지탱을 위해서 껍질이 두배 더 두꺼워져야 하므로 산소가 알 내부의 새끼에게 전달하기 어려우며, 깨고 나오기도 어렵게 되는 비율로 인하여 공룡알의 크기는 제한되어 진다.</p>			
해 석	<p>① 코엘로피시스의 화석이 발견된 경위에 대한 설명으로, 화석이 어떤 방법으로 발견되어졌는지를 알 수 있으므로, 과학이 다양한 과학적 방법에 의해 이루어 질 수 있다는 것을 암시적으로 알 수 있다.</p> <p>MET, IMP</p> <p>② 코엘로피시스의 화석을 관찰했을 때, 몸 안에 새끼로 보기에 충분히 발달된 어린 새끼의 뼈가 발굴되었고, 이를 통해 자신의 새끼를 잡아먹은 것이라고 추측하였다. 이를 통해 과학이 관찰과 추측으로 이루어 질 수 있다는 것을 암시적으로 나타내었다.</p> <p>INF, IMP</p>			

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 잠정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 40에 나타난 전시물은 공룡알의 크기에 관한 전시물이다. 서책을 넘기듯 전시 패널을 넘기는 설명적 매체의 서책식 패널로 이루어져 있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 공룡알을 관찰하여 보았을 때, 공룡의 크기에 비해 알이 작은 이유에 대하여 만약 공룡알이 크고 두꺼우면, 산소가 태아에게 충분히 전달되기 어려

우며, 깨고 나오기도 어렵기 때문이라고 추론하였다. 이를 통해 과학이 관찰과 추론을 통해 이루어 질 수 있다는 것을 암시적으로 알 수 있으므로, 관찰과 추론의 과학의 본성이 암시적으로 나타나 있다고 볼 수 있다.

1층 중앙홀에서는 총 9개의 과학의 본성이 분석되었다. 레퍼런스1 『트라이아이스기』에서 3개, 레퍼런스2 『쥐라기』에서 6개로 총 9개의 과학의 본성이 분석되었다.

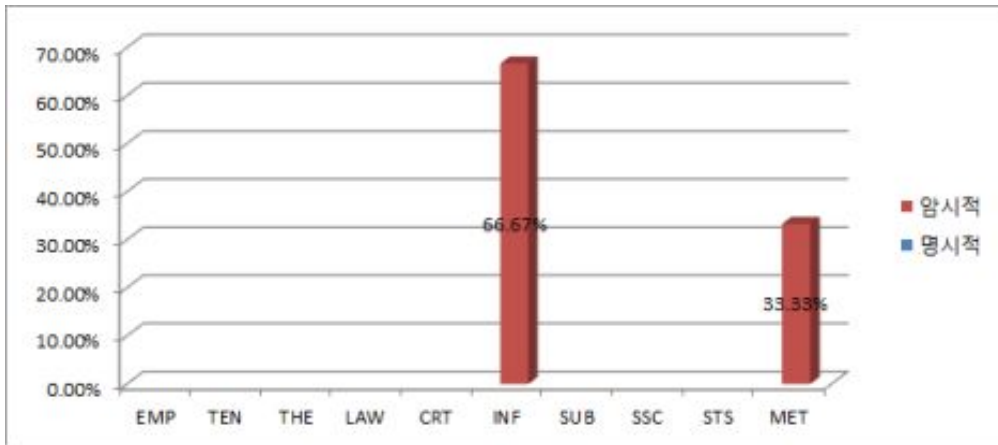
레퍼런스1 『트라이아이스기』에서 「코엘로피시스」 주제의 전시에서 암시적인 “과학적 방법(MET)”와 “관찰과 추론(INF)” 과학의 본성이 각각 1개씩 분석되었다. 또, 「헤레라사우루스」 주제의 전시에서 암시적인 “관찰과 추론(INF)”의 과학의 본성이 1개 분석되었다. 레퍼런스2 『쥐라기』에서는 「알로사우루스」 주제의 전시에서 암시적인 “관찰과 추론(INF)” 1개, 「디플로사우루스」 주제의 전시에서 암시적인 “관찰과 추론(INF)” 1개, 「공룡의 이름은 어떻게 지어지나요?」 주제의 전시에서는 암시적인 “과학적 방법(MET)” 1개, 「공룡알은 얼마나 큰가요?」 주제의 전시와 「가장 몸집이 큰 공룡과 작은 공룡은?」 주제의 전시에서는 암시적인 “관찰과 추론(INF)” 과학의 본성 요소가 각각 1개씩, 「발굴에서부터 박물관 전시까지」 주제의 전시에서는 암시적인 “과학적 방법(MET)”이 분석되었다.

1층 중앙홀 전시물의 과학의 본성 특징은 분석된 과학의 본성 2가지, 총 9개 중에 명시적인 과학의 본성이 단 한 개도 분석되지 않았다는 점과, 10가지의 과학의 본성 요소 중 단 2개만이 분석되었다는 것이며, 이마저도 관찰과 추론에 편중되어 있다는 것이다.

M자연사박물관의 중앙홀의 전시물을 살펴본 결과, 과학의 본성은 다음 표 41과 그림 6과 같은 특징을 보여주고 있다.

표 41. 세계 최대 규모 육식공룡알 등지 화석 상설전시관의 과학의 본성 빈도

	명시적	암시적
EMP	0	0
TEN	0	0
THE	0	0
LAW	0	0
CRT	0	0
INF	0	6
SUB	0	0
SSC	0	0
STS	0	0
MET	0	3
Total	0	9
	9	



※ EMP : 검증 가능한, TEN : 감정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법

그림 7. 중앙홀 과학의 본성 그래프

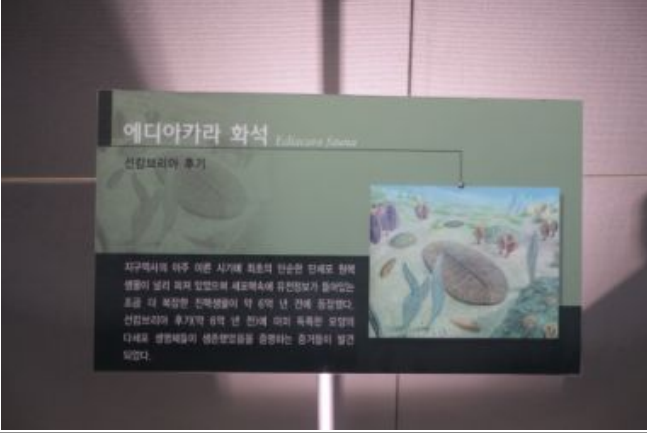
1층 중앙홀은 본 연구에서 기준으로 한 10가지의 과학의 본성 요소 중 단 2개의 과학의 본성을 포함하였다. 요소별로 나타난 분포는, 관찰과 추론이 6개, 그리고 과학적 방법(MET)가 2개로 나타났다. 중앙홀에서 나타나지 못한 과학의 본성은 검증 가능한,

잠정적인, 이론의 본성, 법칙의 본성, 창의성과 상상력, 주관적인, 사회문화적, STS로
 총 8가지의 과학의 본성이다. 또한, 총 9개의 과학의 본성 중 명시적인 과학의 본성은
 단 1개도 나타나지 않았다. 다양한 과학의 본성 요소가 나타나지 않은 것과 더불어, 명
 시적인 과학의 본성이 나타나지 않았다.

c. 지질관

생명진화관은 총 8개의 레퍼런스로 구성되어 있다. 레퍼런스1 푸른 행성 지구, 레퍼
 런스2 우주로부터의 암석, 레퍼런스3 지각의 구성 물질, 레퍼런스4 생명의 출현과 진
 화, 레퍼런스5 어류의 진화, 레퍼런스6 양서류와 파충류, 레퍼런스7 인류의 출현, 레퍼
 런스8 육상생명의 다양성, 레퍼런스9 해양생명의 다양성으로 이루어져있다. 이 중에서
 과학의 본성이 나타난 레퍼런스는 레퍼런스2 생명의 기원과 탄생, 레퍼런스3 고생대,
 레퍼런스4 중생대, 레퍼런스5 신생대, 레퍼런스7 신생대 포유류, 레퍼런스8 공룡과 익
 룡이다. 이를 분석한 결과를 주제별, 레퍼런스별로 다음 표와 같이 나타내었다.


표 42. 에디아카라 화석 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표

N O S	EMP	R_4, T_1	E_I, E_G	IMP
2				
	사 진			
	전 사	<p>선캄브리아 후기</p> <p>지구역사의 아주 이른 시기에 최초의 단순한 단세포 원핵 생물이 널리 퍼져 있었으며 세포핵속에 유전정보가 들어있는 조금 더 복잡한 진핵생물이 약 6억 년 전에 등장했다. 선캄브리아 후기(약 6억 년 전)에 이미 독특한 모양의 다세포 생명체들이 생존했었음을 증명하는 증거들이 발견되었다.</p>		
	해 석	<p>선캄브리아 후기의 에디아카라 화석에 관한 설명으로, 선캄브리아 후기에 독특한 모양의 다세포 생명체들이 생존했었음을 증명하는 증거들이 발견되었다는 표현을 통해, 과학이 검증 가능한 근거로부터 이루어진다는 것을 암시적으로 표현하였다.</p> <p>EMP, IMP</p>		

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 감정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 42에 나타난 전시물은 에디아카라 화석에 관한 전시물이다. 에디아카라 화석의 모식도와 설명이 나와있는 설명적 매체의 그래픽 패널과 해설 패널로 이루어져 있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 선캄브리아 후기에 독특한 모양의 다세포 생명체들이 생존했었음을 증명하는 증거들이 발견되었다는 표현을 통해, 과학이 검증가능한 근거로부터 이루어진다는 것을 암시적으로 알 수 있으므로, 검증 가능한 과학의 본성이 암시적으로 나타나 있다고 볼 수 있다.

표 43. 삼엽충 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표


N O S	INF	R_4, T_1	E_I, E_G	IMP
사 진				
2 전 사	<p>커다란 공모양 눈의 단편 겹눈과 유사한 눈의 단면</p> <p>고생대초기에 출현하여 2억 5000만 년 이상을 지구상에서 살아 남았으며 1만 5000종 이상 존재하여 어떤 다른 멸종 동물보다 번성한 고생대 표준화석으로 페름기말에 모두 사라졌다. 특히, 삼엽충 눈은 최초로 진화한 동물 눈 중 하나로 수많은 방해석 광물 결정체 렌즈로 이루어졌으며 두 개의 눈은 초승달과 유사한 모양으로 해저바닥을 따라 360° 시야를 확보할 수 있었을 것이다. 일부는 눈을 갖지 않은 종도 있었다.</p>			
해 석	<p>삼엽충과 삼엽충의 눈에 대한 설명으로, 삼엽충 눈은 최초로 진화한 동물 눈 중 하나로 수많은 방해석 광물 결정체 렌즈로 이루어졌으며 두 개의 눈은 초승달과 유사한 모양으로 이루어져있다는 것을 관찰을 통해 알았으며, 이를 통해 해저바닥을 따라 360° 시야를 확보할 수 있었을 것이라고 추측하였다. 이를 통해 과학이 관찰과 추론으로 이루어진다는 것을 암시적으로 나타내었다.</p> <p>INF, IMP</p>			

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 잠정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 43에 나타난 전시물은 삼엽충에 관한 전시물이다. 삼엽충의 진화한 눈의 모식도와 설명이 나와있는 설명적 매체의 그래픽 패널과 해설 패널로 이루어져 있다. 이

전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 삼엽충 눈은 최초로 진화한 동물 눈 중 하나로 수많은 방해석 광물 결정체 렌즈로 이루어졌으며, 두 개의 눈은 초승달과 유사한 모양으로 이루어져있다는 것을 관찰을 통해 알았으며, 이를 통해 해저바닥을 따라 360° 시야를 확보할 수 있었을 것이라고 추론하였다는 표현을 통해, 과학이 관찰과 추론으로부터 이루어진다는 것을 암시적으로 알 수 있으므로, 관찰과 추론의 과학의 본성이 암시적으로 나타나 있다고 볼 수 있다.

표 44. 스테놉테리기우스 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표

N O S	SUB	R_6, T_1	E_I, E_G	EXP
사 진				
2 전 사	<p>스테놉테리기우스 중생대 쥐라기 독일 홀츠마덴</p> <p>본 화석은 중생대 해양파충류인 이크티오사우루스화석으로 배속에 새끼의 뼈가 보존된 채로 발견된 매우 희귀한 화석이다. 여기에 관해서는 두 가지 의견이 존재하는데 하나는 새끼뼈가 위속의 내용물로 여겨져 동족끼리 잡아먹었다는 의견과 다른 하나는 새끼가 출산 전이나 출산도중에 어미와 함께 죽은 증거로 해석된다. 새끼는 태어날 때 꼬리부터 나왔으며 완벽하게 헤엄칠 수 있었다.</p>			
해 석	<p>중생대 해양파충류인 이크티오사우루스화석에 대한 설명으로, 배속에 새끼의 뼈가 보존된 채로 발견된 매우 희귀한 화석이라고 설명하면서 여기에 관해서는 두 가지 의견이 존재한다고 하였다. 하나는 새끼뼈가 위속의 내용물로 여겨져 동족끼리 잡아먹었다는 의견과 다른 하나는 새끼가 출산 전이나 출산도중에 어미와 함께 죽은 증거로 해석된다고 하였다. 이는 같은 화석을 보고 두 가지 의견이 나왔다는 점에서 과학이 주관적으로 해석될 수 있다는 것을 명시적으로 나타내었다고 할 수 있다.</p> <p>SUB, EXP</p>			

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 잠정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 44에 나타난 전시물은 스테놉테리기우스에 관한 전시물이다. 스테놉테리기우스의 화석 모식도와 설명이 나와 있는 설명적 매체의 그래픽 패널과 해설 패널로 이루어져 있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 스테놉테리기우스의 배속에 새끼의 뼈가 보존된 채로 발견된 희귀 화석을 통해 두 가지 의견이 존재하는데 하나는 새끼뼈가 위속의 내용물로 여겨져 동족끼리 잡아먹었다는 의견과, 다른 하나는 새끼가 출산 전이나 출산 도중에 어미와 함께 죽은 증거로 해석된다는 표현을 통해, 같은 화석을 보고 두 가지 의견이 나왔다는 점에서 과학이 주관적으로 해석될 수 있다는 것을 암시적으로 나타나 있다고 볼 수 있다.

표 45. 포유류의 등장 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표

N O S	INF	R_7, T_1	E_I, E_G	IMP
2 사 진				
전 사	<p>포유류와 멸종된 그들의 친척을 단궁형이라고 부른다. 이는 눈 뒤에 하나의 측두공을 가진다. 고생대 페름기 말기에서 중생대 트라이아스기 초기 무렵, 포유류를 닮은 파충류인 수궁류가 등장했는데 오늘날 포유류가 모두 이런 파충류 같은 동물에서 기원했을 것이라 추측된다.</p>			
해 석	<p>고생대 페름기 말기에서 중생대 트라이아스기 초기 무렵, 파충류인 수궁류가 등장했고, 이를 관찰해 보았을 때 포유류와 닮아있어서 오늘날 포유류가 모두 이런 파충류 같은 동물에서 기원했을 것이라고 추측하였다. 이 글을 통해 과학이 관찰과 추론으로 이루어질 수 있다는 것을 암시적으로 알 수 있다.</p> <p>INF, IMP</p>			

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 감정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 45에 나타난 전시물은 포유류의 등장에 관한 전시물이다. 반룡류, 수궁류, 포유류의 모식도와 설명이 나와 있는 설명적 매체의 그래픽 패널과 해설 패널로 이루어져 있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 고생대 페름기 말기에서 중생대 트라이아스기 초기 무렵, 파충류인 수궁류가 등장했고, 이를 관찰해 보았을 때 포유류와 닮아있어서 오늘날 포유류가 모두 이런 파충류 같은 동물에서 기원했을 것이라고 추측된다는 표현을 통해, 과학이 관찰과 추론으로부터 이루어진다는 것을 암시적으로 알 수 있으므로, 관찰과 추론의 과학의 본성이 암시적으로 나타나 있다고 볼 수 있다.

1층 지질관에서는 총 15개의 과학의 본성이 분석되었다. 레퍼런스2 『우주로부터의 암석』에서 1개, 레퍼런스4 『생명의 출현과 진화』에서 3개, 레퍼런스5 『생어류의 진화』에서 5개, 레퍼런스6 『양서류와 파충류』에서 5개, 레퍼런스7 『신생대 포유류』에서 1개로 총 15개의 과학의 본성이 분석되었다.

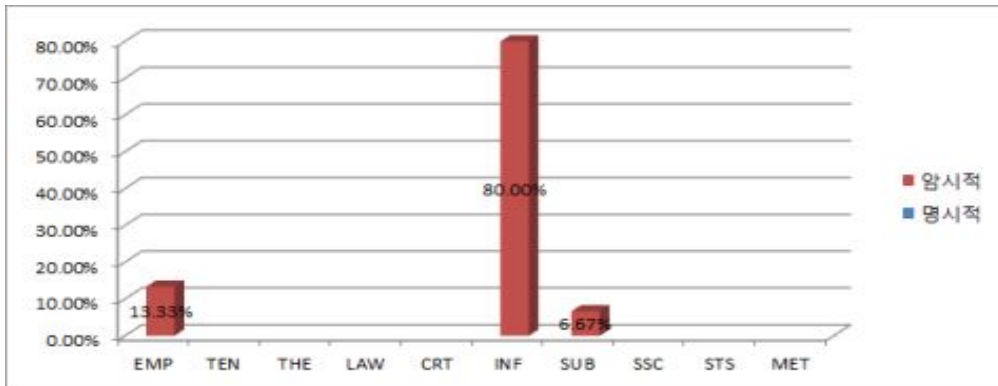
레퍼런스2 『우주로부터의 암석』에서 「철광층」 주제의 전시에서 암시적인 “관찰과 추론(INF)” 과학의 본성이 1개 분석되었다. 레퍼런스4 『생명의 출현과 진화』에서는 「에디아카라 화석」 주제의 전시에서 암시적인 “관찰과 추론(INF)” 1개, 「삼엽충」 주제의 전시에서 암시적인 “관찰과 추론(INF)” 1개, 「암모나이트」 주제의 전시에서는 암시적인 “관찰과 추론(INF)”이 분석되었다. 레퍼런스5 『어류의 진화』에서는 「드레파나스피스」 주제의 전시에서 암시적인 “관찰과 추론(INF)” 과학의 본성이 1개, 「보트리올레피스」 주제의 전시에서 암시적인 “관찰과 추론(INF)” 과학의 본성이 1개, 「지파티누스」 주제의 전시에서 암시적인 “관찰과 추론(INF)” 과학의 본성이 1개 분석되었다. 레퍼런스6 『양서류와 파충류』에서 「디플로카울루스」 주제의 전시에서 암시적인 “관찰과 추론(INF)” 과학의 본성이, 「디스코사우리스쿠스」 주제의 전시에서 암시적인 “관찰과 추론(INF)” 과학의 본성이, 「스테놉테리기우스」 주제의 전시에서 암시적인 “주관적인(SUB)” 과학의 본성이, 「들려주고 싶은 화석 이야기」 주제의 전시에서 암시적인 “관찰과 추론(INF)”과 “검증 가능한(EMP)” 과학의 본성이 각각 1개씩, 분석되었다. 레퍼런스7 『신생대 포유류』에서 「포유류의 등장」 주제의 전시에서 암시적인 “관찰과 추론(INF)” 과학의 본성이 1개 분석되었다. 레퍼런스8 『공룡과 익룡』에서 「테라노돈」 주제의 전시에서 암시적인 “관찰과 추론(INF)” 과학의 본성이 1개 분석되었다.

1층 지질관 전시물의 과학의 본성 특징은 분석된 과학의 본성 3가지, 총 15개 중에 명시적인 과학의 본성이 단 한 개도 분석되지 않았다는 점과, 10가지의 과학의 본성 요소 중 단 3개만이 분석되었다는 것이며, 이마저도 관찰과 추론에 편중되어 있다는 것이다.

M자연사박물관의 지질관의 전시물을 살펴본 결과, 과학의 본성은 다음 표 46과 그림 7과 같은 특징을 보여주고 있다.

표 46. 지질관의 과학의 본성 빈도

	명시적	암시적
EMP		2
TEN		
THE		
LAW		
CRT		
INF		12
SUB		1
SSC		
STS		
MET		
Total		15
	15	



※ EMP : 검증 가능한, TEN : 잠정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법

그림 8. 지질관 과학의 본성 그래프


1층 지질관은 본 연구에서 기준으로 한 10가지의 과학의 본성 요소 중 단 3개의 과학의 본성을 포함하였다. 요소별로 나타난 분포는, 관찰과 추론이 11개로 가장 많았고, 다음으로 검증 가능한(EMP)이 2개로 나타났으며, 주관적인(SUB) 과학의 본성이 1개

나타났다. 지질관에서 나타나지 못한 과학의 본성은 잠정적인, 이론의 본성, 법칙의 본성, 창의성과 상상력, 사회문화적, STS, 과학적 방법으로 총 7가지의 과학의 본성이다. 또한, 총 14개의 과학의 본성 중 명시적인 과학의 본성은 단 1건도 나타나지 않았다. 다양한 과학의 본성 요소가 나타나지 않은 것과 더불어, 명시적인 과학의 본성이 나타나지 않았다.

d. 육상생명관2

육상생명관2는 총 개의 레퍼런스로 구성되어 있다. 레퍼런스1 곤충, 레퍼런스2 식물이다. 이를 분석한 결과를 주제별, 레퍼런스별로 다음 표와 같이 나타내었다.

표 47. 곤충의 날개 진시물에 나타난 과학의 본성 분석 표

	N O S	INF, SUB, INF	R_7, T_1	E_I, R_R, E_G	IMP
2	사 진				
	전 사	<p> ①곤충의 날개는 가슴 옆에 있는 외골격이 늘어난 것으로 앞다리가 변형되어 생긴 박쥐나 새의 날개와는 기원이나 구조가 전혀 다르다. 곤충의 날개에는 몸 내부에 직접 붙어 있는 근육이 없고 가슴에 있는 근육에 의해 움직인다. </p> <p> 곤충의 날개는 어떻게 생겨났을까? </p> <p> 첫째로 하루살이나 잠자리와 같이 원시시대부터 살아왔던 곤충은 지금 </p>			

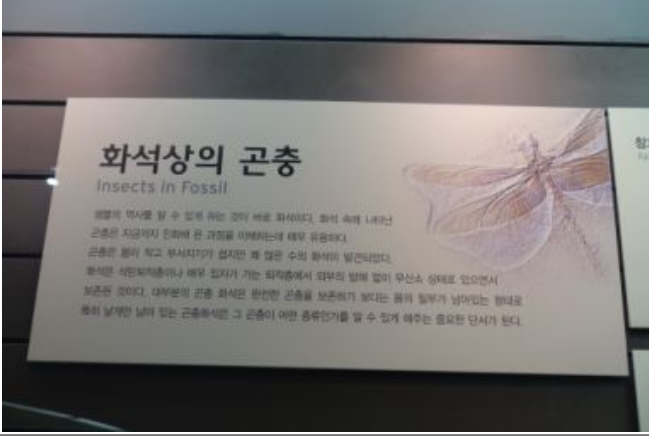
	<p>도 물에서 생활을 하는데 이러한 생활 행동에서 날개가 나타났을 것으로 추정하고 있다. 이들 곤충이 물 속에서 수영을 하는데 도움이 되도록 물갈퀴처럼 길게 자란 것이 날개로 되었다는 것이다. 하지만 물에서 이용되던 것이 공중에서 날개로 변환되는 데에는 많은 어려움이 있다. 둘째로 성적활동을 위해 쓰였던 것이 날개로 되었다는 것이다. 하지만 이러한 주장은 화석이나 현재 살아있는 곤충의 가슴에서 쪽을 불러들이는데 사용되었을 만한 구조를 찾아보기가 힘들어 받아들이기 어렵다. 셋째로 날개는 곤충이 조그만 틈이나 가지 등에서 숨도록 몸을 납작하게 하면서 몸의 등판에서 길게 자란 것으로 추측한다. 곤충이 위험에 처했을 때 옆으로 돌기를 등 위로 높게 세우고 높은 곳에서 낮은 곳으로 뛰거나 이동했을 때 많은 도움을 받았을 것이다. 결국 이러한 구조가 날개가 되어 다른 동물보다 훨씬 더 생존에 유리하게 작용하였을 것으로 추정하고 있다.</p> <p>②시백 모식도 날개시백은 곤충의 종류에 따라 차이가 있어 곤충을 분류하는데 이용된다.</p> <p>날개진화 모식도 처음엔 작은 돌기처럼 되어 있으나 점차 길어져 현재의 날개처럼 되었을 것이다.</p> <p>날개 움직임 날개의 움직임은 가슴에 있는 두 개의 근육의 이완과 수축으로 일어난다.</p>
<p>해 석</p>	<p>①곤충의 날개에 대한 설명으로, 곤충의 날개가 어떻게 생겨났을 지에 대한 여러 가설을 설명함으로써, 과학은 고정적인 것이 아니라 여러 과학자들의 주관적인 생각이 반영되어 관찰과 추론을 통해 이루어질 수 있다는 것을 암시적으로 나타냄.</p> <p>INF, SUB, IMP</p> <p>②날개진화 모식도를 통해 곤충의 날개가 처음엔 작은 돌기처럼 되어 있으나 점차 길어져 현재의 날개처럼 되었을 것이라고 추측하였다. 이는 관찰과 추론의 과학의 본성을 반영했다고 볼 수 있다.</p> <p>INF, IMP</p>

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 감정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 47에 나타난 전시물은 곤충의 날개에 관한 전시물이다. 곤충의 날개에 대한

설명이 나와 있는 설명적 매체의 해설 패널과 그래픽패널, 곤충의 실물 표본으로 이루어져 있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 곤충의 날개가 어떻게 생겨났을 지에 대한 여러 가설을 설명함으로써, 과학은 고정적인 것이 아니라 여러 과학자들의 주관적인 생각이 반영되어 관찰과 추론을 통해 이루어질 수 있다는 것을 암시적으로 알 수 있으므로, 관찰과 추론의 과학의 본성이 암시적으로 나타나 있다고 볼 수 있다. 또한, 곤충의 날개 진화 모식도를 통해 곤충의 날개가 처음에는 작은 돌기처럼 되어 있었으나 점차 길어져 현재의 날개처럼 되었을 것이라고 추측하였다. 이는 관찰과 추론의 과학의 본성을 반영하였다고 볼 수 있다.


표 48. 화석상의 곤충 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표

N O S	EMP	R_7, T_1	E_I, E_G	IMP
2				
전 사	<p>생물의 역사를 알 수 있게 하는 것이 바로 화석이다. 화석 속에 나타난 곤충은 지금까지 진화해 온 과정을 이해하는데 매우 유용하다. 곤충은 몸이 작고 부서지기가 쉽지만 꽤 많은 수의 화석이 발견되었다. 화석은 석탄퇴적층이나 매우 입자가 가는 퇴적층에서 외부의 방해 없이 무산소 상태로 있으면서 보존된 것이다. 대부분의 곤충 화석은 완전한 곤충을 보존하기 보다는 몸의 일부가 남아있는 형태로 특히 날개만 남아 있는 곤충화석은 그 곤충이 어떤 종류인가를 알 수 있게 해주는 중요한 단서가 된다.</p>			
해 석	<p>곤충 화석이 그 곤충이 어떤 종류인가를 알 수 있게 해주는 중요한 단서가 된다는 설명으로, 과학은 검증 가능한 근거가 있어야 한다는 것을 암시적으로 알 수 있다.</p> <p>EMP, IMP</p>			

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 잠정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 함의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 48에 나타난 전시물은 화석상의 곤충에 관한 전시물이다. 화석상의 곤충에 대한 설명이 나와 있는 설명적 매체의 해설 패널과 화석상의 곤충의 모식도가 나타나 있는 그래픽패널로 이루어져 있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 곤충 화석이 그 곤충이 어떤 종류인가를 알 수 있게 해주는 중요한 단서가 된다는 설명을 통해, 과학은 검증 가능한 근거가 있어야 한다는 것을 암시적으로 알 수 있으므로, 검증 가능한 과학의 본성이 암시적으로 반영되었다고 볼 수 있다.

표 49. 위협에 처한 숲속 생물 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표

N O S	S T S	R_7, T_1	E_I, E_G	I M P
사 진				
2 전 사	<p>우리는 삶의 질을 높인다는 명목으로 생물의 서식처를 파괴하고 자연환경을 오염시킴으로써 숲 자체를 없애거나, 숲의 구조를 교란시키고 있다. 결과적으로 많은 숲 속 생물들이 우리 주변에서 사라지고 있으며, 이러한 생물다양성 감소는 세계적인 추세이다. 환경부에서는 생물다양성과 자연환경을 보존하기 위해 자연환경보전법에 의해 멸종위기 및 보호 대상종을 지정하여 보호하고 있다.</p>			
해 석	<p>과학의 발전으로 인해 자연환경을 오염시킴으로서 생물다양성 감소가 세계적인 추세로 진행중이라는 설명은 과학이 사회에 영향을 준다는 것을 암시적으로 나타내고 있으며, 환경부에서는 생물다양성과 자연환경을 보존하기 위해 자연환경보전법에 의해 멸종위기 및 보호대상을 지정하여 보호하고 있다는 설명은 과학의 본성 중 사회적 함의라고 볼 수 있다.</p> <p>STS, IMP</p>			

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 감정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 함의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 49에 나타난 전시물은 위협에 처한 숲속 생물에 관한 전시물이다. 화석상의 곤충에 대한 설명이 나와 있는 설명적 매체의 해설 패널과 화석상의 곤충의 모식도가 나타나있는 그래픽패널로 이루어져 있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 곤충 화석이 그 곤충이 어떤 종류인가를 알 수 있게 해주는 중요한 단서가 된다는 설명을 통해, 과학은 검증 가능한 근거가 있어야 한다는 것을 암시적으로 알 수 있으며

로, 검증 가능한 과학의 본성이 암시적으로 반영되었다고 볼 수 있다.

2층 육상생명관2에서는 총 8개의 과학의 본성이 분석되었다. 레퍼런스1 『곤충』에서 8개로 총 8개의 과학의 본성이 분석되었다.

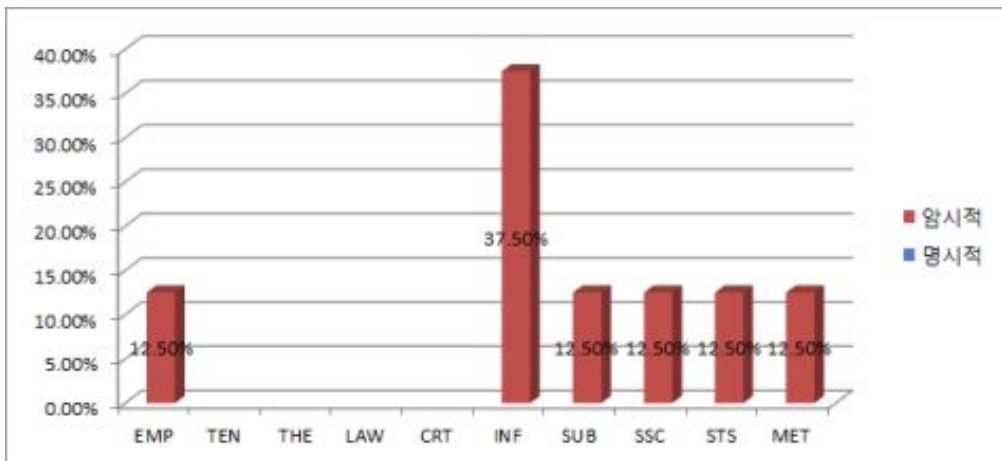
레퍼런스1 『곤충』에서 「곤충」 주제의 전시에서 암시적인 “관찰과 추론(INF)”의 과학의 본성이 1개 분석되었다. 「세계의 곤충」 주제의 전시에서는 암시적인 “과학적 방법(MET)”의 과학의 본성이 1개, 암시적인 “사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)”의 과학의 본성이 1개 분석되었다. 「곤충의 날개」 주제의 전시에서 암시적인 “관찰과 추론(INF)”의 과학의 본성이 2개, 암시적인 “주관적인(SUB)” 과학의 본성이 1개 분석되었다. 「화석상의 곤충」 주제의 전시에서는 암시적인 “검증 가능한(EMP)”의 과학의 본성이 분석되었다. 「위험에 처한 숲속 생물」 주제의 전시에서는 암시적인 “사회·문화적(SSC)”의 과학의 본성이 1개 분석되었다.

2층 육상생명관2의 전시물에 반영된 과학의 본성 특징은 분석된 과학의 본성 6가지, 총 8개 중에 명시적인 과학의 본성이 단 한 개도 분석되지 않았다는 점과, 10가지의 과학의 본성 요소 중 6개가 분석되었다는 것으로, 이는 다른 관에 비해 다양하지만, 관찰과 추론에 편중되어 있었다.

M자연사박물관의 육상생명관2의 전시물을 살펴본 결과, 과학의 본성은 다음 표 50과 그림 8과 같은 특징을 보여주고 있다.

표 50. 육상생명관2의 과학의 본성 빈도

	명시적	암시적
EMP		1
TEN		
THE		
LAW		
CRT		
INF		3
SUB		1
SSC		1
STS		1
MET		1
Total		8
	8	



※ EMP : 검증 가능한, TEN : 감정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법

그림 9. 육상생명관2 과학의 본성 그래프


2층 육상생명관2는 본 연구에서 기준으로 한 10가지의 과학의 본성 요소 중 6개의 과학의 본성을 포함하였다. 요소별로 나타난 분포는, 관찰과 추론이 3개로 가장 많았고, 다음으로 검증 가능한(EMP)이 1개로 나타났으며, 주관적인(SUB) 과학의 본성이 1

개, 사회·문화적(SSC)요소가 1개, 사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)가 1개, 과학적 방법(MET)의 과학의 본성이 1개로 나타났다. 육상생명관2에서 나타나지 못한 과학의 본성은 감정적인, 이론의 본성, 법칙의 본성, 창의성과 상상력으로 총 4가지의 과학의 본성이다. 또한, 총 8개의 과학의 본성 중 명시적인 과학의 본성은 단 1건도 나타나지 않았다.

e. 수중생명관

수중생명관은 총 5개의 레퍼런스로 구성되어 있다. 레퍼런스1 무척추동물, 생긴 건 달라도 우리는 한 식구, 레퍼런스2 해양식물의 다양성, 레퍼런스3 고래이야기, 레퍼런스4 어류, 레퍼런스5 복도 전시물로 이루어져있다. 이 중에서 과학의 본성이 나타난 레퍼런스는 레퍼런스5 복도전시물 이다. 이를 분석한 결과를 주제별, 레퍼런스별로 다음 표와 같이 나타내었다.

표 51. 아르케론 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표

N O S	INF, INF	R_5, T_1	E_I, E_G	IMP
사 진				
2 전 사	<p>세계 최대 거북인 아르케론은 1970년대 중반 미국 사우스 다코타 라피트 시에서 남쪽으로 72cm로 떨어진 피에르 셰일층에서 발굴되었다. 원본 화석은 오스트리아 비엔나 국립자연사박물관에 소장 전시되어 있으며 이 곳에 전시된 표본은 복제본이다. ①현재 멸종된 아르케론이 살아 있을 당시에는 무게가 2.3톤에 달했을 것으로 추정된다. 머리 끝에서 꼬리까지의 길이는 약 4.5m, 앞발 양 지느러미 사이 길이는 5.25m이다. ②수명은 100년에 이르렀을 것으로 추정되며 기력이 다할 때쯤 몸체의 일부가 바닷속 진흙에 묻히면서 죽음을 맞이하여 화석으로 남게 된 듯하다.</p>			
해 석	<p>① 세계 최대 거북인 아르케론에 대한 설명으로, 화석 발굴에 대한 이야기와 더불어, 현재 멸종된 아르케론이 살아 있을 당시에는 무게가 2.3톤에 달했을 것으로 추정된다는 설명을 통해, 과학이 관찰과 추론을 통해 이루어질 수 있다는 것을 암시적으로 알 수 있다.</p> <p>INF, IMP</p> <p>② 아르케론의 수명을 추측하였으며, 이 화석의 주인공인 아르케론은 기력이 다 할 때쯤 몸체의 일부가 바닷속 진흙에 묻히면서 죽음을 맞이하여 화석으로 남게 된 듯하다고 추측하였다. 이를 통해 과학이 관찰과 추론을 통해 이루어질 수 있다는 것을 암시적으로 알 수 있다.</p> <p>INF, IMP</p>			

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 잠정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 51에 나타난 전시물은 아르케론에 관한 전시물이다. 아르케론의 모식도와 설명이 나와 있는 설명적 매체의 그래픽 패널과 해설 패널로 이루어져 있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 세계 최대 거북인 아르케론에 대한 설명으로, 화석 발굴에 대한 이야기와 함께, 현재 멸종된 아르케론이 살아 있을 당시에는 몸무게가 2.3톤에 달했을 것으로 추정된다는 표현을 통해, 현재 알 수 없지만 화석 등의 아르케론을 알 수 있는 증거들을 관찰한 결과, 무게를 추론하였기 때문에 과학이 관찰과 추론으로부터 이루어진다는 것을 암시적으로 알 수 있으므로, 관찰과 추론의 과학의 본성이 암시적으로 나타나 있다고 볼 수 있다. 또, 아르케론의 몸무게와 더불어 수명도 추측하였으며, 아르케론이 기력이 다 할 때쯤 몸체의 일부가 바닷속 진흙에 묻히면서 죽음을 맞이하여 화석으로 남게 되었을 것으로 추측하였다. 이를 통해 과학이 관찰과 추론으로부터 이루어진다는 것을 암시적으로 알 수 있으므로, 관찰과 추론의 과학의 본성이 암시적으로 나타나 있다고 볼 수 있다.

2층 수중생명관에서는 총 2개의 과학의 본성이 분석되었다. 레퍼런스5 『복도 전시물』에서 2개로 총 2개의 과학의 본성이 분석되었다.

레퍼런스5 『복도 전시물』에서 「아르케론」 주제의 전시에서 암시적인 “관찰과 추론(INF)”의 과학의 본성이 2개 분석되었다.

2층 수중생명관의 전시물에 반영된 과학의 본성 특징은 수중 생명관의 5개의 레퍼런스에서 레퍼런스5에서만 과학의 본성이 분석되었으며, 단 한 전시물에서 한 가지의 과학의 본성 요소가 2개 분석되었다는 것이다. 또한, 분석된 과학의 본성 1가지, 총 2개 중에 명시적인 과학의 본성이 단 한 개도 분석되지 않았다는 점과, 10가지의 과학의 본성 요소 중 1가지가 분석되었다는 것으로, 이는 다른 관에 비해 가장 과학의 본성이 적은 것으로 나타났다.


2층 수중생명관은 본 연구에서 기준으로 한 10가지의 과학의 본성 요소 중 단 1개의 과학의 본성을 포함하였다. 요소별로 나타난 분포는, 관찰과 추론이 2개로 유일했다. 육상생명관2에서 나타나지 못한 과학의 본성은 검증 가능한, 잠정적인, 이론의 본성, 법칙의 본성, 창의성과 상상력, 주관적인, 사회·문화적, 사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계, 과학적 방법으로 총 9가지의 과학의 본성이다. 또한, 총 2개의 과학의 본성 증명시적인 과학의 본성은 단 1건도 나타나지 않았다. 다양하지 못한 과학의 본성 반영

뿐만 아니라, 명시적인 과학의 본성이 나타나지 않았다.

f. 1층 복도 전시물

1층 복도 전시물은 총 1개의 레퍼런스, 전시물 소개로 구성되어 있다. 이를 분석한 결과를 주제별, 레퍼런스별로 다음 표와 같이 나타내었다.

표 52. 전시물소개-디플로도쿠스 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표


N O S	INF, TEN	R_1, T_1	E_T	IMP
사 진				
2 전 사	<p>원본 소장처 : 미국 펜실베이니아주 피츠버그 카네기자연사박물관 산출지 : 미국 콜로라도 와이오밍 모리슨층 지질시대 : 1억 5500만 년전</p> <p>①디플로도쿠스의 이빨은 머리 앞부분에 빗처럼 늘어서 있는데 이는 식물을 씹는데 부적합하며 이빨들이 마모된 흔적을 분석한 결과 서로 맞물리지 않아 잎과 줄기를 자르기도 못하다는 것을 알았으며 주로 잎이나 열매를 훑어 내리는데 사용되었다고 믿어지고 있다.</p> <p>디플로도쿠스는 알로사우루스 무리와 같은 육식공룡의 공격을 상대하기 위해 꼬리를 사용했을 것이며 이는 음식보다 빠른 속도를 내었다고 한다. ②디플로도쿠스의 콧구멍의 위치는 다른 동물과 달리 주둥이 끝에 있는 것이 아니라, 눈 사이의 구멍에 위치해 있다. 이는 초기에 물속에서 생활하기 위한 것으로 알려졌으나 이는 수압등을 고려할 때 부적합한 것으로 수중생활을 하지 못했다.</p>			
해 석	<p>① 디플로도쿠스의 화석을 관찰하여 디플로도쿠스의 특징에 대해 설명하였다. 화석 중 이빨의 마모 흔적을 분석해 보았을 때 맞물리지 않은 것을 통해 식물의 잎과 줄기를 자르지 못했을 것이고, 주로 이빨로 잎이나 열매를 훑어 내리는데 사용되었다고 추측하고 있다. 또한, 육식공룡의 공격을 상대하기 위해 꼬리를 사용했을 것이며, 이는 음식보다 빠른 속도를 내었을 것이라고 추측하였다. 이러한 정황을 통해 과학이 관찰과 추론을 통해 이루어진다는 것을 암시적으로 알 수 있다.</p> <p>INF, IMP</p> <p>② 콧구멍의 위치를 관찰해 보았을 때, 다른 동물과 달리 눈 사이의 구</p>			

		<p> 멍에 위치해 있다는 것을 통해 초기에 물속에서 생활하기 위한 것으로 추측하였으나, 수압 등을 고려할 때 부적합하다는 결론을 내렸다. 이를 통해 과학자들의 연구에서 과학이 고정적인 것이 아니라 잠정적으로 변할 수 있다는 것을 암시적으로 나타낸다. </p> <p> TEN, IMP </p>
--	--	--

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 잠정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 52에 나타난 전시물은 M자연사박물관의 전시물을 소개하는 터치패널로 구성된 전시물로, 쥐라기 시대의 공룡 디플로도쿠스에 관한 설명 부분이다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 디플로도쿠스의 이빨 및 꼬리에 대한 설명으로, 디플로도쿠스의 이빨은 머리 앞부분에 빗처럼 늘어서 있는데 이는 식물을 씹는데 부적합하며 이빨들이 마모된 흔적을 분석했을 때, 서로 맞물리지 않는 것을 통해 잎과 줄기를 자르기도 못하였을 것으로 결론내리고, 이빨은 주로 잎이나 열매를 훑어 내리는데 사용되었다고 믿어지고 있다는 표현과, 꼬리에 대해서는 육식공룡의 공격을 상대하기 위해 꼬리를 사용했을 것이며, 이는 음식보다 빠른 속도를 내었다고 한다는 표현을 통해, 과학이 관찰과 추론으로부터 이루어진다는 것을 암시적으로 알 수 있으므로, 관찰과 추론의 과학의 본성이 암시적으로 나타나 있다고 볼 수 있다. 또한, 이 전시물에는 디플로도쿠스의 콧구멍 위치에 대한 설명도 나와 있는데, 디플로도쿠스의 콧구멍 위치는 다른 동물들이 주둥이 끝에 있는 것과 다르게, 눈 사이의 구멍에 위치해 있으며, 이는 초기에 물속에서 생활하기 위한 것으로 알려졌다가, 수압 등을 고려할 때 부적합한 것으로 수중생활을 하지 못했다는 표현을 통해, 디플로도쿠스의 콧구멍 위치로 어떤 생활을 했는지 유추한 것으로, 초기에 물속에서 생활하기 위한 것으로 생각되어 졌으나, 수압 등을 고려할 때, 부적합하다는 결론을 내린 것을 통해 과학자들의 연구에서 과학이 고정적인 것이 아니라 잠정적으로 변할 수 있다는 잠정적인 과학의 본성이 암시적으로 나타나 있다고 볼 수 있다.


표 53. 전시물소개-트리케라톱스 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표

N O S	INF, SUB	R_1, T_	E_T	IMP
사 진				
2 전 사	<p>원본 소장처 : 일본 군마현 박물관 산출지 : 미국 사우스 다코다 하딩 카운티 헬크릭층 지질시대 : 66백만년전</p> <p>트리케라톱스의 머리에는 코 위에 짧은 것 하나, 눈 위에 긴 것 두 개로써 모두 세 개의 인상적인 뿔이 솟아 있다. 머리 뒤편에는 인상적인 프릴이 목을 덮고 있다. 폭이 1.5m나 되는 웅장한 머리는 육상 동물 중 가장 큰 것에 속한다. ①프릴의 기능은 포식자로부터 목을 보호하는 기능으로 많은 티라노사우루스 이빨 자국이 선명하게 남은 화석들이 발견되었다. ②짜짓기나 자기 영토 확보, 서열 경쟁등을 할 때 과시용으로 사용되었다는 주장도 있다. 트리케라톱스 턱은 수십개의 이빨이 촘촘히 늘어서 오리주둥이공룡의 것과 비슷한 ‘치판’을 이루고 있다. 늘어난 이빨은 날카로운 긴 날을 이루어 질긴 식물을 자르는데 적합했다.</p>			
해 석	<p>① 트리케라톱스와 그의 화석에 관한 설명으로, 트리케라톱스 화석을 관찰한 결과 트리케라톱스의 프릴에 티라노사우루스의 이빨 자국이 선명하게 남은 화석들이 발견되어 이를 통해 프릴이 포식자로부터 목을 보호하는 기능으로 쓰였을 것이라고 추론하였다. 이를 통해 과학이 관찰과 추론으로 이루어질 수 있다는 것을 암시적으로 나타내고 있다.</p> <p>INF, IMP</p> <p>② 트리케라톱스의 프릴이 짜짓기나 자기 영토 확보, 서열 경쟁 등을 할 때 과시용으로 사용되었다는 주장도 있다는 설명을 통해, 과학자들이 같은 화석을 보고 다른 해석을 할 수 있다는 것을 보여주며, 이를 통해 과학은 주관적이라는 과학의 본성을 암시적으로 나타내고 있다.</p> <p>SUB, IMP</p>			

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 감정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력,
 INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법,
 R : 레퍼런스, T : 토폭, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 53에 나타난 전시물은 M자연사박물관의 전시물을 소개하는 터치패널로 구성된 전시물로, 백악기 시대의 공룡 트리케라톱스에 관한 설명 부분이다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 트리케라톱스와 그의 화석에 관한 설명으로, 프릴의 기능은 포식자로부터 목을 보호하는 기능으로 많은 티라노사우루스 이빨 자국이 선명하게 남은 화석들이 발견되었다는 표현을 통해, 트리케라톱스 화석을 관찰한 결과 프릴에 티라노사우루스의 이빨 자국이 남은 화석들이 발견되어 이를 통해 프릴이 포식자로부터 목을 보호하는 기능으로 쓰였을 것이라고 추론하였다. 이를 통해 과학이 관찰과 추론으로부터 이루어진다는 것을 암시적으로 알 수 있으므로, 관찰과 추론의 과학의 본성이 암시적으로 나타나 있다고 볼 수 있다. 또한, 디플로도쿠스의 프릴에 대한 해석에 관하여, 짝짓기나 자기 영토확보, 서열 경쟁 등을 할 때 과시용으로 사용되었다는 주장도 있다는 표현을 통해, 과학자들이 같은 화석을 보고 다른 해석을 할 수 있다는 것을 보여주며, 이를 통해 과학은 주관적이라는 과학의 본성을 암시적으로 나타내고 있다.

표 54. 전시물소개-관구조론 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표

N O S	TEN	R_1, T_	E_T	IMP
사 진				
2 전 사	<p>생동하는 푸른 행성 지구 - 판구조론</p> <p>1968년에 모간 등은 해저 확장설을 바탕으로 그 이후의 대륙과 해양에 대한 자료를 정리하여 여러 가지 지각변동을 모두 관련지어 통일적으로 해석할 수 있는 판구조론을 발표하였다. 지구의 층부는 두께 약 100km 인 몇 개의 판으로 덮여 있으며, 이 판들이 맨틀 대류에 의해 상대적으로 이동하게 되므로 판과 판의 경계부에서는 화성 활동과 지진 및 조산 운동등의 지각 변동이 일어난다는 이론을 판 구조론이라고 한다. 최근에는 판의 이동을 보다 합리적으로 설명하기 위하여 플룸 설이 제안되고 있다. 지구 내부에는 맨틀 하부에서 지표면까지 뜨거운 물질이 상승하는 고온의 기둥과 반대로 차가운 물질이 하강하는 저온의 기둥이 있다는 것이다. 즉 해구에서는 찬 플룸이 중력 때문에 가라앉으며 판을 잡아당기게 되므로 해령이나 열점같은 뜨거운 플룸에서 생성된 판이 쉽게 이동할 수 있다는 것이다.</p>			
해 석	<p>해저 확장설을 바탕으로 판구조론이 탄생되었다는 설명과, 최근에는 판의 이동을 보다 합리적으로 설명하기 위해 플룸설이 제안되고 있다는 설명을 통해, 과학적 이론이나 가설 등의 과학이 고정되어있는 것이 아니라 잠정성을 가지고 변할 수 있다는 것을 암시적으로 나타낸다.</p> <p>TEN, IMP</p>			

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 잠정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토릭, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 54에 나타난 전시물은 M자연사박물관의 전시물을 소개하는 터치패널로 구

성된 전시물로, 판구조론에 관한 설명 부분이다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 해저 확장설을 바탕으로 판구조론이 탄생되었다는 설명과, 최근에는 판의 이동을 보다 합리적으로 설명하기 위하여 플룸 설이 제안되고 있다는 표현을 통해, 과학이 고정되어 있는 것이 아니라 잠정성을 가지로 변할 수 있다는 것을 암시적으로 나타내었으므로, 잠정적인 과학의 본성이 암시적으로 반영되어 있다고 볼 수 있다.

1층 복도 전시물에서는 총 7개의 과학의 본성이 분석되었다. 레퍼런스1 『1층 복도 전시물』에서 7개로 총 7개의 과학의 본성이 분석되었다.

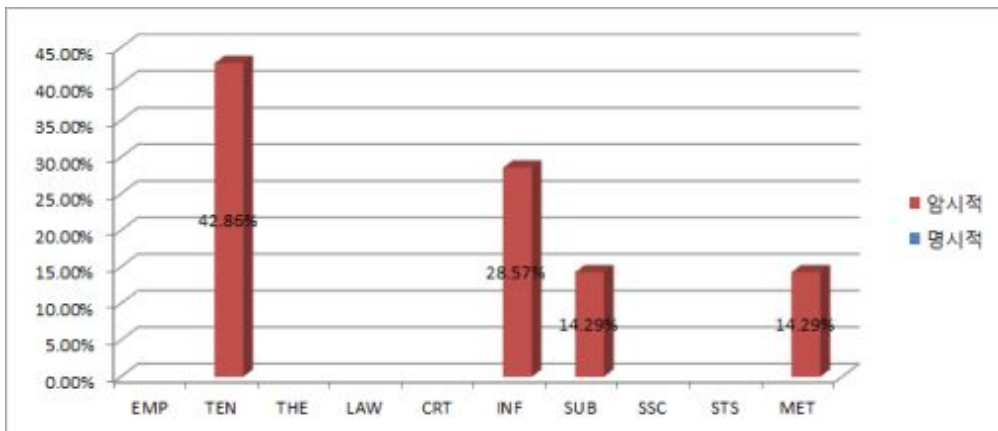
레퍼런스1 『1층 복도 전시물』에서 「육식공룡알 동지화석」 주제의 전시에서 암시적인 “과학적 방법(MET)”의 과학의 본성이 1개 분석되었다. 「코엘로피시스」 주제의 전시에서는 암시적인 “잠정적인(TEN)”의 과학의 본성이 1개 분석되었다. 「디플로도쿠스」 주제의 전시에서는 암시적인 “관찰과 추론(INF)”와 “잠정적인(TEN)”의 과학의 본성이 각각 1개씩 분석되었다. 「트리케라톱스」 주제의 전시에서는 암시적인 “관찰과 추론(INF)”와 “주관적인(SUB)”의 과학의 본성이 각각 1개씩 분석되었다. 「생동하는 푸른 행성 지구 - 판구조론」 주제의 전시에서는 암시적인 “잠정적인(TEN)”의 과학의 본성이 1개 분석되었다.

1층 복도 전시물의 전시물에 반영된 과학의 본성 특징은 총 4가지의 과학의 본성으로 총 7개의 과학의 본성 요소가 분석되었으며, 분석된 과학의 본성 4가지, 총 7개 중에 명시적인 과학의 본성이 단 한 개도 분석되지 않았다는 점과, 10가지의 과학의 본성 요소 중 4가지만 분석되었다는 것으로, 이는 다양한 과학의 본성이 나타나지 않았다는 점과, 이마저도 모두 암시적이라는 것이다.

M자연사박물관의 1층 복도 전시물의 전시물을 살펴본 결과, 과학의 본성은 다음 표 55와 그림 9과 같은 특징을 보여주고 있다.

표 55. 1층 복도 전시물의 과학의 본성 빈도

	명시적	암시적
EMP		
TEN		3
THE		
LAW		
CRT		
INF		2
SUB		1
SSC		
STS		
MET		1
Total		7
	7	



※ EMP : 검증 가능한, TEN : 잠정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법

그림 10. 1층 복도 전시물 과학의 본성 그래프

1층 복도전시물은 본 연구에서 기준으로 한 10가지의 과학의 본성 요소 중 단 4개의 과학의 본성을 포함하였다. 요소별로 나타난 분포는, 잠정적이 3개, 관찰과 추론이 2개, 주관적인 1개, 과학적 방법 1개로 총 4가지, 7개의 과학의 본성이 나타났다. 1층

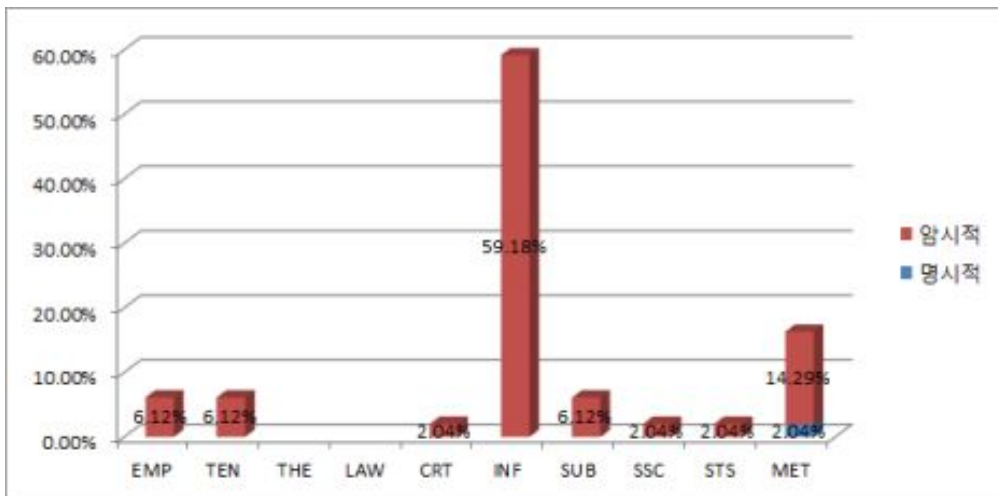
복도 전시물에서 나타나지 못한 과학의 본성은 검증 가능한, 이론의 본성, 법칙의 본성, 창의성과 상상력, 사회·문화적, 사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계로 총 6가지의 과학의 본성이다. 또한, 총 7개의 과학의 본성 중 명시적인 과학의 본성은 단 1건도 나타나지 않았다. 다양하지 못한 과학의 본성 반영뿐만 아니라, 명시적인 과학의 본성이 나타나지 않았다.

M자연사박물관에 나타난 과학의 본성의 특징은 다음의 표 56과 그림 10와같이 나타났다. M자연사박물관에 나타난 과학의 본성의 반영 빈도는 총 49건으로 나타난다. 이 중 전시물에 나타난 과학의 본성 중 명시적인 내용의 빈도는 과학의 본성 49건 중, 단 1건으로 2%로 나타났다. 구성 요소는 관찰과 추론이 29건으로 가장 많이 나타났고, 과학적 방법의 과학의 본성이 8건으로 두 번째로 많이 나타났다. 검증 가능한, 잠정적인, 창의성과 상상력, 관찰과 추론, 주관적인, 사회·문화적, 사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계, 과학적 방법의 과학의 본성이 나타났다. 공룡알 등지 화석을 중심으로, 공룡알 등지 화석 발굴 과정에 대한 내용을 다룬 세계 최대 규모 육식공룡알 등지 화석 상설 전시관의 전시물에 나타난 과학의 본성은 총 6건으로, 관찰과 추론의 과학의 본성이 3건으로 세계 최대 규모 육식공룡알 등지 화석 상설 전시관의 과학의 본성 중 50%로 나타났다. 또, 과학적 방법의 과학의 본성이 명시적 1건, 암시적 2건의 총 3건으로 관찰과 추론의 과학의 본성과 함께 세계 최대 규모 육식공룡알 등지 화석 상설 전시관의 과학의 본성 중 50%로 나타났다. 과학의 본성 총 6건 중에 명시적 과학의 본성은 1건으로 16.7%를 차지했다. M자연사박물관의 전시관 중 유일하게 명시적인 과학의 본성이 나타난 전시물을 포함하고 있었다. 암시적인 과학의 본성은 5건으로, 83.3%를 차지하였다. 중생대의 트라이아이스기, 쥐라기, 백악기의 공룡들과 해양파충류에 관한 전시로 이루어진 중앙홀에 나타난 과학의 본성은 총 9건으로, 관찰과 추론의 과학의 본성이 6건으로 66.7%로 나타났다. 과학적 방법의 과학의 본성이 3건으로 33.3% 나타났다. 총 9건의 과학의 본성 중 명시적인 과학의 본성은 나타나지 않았다. 지구를 구성하는 구성물질과 생명의 출현과 진화, 어류, 양서류, 파충류, 신생대 포유류와 공룡과 익룡에 대한 전시로 이루어진 지질관에 나타난 과학의 본성은 총 15건으로, 관찰과 추론의 과학의 본성이 15건으로 지질관의 과학의 본성 중 80%로 나타났다. 그 뒤로 검증 가능한 13.3%, 주관적인 6.7%로 총 3종류의 과학의 본성이 나타났다. 과학의 본성 총 15건

중에 명시적인 과학의 본성은 한 건도 나타나지 않았다. 육상동물 중 양서류와 파충류, 한국의 철새, 육상동물 두개골과 인류 계통도, 한반도의 포유류에 관한 전시로 구성되어 있는 육상생명1관의 전시물에는 과학의 본성이 나타나지 않았다. 곤충과 식물에 대한 전시로 이루어진 육상생명관2에 나타난 과학의 본성은 총 8건으로, 관찰과 추론의 과학의 본성이 3건으로 육상생명관2의 과학의 본성 중 37.5%로 나타났다. 그 뒤로 검증 가능한, 주관적인, 사회·문화적, 과학·기술·사회, 과학적 방법의 과학의 본성이 각각 12.5%씩으로 총 6종류의 과학의 본성이 나타났다. 과학의 본성 총 8건 중에 명시적인 과학의 본성은 한 건도 나타나지 않았다. 무척추 동물, 해양식물의 다양성, 고래이야기, 어류 등에 관한 전시로 이루어진 수중생명관에 나타난 과학의 본성은 총 2건으로, 관찰과 추론의 과학의 본성이 2건으로 수중생명관에서 분석된 과학의 본성 중 100%를 차지했다. 이들 모두 암시적인 과학의 본성으로 나타났다. M자연사박물관의 동선에 따라 마지막으로 1층 복도에 전시된 터치패널 전시물은 M자연사박물관의 모든 전시관의 대표 전시물을 정리해 놓은 전시물로서, 이 전시물에 나타난 과학의 본성은 총 7건으로, 잠정적인 과학의 본성이 3건으로 분석되었으며, 1층 복도 전시물의 과학의 본성 중 42.86%로 나타났다. 그 뒤로 관찰과 추론의 과학의 본성이 28.57%로 나타났고, 주관적인 과학의 본성과, 과학적 방법의 과학의 본성이 각각 14.285%씩으로 나타났다. 과학의 본성 7건 중에 명시적인 과학의 본성은 한 건도 나타나지 않았다.

표 56. M자연사박물관 전시물의 과학의 본성 빈도

	명시적	암시적
EMP		3
TEN		3
THE		
LAW		
CRT		1
INF		29
SUB		3
SSC		1
STS		1
MET	1	7
Total	1	48
	49	



※ EMP : 검증 가능한, TEN : 감정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법

그림 11. M자연사박물관 전시물 과학의 본성 그래프

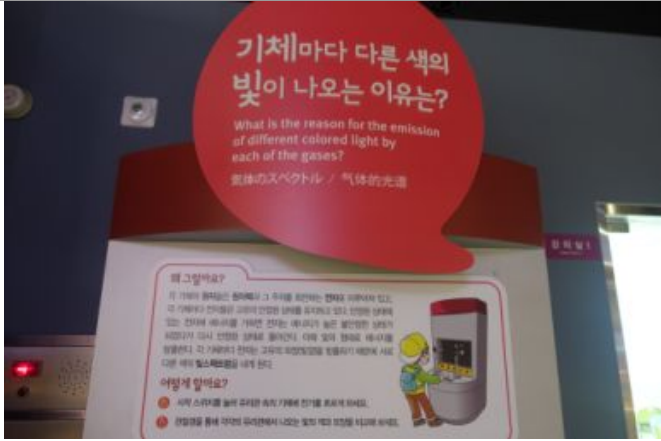
3. 국립G과학관

국립G과학관의 상설전시관은 2개의 관으로 구성되어있으며, 2층에 위치한 1관1존부터 관람이 시작되는 동선으로, 1관 2존, 같은 층 2관 1존, 2존 순으로 이어진다.

a. 1관 빛과 예술-1존 빛의 세계

1관 빛과 예술은 1존 빛의 세계와 2존 과학과 예술의 두 개의 존으로 나뉜다. 1관의 1존 빛의 세계는 총 8개의 레퍼런스로 구성되어 있다. 레퍼런스1 빛과의 만남, 레퍼런스2 빛은 전자기파, 레퍼런스3 빛의 입자성과 파동성, 레퍼런스4 빛의 현상, 레퍼런스5 빛과 시각, 레퍼런스6 빛의 연구, 레퍼런스7 빛의 응용, 레퍼런스8 빛이 창조한 세계로 이루어져있다. 이 중에서 과학의 본성이 나타난 레퍼런스는 빛의 성질에 대한 설명 전시로 구성된 레퍼런스1 빛과의 만남, 빛의 성질을 이용한 연구에 대한 설명 전시로 구성된 레퍼런스6 빛의 연구, 빛을 연구한 과학자에 대한 설명 등으로 구성된 레퍼런스7 빛의 응용이다. 이를 분석한 결과의 샘플은 아래 표와 같다.

표 57. 기체마다 다른 색의 빛이 나오는 이유는? 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표


N O S	EMP	R_2, T_3	E_I, I_O	EXP
사 진				
1 전 사	<p>왜 그럴까요?</p> <p>각 기체의 원자들은 원자핵과 그 주위를 회전하는 전자로 이루어져 있고, 각 기체마다 전자들은 고유의 안정된 상태를 유지하고 있다. 안정된 상태에 있는 전자에 에너지를 가하면 전자는 에너지가 높은 불안정한 상태가 되었다가 다시 안정된 상태로 돌아간다. 이때 빛의 형태로 에너지를 방출한다. 각 기체마다 전자는 고유의 파장(빛깔)을 방출하기 때문에 서로 다른 색의 빛스펙트럼을 내게 된다.</p> <p>어떻게 할까요?</p> <ul style="list-style-type: none"> - 시작 스위치를 눌러 유리관 속의 기체에 전기를 흐르게 하세요. - 관찰경을 통해 각각의 유리관에 나오는 빛의 색과 모양을 비교해 보세요. 			
해 석	<p>패널에 나와 있는 빛스펙트럼에 관한 설명을 기반으로 직접 관람객이 유리관 속 기체에 전기를 흐르게 한 후, 기체에 따른 빛의 색과 모양을 비교하게 함으로써, 패널에 나와 있는 과학적인 내용이 체험을 통해 명시적으로 검증 가능하다는 것을 알 수 있다.</p> <p>EMP, EXP</p>			

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 감정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 57에 나타난 전시물은 기체마다 다른 색의 빛이 나오는 이유에 대한 전시물로, 기체마다 다른 색의 빛이 나오는 이유에 대한 설명이 나와 있는 설명적 매체 중

해설 패널과 각 기체마다 다른 빛깔을 방출하는 모습을 관찰경을 통해 관찰하는 작동형 매체 중 인터랙티브 매체로 이루어져있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 각 기체마다 전자들은 고유의 파장(빛깔)을 방출하기 때문에 서로 다른 색의 빛 스펙트럼을 내게 된다는 설명을 기반으로 직접 관람객이 유리관 속 기체에 전기를 흐르게 한 후, 기체에 따른 빛의 색과 모양을 비교하게 함으로써, 패널에 설명되어있는 과학적 지식이 검증 가능하다는 것을 알 수 있으므로, 검증 가능한 과학의 본성이 명시적으로 반영되어 있다고 볼 수 있다.

표 58. 햇빛으로 전기를 가장 많이 생산할 수 있는 조건은? 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표

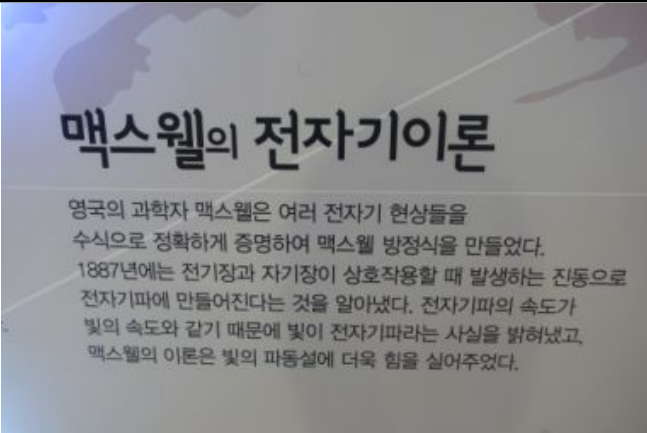
N O S	STS	R_2, T_3	E_I, L_O	IMP
사 진				
1 전 사	<p>왜 그럴까요?</p> <p>태양전지는 햇빛을 받아 전기를 생산하기 때문에 햇빛을 많이 받을수록 더 많은 전기를 생산할 수 있다. 태양의 고도가 높을수록 전지판에 닿는 햇빛의 세기가 강해져 많은 전기를 생산할 수 있다. 고도가 일정할 때는 태양 전지판의 기울기를 조절하여 햇빛과 수직을 이루게 하면 가장 많은 전기에너지를 얻을 수 있다. 태양에너지와 같은 친환경에너지를 사용하면 CO2의 양이 감소한다.</p>			
해 석	<p>태양전지는 햇빛을 받아 전기를 생산하기 때문에, 태양의 고도가 높을수록 전지판에 닿는 햇빛의 세기가 강해져, 많은 전기를 생산할 수 있는데, 고도가 일정할 때는 태양 전지판의 기울기를 조절하여 햇빛과 수직을 이루게 하면 가장 많은 전기에너지를 얻을 수 있다는 설명에서, 태양열로 전기를 생산하는 과학과, 전지판의 기울기를 조절하는 기술과, 친환경에너지를 사용하면 CO2의 양이 감소하는 사회적 요소가 합쳐져 있다.</p> <p>STS, IMP</p>			

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 감정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 58에 나타난 전시물은 햇빛으로 전기를 가장 많이 생산할 수 있는 조건에 대한 전시물로, 햇빛으로 전기를 생산할 수 있는 조건에 대한 설명이 나와 있는 설명적 매체 중 해설 패널과 태양의 고도를 조절하여 태양전지의 전지판에 닿는 햇빛의 세

기의 변화를 관찰하는 작동형 매체 중 인터랙티브 매체로 이루어져있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 태양전지는 햇빛의 고도가 높을수록 전지판에 닿는 햇빛의 세기가 강해지기 때문에 많은 전기를 생산할 수 있는데, 고도가 일정할 때는 태양 전지판의 기울기를 조절하여 햇빛과 수직을 이루게 하면 가장 많은 전기 에너지를 얻을 수 있다는 설명을 통해 전지판의 기울기를 조절하여 태양열로 많은 전기를 생산할 수 있는 기술에 대한 설명과, 태양에너지와 같은 친환경에너지를 사용하면 CO2의 양이 감소한다는 설명에서 과학 기술을 활용한 사회적인 노력으로부터 환경을 지킬 수 있다는 내용으로, 과학과 기술, 사회가 밀접한 관계를 맺으며, 서로 영향을 주고받는다는 것을 암시적으로 알 수 있으므로, 사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계의 과학의 본성이 암시적으로 나타나 있다고 볼 수 있다.

표 59. 맥스웰의 전자기이론 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표

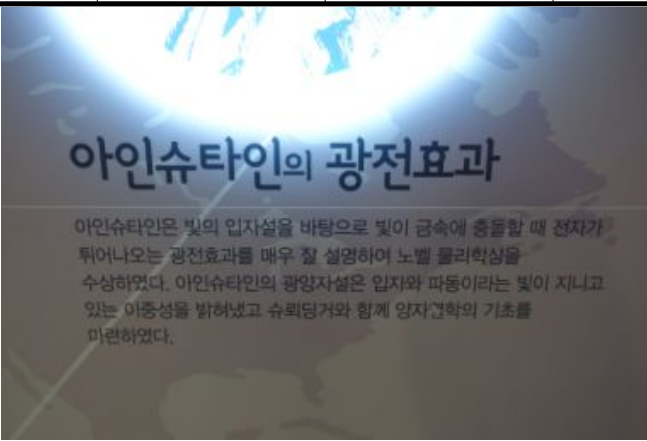
N O S	MET, EMP	R_2, T_3	E_I	IMP
사 진				
1 전 사	<p>① 영국의 과학자 맥스웰은 여러 전자기 현상들을 수식으로 정확하게 증명하여 맥스웰 방정식을 만들었다. ② 1887년에는 전자기장과 자기장이 상호작용할 때 발생하는 진동으로 전자기파에 만들어진다는 것을 알아냈다. 전자기파의 속도가 빛의 속도와 같기 때문에 빛이 전자기파라는 사실을 밝혀냈고, 맥스웰의 이론은 빛의 파동설에 더욱 힘을 실어주었다.</p>			
해 석	<p>① 맥스웰이 여러 전자기 현상들을 수식으로 정확하게 증명하였다는 설명을 통해 과학 지식은 과학적 방법으로 이루어진다는 것을 암시적으로 알 수 있다. MET, IMP</p> <p>② 맥스웰이 전기장과 자기장이 상호작용할 때 발생하는 진동으로 전자기파에 만들어진다는 것을 알아내고, 전자기파의 속도가 빛의 속도와 같기 때문에 빛이 전자기파라는 사실을 밝혀냈다는 설명을 통해 과학이 검증 가능한 근거를 통해 이루어 질 수 있다는 것을 암시적으로 알 수 있다. EMP, IMP</p>			

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 잠정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서체식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 59에 나타난 전시물은 맥스웰의 전자기이론에 대한 전시물로, 맥스웰의 전자기이론에 대한 설명이 나와 있는 설명적 매체 중 해설 패널로 이루어져있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 영국의 과학자 맥스웰이 여러 전자기 현상들

을 수식으로 정확하게 증명하여 맥스웰 방정식을 만들었다는 설명을 통해 과학 지식은 여러 가지 과학적 방법으로 이루어질 수 있다는 것을 암시적으로 알 수 있으므로, 과학적 방법의 과학의 본성이 암시적으로 나타나 있다고 볼 수 있다. 또, 맥스웰이 전기장과 자기장이 상호작용할 때 발생하는 진동으로 전자기파가 만들어 진다는 것을 알아내고, 전자기파의 속도가 빛의 속도와 같기 때문에 빛이 전자기파라는 사실을 밝혀냈다는 설명과, 맥스웰의 이론이 빛의 파동설에 더욱 힘을 실어주었다는 설명을 통해 과학이 검증 가능한 근거를 통해 이루어진다는 것을 암시적으로 알 수 있으므로, 과학의 검증 가능한 과학의 본성이 암시적으로 나타나 있다고 볼 수 있다.

표 60. 아인슈타인의 광전효과 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표

N O S	EMP	R_2, T_3	E_I	IMP
1	사 진			
	전 사	<p>아인슈타인은 빛의 입자설을 바탕으로 빛이 금속에 충돌할 때 전자가 튀어나오는 광전효과를 매우 잘 설명하여 노벨 물리학상을 수상하였다. 아인슈타인의 광양자설은 입자와 파동이라는 빛이 지니고 있는 이중성을 밝혀냈고 슈뢰딩거와 함께 양자역학의 기초를 마련하였다.</p>		
	해 석	<p>아인슈타인은 빛의 입자설을 바탕으로 빛이 금속에 충돌할 때 전자가 튀어나오는 광전효과를 설명하였고, 이러한 광양자설은 입자와 파동이라는 빛이 지니고 있는 이중성을 밝혀냄으로써 양자역학의 기초를 마련했다는 설명을 통해 과학 지식이 검증 가능한 근거를 통해 이루어 질 수 있다는 것을 암시적으로 알 수 있다.</p> <p>EMP, IMP</p>		

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 잠정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서체식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 60에 나타난 전시물은 아인슈타인의 광전효과에 대한 전시물로, 아인슈타인의 광전효과에 대한 설명이 나와 있는 설명적 매체 중 해설 패널로 이루어져있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 아인슈타인이 빛의 입자설을 바탕으로 빛이 금속에 충돌할 때 전자가 튀어나오는 광전효과를 매우 잘 설명하였고, 이러한 광양자설은 입자와 파동이라는 빛이 지니고 있는 이중성을 밝혀냄으로써 양자역학의 기초를 마련했다는 설명을 통해 과학 지식이 검증 가능한 근거를 통해 이루어진다는 것을 암시적으로 알 수 있으므로, 과학의 검증 가능한 과학의 본성이 암시적으로 반영되어 있다고 볼 수 있다.

1관 빛과 예술관의 1존 빛의 세계에서는 총 13건의 과학의 본성이 분석되었다. 레퍼런스1 『빛과의 만남』에서 2개, 레퍼런스6 『빛의 연구』에서 3개, 레퍼런스7 『빛의 응용』에서 6개로 총 11개의 과학의 본성이 분석되었다.

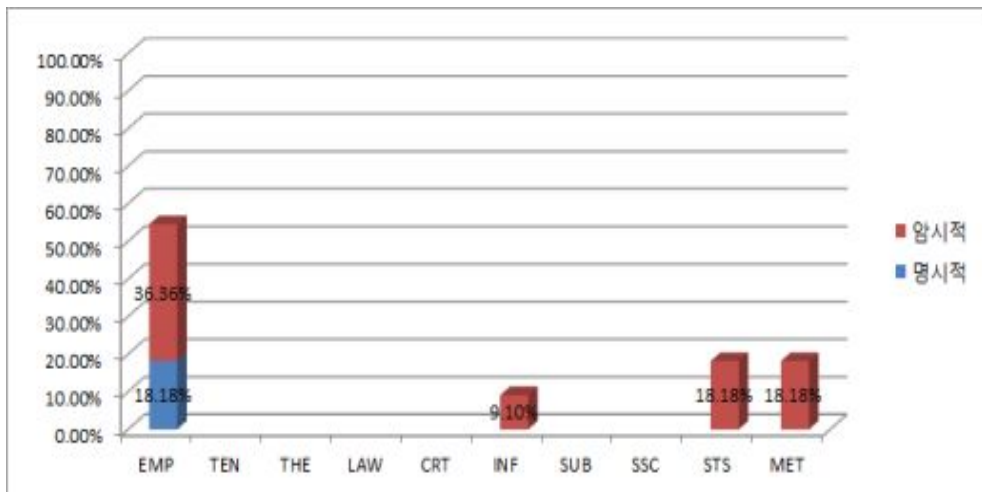
레퍼런스1 『빛과의 만남』에서 「빛과의 만남」 주제의 전시에서 명시적인 “검증 가능한(EMP)”의 과학의 본성이 1건 분석되었다. 레퍼런스6 『빛의 연구』에서는 「빛의 색과 식물」 주제의 전시에서 암시적인 “사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)”의 과학의 본성과 암시적인 “과학적 방법(MET)”의 과학의 본성이 각각 1건씩 분석되었다. 또, 「햇빛과 전기」 주제의 전시에서는 암시적인 “사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)”의 과학의 본성이 1건 분석되었다. 레퍼런스7 『빛의 응용』에서는 「빛의 과학사」 주제의 전시에서 암시적인 “검증 가능한(EMP)”의 과학의 본성 4건과, 암시적인 “관찰과 추론(INF)”의 과학의 본성, 암시적인 “과학적 방법(MET)”의 과학의 본성이 각각 1건씩 분석되었다.

빛과 예술관의 빛의 세계존의 전시물에 반영된 과학의 본성의 특징은 검증 가능한(EMP)요소가 많았으며, 빛의 세계존의 전시물에 반영된 과학의 본성 중 유일하게 반영된 명시적인 과학의 본성 요소 또한 검증 가능한(EMP)요소라는 것이다. 총 6개의 검증 가능한(EMP)요소 중 2개가 명시적인 과학의 본성이었다.

국립G과학관의 빛과 예술관의 빛의 세계존의 전시물을 살펴본 결과, 과학의 본성은 다음 표 61과 그림 11와 같은 특징을 보여주고 있다.

표 61. 빛과 예술관-빛의 세계존의 과학의 본성 빈도

	명시적	암시적
EMP	2	4
TEN		
THE		
LAW		
CRT		
INF		1
SUB		
SSC		
STS		2
MET		2
Total	2	9
	11	



※ EMP : 검증 가능한, TEN : 감정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법

그림 12. 빛과 예술관-빛의 세계존의 과학의 본성 그래프


빛과 예술관의 빛의 세계존은 본 연구에서 기준으로 한 10가지의 과학의 본성 요소 중 4가지의 과학의 본성 요소를 포함하고 있는 것으로 나타났다. 요소별로 나타난 분

포는, 검증 가능한(EMP)의 과학의 본성이 7개, 사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)의 과학의 본성과 과학적 방법(MET)의 과학의 본성이 각각 2개씩, 과학의 관찰과 추론(INF)의 과학의 본성이 1개로 나타났다. 빛과 예술관의 빛의 세계론에서 나타나지 못한 과학의 본성은 잠정적인, 이론의 본성, 법칙의 본성, 창의성과 상상력, 주관적인, 사회·문화적인 과학의 본성이다. 또한, 총 11개의 과학의 본성 중 명시적인 과학의 본성은 검증 가능한(EMP)에서 2개만이 나타났다. 다양한 과학의 본성 요소가 나타나지 않은 것과 더불어, 명시적인 과학의 본성이 단 한 개의 과학의 본성 요소에만 나타났다.

b. 1관 빛과 예술-2존 과학과 예술

1관 빛과 예술은 1존 빛의 세계와 2존 과학과 예술의 두 개의 존으로 나뉜다. 1관의 2존 과학과 예술은 총 5개의 레퍼런스로 구성되어 있다. 레퍼런스1 색, 레퍼런스2 빛, 레퍼런스3 빛의 분수, 소리의 분수, 레퍼런스4 소리, 레퍼런스5 빛으로 만든 문화로 이루어져있다. 이 중에서 과학의 본성이 나타난 레퍼런스는 레퍼런스1 색, 레퍼런스2 빛, 레퍼런스4 소리, 레퍼런스5 상상에서 태어난 미래 과학이다. 이를 분석한 결과의 샘플은 아래 표와 같다.

표 62. 만화영화의 비밀은? 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표

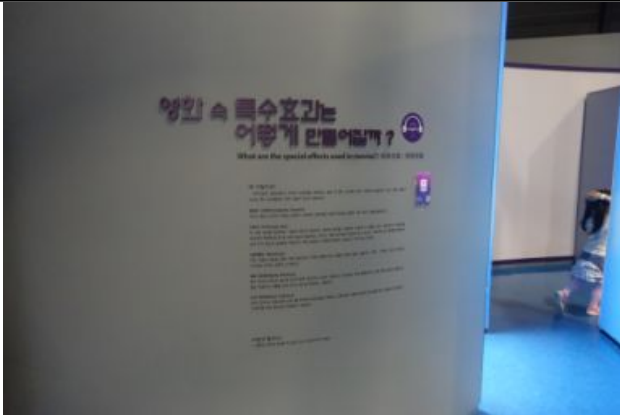
N O S	MET	R_2, T_3	E_I	IMP
사 진				
1 전 사	<p>왜 그럴까요?</p> <p>여러 장의 그림을 원통에 넣고 돌리거나 책 페이지 모서리에 그림을 그려 빠른 속도로 넘겨보면 그림이 움직이는 것처럼 보인다. 1초에 24장 이상의 사진을 연속적으로 보게 되면 마치 사진이 움직이는 것처럼 착각하게 되는 착시 현상이 나타나는데 이는 눈을 통해 본 사물의 모습이 아주 짧은 시간 동안 뇌 속에 남는 잔상 효과 때문이다. 영화나 애니메이션은 뇌의 잔상 효과 때문에 나타나는 착시 현상을 이용하는 것이다.</p> <p>어떻게 할까요?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 시작버튼을 누르세요. 2. 속도제어 버튼을 이용하여 회전 속도를 조절해 보세요. 			
해 석	<p>만화영화의 제작 원리를 설명하는 패널로, 1초에 24장 이상의 사진을 연속적으로 보게 되면 사진이 움직이는 것처럼 착각하게 되는 착시 현상이 나타나는데, 이는 뇌의 잔상 효과 때문이며, 영화나 애니메이션은 뇌의 잔상 효과 때문에 나타나는 착시 현상을 이용하는 것이라는 설명에서, 만화 영화에도 과학적인 방법이 있다는 것을 나타냄.</p> <p>MET, IMP</p>			

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 감정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 62에 나타난 전시물은 만화영화의 비밀에 대한 전시물로, 만화영화의 원리에 대한 설명이 나와 있는 설명적 매체 중 해설 패널로 이루어져있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 만화영화는 1초에 24장 이상의 사진을 연속적으로 보게

되면 사진이 움직이는 것처럼 착각하게 되는 착시 현상이 나타나는데, 이는 뇌의 잔상 효과 때문이며, 영화나 애니메이션은 뇌의 잔상효과 때문에 나타나는 착시 현상을 이용하는 것이라는 설명에서, 만화 영화에 숨어있는 과학적인 원리를 통해 과학이 만화 영화라는 매체를 통해 표현될 수도 있다는 것은 과학은 여러 가지 과학적 방법으로 이루어진다는 것을 암시적으로 알 수 있으므로, 암시적인 과학적 방법의 과학의 본성이 반영되어 있다고 볼 수 있다.

표 63. 영화 속 특수효과는 어떻게 만들어질까? 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표


	N O S	STS, TEN	R_2, T_3	E_I	IMP
	사	진			
1	전	사	<p> 왜 그럴까요? 과학기술이 발전하면서 우리의 상상력을 표현하는 영화 속 특수 효과들도 또한 다양하게 발달하고 있다. 영화 속에서 쓰이는 특수 효과들에는 어떤 것들이 있는지 살펴보자. 컴퓨터 그래픽(Computer Graphic) 우리가 흔히 CG라고 부르는 컴퓨터 그래픽은 컴퓨터를 사용해 영상을 만들어 내는 모든 기술을 통칭한다. 크로마 키(Chroma key) 두 개의 영상을 합성하는 기술로 파란색 배경이나 초록색 배경을 사용하여 사람이나 사물을 찍고, 파랑색이나 초록색을 제거하여 투명하게 한 후 다른 영상과 합성하는 것이다. 보통 일기예보 방송에 많이 쓰인다. 예보자와 뒷 배경을 합성하여 보여 주게 되는데 실제로는 예보자가 파란 배경이나 초록색 배경의 스튜디오 안에 있는 것이다. 모팅(몰핑, Morphing) </p>		

	<p>어떤 사물의 형상을 전혀 다른 형상으로 서서히 변형시키는 일종의 형상 변형 기술이다. 영화 ‘구미호’에서 주인공이 구미호로 바뀌는 장면이 그 예이다.</p> <p>매트 페인팅(Matte Painting)</p> <p>특수 효과의 하나로 실사와 같아지도록 정교하게 그리는 작업이다. 현지에서 직접 촬영하거나 모형 제작 등으로 촬영하기 힘든 인물이나 사물을 보여 주고자 할 때 사용하는 기술이다.</p> <p>모션 캡처(motion Capture)</p> <p>실제 인간이나 동물 몸에 감지기를 부착하여 움직임을 기록하고, 컴퓨터에 수록된 움직임 데이터를 골격 모델에 CG(컴퓨터 그래픽)를 입혀 영상으로 재생하는 기술이다.</p>
해 석	<p>영화 속 특수효과는 어떻게 만들어지는지에 관한 전시물로, 특수효과의 종류에 대해 설명하였다. 과학기술이 발전하면서 우리의 상상력을 표현하는 영화 속 특수 효과들 또한 다양하게 발달하고 있다는 설명에서, 과학과 기술이 발전하면서 문화의 한 종류인 영화산업이 발전하고 있다는 점에서 STS로 볼 수 있고, 과학기술이 발전하면서 특수 효과들도 발전한다는 설명에서 과학 지식이 새로운 연구나 해석으로 인해 변할 수 있다는 것을 암시적으로 알 수 있다.</p> <p>STS, TEN, IMP</p>

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 잠정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 63에 나타난 전시물은 영화속 특수효과에 대한 전시물로, 영화 속 특수효과의 제작 원리에 대한 설명이 나와 있는 설명적 매체 중 해설 패널로 이루어져있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 과학기술이 발전하면서 우리의 상상력을 표현하는 영화 속 특수 효과들 또한 다양하게 발달하고 있다는 설명에서, 과학과 기술이 발전하면서 문화의 한 종류인 영화산업이 발전하고 있다는 점에서, 과학과 기술, 사회와 밀접한 관계를 맺고 있고, 서로 영향을 주고받을 수 있다는 것을 암시적으로 알 수 있으므로, 암시적인 사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)의 과학의 본성을 반영하고 있다고 볼 수 있다. 또한, 과학기술이 발전하면서 특수 효과들도 발전한다는 설명에서 과학 지식이 새로운 연구나 해석으로 인해 발전 및 변화할 수 있다는 것을 암시적으로 알 수 있으므로, 암시적인 과학의 잠정적인(TEN) 과학의 본성이 반영되어 있다고 볼 수 있다.

표 64. 상상에서 태어난 미래 과학 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표

N O S	CRT	R_2, T_3	E_I	EXP
사 진				
1 전 사	<p>왜 그럴까요?</p> <p>SF 소설가 쥘 베른은 “지구에서 달까지”, “달세계 여행”등 다양한 공상 과학 소설을 썼다. 19세기 그의 소설 속에 등장했던 달나라 여행은 오늘날 과학의 힘으로 이루어지게 되었다. NASA의 아폴로호가 도착한 곳은 소설 속에 나오는 곳에서 4Km밖에 떨어지지 않은 곳이었다.</p> <p>1950년대 일본 만화가 테즈카 오사무가 그린 만화 “철완 아톰”은 오늘날 인공지능 로봇이 개발되는 데 큰 영향을 미쳤다. 이처럼 소설이나 영화의 예술적 상상력은 과학 발전에 공헌하였을 뿐 아니라 인류에게 꿈과 희망 및 건강한 미래를 꿈꾸도록 하였다. 창의적인 예술적 상상력은 상상의 세계에서만 가능했던 민간 우주여행이나 인공지능 로봇 등을 현실화 시켜 줄 수 있다.</p>			
해 석	<p>창의적인 예술적 상상력은 상상의 세계에서만 가능했던 민간 우주여행이나 인공지능 로봇 등을 현실화 시켜 줄 수 있다는 설명을 통해, 과학이 창의적인 상상력을 통해 이루어질 수 있다는 것을 암시적으로 나타내었다.</p> <p>CRT, EXP</p>			

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 잠정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서체식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 64에 나타난 전시물은 상상에서 태어난 미래 과학에 대한 전시물로, 예술 속에서 작가의 상상력에 의해 나타난 소설 및 영화들이 미래에 실제 과학적 산출물로 나타났다는 내용에 대한 설명이 나와 있는 설명적 매체 중 해설 패널로 이루어져있다.

이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 19세기 SF 소설가 윌 베른의 공상 과학 소설 속에 등장했던 달나라 여행은 오늘날 과학의 힘으로 이루어졌으며, NASA의 아폴로호가 도착한 곳은 소설 속에 나오는 곳에서 4Km밖에 떨어지지 않았다는 곳이었다는 설명과 1950년대 일본 만화가 테즈카 오사무의 “철완 아톰”은 오늘날 인공지능 로봇이 개발되는 데 큰 영향을 미쳤으며, 이처럼 소설이나 영화의 예술적 상상력은 과학 발전에 공헌하였을 뿐만 아니라 인류에게 꿈과 희망의 미래를 꿈꾸도록 하였고, 창의적인 예술적 상상력은 상상에서만 가능했던 우주여행이나 인공지능 로봇 등을 현실화 시켜줄 수 있다는 표현을 통해, 과학이 창의적인 상상력을 통해 이루어져 있다는 것을 알 수 있으므로, 명시적으로 과학의 창의성과 상상력(STS)의 과학의 본성이 반영되어있다고 볼 수 있다.

1관 빛과 예술관의 2존 과학과 예술에서는 총 15건의 과학의 본성이 분석되었다. 레퍼런스1 『색』에서 1개, 레퍼런스2 『빛』에서 5개, 레퍼런스4 『소리』에서 5개, 레퍼런스5 『상상에서 태어난 미래 과학』에서 2개로 총 15개의 과학의 본성이 분석되었다.

레퍼런스1 『색』에서 「흑빛으로 빛은 청자의 비밀」 주제의 전시에서 암시적인 “과학적 방법(MET)”의 과학의 본성이 1건 분석되었다. 레퍼런스2 『빛』에서는 「만화영화의 비밀」 주제의 전시에서 암시적인 “과학적 방법(MET)”의 과학의 본성이 1건 분석되었다. 「영화 속 특수효과」 주제의 전시에서는 암시적인 “사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)”와 “잠정적인(TEN)”의 과학의 본성이 각각 1건씩 분석되었다. 「카메라 없이 사진 찍는 방법」 주제의 전시에서는 암시적인 “과학적 방법(MET)”의 과학의 본성이 1건, 「미시세계와 거시세계」 주제의 전시에서는 암시적인 “사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)”의 과학의 본성이 1건 분석되었다. 레퍼런스4 『소리』에서 「소리가 퍼지는 모습을 눈으로 볼 수 있을까?」 주제의 전시에서는 암시적인 “과학적 방법(MET)”의 과학의 본성이 1건, 「빛으로 음악 연주」 주제의 전시에서는 암시적인 “창의성과 상상력(CRT)”의 과학의 본성 1건과 암시적인 “과학적 방법(MET)”의 과학의 본성 1건이 분석되었다. 「몸짓만으로 소리 내기」 주제의 전시에서는 암시적인 “사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)”의 과학의 본성이 1건 분석되었다. 레퍼런스5 『상상에서 태어난 미래 과학』에서 「상상에서 태어난 미래 과학

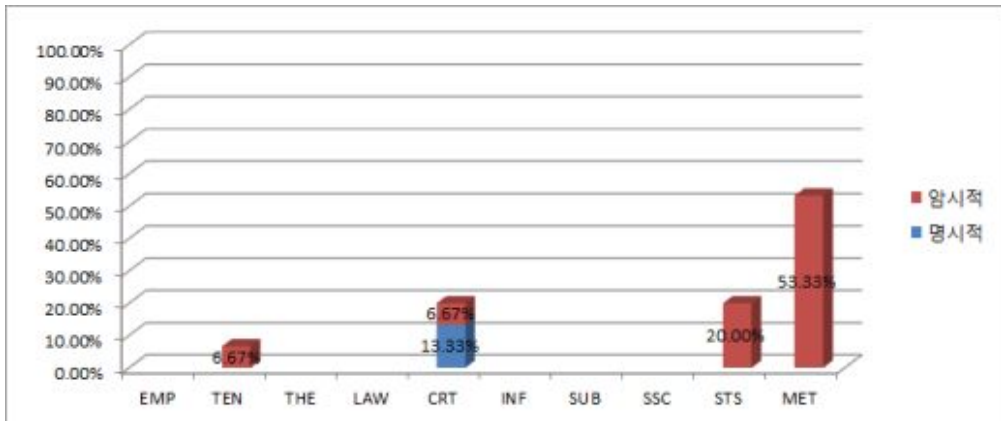
학」 주제의 전시에서는 명시적인 “창의성과 상상력(CRT)”의 과학의 본성 2건 분석되었다.

빛과 예술관의 과학과 예술존의 전시물에 반영된 과학의 본성의 특징은 과학적 방법(MET)의 과학의 본성 요소가 많았다는 것이다. 총 15건의 과학의 본성 중에 8건으로 53.3%에 해당한다. 또다른 특징으로는 국립G과학관에서 유일하게 창의성과 상상력의 과학의 본성이 명시적으로 나타났다는 것이다. 과학과 예술존에서 나타난 창의성과 상상력 총 3건 중에 2건이 명시적으로 나타났으며, 과학과 예술존에 나타난 과학의 본성 중 유일하게 명시적인 과학의 본성 요소였다.

국립G과학관의 빛과 예술관의 과학과 예술존의 전시물을 살펴본 결과, 과학의 본성은 다음 표 65과 그림 12와 같은 특징을 보여주고 있다.

표 65. 빛과 예술관-빛의 세계존의 과학의 본성 빈도

	명시적	암시적
EMP		
TEN		1
THE		
LAW		
CRT	2	1
INF		
SUB		
SSC		
STS		3
MET		8
Total	2	13
	15	



※ EMP : 검증 가능한, TEN : 잠정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법

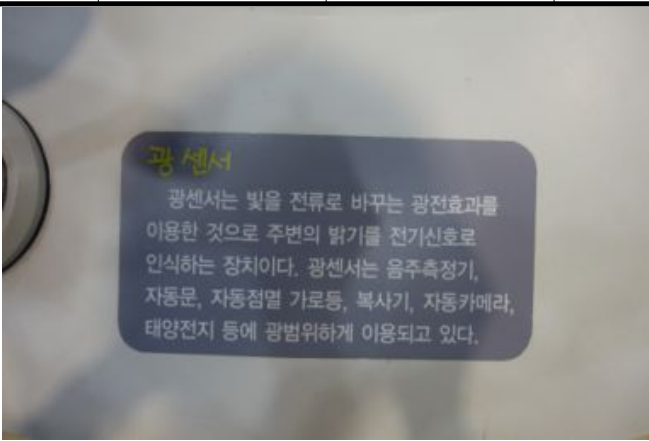
그림 13. 빛과 예술관-빛의 세계존의 과학의 본성 그래프

빛과 예술관의 과학과 예술존은 본 연구에서 기준으로 한 10가지의 과학의 본성 요소 중 4가지의 과학의 본성 요소를 포함하고 있는 것으로 나타났다. 요소별로 나타난 분포는, 과학적 방법(MET)의 과학의 본성이 8개, 창의성과 상상력(CRT)의 과학의 본성과 사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)의 과학의 본성이 각각 3개씩, 과학의 잠정적인(TEN)의 과학의 본성이 1개로 나타났다. 빛과 예술관의 빛의 세계존에서 나타나지 못한 과학의 본성은 검증 가능한, 이론의 본성, 법칙의 본성, 관찰과 추론, 주관적인, 과학의 사회·문화적인 과학의 본성이다. 또한, 총 15개의 과학의 본성 중 명시적인 과학의 본성은 창의성과 상상력(CRT)에서 2개만이 나타났다. 다양한 과학의 본성 요소가 나타나지 않은 것과 더불어, 명시적인 과학의 본성이 단 한 개의 과학의 본성 요소에만 나타났다.

c. 2관 생활과 미래-1존 생활 속 과학

2관 생활과 미래는 1존 생활 속 과학과 2존 미래를 향한 도전의 두 개의 존으로 나뉜다. 2관의 1존 생활 속 과학은 총 4개의 레퍼런스로 구성되어 있다. 레퍼런스1 우리 집, 레퍼런스2 놀이, 레퍼런스3 스포츠, 레퍼런스4 빗고을 광장으로 이루어져있다. 이 중에서 과학의 본성이 나타난 레퍼런스는 레퍼런스1 우리집, 레퍼런스2 놀이, 레퍼런스3 스포츠이다. 이를 분석한 결과의 샘플은 아래 표와 같다.

표 66. 광 센서 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표

	N O S	STS	R_2, T_3	E_I	IMP
1	사 진				
	전 사	<p>광 센서 광센서는 빛을 전류로 바꾸는 광전효과를 이용한 것으로 주변의 밝기를 전기신호로 인식하는 장치이다. 광센서는 음주측정기, 자동문, 자동점멸 가로등, 복사기, 자동카메라, 태양전지 등에 광범위하게 이용되고 있다.</p>			
	해 석	<p>빛을 전류로 바꾸는 광전효과라는 과학적 원리를 이용하여 주변의 밝기를 전기신호로 인식하여 사회에서 음주측정기, 자동문, 자동점멸 가로등, 복사기, 자동카메라, 태양전지 등에 광범위하게 이용되고 있다는 것을 설명한 설명패널로, 과학이 사회에 영향을 준다는 것을 암시적으로 알 수 있다.</p> <p>STS, IMP</p>			

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 감정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서체식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 66에 나타난 전시물은 광센서에 대한 전시물로, 광센서에 대한 설명이 나와 있는 설명적 매체 중 해설 패널로 이루어져있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 빛을 전류로 바꾸는 광전효과라는 과학적 원리를 이용하여 주변의 밝기를 전기신호로 인식하는 장치로서, 사회에서 음주측정기, 자동문, 자동점멸 가로등, 복사기, 자동카메라, 태양전지 등에 광범위하게 이용되어지고 있다는 설명을 통해 광전효과라는 과학적 원리과 광 센서라는 기술을 통해 일상 생활에서 편리하게 여러 용도로 사용되어지고 있다는 것을 알 수 있으므로, 암시적으로 사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)의 과학의 본성이 반영되어있다고 볼 수 있다.

표 67. 자기부상열차는 어떻게 빨리 달릴 수 있을까? 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표


N O S	STS	R_2, T_3	E_I	IMP
사 진				
1 전 사	<p>왜 그럴까요? 자기부상열차는 자석의 반발력을 이용한 열차이다. 전기를 통하게 하면 자석의 성질을 가지는 전자석을 이용한 열차로 강력한 전자석을 이용해 서로 밀어내는 힘(반발력)에 의해 공중에 떠 있을 수 있고 미끄러지듯이 달릴 수도 있다. 자기부상열차에는 바퀴가 없어 달릴 때는 공기의 저항만 받고 다른 저항은 받지 않으므로 다른 열차에 비해 아주 빠르게 달릴 수 있다.</p>			
해 석	<p>전기를 통하게 하면 자석의 성질을 가지는 전자석을 이용해 강력한 전자석을 서로 밀어내는 힘(반발력)에 의해 공중에 떠 있을 수 있고 미끄러지듯이 달릴 수도 있으며, 바퀴가 없어 달릴 때 공기의 저항만 받고 다른 저항을 받지 않아 다른 열차에 비해 아주 빠른 속도를 내는 자기부상열차의 과학적 원리를 설명한 설명패널로, 다른 열차들 보다 빠르다는 설명으로부터 과학적 원리로 인해 사회적으로 이득을 보는 것을 암시적으로 알 수 있으므로, 과학이 사회에 영향을 줄 수 있다는 것을 암시적으로 반영하고 있다.</p> <p>STS, IMP</p>			

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 잠정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 67에 나타난 전시물은 자기부상열차의 원리에 대한 전시물로, 자기부상열차에 대한 설명이 나와 있는 설명적 매체 중 해설 패널로 이루어져있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 자석의 반발력이라는 과학적 원리를 이용한 기술로 자

기부상열차를 만들었으며, 이 자기부상열차는 바퀴가 없어 달릴 때 공기의 저항만 받고 다른 저항은 받지 않으므로 다른 열차에 비해 아주 빠르게 달릴 수 있다는 설명을 통해, 과학적 원리와 기술로 인해 일상 생활에서 ‘빠름’이라는 편의를 얻었다는 것을 알 수 있으므로, 암시적으로 사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)의 과학의 본성이 반영되어있다고 볼 수 있다.

표 68. 집안에서 스포츠를 즐길 수 있을까? 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표

N O S	STS	R_2, T_3	E_I	IMP
사 진				
1 전 사	<p>가상현실은 주로 컴퓨터와 영상 장치를 이용하여 인공으로 만들어 낸 가상환경에서 현실과 같은 체험을 할 수 있게 해 주는 기술이다. 기술의 발달로 컴퓨터의 처리 속도, 영상 장치의 해상도와 동작 감지센서의 정밀도 등이 향상되어 화면 속의 게임이나 즐기던 스포츠를 직접 주인공이 되어 체험할 수 있게 되었다. 또한 경기장의 크기, 날씨, 가해지는 힘의 정도와 위치에 따른 공의 움직임 등 물리적 환경적인 요소를 정밀하게 재현하여 시간과 날씨에 영향을 받지 않고 실제 경기에 참여하는 것과 같은 느낌을 받을 수 있다.</p>			
해 석	<p>컴퓨터와 영상 장치를 이용한 인공으로 만들어진 가상환경에서 현실과 같은 체험을 할 수 있는 가상현실에 관한 설명 패널로, 과학과 기술의 발달로 인해 비가 오거나 경기장 등의 환경에 제약을 받아 활동하지 못했던 체험들을 환경에 상관없이 집 안에서도 할 수 있게 함으로써, 사회적으로 편리성을 가져왔기 때문에, 이 패널을 통해 과학이 사회에 영향을 줄 수 있다는 것을 암시적으로 알 수 있다.</p> <p>STS, IMP</p>			

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 잠재적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력,
 INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법,
 R : 레퍼런스, T : 토폭, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 68에 나타난 전시물은 집안에서 스포츠를 즐길 수 있는지에 대한 전시물로, 집안에서 즐길 수 있는 스포츠에 대한 설명이 나와 있는 설명적 매체 중 헤설 패널로 이루어져있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 기술의 발달로 컴퓨터의 처리 속도, 영상 장치의 해상도와 동작 감지 센서의 정밀도 등이 향상되어 화면 속의 게임으로나 즐기던 스포츠를 직접 주인공이 되어 체험할 수 있으며, 경기장의 크기, 날씨, 가해지는 힘의 정도와 위치에 따른 공의 움직임 등 물리적 환경적인 요소를 정밀하게 재현하여 시간과 날씨에 영향을 받지 않고 실제 경기에 참여하는 것과 같은 느낌을 받을 수 있다는 설명을 통해, 과학기술이 발달함에 따라 비가오거나 장소가 마련되지 않으면 즐길 수 없던 스포츠를 집에서 환경의 조건에 구애받지 않고 할 수 있다는 것을 통해 과학과 기술, 사회가 밀접하게 연관되어 있으며, 서로 영향을 주고받을 수 있다는 것을 암시적으로 알 수 있으므로, 암시적인 사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)가 반영되어 있다고 볼 수 있다.

2관 생활과 미래의 1촌 생활 속 과학에서는 총 6건의 과학의 본성이 분석되었다. 레퍼런스1 『우리집』에서 4개, 레퍼런스2 『놀이』에서 1개, 레퍼런스3 『스포츠』에서 1개로 총 6개의 과학의 본성이 분석되었다.

레퍼런스1 『우리집』에서 「신용카드 속에 배터리가 있을까?」 주제의 전시에서 암시적인 “사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)”의 과학의 본성이 1건, 「광센서」 주제의 전시에서 암시적인 “사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)”의 과학의 본성이 3건 분석되었다. 레퍼런스2 『놀이』에서는 「자기부상열차는 어떻게 빨리 달릴 수 있을까?」 주제의 전시에서 암시적인 “사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)”의 과학의 본성이 1건 분석되었다. 레퍼런스3 『스포츠』에서는 「집안에서 스포츠를 즐길 수 있을까?」 주제의 전시에서 암시적인 “사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)”의 과학의 본성이 1건 분석되었다.

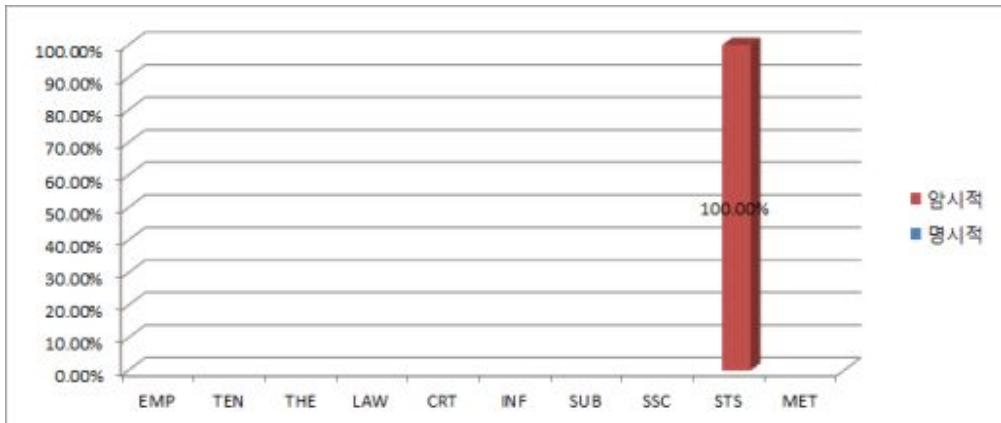
생활과 미래관의 생활 속 과학존의 전시물에 반영된 과학의 본성의 특징은 과학의 본성 요소 중 사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)의 과학의 본성 요소만이 나타

났다는 것이다. 총 6건의 과학의 본성 중 6건 모두로 100%에 해당한다. 또 다른 특징은 모두 암시적인 과학의 본성으로 나타났다는 것이다.

국립G과학관의 생활과 미래관의 생활 속 과학존의 전시물을 살펴본 결과, 과학의 본성은 다음 표 69과 그림 13와 같은 특징을 보여주고 있다.

표 69. 생활과 미래관-생활 속 과학존의 과학의 본성 빈도

	명시적	암시적
EMP		
TEN		
THE		
LAW		
CRT		
INF		
SUB		
SSC		
STS		6
MET		
Total		6
	6	



※ EMP : 검증 가능한, TEN : 잠정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법


그림 14. 생활과 미래관-생활 속 과학존의 과학의 본성 그래프

생활과 미래관의 생활 속 과학존은 본 연구에서 기준으로 한 10가지의 과학의 본성 요소 중 단 1가지의 과학의 본성 요소를 포함하고 있는 것으로 나타났다. 사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)의 과학의 본성이 6개로 나타났다. 생활과 미래관의 생활 속 과학존에서 나타나지 못한 과학의 본성은 검증 가능한, 잠정적인, 이론의 본성, 법칙의 본성, 창의성과 상상력, 관찰과 추론, 주관적인, 과학의 사회·문화적, 과학적 방법의 과학의 본성이다. 또한, 총 6개의 과학의 본성 중 명시적인 과학의 본성은 나타나지 않았다. 다양한 과학의 본성 요소가 나타나지 않은 것과 더불어, 명시적인 과학의 본성이 단 한 개도 나타나지 않았다.

d. 2관 생활과 미래-2존 미래를 향한 도전

2관 생활과 미래는 1존 생활 속 과학과 2존 미래를 향한 도전의 두 개의 존으로 나뉜다. 2관의 2존 미래를 향한 도전은 총 4개의 레퍼런스로 구성되어 있다. 레퍼런스1 한계 너머의 탐사, 레퍼런스2 해양, 레퍼런스3 우주, 레퍼런스4 비전 스튜디오으로 이루어져있다. 이 중에서 과학의 본성이 나타난 레퍼런스는 레퍼런스1 한계 너머의 탐사, 레퍼런스2 해양, 레퍼런스3 우주이다. 이를 분석한 결과의 샘플은 아래 표와 같다.

표 70. 지구의 온도가 1°C 올라간다면? 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표


N O S	STS	R_2, T_3	E_I	IMP
<p>사 진</p>				
<p>1</p> <p>전 사</p>	<p>왜 그럴까요? 태양으로부터 방출된 열은 지구에 도달한 후 다시 우주로 방출된다. 이때 대기권의 온실가스층에 의해 우주로 방출되는 양이 들어오는 양보다 적거나 같으면 지구의 온도가 일정하게 유지된다. 그러나 여러 가지 이유로 온실가스층이 두꺼워지면 지구에서 방출되는 에너지량이 감소함으로써 지구의 평균기온이 오르게 된다. 그 결과 해수면이 상승하고 빙하가 감소하면서 북극곰과 같은 동물들이 살 곳을 잃는 것은 물론 섬이나 해안지역이 물에 가라앉는 등 인류에게도 큰 문제를 불러올 것이다.</p> <p>※온실가스란? 온실효과를 일으키는 6대 온실가스는 이산화탄소(CO_2), 메테인(CH_4), 아산화질소(N_2O), 수소불화탄소(HFCs), 과불화탄소(PFCs), 육불화황(SF_6)이다.</p> <p>지구를 위한 우리의 실천</p> <ul style="list-style-type: none"> -전기 아껴쓰기 : 전기를 만들 때 사용되는 화석연료는 이산화탄소를 만들어냅니다. -자연 재활용 하기 : 쓰레기를 매립할 때 발생하는 메테인가스는 공기를 오염시킵니다. -대중교통 이용하기 : 자동차의 배기가스는 지구를 지켜주는 오존층을 파괴합니다. 			
<p>해 석</p>	<p>여러 가지 이유로 온실가스층이 두꺼워지면서 지구의 평균기온이 오르게 되고, 그 결과 해수면이 상승하고 빙하가 감소하면서 북극곰과 같은 동물들이 살 곳을 잃거나 섬 및 해안지역이 물에 가라앉는 등 인류에게</p>			

		<p>큰 문제를 불러일으킨다는 구절에서, 과학의 발전으로 인해 온실가스의 배출량이 늘고 이로 인해 인류에게 문제가 발생한다는 점에서 과학이 사회에 영향을 줄 수 있다는 것을 암시적으로 알 수 있다.</p> <p>STS, IMP</p>
--	--	---

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 감정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력,
 INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법,
 R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 70에 나타난 전시물은 지구의 온도 상승에 대한 전시물로, 지구의 온도상승이 불러오는 영향에 대한 설명이 나와 있는 설명적 매체 중 해설 패널로 이루어져있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 여러 가지 이유로 온실가스층이 두꺼워지면서 지구의 평균기온이 오르게 되고, 그 결과 해수면이 상승하고 빙하가 감소하면서 북극곰과 같은 동물들이 살 곳을 잃거나 섬 및 해안지역이 물에 가라앉는 등 인류에게 큰 문제를 불러일으킨다는 설명을 통해, 과학기술의 발전으로 인해 온실가스의 배출량이 늘고, 이로 인해 인류에게 문제가 발생한다는 점에서 과학과 기술, 사회가 서로 밀접한 관계를 맺고 있으며, 서로 영향을 주고받는다는 것을 암시적으로 알 수 있으므로, 암시적인 사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)의 과학의 본성이 반영되어 있다고 볼 수 있다.

표 71. 우주개발을 왜 해야할까? 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표

N O S	INF, STS	R_2, T_3	E_I	EXP
사 진				
1 전 사	<p>① 관찰을 통한 발견으로 자연의 법칙을 정립하는 측면 이외에 기술로서의 과학으로서 가치를 가진다. 경제적인 측면에서 인공위성을 이용한 통신 및 방송 산업이 21세기 우주산업에서 가장 큰 분야가 될 것이다. 인공위성의 이용과 인공위성과 우주환경 이용의 영역이 증대되고 있다.</p> <p>② 세계가 우주개발에 뛰어 드는 이유는 지구 자원이 고갈되고 환경오염이 심각해지면서 우주개발이 21세기 생존 문제의 대안으로 인식되고 있기 때문이다.</p> <p>우주는 오래전부터 인류의 동경과 꿈의 대상이었기 때문이다. 인류는 그동안 지구 안에서 우주를 바라보며 우주를 이해하려는 노력을 계속해 왔다. 그러나 과학기술이 발달하면서 우리는 지구 밖을 향해 나아갈 수 있게 되었다. 직접 우주로 발을 딛고 우리를 둘러싼 환경을 이해하는 것. 그것이 우주 개발의 이유이다.</p>			
해 석	<p>① 우주개발을 해야하는 이유에 대한 설명 패널로, 관찰을 통한 발견으로 자연의 법칙을 정립하는 측면 이외에 기술로서의 과학으로서 가치를 가진다는 설명을 통해, 과학이 관찰과 추론을 통해 정립된다는 것을 명시적으로 나타내었다.</p> <p>INF, EXP</p> <p>② 현재 지구에 자원이 고갈되고 환경오염이 심각해진다는 사회적 문제로 인해 우주개발이라는 과학에 뛰어든다는 구절을 통해 과학과 사회가 서로 연결되어 있으며, 사회적 이유로 과학적 발전이 일어날 수 있다는 것을 명시적으로 나타내었다.</p> <p>STS, EXP</p>			

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 감정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력,
 INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법,
 R : 레퍼런스, T : 토폭, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 71에 나타난 전시물은 우주개발에 대한 전시물로, 우주개발을 해야 하는 이유에 대한 설명이 나와 있는 설명적 매체 중 해설 패널로 이루어져있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 관찰을 통한 발견으로 자연의 법칙을 정립하는 측면 이외에 기술로서의 과학으로서 가치를 가진다는 설명을 통해 과학이 관찰과 추론을 통해 정립된다는 것을 알 수 있으므로, 명시적으로 관찰과 추론(INF)의 과학의 본성이 반영되어 있다고 볼 수 있다. 또한, 현재 지구에 자원이 고갈되고 환경오염이 심각해진다는 사회문제로 인해 우주개발이라는 과학에 뛰어들겠다는 설명을 통해 과학기술과 사회가 서로 밀접한 관계를 맺고 있으며, 사회적 이유로 과학적 발전이 일어날 수 있다는 것을 알 수 있으므로, 명시적으로 사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)의 과학의 본성이 반영되어 있다고 볼 수 있다.

2관 생활과 미래의 2존 미래를 향한 도전에서는 총 10건의 과학의 본성이 분석되었다. 레퍼런스1 『한계 너머의 탐사』에서 2개, 레퍼런스2 『해양』에서 3개, 레퍼런스3 『우주』에서 5개로 총 10개의 과학의 본성이 분석되었다.

레퍼런스1 『한계 너머의 탐사』에서 「심해의 지형을 어떻게 알 수 있을까?」 주제의 전시에서 암시적인 “과학적 방법(MET)”의 과학의 본성이 1건, 「심해 탐사가 중요한 이유는?」 주제의 전시에서 암시적인 “사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)”의 과학의 본성이 1건 분석되었다. 레퍼런스2 『해양』에서는 「바다가 왜 생명의 어머니라고 할까?」 주제의 전시에서 암시적인 “관찰과 추론(INF)”의 과학의 본성이 1건 분석되었으며, 「지구의 온도가 1°C 올라간다면?」 주제의 전시와 「바다목장? 왜 필요하지?」 주제의 전시에서 암시적인 “사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)”의 과학의 본성이 각각 1건씩 분석되었다. 레퍼런스3 『우주』에서는 「우주개발을 왜 해야 할까?」 주제의 전시에서 명시적인 “관찰과 추론(INF)”의 과학의 본성과 “사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)”의 과학의 본성이 각각 1건씩 분석되었다.

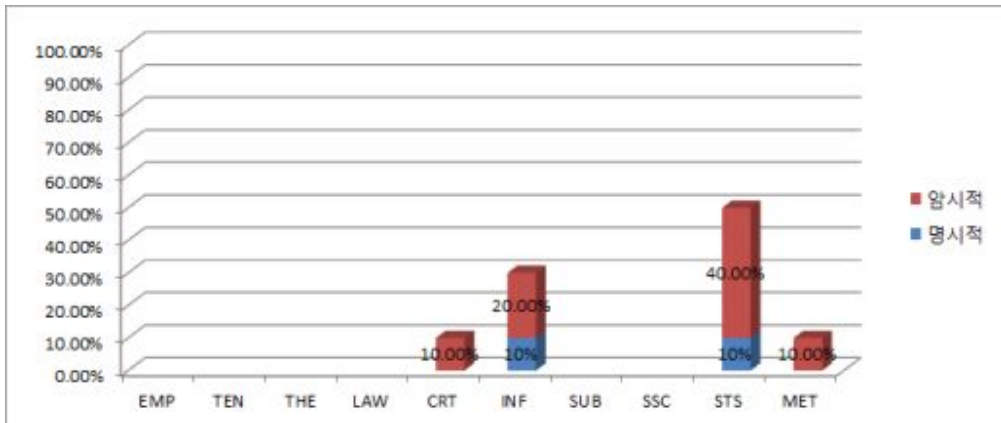
생활과 미래관의 미래를 향한 도전존의 전시물에 반영된 과학의 본성의 특징은 과학의 본성 요소 중 사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)의 과학의 본성 요소가 가

장 많이 나타났다는 것이다. 총 10건의 과학의 본성 중 5건으로, 50%에 해당한다. 또 다른 특징은 명시적인 과학의 본성이 두 종류의 과학의 본성 요소에 각각 1건씩 나타났다는 것이다.

국립G과학관의 생활과 미래관의 미래를 향한 도전존의 전시물을 살펴본 결과, 과학의 본성은 다음 표 72과 그림 14와 같은 특징을 보여주고 있다.

표 72. 생활과 미래관-미래를 향한 도전존의 과학의 본성 빈도

	명시적	암시적
EMP		
TEN		
THE		
LAW		
CRT		1
INF	1	2
SUB		
SSC		
STS	1	4
MET		1
Total	2	8
	10	



※ EMP : 검증 가능한, TEN : 감정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법

그림 15. 생활과 미래관-미래를 향한 도전존의 과학의 본성 그래프

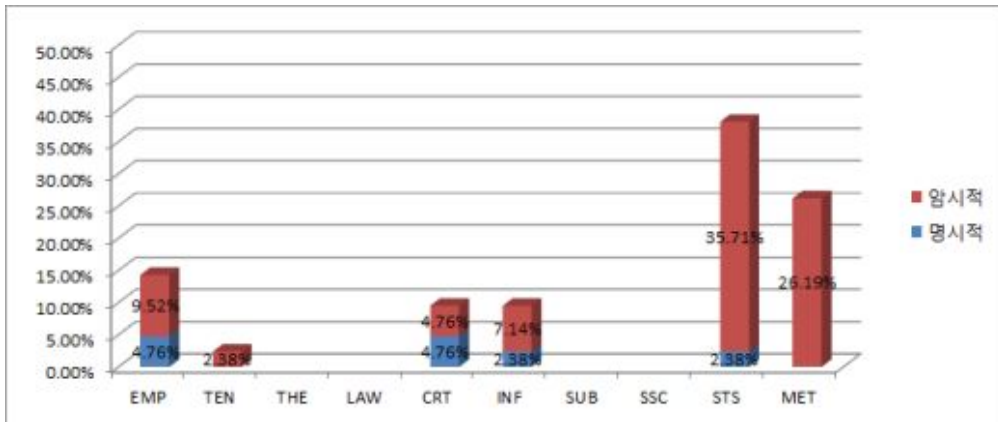
생활과 미래관의 미래를 향한 도전존은 본 연구에서 기준으로 한 10가지의 과학의 본성 요소 중 4가지의 과학의 본성 요소를 포함하고 있는 것으로 나타났다. 사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)의 과학의 본성이 5개, 관찰과 추론(INF)의 과학의 본성이 3개, 창의성과 상상력(CRT)의 과학의 본성과 과학적 방법(MET)의 과학의 본성이 각각 1개씩으로 나타났다. 생활과 미래관의 미래를 향하나 도전존에서 나타나지 못한 과학의 본성은 검증 가능한, 감정적인, 이론의 본성, 법칙의 본성, 주관적인, 과학의 사회·문화적인 과학의 본성이다. 또한, 총 10개의 과학의 본성 중 명시적인 과학의 본성은 사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)의 과학의 본성에서 1건, 관찰과 추론(INF)의 과학의 본성에서 1건으로 나타났다.

국립G과학관에 나타난 과학의 본성의 특징은 다음의 표 73과 그림 15와같이 나타났다. 국립G과학관에 나타난 과학의 본성의 반영 빈도는 총 42건으로 나타난다. 이 중 전시물에 나타난 과학의 본성 중 명시적인 내용의 빈도는 과학의 본성 42건 중, 6건으로 14.29%로 나타났다. 구성 요소는 사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)가 16건으로 가장 많이 나타났고, 과학적 방법(MET)의 과학의 본성이 11건으로 두 번째로 많이 나타났다. 검증 가능한, 창의성과 상상력, 관찰과 추론, 감정적인 과학의 본성까지 총 6종류의 과학의 본성이 분석되었다. 빛의 세계 주제의 전시물로 구성되어있는 1관

빛과 예술의 1존 빛의 세계에 나타난 과학의 본성은 총 11건으로, 검증 가능한 과학의 본성이 6건으로 빛과 예술관-빛의 세계존의 과학의 본성 중 54.55%로 나타났다. 그 뒤로 사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)의 과학의 본성과 과학적 방법(MET)의 과학의 본성이 각각 18.18%씩으로 나타났고, 관찰과 추론(INF)의 과학의 본성이 9%로 나타났다. 과학의 본성 총 11건 중 명시적인 과학의 본성은 2건으로 18.18%를 차지했다. 암시적인 과학의 본성은 9건으로 81.82%를 차지했다. 과학과 예술에 관한 전시물로 구성되어있는 1관 빛과 예술의 2존 과학과 예술에 나타난 과학의 본성은 총 15건으로, 과학적 방법(MET)의 과학의 본성이 8건으로 53.3%로 나타났다. 그 뒤로 사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)의 과학의 본성과 창의성과 상상력(CRT)의 과학의 본성이 각각 20%씩으로 나타났고, 잠정적인(TEN) 과학의 본성이 6.67%로 나타났다. 과학의 본성 총 15건 중 명시적인 과학의 본성은 2건으로 13.3%를 차지했다. 암시적인 과학의 본성은 13건으로 86.7%를 차지했다. 생활 속 과학이라는 주제의 전시물로 구성되어있는 2관 생활과 미래의 1존 생활 속 과학에 나타난 과학의 본성은 총 6건으로, 사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)의 과학의 본성이 6건으로 생활과 미래관-생활 속 과학존의 과학의 본성 중 100%로 나타났다. 이는 모두 암시적인 과학의 본성으로 구성되어 있었다. 미래를 향한 도전이라는 주제의 전시물로 구성되어있는 2관 생활과 미래의 2존 미래를 향한 도전에 나타난 과학의 본성은 총 10건으로, 사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)의 과학의 본성이 5건으로 생활과 미래관-미래를 향한 도전존의 과학의 본성 중 50%로 나타났다. 그 뒤로 관찰과 추론(INF)의 과학의 본성이 30%, 창의성과 상상력(CRT)의 과학의 본성과 과학적 방법(MET)의 과학의 본성이 각각 10%씩으로 나타났다. 과학의 본성 총 10건 중 명시적인 과학의 본성은 2건으로 20%를 차지했다. 암시적인 과학의 본성은 8건으로 80%를 차지했다.

표 73. 국립G과학관 과학의 본성 빈도

	명시적	암시적
EMP	2	4
TEN		1
THE		
LAW		
CRT	2	2
INF	1	3
SUB		
SSC		
STS	1	15
MET		11
Total	6	36
	42	



※ EMP : 검증 가능한, TEN : 잠정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 함의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법

그림 16. 국립G과학관 과학의 본성 그래프


4. 국립J과학관

국립J과학관의 상설전시관은 근·현대과학기술, 겨레과학기술, 기초과학, 첨단과학기술체험관, 로봇세상으로 초대, 생애주기체험관으로 구성되어있으며, 2층부터 관람이 시작되는 동선으로, 2층에 위치한 근·현대과학기술/겨레과학기술부터 1층 기초과학, 첨단과학기술체험관, 중지하층 로봇세상으로 초대, 지하층 생애주기체험관 순으로 이어진다.

a. 근·현대 과학기술

근·현대 과학기술은 총 9개의 레퍼런스로 구성되어 있다. 레퍼런스1 근·현재 과학기술과 삶의 변화, 레퍼런스2 에너지·자원 기술, 레퍼런스3 전기·전자 기술, 레퍼런스4 운송기계기술, 레퍼런스5 우주기술, 레퍼런스6 석유화학기술, 레퍼런스7 반도체와 ICT 기술, 레퍼런스8 생명공학기술, 레퍼런스9 세상을 만들어가는 과학기술로 이루어져있다. 이 중에서 과학의 본성이 나타난 레퍼런스는 레퍼런스1 근·현재 과학기술과 삶의 변화, 레퍼런스3 전기·전자 기술, 레퍼런스4 운송기계기술이다. 이를 분석한 결과의 샘플은 아래 표와 같다.

표 74. 근·현대 과학기술 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표

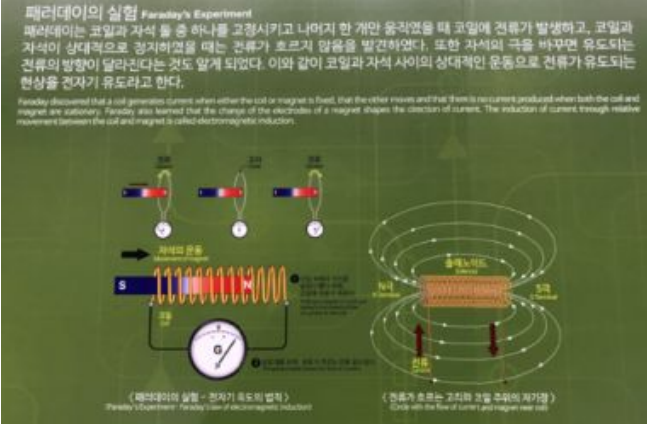
N O S	STS	R_2, T_3	E_I	EXP
<p>사 진</p>				
<p>1</p> <p>전 사</p>	<p>에너지·자원, 전기·전자, 운송기계, 우주, 석유화학, 반도체와 ICT, 생명공학</p> <p>①오늘날 우리가 살고 있는 시대를 흔히 ‘과학기술의 시대’라 부른다. 이는 사람들이 현대사회에서 삶을 영위하고, 앞으로 사회 발전을 이루어 나가는 데 과학기술이 큰 역할을 하고 있음을 반영한다. 우리는 ‘과학’과 ‘기술’을 함께 일컫는 ‘과학기술’이라는 말을 자주 접하는데, 이때 ‘과학’과 ‘기술’을 나누어 생각해 볼 필요가 있다. 흔히 과학이라고 할 때에는 자연과학(natural science)을 편리하게 하는 방법을 고안하는 것이다. 따라서 과학의 역사가 탐구의 역사라면, 기술의 역사는 발명의 역사라고 말할 수 있다. 과학의 탐구와 기술의 발명은 모두 혁신(innovation)의 과정이다. 과학기술은 현대사회의 사상적 특징인 합리주의, 실용주의, 인도주의의 기본토대이다. 또한, 과학기술이 가져다 준 물질과 도구로 우리는 과거와는 비교할 수 없을 정도로 풍요롭고 편리한 삶을 영위하고 있다. 따라서 과학기술에 대해 잘 이해하고, 이를 활용하고 발전시키는 것은 매우 중요하다.</p> <p>근·현대 과학기술 전시관에서는 에너지·자원, 전기·전자, 운송기계, 우주, 석유화학, 반도체와 ICT, 생명공학 기술 등 오늘날 인류의 삶을 혁신해 온 과학기술을 일곱 가지 분야로 나누어 소개하고자 한다. 인류의 삶을 변화시켜 온 과학기술의 흥미로운 이야기를 통해 과학기술이 새롭게 열어갈 우리의 미래에 한걸음 더 가까이 다가갈 수 있을 것이다.</p>			

해 석	<p>오늘날 우리가 살고 있는 시대를 흔히 ‘과학기술의 시대’라 부르며, 이는 사람들이 현대 사회에서 나아가고 발전을 이루어 나가는 데 과학 기술이 큰 역할을 하고 있다는 내용의 설명 패널로, 과학이 기술과 사회와 연결되어있으며, 서로 영향을 주고받는다라는 STS를 명시적으로 나타내었다.</p> <p>STS, EXP</p>
-----	--

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 감정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 74에 나타난 전시물은 근·현대 과학기술에 대한 전시물로, 근·현대 과학기술에 대한 설명이 나와 있는 설명적 매체 중 해설 패널로 이루어져있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 오늘날 우리가 살고 있는 시대를 흔히 ‘과학기술의 시대’라 부르며 이는 사람들이 현대사회에서 삶을 영위하고, 앞으로 사회 발전을 이루어 나가는 데 과학기술이 큰 역할을 하고 있음을 반영한다는 표현을 통해, 과학이 기술과 사회와 밀접한 관계를 맺고 있으며, 서로 영향을 주고받는다라는 사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계를 명시적으로 나타내었다. 또한, 과학기술에 대해 잘 이해하고, 이를 활용하고 발전시키는 것이 매우 중요하다는 내용을 통해 앞으로의 과학과 기술, 사회와의 관계의 중요성을 나타내고 있다.

표 75. 패러데이의 실험 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표

N O S	EMP	R_2, T_3	E_I, E_G	IMP
사 진				
1 전 사	<p>패러데이는 코일과 자석 둘 중 하나를 고정시키고 나머지 한 개만 움직였을 때 코일에 전류가 발생하고, 코일과 자석이 상대적으로 정지하였을 때는 전류가 흐르지 않음을 발견하였다. 또한 자석의 극을 바꾸면 유도되는 전류의 방향이 달라진다는 것도 알게 되었다. 이와 같이 코일과 자석 사이의 상대적인 운동으로 전류가 유도되는 현상을 전자기 유도라고 한다.</p>			
해 석	<p>패러데이의 실험에서 패러데이는 코일과 자석 둘 중 하나를 고정시키고 나머지 한 개만 움직였을 때 코일에 전류가 발생하고, 코일과 자석이 상대적으로 정지했을 때 전류가 흐르지 않음을 발견하였으며, 자석의 극을 바꾸면 유도되는 전류의 방향이 달라진다는 것도 알게되었다는 설명을 통해 과학은 검증가능한 근거를 통해 이루어질 수 있다는 것을 암시적으로 알 수 있다.</p> <p>EMP, IMP</p>			

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 잠정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 함의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 75에 나타난 전시물은 패러데이의 실험에 대한 전시물로, 패러데이의 실험을 보여주는 그림의 설명적 매체 중 그래픽 패널과 패러데이의 실험에 대한 설명이 나와 있는 설명적 매체 중 해설 패널로 이루어져있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 패러데이는 코일과 자석 둘 중 하나를 고정시키고 나머지 한 개만 움직였을 때 코일에 전류가 발생하고, 코일과 자석이 상대적으로 정지하였을 때는 전류가

흐르지 않음을 발견하였고, 자석의 극을 바꾸면 유도되는 전류의 방향이 달라진다는 것도 알게 되었다는 설명을 통해, 실험을 통해 검증 가능한 근거를 제시하여 코일과 자석이 상대적으로 정지했을 때 전류가 흐르지 않음과 자석의 극을 바꾸면 유도되는 전류의 방향도 달라진다는 것을 밝혀냈다는 것을 통해 과학이 검증 가능한 근거를 통해 이루어진다는 것을 암시적으로 알 수 있으므로, 검증 가능한 과학의 본성이 암시적으로 나타나 있다고 볼 수 있다.

표 76. 석유화학 기술이 없다면? 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표

N O S	STS	R_2, T_3	E_I	IMP
사 진				
1 전 사	<p>석유화학 기술이 사라진다면 우리가 살고 있는 세상은 어떤 모습이 될까? 우선 우리가 입고 있는 옷과 신발에는 모두 석유화학 제품이 사용되고 있다. 석유화학 기술이 사라진다면 합성섬유로 된 옷과 신발의 고무바닥도 모두 사라질 것이다. 또 대부분의 가전제품 케이스, 전선을 감싸고 있는 피복이 사라진다면 감전의 위험이 있어 가전제품을 만지는 일조차 무척 어려울 것이다.</p> <p>자동차를 만드는 여러 가지 부품에도 석유화학 기술이 필요하고, 환경오염을 줄이는 바이오디젤, 바이오에탄올, 바이오부탄올과 같은 미래형 에너지 자원을 만드는 데에도 석유화학 기술이 필요하다. 이처럼 오늘날 우리들의 일상생활 속에는 석유화학 기술이 구석구석에 숨어 있다. 석유화학 기술이야말로 우리의 삶에 혁신을 가져온 놀라운 과학기술이라 할 수 있다.</p>			
해 석	<p>석유화학기술이 없으면 우리 사회에 어떤 영향이 미치는지에 대한 설명으로, 오늘날 우리들의 일상생활 속에는 석유화학 기술이 구석구석 숨어 있으며, 석유 화학 기술이야말로 우리의 삶에 혁신을 가져온 놀라운 과학기술이라 할 수 있다는 설명을 통해 과학이 기술과 사회와 밀접한 관계를 이루고 있으며, 서로 영향을 주고받는다는 것을 암시적으로 알 수 있다.</p> <p>STS, IMP</p>			

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 잠정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 76에 나타난 전시물은 석유화학기술에 대한 전시물로, 석유화학기술이 없으면 우리 사회에 어떤 영향이 미치는지에 대한 설명이 나와 있는 설명적 매체 중 해설 패널로 이루어져있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 오늘날 우리들의 일상생활 속에는 석유화학 기술이 구석구석에 숨어있으며, 석유화학 기술이야말로 우리의 삶에 혁신을 가져온 놀라운 과학기술이라 할 수 있다는 설명을 통해, 우리 생활에 석유화학 기술이 없다면 얼마나 불편할지와, 석유화학기술이 우리 생활에 중요하다는 것을 통해 과학과 기술, 사회가 밀접하게 연결되어 있으며, 서로 영향을 주고받는다는 것을 암시적으로 알 수 있으므로, 사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계의 과학의 본성이 암시적으로 나타나 있다고 볼 수 있다.

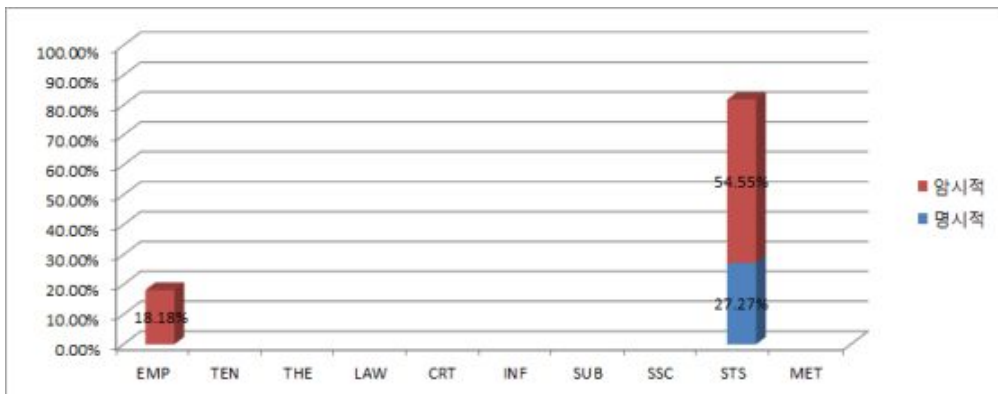
2층 근·현대 과학기술관에서는 총 9개의 과학의 본성이 분석되었다. 레퍼런스1 『근·현대 과학기술』에서 2개, 레퍼런스3 『전기·전자기술』에서 2개, 레퍼런스4 『운송기계기술』에서 7개로 총 9개의 과학의 본성이 분석되었다.

레퍼런스1 『근·현대 과학기술』에서 「근·현대 과학기술」 주제의 전시에서 명시적인 “사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)” 과학의 본성이 2개 분석되었다. 레퍼런스3 『전기·전자기술』에서는 「외르스테드의 실험」 주제의 전시에서 암시적인 “관찰과 추론(INF)” 1개, 「패러데이의 실험」 주제의 전시에서 암시적인 “관찰과 추론(INF)” 1개로 총 2개의 암시적인 “관찰과 추론(INF)”의 본성이 분석되었다. 레퍼런스4 『운송기계기술』에서는 「석유화학기술」 주제의 전시에서 암시적인 “사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)” 2개, 명시적인 “사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)” 1개 분석되었다. 「반도체와 ICT기술」 주제의 전시에서는 암시적인 “사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)” 2개 분석되었으며, 「세상을 만들어가는 과학기술」 주제의 전시에서도 암시적인 “사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)” 2개 분석되었다.

국립J과학관의 근·현대 과학기술관의 전시물을 살펴본 결과, 과학의 본성은 다음 표 77와 그림 16과 같은 특징을 보여주고 있다.

표 77. 근·현대 과학기술관의 과학의 본성 빈도

	명시적	암시적
EMP		2
TEN		
THE		
LAW		
CRT		
INF		
SUB		
SSC		
STS	3	6
MET		
Total	3	8
	11	



※ EMP : 검증 가능한, TEN : 잠정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법

그림 17. 근·현대 과학기술관의 과학의 본성 그래프


2층 근·현대 과학기술관은 본 연구에서 기준으로 한 10가지의 과학의 본성 요소 중 2가지의 과학의 본성 요소를 포함하고 있는 것으로 나타났다. 이마저도 요소별로 골고루 분포되지 못했는데, 사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)가 9개, 81.8%로 지배적으로 나타났다. 근·현대 과학기술관에서 나타나지 못한 과학의 본성은 잠정적인, 이

론의 본성, 법칙의 본성, 창의성과 상상력, 관찰과 추론, 주관적인, 사회문화적, 과학적 방법으로 총 8가지 과학의 본성이다.

b. 거래과학기술

거래과학기술은 총 2개의 레퍼런스로 구성되어 있다. 레퍼런스1 ICT 융합탑, 레퍼런스2 혁신과 발명의 순간으로 이루어져있다. 이 중에서 과학의 본성이 나타난 레퍼런스는 레퍼런스2 혁신과 발명의 순간이다. 이를 분석한 결과의 샘플은 아래 표와 같다.

표 78. 넘침을 경계하는 잔 ‘계영배’ 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표

	N O S	SSC	R_2, T_3	E_I, E_G	IMP	
사	진					
1	전	사	<p>잔에 7할 이상의 술이 차면, 모두 밑으로 흘러내려 버린다. 과음을 주의하기 위해 이같이 만들어졌지만, 여기에는 서양보다 앞선 ‘사이편의 원리’가 담겨있다. ‘사이편’이란 옮기기 힘든 액체를 기압차와 중력을 이용해 다른 곳으로 이동시킬 수 있는 역U자형의 관을 말한다. 계영배의 잔에도 이 관이 있다. 잔에 물이 일정량 이상이 차면 이 관은 딱 차게 되는데, 이때 압력의 차가 발생하면서 잔에 담긴 물이 모두 아래로 쏟아지게 된다. 가득 채우면 모든 것을 잃어버리게 되는 계영배. ‘인간의 끝없는 욕심을 경계하라’는 우리 선조들의 사상이 깃든 과학문화유산이다.</p>			
	해	석	<p>넘침을 경계하는 잔인 ‘계영배’에 대한 설명으로, 가득 채우면 모든 것을 잃어버리게 되는 ‘인간의 끝없는 욕심을 경계하라’는 우리나라의 선조들의 사상이 깃든 과학문화유산이라는 내용으로, 과학이 사회문화적 영향을 받는다는 것을 암시적으로 나타냄.</p> <p>SSC, IMP</p>			

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 감정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 78에 나타난 전시물은 계영배에 대한 전시물로, 계영배의 원리를 모식도로

나타낸 설명적 매체의 그래픽 패널과 계영배의 원리 및 의미에 대한 설명이 나와 있는 설명적 매체 중 해설 패널로 이루어져있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 가득 채우면 모든 것을 잃어버리게 되는 계영배는 ‘인간의 끝없는 욕심을 경계하라’는 우리 선조들의 사상이 깃든 과학문화유산이라는 설명을 통해, 우리나라의 선조들이 과거에 어떤 신조를 가졌었는지를 알 수 있고, 이와 같은 우리의 문화가 과학문화유산으로 남았다는 것은 과학이 사회문화적 영향을 받는 다는 것을 암시적으로 알 수 있으므로, 과학의 사회·문화적인 과학의 본성이 암시적으로 나타나 있다고 볼 수 있다.


2층 겨레과학기술에서는 총 1개의 과학의 본성이 분석되었다. 레퍼런스2 『가공기술』에서 1개의 과학의 본성이 분석되었다. 이는 겨레과학기술에서 유일하게 과학의 본성이 나타난 것이다. 레퍼런스2 『가공기술』에서 「도자기술」 주제의 전시에서 암시적인 “사회·문화적(SSC)”인 과학의 본성이 1개 분석되었다.

2층 겨레과학기술관은 본 연구에서 기준으로 한 10가지의 과학의 본성 요소 중 단 1가지의 과학의 본성 요소를 포함하고 있는 것으로 나타났다. 과학의 사회·문화적(SSC)인 과학의 본성이 1개로 100%로 나타났다. 겨레과학기술관에서 나타나지 못한 과학의 본성은 검증 가능한, 잠정적인, 이론의 본성, 법칙의 본성, 창의성과 상상력, 관찰과 추론, 주관적인, 사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS), 과학적 방법으로 총 8가지 과학의 본성이다.

c. 기초과학관

기초과학관은 총 3개의 레퍼런스로 구성되어 있다. 레퍼런스1 기후변화와 대응, 레퍼런스2 기초과학분야, 레퍼런스3 산업기술로 이루어져있다. 이 중에서 과학의 본성이 나타난 레퍼런스는 레퍼런스1 기후변화와 대응이다. 이를 분석한 결과의 샘플은 아래 표와 같다.

표 79. 변화하는 기후 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표

N O S	STS	R_2, T_3	E_I, E_G	IMP
사 진				
1 전 사	<p>“인구” 증가하다!! 세계의 인구는 1960년 30억명에서 2011년 70억명으로 두배이상 증가 하였어요.</p> <p>“화석연료” 사용량 증가하다!! 산업이 발전함에 따라 공장이나 가정에서 사용되는 화석연료의 양은 증가했습니다.</p> <p>“온실가스” 많아지다!! 화석연료의 사용은 온실가스를 배출하여 지구온난화의 원인이 되고 있어요.</p> <p>“지구” 뜨거워지다!! ‘온실가스’는 태양열을 흡수해 기온을 상승시켜 아름다운 지구를 병들게 하고 있어요.</p> <p>“기후” 변화하다!! 기후의 변화로 인해 해수면 상승, 빙하감소, 이상기온, 사막화 현상 등이 나타나고 있어요.</p>			
해 석	<p>전 세계적으로 인구가 증가하고, 산업이 발전함에 따라 화석연료의 사용량이 증가하여 온실가스를 배출하여 지구온난화의 원인이 되고 있으며, 기후 변화로 인해 해수면 상승, 빙하 감소, 이상기온, 사막화 현상 등이 나타나고 있다는 설명을 통해, 과학이 기술과 사회와 밀접한 연관성을 갖고, 서로 영향을 주고받는 다는 것을 암시적으로 나타내었다.</p> <p>STS, IMP</p>			

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 감정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력,
 INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법,
 R : 레퍼런스, T : 토포, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 79에 나타난 전시물은 변화하는 기후에 대한 전시물로, 변화하는 기후에 대한 설명이 나와 있는 설명적 매체 중 해설 패널과 그림으로 표현한 그래픽 패널로 이루어져있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 인구가 증가하고, 산업이 발전함에 따라 공장이나 가정에서 사용되는 화석연료의 양이 증가하고, 이는 온실가스를 배출하여 지구온난화의 원인이 되고 있으며, 기후 변화는 해수면 상승, 빙하감소, 이상기온, 사막화 현상 등으로 지구를 병들게 하고 있다는 표현을 통해, 인구가 증가하고, 과학기술로 인해 발전했던 산업으로 인해 기후 변화라는 심각한 이슈가 발생하였고, 이는 사회적으로 영향을 줄 수 있다는 것을 암시적으로 알 수 있으므로, 과학이 기술과 사회와 밀접한 관계를 맺고 있으며, 서로 영향을 주고받는다는 사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계를 암시적으로 나타내었다고 볼 수 있다.

	<ul style="list-style-type: none"> - 말라리아 2% 증가 - 세균성 이질 3% 증가 - 쯔쯔가무시 8% 증가 - 신증후군출혈열 10% 증가 - 렙토스피라 10% 증가 <p>3. 폭염으로 인한 초과 사망</p> <ul style="list-style-type: none"> - 유럽 : 2003년 35,000명 사망 - 국내 : 지난 10년간 2,127명 사망 <p>환경매체 영향</p> <p>1. 대기질</p> <ul style="list-style-type: none"> • 미세먼지·오존농도 증가 및 황사현상 심화 <p>2. 수자원</p> <ul style="list-style-type: none"> • 하천수량 증가 : 금강유역 하루 최대유량 48% 증가 • 해수면 상승 : 연안지역 지하수자원 감소 <p>3. 수질</p> <ul style="list-style-type: none"> • 토양유실로 인한 흙탕물 발생 증가 • 용존산소 부족으로 물고기 폐사 및 부영양화
해 석	<p>기후변화가 우리 생활에 미치는 영향에 대해 사회, 문화적인 영향, 산업, 경제적인 영향, 보건 영향, 환경 매체 영향으로 나누어 설명하였다. 이를 통해 과학이 기술과 사회에 연결되어 있고, 서로 영향을 받는다는 것을 암시적으로 나타내고 있다.</p> <p>STS, IMP</p>

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 잠정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 80에 나타난 전시물은 기후변화와 우리의 생활에 대한 전시물로, 기후변화가 사회·문화적, 산업·경제적, 보건, 환경매체에 미친 영향에 대한 설명이 나와 있는 설명적 매체 중 해설 패널로 이루어져있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 기후변화가 우리 생활 중 사회·문화적으로는 기상재해로 인한 피해를, 산업·경제적으로는 화석연료에서 청정연료로 전환하면서 발전비용이 상승하는 등의 에너지적 영향을 미치고, 산업적으로도 영향을 주었고, 보건적으로는 여름철 온도 상승으로 전염병이 증가하였으며, 폭염으로 인한 초과 사망자가 발생했다는 점과, 환경매체적으로는 대기 환경이 나빠지고, 수자원과 수질문제가 발생했다는 표현을 통해, 기후가 변화함에 따라

과학 및 기술, 사회적으로 영향을 미쳤다는 것을 암시적으로 알 수 있으므로, 과학이 기술과 사회와 밀접한 관계를 맺고 있으며, 서로 영향을 주고받는다라는 사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계를 암시적으로 나타내었다고 볼 수 있다.

1층 기초과학관에서는 총 2개의 과학의 본성이 분석되었다. 레퍼런스1 『기후변화와 대응』에서 2개의 과학의 본성이 분석되었다. 레퍼런스1 『기후변화와 대응』에서 「기후변화」 주제의 전시에서 암시적인 “사회·문화적(SSC)”인 과학의 본성이 2개 분석되었다.

1층 기초과학관은 본 연구에서 기준으로 한 10가지의 과학의 본성 요소 중 단 1가지의 과학의 본성 요소를 포함하고 있는 것으로 나타났다. 과학의 사회·문화적(SSC)인 과학의 본성이 2개로 100%로 나타났다. 겨레과학기술관에서 나타나지 못한 과학의 본성은 검증 가능한, 잠정적인, 이론의 본성, 법칙의 본성, 창의성과 상상력, 관찰과 추론, 주관적인, 사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS), 과학적 방법으로 총 8가지 과학의 본성이다.

d. 첨단과학기술 체험관

첨단과학기술 체험관은 총 2개의 레퍼런스로 구성되어 있다. 레퍼런스1 ICT 융합탑, 레퍼런스2 혁신과 발명의 순간으로 이루어져있다. 이 중에서 과학의 본성이 나타난 레퍼런스는 레퍼런스2 혁신과 발명의 순간이다. 이를 분석한 결과의 샘플은 아래 표와 같다.

표 81. 아내의 죽음으로 전신을 구상하다 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표

N O S	CRT, INF	R_2, T_3	E_I	IMP
사 진				
1 전 사	<p>1825년 : 창의적인 초상화가이자 뉴욕대학 미술교수였던 새뮤얼 모스. 아내인 루크리셔가 자신이 미쳐 아내가 아프다는 것을 알기도 전에 사망하게 되자 이 일을 계기로 “어떻게 하면 소식을 빠르게 전달할 수단을 만들 수 있을까?” 라는 고민에 빠지게 된다.</p> <p>1832년 : 모스는 프랑스에서 돌아오는 대서양 횡단 여객선 서리(Surry)호 선상에서 잭슨이 실험하는 전자석을 보며 전신의 원리를 착상, 전신기의 연구에 몰입한다.</p> <p>1838년 : 그 결과 모스부호와 전신기 발명에 성공한다.</p>			
해 석	<p>모스부호와 전신기를 발명한 과학자 새뮤얼 모스에 대한 설명으로, 모스는 아내가 아프다는 소식을 듣기도 전에 사망하게 되자, 소식을 빨리 전달할 수 있는 수단에 대해 생각했고, 아내 죽음 7년 후에 대서양 횡단 여객선에서 잭슨의 전자석 실험을 보며 전신의 원리를 착상하여 전신기를 연구했다. 그 결과 모스부호와 전신기를 발명했다는 설명으로, 아내의 죽음을 통해 소식을 빠르게 전달하는 방법을 구상했다는 점에서 창의적이며, 잭슨의 전자석 실험을 관찰하여 전신기라는 창의적인 생각을 했다. 이를 통해 과학이 관찰과 추론을 통해 이루어지며, 창의적인 상상력을 통해 이루어질 수 있다는 것을 암시적으로 나타내었다.</p> <p>CRT, IMP INF, IMP</p>			

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 잠정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 81에 나타난 전시물은 아내의 죽음으로 전신을 구상하다에 대한 전시물로, 아내의 죽음으로 전신을 구상한 새뮤얼 모스에 대한 설명이 나와 있는 설명적 매체 중해설 패널로 이루어져있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 모스부호와 전신기를 발명한 과학자 새뮤얼 모스에 대한 설명으로, 모스는 아내가 아프다는 소식을 듣기도 전에 사망하게 되자, 소식을 빨리 전달할 수 있는 수단에 대해 생각했고, 아내 죽음 7년 후에 대서양 횡단 여객선에서 잭슨의 전자석 실험을 보며 전신의 원리를 착상하여 전신기를 연구한 결과 모스부호와 전신기를 발명했다는 표현을 통해, 아내의 죽음을 통해 소식을 빠르게 전달하는 방법을 구상했다는 점에서 창의적이며, 잭슨의 전자석 실험을 관찰하여 전신기를 발명할 수 있는 아이디어를 얻었다. 이를 통해 과학이 관찰과 추론을 통해 이루어지며, 창의적인 상상력을 통해 이루어질 수 있다는 것을 암시적으로 알 수 있으므로, 과학이 창의적인 상상력과 관찰과 추론을 통해 이루어진다는 것을 암시적으로 나타내었다고 볼 수 있다.

1층 첨단과학기술 체험관에서는 총 2개의 과학의 본성이 분석되었다. 레퍼런스2 혁신과 발명의 순간에서 2개의 과학의 본성이 분석되었다.

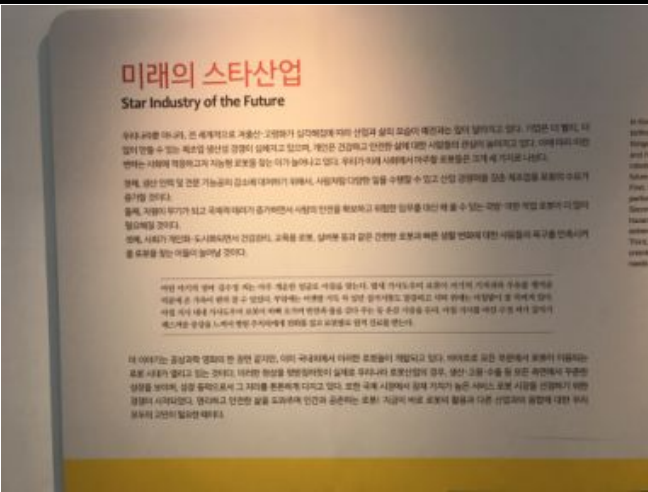
레퍼런스2 『혁신과 발명의 순간』에서 「소통의 시작, 통신」 주제의 전시에서 암시적인 “창의성과 상상력(CRT)”와 “관찰과 추론(INF)”의 과학의 본성이 각각 1개씩 분석되었다.

1층 첨단과학기술 체험관은 본 연구에서 기준으로 한 10가지의 과학의 본성 요소 중 2가지의 과학의 본성 요소를 포함하고 있는 것으로 나타났다. 과학의 창의성과 상상력(CRT)과 관찰과 추론(INF)의 과학의 본성이 각각 1개씩으로 50%씩 나타났다. 첨단과학기술 체험관에서 나타나지 못한 과학의 본성은 검증 가능한, 잠정적인, 이론의 본성, 법칙의 본성, 주관적인, 사회·문화적(SSC), 사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS), 과학적 방법으로 총 8가지 과학의 본성이다.

e. 로봇세상으로 초대

로봇세상으로 초대는 총 1개의 레퍼런스, 레퍼런스1 로봇세상으로 초대로 이루어져 있다. 로봇세상으로 초대에서는 과학의 본성이 3개 나타났는데, 이를 분석한 결과의 샘플은 아래 표와 같다.

표 82. 미래의 스타산업 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표

N O S	STS	R_2, T_3	E_I	IMP
<p>사 진</p>				
<p>전 사</p>	<p>우리나라뿐 아니라, 전 세계적으로 저출산·고령화가 심각해짐에 따라 산업과 삶의 모습이 예전과는 많이 달라지고 있다. 기업은 더 빨리, 더 많이 만들 수 있는 제조업 생산성 경쟁이 심해지고 있으며, 개인은 건강하고 안전한 삶에 대한 사람들의 관심이 높아지고 있다. 이에 따라 이런 변하는 사회에 적응하고자 지능형 로봇을 찾는 이가 많아지고 있다. 우리가 미래 사회에서 마주할 로봇들은 크게 세 가지로 나뉜다.</p> <p>첫째, 생산 인력 및 전문 기능공의 감소에 대처하기 위해서, 사람처럼 다양한 일을 수행할 수 있고 산업 경쟁력을 갖춘 제조업용 로봇의 수요가 증가할 것이다.</p> <p>둘째, 자원이 무기가 되고 국제적 테러가 증가하면서 사람의 안전을 확보하고 위험한 임무를 대신 해 줄 수 있는 국방·극한 작업 로봇이 더 많이 필요해질 것이다.</p> <p>셋째, 사회가 개인화·도시화되면서 건강관리, 교육용 로봇, 실버봇 등과 같은 간편한 로봇과 빠른 생활 변화에 대한 사람들의 욕구를 만족시켜</p>			

	<p>줄 로봇을 찾는 이들이 늘어날 것이다.</p> <p>어린 아기의 엄마 김수정 씨는 아주 개운한 얼굴로 아침을 맞는다. 밤새 가사도우미 로봇이 아기의 기저귀와 우유를 챙겨준 덕분에 온 가족이 편히 잘 수 있었다. 부엌에는 어젯밤 가득 차 있던 설거지통도 말끔하고 식탁 위에는 아침밥이 잘 차려져 있다. 아침 식사 내내 가사도우미 로봇이 바빠 오가며 반찬과 물을 갖다 주는 등 온갖 시중을 든다. 아침 식사를 마친 수정 씨가 갑자기 메스꺼운 증상을 느껴서 병원 주치의에게 전화를 걸고 로봇팔로 원격 진료를 받는다.</p> <p>이 이야기는 공상과학 영화의 한 장면 같지만, 이미 국내외에서 이러한 로봇들이 개발되고 있다. 바야흐로 모든 부문에서 로봇이 이용되는 로봇 시대가 열리고 있는 것이다. 이러한 현상을 뒷받침하듯이 실제로 우리나라 로봇산업의 경우, 생산·고용·수출 등 모든 측면에서 꾸준한 성장을 보이며, 성장 동력으로서 그 자리를 튼튼하게 다지고 있다. 또한 국제 시장에서 잠재 가치가 높은 서비스 로봇 시장을 선점하기 위한 경쟁이 시작되었다. 편리하고 안전한 삶을 도와주며 인간과 공존하는 로봇! 지금이 바로 로봇의 활용과 다른 산업과의 융합에 대한 우리 모두의 고민이 필요한 때이다.</p>
해 석	<p>로봇산업의 발전에 관한 내용으로, 미래에는 로봇이 발전하여 우리 생활에 편리함과 안전함을 가져다 줄 것으로 기대하고 있다. 이를 통해 과학이 기술과 사회와 밀접한 관계를 맺고 있으며, 서로 영향을 주고 받을 수 있다는 것을 암시적으로 알 수 있다.</p> <p>STS, IMP</p>

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 감정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 82에 나타난 전시물은 미래의 스타산업 전시물로, 미래의 스타산업인 로봇 산업에 대한 설명이 나와 있는 설명적 매체 중 해설 패널로 이루어져있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 우리나라의 로봇산업의 경우, 생산·고용·수출 등 모든 측면에서 꾸준한 성장을 보이며, 성장 동력으로서 그 자리를 튼튼하게 다지고 있으며, 국제 시장에서 잠재 가치가 높은 서비스 로봇 시장을 선점하기 위한 경쟁이 시작되었다고 하며, 편리하고 안전한 삶을 도와주며 인간과 공존하는 로봇의 활용과 다

른 산업과의 융합에 대한 우리 모두의 고민이 필요한 때라는 표현을 통해, 미래에는 로봇이 발전하여 우리 생활에 편리함과 안전함을 가져다 줄 것으로 기대한다는 점에서 과학이 기술과 사회와 밀접한 관계를 맺고 있으며, 서로 영향을 주고 받을 수 있다는 것을 암시적으로 알 수 있으므로, 암시적인 사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)의 과학의 본성이 나타나 있다고 볼 수 있다.

	<p>스테레오 비전(Stereo Vision)을 이용 주변 지형을 3D로 처리 구조용 버전 구조용 로봇 ROBHAZ Rescue(2004) ROSCUE(2005) 군사용 : 경찰, 지뢰탐지, 폭발물 탐지 제거, 화재방 작전지역에 투입하여 오염도 측정 등 위험 임무에 사용 민간용 : 위험물 제거, 화재등 재난현장 인명탐색을 위한 구조용 로봇, 순찰 등 구조 및 위험 예방에 사용 현재 군, 경에서 다양한 위험업무를 담당 해외로 수출되어 일본 구조 프로젝트에 활용됨</p>
해 석	<p>부가가치가 매우 크지만 세계적으로 활용 초기 단계인 위험작업용 로봇 기술산업 중 우리나라의 위험작업용 로봇 롱헤즈에 대한 설명으로, 과학기술의 발달로 로봇기술이 혁신적으로 발전하였으며, 이를 통해 인간을 위해 다양한 역할을 수행하는 로봇이 발명되었다. 위험한 환경에서 인간을 대신하여 위험한 작업들을 수행하는 로봇인 롱헤즈를 통해, 과학과 기술의 발전으로 인간이 위험한 작업을 하지 않아도 되는 것은 사회적으로 큰 이슈가 될 것이며, 직업적으로나 우리의 생활에 큰 영향을 미치기 때문에 과학이 기술과 사회에 밀접한 관계를 맺고 있으며, 서로 영향을 주고 받을 수 있다는 것을 암시적으로 알 수 있다.</p> <p>STS, IMP</p>

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 잠정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 83에 나타난 전시물은 롱헤즈에 대한 전시물로, 위험 작업을 담당하는 로봇인 롱헤즈에 대한 설명이 나와 있는 영상 매체 중 일반 영상으로 이루어져있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 위험한 환경에서 인간을 대신하여 위험한 작업들을 수행하는 로봇인 롱헤즈라는 표현을 통해, 과학과 기술의 발전으로 인간이 위험한 작업을 하지 않아도 되는 것은 사회적으로 큰 이슈가 되며, 직업적으로나 우리의 생활면에서 큰 영향을 미치기 때문에 과학이 기술과 사회와 밀접한 관계를 맺고 있으며, 서로 영향을 주고받을 수 있다는 것을 암시적으로 알 수 있으므로, 암시적인 사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)의 과학의 본성이 반영되어 있다고 볼 수 있다.

증지하 층 로봇세상으로 초대에서는 총 3개의 과학의 본성이 분석되었다. 레퍼런스1 로봇세상으로 초대에서 3개의 과학의 본성이 분석되었다.


레퍼런스1 『로봇세상으로 초대』에서 「대한민국 로봇이 나아갈 길」 주제의 전시에서 암시적인 “사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)”의 과학의 본성이 3개 분석되었다.

증지하 층 로봇세상으로 초대는 본 연구에서 기준으로 한 10가지의 과학의 본성 요소 중 단 1가지의 과학의 본성 요소를 포함하고 있는 것으로 나타났다. 사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)의 과학의 본성이 3개로 100%fn 나타났다. 로봇세상으로 초대에서 나타나지 못한 과학의 본성은 검증 가능한, 잠정적인, 이론의 본성, 법칙의 본성, 창의성과 상상력, 관찰과 추론, 주관적인, 사회·문화적(SSC), 과학적 방법으로 총 9가지 과학의 본성이다.

f. 생애주기체험관

생애주기체험관은 총 3개의 레퍼런스로 이루어져있다. 레퍼런스1 인체와 로봇, 레퍼런스2 스포츠 과학, 레퍼런스3 인체영상체험으로 이루어져있다. 이 중 과학의 본성이 나타난 레퍼런스는 레퍼런스2 스포츠 과학이다. 이를 분석한 결과의 샘플은 아래 표와 같다.

표 84. 과학으로 인간의 한계에 도전하다 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표

N O S	STS	R_2, T_3	E_I	IMP
사 진				
1 전 사	<p>스포츠는 고대부터 인간의 능력을 시험하고 승부를 겨루는 수단이자 인류의 대표적인 여가활동이었다.</p> <p>오늘날 인간의 생체역학적 능력에 대한 기록 경신은 한계에 도달하였고 과학기술을 바탕으로 한 연구로 한계를 극복하려는 노력이 치열하다. 이러한 스포츠의 경쟁구도는 선수 개인의 능력을 넘어 기업 및 국가 간 기술력의 경쟁으로까지 변모하고 있다. 인간의 한계를 극복하기 위한 끊임없는 노력에 과학이 어떻게 기여하는지 알아보자.</p>			
해 석	<p>오늘날 인간의 생체역학적 능력에 대한 기록 경신은 한계에 도달하였고, 과학기술을 바탕으로 한 연구로 한계를 극복하려는 노력이 치열하며, 스포츠의 경쟁구도는 선수 개인의 능력을 넘어 기업 및 국가간의 기술력 경쟁으로까지 변모하고 있으며, 인간의 한계를 극복하기 위한 끊임 없는 노력에 과학이 기여한다는 설명으로, 과학이 기술과 사회와 밀접한 연관을 맺으며, 서로 영향을 주고받을 수 있다는 것을 암시적으로 알 수 있다.</p> <p>STS, IMP</p>			

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 감정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 84에 나타난 전시물은 과학으로 인간의 한계에 도전하다에 대한 전시물로, 과학으로 인간의 한계에 도전하는 스포츠에 대한 설명이 나와 있는 설명적 매체 중 해석 패널로 이루어져있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 오늘날 인간의

생체역학적 능력에 대한 기록 경신은 한계에 도달하였고, 과학기술을 바탕으로 한 연구로 한계를 극복하려는 노력이 치열하며, 스포츠의 경쟁구도는 선수 개인의 능력을 넘어 기업 및 국가 간의 기술력 경쟁으로까지 변모하고 있으며, 인간의 한계를 극복하기 위한 끊임없는 노력에 과학이 기여한다는 표현을 통해, 과학이 기술과 사회와 밀접한 연관을 맺으며, 서로 영향을 주고받을 수 있다는 것을 암시적으로 알 수 있으므로, 암시적인 사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)의 과학의 본성이 반영되어있다고 볼 수 있다.

표 85. 패러글라이딩, 바람을 이용해 하늘을 날다 전시물에 나타난 과학의 본성 분석 표

	N O S	CRT	R_2, T_3	E_I	IMP
	사				
1	전	<p>패러글라이딩은 낙하산(Parachute)과 활공(Gliding)의 합성어로 1984년 프랑스의 등산가인 부아뱅(Jean Mark Cuovins)이 빠른 하산을 위하여 낙하산을 개조한 패러글라이더를 만든 것이 시초이다. 별도의 동력장치 없이 산의 정상이나 능선에서 날개를 펼치기에 충분한 거리를 달려서 이륙한 후 기류를 이용하여 비행한다. 좌우 양쪽에 날개의 뒷전과 연결된 조종줄이 있어 방향을 전환할 수 있으며, 착륙 시에는 양쪽 조종줄을 허리 이하로 당긴다. 가속장치는 날개의 앞전과 연결되어 있으며 저항을 줄여 속도를 빠르게 할 수 있다.</p>			
	해	<p>바람을 이용해 하늘을 나는 패러글라이딩에 대한 설명 패널로, 1984년 프랑스의 등산가 부아뱅이 빠른 하산을 위하여 낙하산을 개조한 패러글라이더를 만들었다는 내용은 창의적인 생각이 과학을 만들어 낸다는 과학의 창의적, 상상력의 과학의 본성을 암시적으로 알 수 있게 한다. CRT, IMP</p>			

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능한, TEN : 잠정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력,
 INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법,
 R : 레퍼런스, T : 토폭, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적인, IMP : 암시적인

위의 표 85에 나타난 전시물은 패러글라이딩에 대한 전시물로, 바람을 이용해 하늘을 나는 패러글라이딩에 대한 설명이 나와 있는 설명적 매체 중 해설 패널로 이루어져 있다. 이 전시물에 나타난 과학의 본성을 살펴보면, 1984년 프랑스의 등산가 부아앵이 빠른 하산을 위하여 낙하산을 개조한 패러글라이더를 만들었다는 내용은 창의적인 생각이 과학을 만들어 낸다는 과학의 창의적인 상상력의 과학의 본성을 암시적으로 알 수 있게 함으로, 암시적인 과학의 창의적인 상상력(CRT)의 과학의 본성이 반영되어 있다고 볼 수 있다.

지하층 생애주기체험관에서는 총 2개의 과학의 본성이 분석되었다. 레퍼런스2 스포츠 과학에서 2개의 과학의 본성이 분석되었다.

레퍼런스2 『스포츠 과학』에서 「스포츠 과학」 주제의 전시에서 암시적인 “사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)”의 과학의 본성이, 「패러글라이딩」 주제의 전시에서 암시적인 “창의성과 상상력(CRT)”의 과학의 본성이 분석되었다.

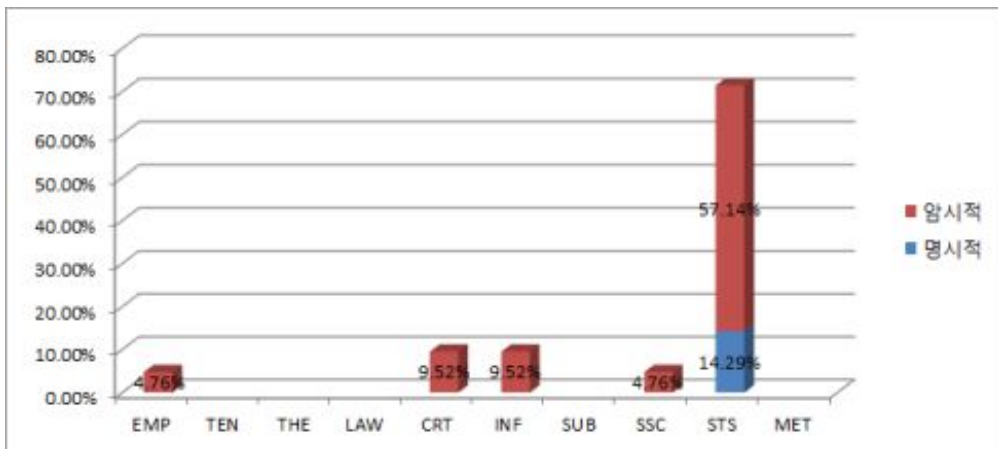
지하층 생애주기 체험관은 본 연구에서 기준으로 한 10가지의 과학의 본성 요소 중 2가지의 과학의 본성 요소를 포함하고 있는 것으로 나타났다. 창의성과 상상력(CRT)의 과학의 본성 1개와, 사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)의 과학의 본성이 1개로 각각 50%씩으로 나타났다. 생애주기 체험관에서 나타나지 못한 과학의 본성은 검증 가능한, 잠정적인, 이론의 본성, 법칙의 본성, 관찰과 추론, 주관적인, 사회·문화적(SSC), 과학적 방법으로 총 8가지 과학의 본성이다.

국립J과학관에 나타난 과학의 본성의 특징은 다음의 표 86과 그림 17와같이 나타났다. 국립J과학관에 나타난 과학의 본성의 반영 빈도는 총 21건으로 나타난다. 이 중 전시물에 나타난 과학의 본성 중 명시적인 내용의 빈도는 과학의 본성 21건 중, 단 3건으로 14.29%로 나타났다. 구성 요소는 사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)가 15건으로 가장 많이 나타났고, 창의적 상상력(CRT)와 관찰과 추론(INF)의 과학의 본성이 각각 2건으로 두 번째로 많이 나타났다. 검증 가능한(EMP) 과학의 본성과 과학의

사회·문화적(SSC)의 과학의 본성이 각각 1개씩으로 나타났다. 근·현대 과학기술에 대한 전시로 구성되어 있는 근·현대 과학기술관의 전시물에 나타난 과학의 본성은 총 9건으로, 사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)의 과학의 본성이 100%로 나타났다. 과학의 본성 총 9건 중에 명시적 과학의 본성은 3건으로 33.33%를 차지했다. 국립J과학관의 전시관 중 유일하게 명시적인 과학의 본성이 나타난 전시물을 포함하고 있었다. 암시적인 과학의 본성은 6건으로, 66.67%를 차지하였다. 우리나라의 과거 과학 기술에 관한 전시로 구성되어있는 겨레과학기술관의 전시물에 나타난 과학의 본성은 총 1건으로 과학의 사회·문화적(SSC)인 과학의 본성이 100%로 나타났다. 과학의 본성 총 1건 중에 명시적인 과학의 본성은 나타나지 않았고, 암시적인 과학의 본성이 나타났다. 일상생활 속에서 만나는 과학적 현상에 대해 소개한 전시로 구성되어있는 기초과학관의 전시물에 나타난 과학의 본성은 총 2건으로 사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)의 과학의 본성이 100%로 나타났다. 과학의 본성 총 2건 중에 명시적인 과학의 본성은 나타나지 않았고, 암시적인 과학의 본성이 나타났다. 정보통신의 역사와 정보통신기술(ICT)을 기반으로 하는 첨단과학기술 체험형 전시로 구성되어있는 첨단과학기술 체험관의 전시물에 나타난 과학의 본성은 총 2건으로 창의성과 상상력(CRT), 관찰과 추론(INF)의 과학의 본성이 각각 50%씩으로 나타났다. 과학의 본성 총 2건 중에 명시적인 과학의 본성은 나타나지 않았고, 암시적인 과학의 본성이 나타났다. 로봇의 정의와 개념을 소개하고 세대별 로봇의 진화를 통해 로봇의 변천사를 소개하고, 대한민국 로봇에 대한 전시로 구성되어있는 로봇세상으로 초대된 전시물에 나타난 과학의 본성은 총 3건으로 사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)의 과학의 본성이 100%로 나타났다. 과학의 본성 총 3건 중에 명시적인 과학의 본성은 나타나지 않았고, 암시적인 과학의 본성이 나타났다. 인체와 로봇, 인체영상체험, 스포츠 과학으로 구성되어있는 생애주기체험관의 전시물에 나타난 과학의 본성은 총 2건으로 창의성과 상상력(CRT), 사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)의 과학의 본성이 각각 50%로 나타났다. 과학의 본성 2건 중에 명시적인 과학의 본성은 나타나지 않았고, 암시적인 과학의 본성만 나타났다.

표 86. 국립J과학관 전시물의 과학의 본성 빈도

	명시적	암시적
EMP		1
TEN		
THE		
LAW		
CRT		2
INF		2
SUB		
SSC		1
STS	3	12
MET		
Total	3	18
	21	



※ EMP : 검증 가능한, TEN : 감정적인, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적인, SSC : 사회문화적인, STS : 사회적 합의, 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법

그림 18. 국립J과학관 전시물 과학의 본성 그래프

B. 과학관 전시물 기반 과학의 본성 교육 프로그램 개발 및 적용

본 연구에서는 국내 과학관 4곳의 전시물의 과학의 본성 반영정도를 통해 국내 과학관의 전시물에 과학의 본성의 요소가 골고루 분포하지 못하고, 제한된 과학의 본성이 함유되어 있는 것과 명시적인 과학의 본성이 잘 나타나지 않은 것을 바탕으로 하여 전시물을 기반으로 한 과학의 본성 교육프로그램을 개발하여 적용하였다. 국립G과학관의 “빛을 연구한 과학자는?”이라는 과학사 전시물을 기반으로 하여 과학의 본성 교육프로그램을 개발하였다. 국립G과학관의 “빛을 연구한 과학자는?” 전시물에 반영된 과학의 본성은 암시적인 검증 가능한, 관찰과 추론뿐이었다. 개발한 과학관 전시물 기반 NOS 교육 프로그램에서는 과학의 본성 요소 중 과학의 잠정성(TEN), 창의성과 상상력(CRT), 과학의 사회·문화적(SSC), 과학의 협동성, 관찰과 추론(INF)을 명시적으로 반영하였으며, 과학의 이론의 본성(THE)과 법칙의 본성(LAW)을 암시적으로 반영하였다.

‘빛을 연구한 과학자는?’ 전시물을 활용한 NOS 교육프로그램 절차 및 방법은 다음과 같다.

- ① ‘빛을 연구한 과학자는?’ 전시물 앞에 놓인 테이블에 관람객들이 앉을 수 있게 한다.
- ② 도슨트가 관람객들에게 빛을 연구한 과학자들이 실제 연구했던 모습을 연극을 통해 보여준다. 그리고 연극을 통해 학생들이 직접 과학자와 함께 실험을 하도록 한다.

아래 표 87는 과학관 전시 기반 NOS 교육 프로그램 연극 시나리오이다.

표 87. 과학관 전시 기반 NOS 교육 프로그램 연극 시나리오

뉴턴, 호이겐스, 토마스 영의 실험과 가설 연극 체험

연구자 : 안녕하세요, 여러분! 여기는 빛을 연구한 과학자들에 대해 설명한 전시물
 이에요~ 여러분은 선생님이 보이나요? 여러분이 선생님이 보이는 것은 바
 로 빛이 있기 때문이에요. 빛이 없다면 우리는 아무 것도 보지 못한답니다.
 이 빛에 대한 연구는 옛날 옛날부터 시작되었는데요, 아주아주 오래 전, 고
 대 사람들은 눈을 감으면 사물이 보이지 않고, 눈을 뜨면 사물이 보이는
 것에 착안하여 눈에서 빛이 나와 사물을 볼 수 있다고 생각했대요. 하지만
 많은 연구 끝에, 우리가 사물을 볼 수 있는 것은 빛이 있기 때문이라는 것
 을 알았고, 빛에 대한 연구는 진행 중입니다. 여기 전시물에는 빛을 입자
 라고 본 뉴턴의 입자설, 빛을 파동이라고 본 호이겐스, 토마스 영 등의 과
 학자들의 파동설, 빛이 입자와 파동의 성질을 모두 가진다는 아인슈타인의
 광양자설이 나와 있어요. 이 과학자들이 어떻게 이러한 가설이나 이론을
 주장하였는지, 타임머신을 타고 과학자들의 연구 모습을 함께 봐 볼까요?

종이에 : 1666년의 어느 날.

뉴턴 : 오늘 날씨가 참 좋네. 찬란한 하얀 빛이 아름답군.

(프리즘을 책상위에 세운다.)

뉴턴 : 엇, 방금 뭐였지? 무지개 빛이 난 것 같은데?

(학생들을 향하여 함께 관찰하자는 제스처. 학생들과 함께 프리즘을 관찰한다.)

뉴턴 : 이 슬릿 사이를 통해 빛이 들어오고, 프리즘을 통과하고 나서 하얀색이던 빛
 이 7가지 색으로 나뉘었어! 빛에 색깔이 있다니! 이 색깔들이 다른 것은 서로
 다른 크기의 입자로 구성되어있기 때문일 거야! 너희들 아까 전시물 중에 무
 지개를 만드는 전시물 보았니? 그 것이 바로 빛이 여러 색으로 나뉜다는 것
 을 뜻한단다.

종이에 : 1678년의 어느 날.

호이겐스 : 친구들, 아까 뉴턴이 친구들에게 빛은 뭐라고 했니? 바로 알갱이 같은 입자라고 했지? 그런데, 나는 그렇게 생각하지 않아. 만약에 빛이 알갱이 같은 입자라면 빛이 만났을 때 어떻게 될까?

(작은 공 2개를 보여주며)

호이겐스 : 이 알갱이 두 개가 빛이라고 생각하고 만나게 해 보자. 어때? 부딪혀서 튕겨 나갔지? 그럼 빛이 이렇게 튕겨져 나가는 지 봐볼까?

(손전등 두 개로 빛이 만나게 한다.)

호이겐스 : 어? 어때? 빛이 튕겨져 나갔니? 하나로 합쳐졌지? 그렇다면 뉴턴의 말 처럼 빛이 입자일까? 아니지. 나도 그렇게 생각해. 나는, 빛이 파동이라고 생각해. 파동은 호수에 돌을 던지면 퍼져나가는 것을 볼 수 있지? 그것은 물결파인데, 빛도 이렇게 퍼져나가는 파동이라고 생각하는 거야. 하지만 동료 과학자들은 아무도 나를 믿어주지 않고 있어. 그건 뉴턴이 지금 제일 유명하기 때문이지. 빛은 파동의 성질을 띠는데... 어떻게 해야 증명할 수 있을까?

종이에 : 1801년의 어느 날.

토마스 영 : 내가 빛을 두 개의 슬릿에 비춰 보았을 때, 빛이 입자라면 절대 설명 못할 파동의 성질이 나타났단다. 내가 했던 실험을 같이 해보겠니? 이 판에 면도날 두 개를 일정 간격으로 겹쳐 선을 그어 슬릿을 만든단다. 그리고 여기에 이 빛을 쏘고, 뒤에 검정색 종이에 비치는 모습을 봐보렴. 어때니? 만약에 빛이 입자, 그러니까 작은 알갱이로 되어 있다면 구멍의 모양대로 비쳐져야 하는데, 파동의 성질인 간섭의 영향으로 이렇게 여러 가지 선이 보이게 되지. 뉴턴이 유명해서 호이겐스의 파동설이 묻혔지만, 이 실험으로 내가 검증 가능한 근거를 보여줬더니, 이 시대의 사람들은 다시 빛이 파동이라고 생각하고 있단다.

연구자 : 여러분, 빛을 연구한 과학자들이 살던 시대로 가서 과학자들의 연구를 살

펴보니 어떤가요? 과학자들은 자신의 단순한 생각을 주장했나요?

관람객들 : 아니요

연구자 : 그래요. 과학자들은 각자 빛을 관찰하고, 주관적이고 창의적인 생각으로 빛의 성질에 대해 추론했어요. 또한, 실험을 통해 검증 가능한 근거를 들어 주장을 했어요. 그리고 여러 가지 과학적인 방법을 동원하기도 했답니다. 이러한 노력에도 불구하고, 빛에 대한 논쟁 및 연구는 아직 끝나지 않았다고 합니다. 각각의 주장에는 맞는 부분도 있고 틀린 부분도 있어서 두 가지 설을 모두 인정하고 있다고 하네요. 이것을 빛의 이중성이라고 한답니다.

개발된 교육 프로그램을 2016년 11월 5일부터 2016년 11월 27일까지 국립G과학관에
서 토요일, 일요일 오후 1시부터 5시까지 총 8회 적용 하여, 교육프로그램에 참여한 관
람객의 과학의 본성 변화를 분석한 결과는 다음과 같다.

표 88. 과학관 전시 기반 과학의 본성 교육 프로그램 참여 관람객의 과학의 본성 변화

1. 과학은 변할 수도 있다.	사전	▶	사후
① 그렇다.	41		47
② 아니다.	10		4
③ 잘 모르겠다.	6		3
2. 과학자는 창의적인 상상력으로 자신만의 생각을 통해 과학을 한다.	사전	▶	사후
① 그렇다.	31		35
② 아니다.	17		17
③ 잘 모르겠다.	8		5
3. 과학은 사회, 문화적인 영향을 받는다.	사전	▶	사후
① 그렇다.	27		41
② 아니다.	14		11
③ 잘 모르겠다.	16		5
4. 과학은 실험 등의 여러 가지 과학적 방법을 통해 이루어진다.	사전	▶	사후
① 그렇다.	47		50
② 아니다.	3		4
③ 잘 모르겠다.	7		2
5. 과학은 관찰한 결과를 통해 추측하여 이루어질 수 있다.	사전	▶	사후
① 그렇다.	38		38
② 아니다.	8		11
③ 잘 모르겠다.	10		8
6. 과학에서 이론은 어떤 현상이 왜 일어나는지 설명한 것이다.	사전	▶	사후
① 그렇다.	32		31
② 아니다.	10		10
③ 잘 모르겠다.	13		16
7. 과학에서 법칙은 실험이나 관찰을 통해 사실로 증명된 것이다.	사전	▶	사후
① 그렇다.	35		39
② 아니다.	7		10
③ 잘 모르겠다.	14		8

1. 과학의 본성 인식 변화 분석

a. 사회·문화적(SSC) 과학의 본성

개발된 과학관 전시 기반 NOS 교육 프로그램에서 의도한 총 7가지의 과학의 본성 중 가장 유의미한 변화를 보인 과학의 본성 요소는 사회·문화적(SSC)인 과학의 본성이었다. 과학관 전시 기반 NOS 교육 프로그램에서 사회·문화적(SSC)인 과학의 본성을 반영한 부분은 호이겐스의 파동설이 같은 시대의 과학자 뉴턴의 명성에 빛을 바라지 못한 것으로부터 알 수 있다. 교육프로그램을 적용하기 전, 사전 검사에서 과학은 사회·문화적인 영향을 받는다는 대답한 관람객은 27명으로 47.37%였으나, 교육 프로그램 적용 후, 과학이 사회·문화적인 영향을 받는다는 대답한 관람객은 41명으로 71.93%로 나타났다.

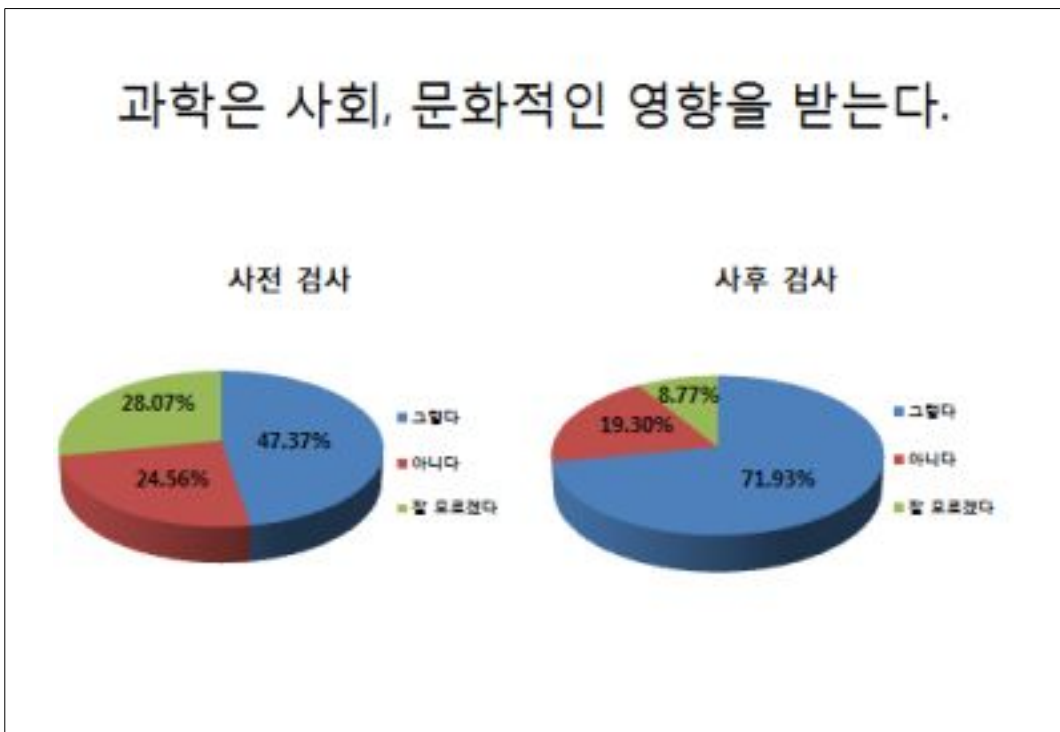


그림 19. 과학관 전시물 기반 교육프로그램 적용 효과(SSC) 그래프

b. 잠정적인(TEN) 과학의 본성

개발된 과학관 전시 기반 NOS 교육 프로그램에서 의도한 총 7가지의 과학의 본성 중 세 번째로 유의미한 변화를 보인 과학의 본성 요소는 잠정적인(TEN) 과학의 본성이었다. 과학관 전시 기반 NOS 교육 프로그램에서 잠정적인(TEN) 과학의 본성을 반영한 부분은 빛에 대한 과학자들의 생각이 점점 달라졌으며, 이는 이전에 과학자들이 제시한 과학적 지식을 기반이 될 수도 있으며, 해석이 달라질 수도 있다는 점을 명시하였다. 교육프로그램을 적용하기 전, 사전 검사에서 과학이 변한다고 대답한 관람객은 41명으로 71.93%였으나, 교육 프로그램 적용 후, 과학이 변한다고 대답한 관람객은 47명으로 82.46%로 나타났다.

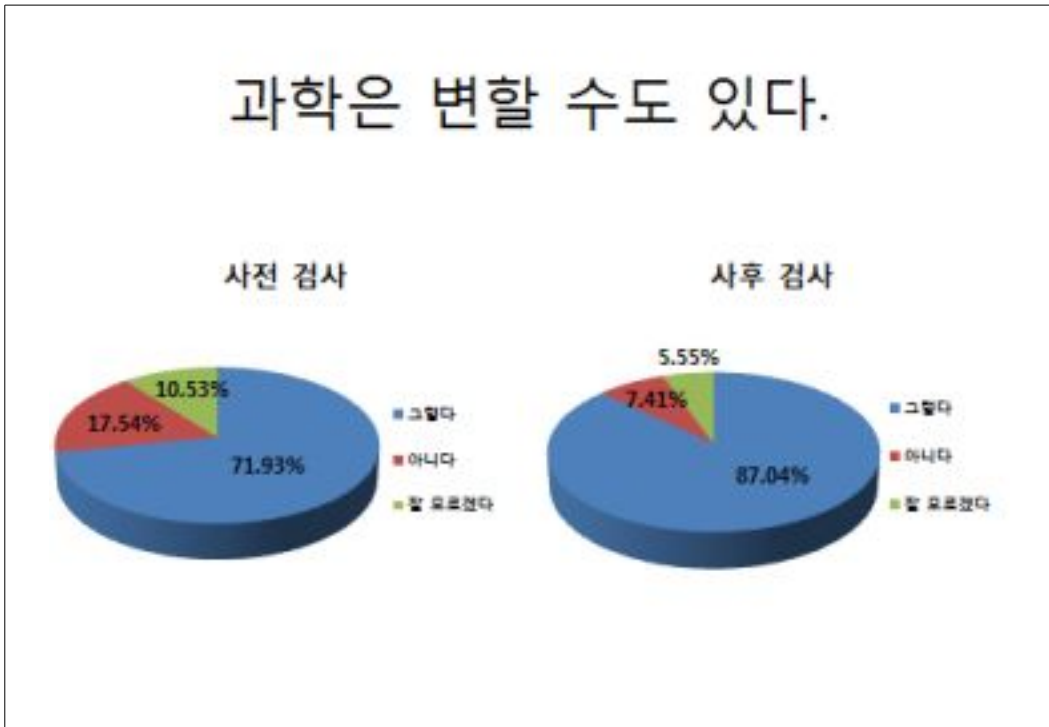


그림 20. 과학관 전시물 기반 교육프로그램 적용 효과(TEN) 그래프

c. 창의성과 상상력(CRT)의 과학의 본성

개발된 과학관 전시 기반 NOS 교육 프로그램에서 의도한 총 7가지의 과학의 본성 중 네 번째로 유의미한 변화를 보인 과학의 본성 요소는 창의성과 상상력(CRT)의 과학의 본성이었다. 과학관 전시 기반 NOS 교육 프로그램에서 창의성과 상상력(CRT)의 과학의 본성을 반영한 부분은 뉴턴과 호이겐스, 토마스 영 등의 과학자들이 빛에 대한 연구를 할 때 창의적인 상상력을 통해 빛의 성질을 생각했다는 표현에 나타나있다. 교육 프로그램을 적용하기 전, 사전 검사에서 과학자들은 창의적인 상상력을 가지고 과학을 한다고 대답한 관람객은 31명으로 55.36%였으나, 교육 프로그램 적용 후, 과학자들이 창의적인 상상력을 가지고 과학을 한다고 대답한 관람객은 35명으로 61.40%로 나타났다.

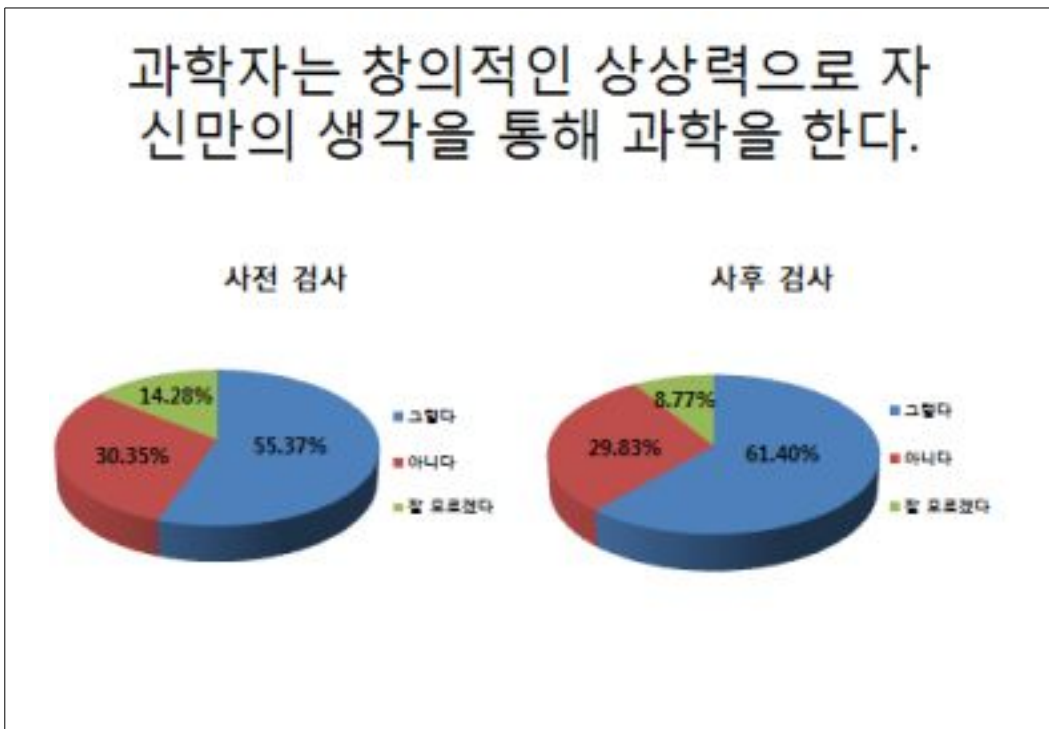


그림 21. 과학관 전시물 기반 교육프로그램 적용 효과(CRT) 그래프

d. 과학적 방법(MET)의 과학의 본성

개발된 과학관 전시 기반 NOS 교육 프로그램에서 의도한 총 7가지의 과학의 본성 중 다섯 번째로 유의미한 변화를 보인 과학의 본성 요소는 과학적 방법(MET)의 과학의 본성이었다. 과학관 전시 기반 NOS 교육 프로그램에서 과학적 방법(MET)의 과학의 본성을 반영한 부분은 뉴턴의 프리즘 관찰, 호이겐스의 빛의 교차, 토마스 영의 이중 슬릿 실험 등의 여러 가지 과학적 방법을 통해 과학자들이 과학을 이행한다는 것을 명시하였다. 교육프로그램을 적용하기 전, 사전 검사에서 과학은 여러 가지 과학적 방법을 통해 이루어진다고 대답한 관람객은 47명으로, 82.47%로 나타났으나, 교육 프로그램 적용 후, 과학이 여러 가지 과학적 방법을 통해 이루어진다고 대답한 관람객은 50명으로 89.29%로 나타났다.

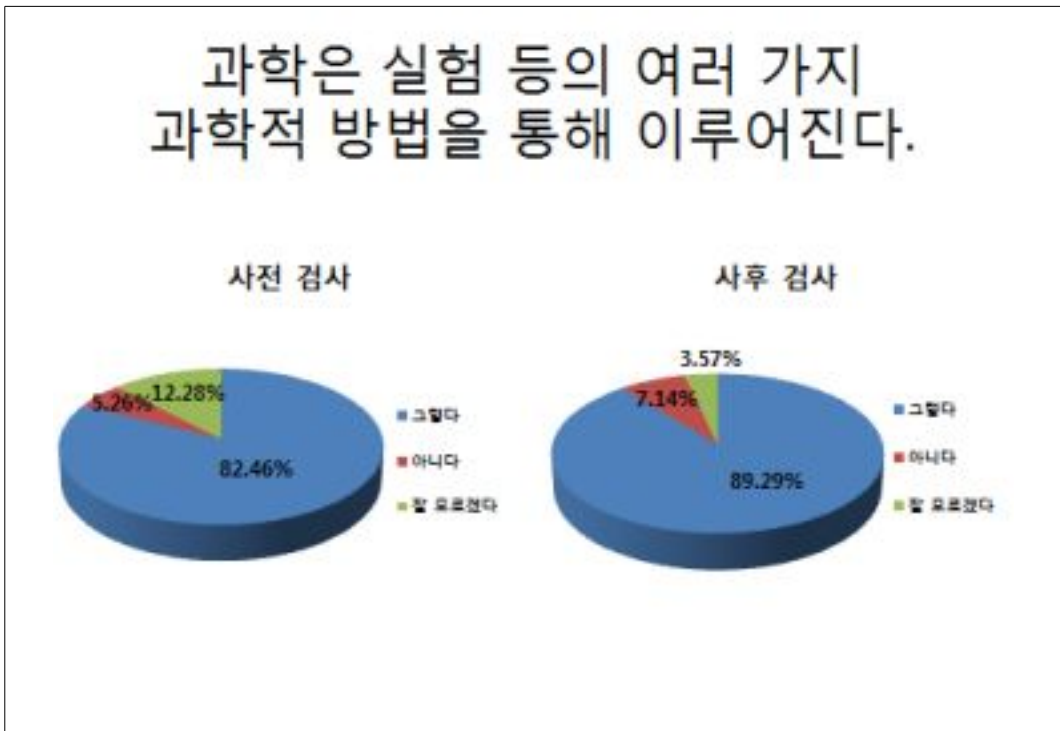


그림 22. 과학관 전시물 기반 교육프로그램 적용 효과(MET) 그래프

e. 법칙의 본성(LAW)의 과학의 본성

개발된 과학관 전시 기반 NOS 교육 프로그램에서 의도한 총 7가지의 과학의 본성 중 무의미한 변화를 보인 과학의 본성 요소는 법칙의 본성(LAW)의 과학의 본성이었다. 과학관 전시 기반 NOS 교육 프로그램에서 법칙의 본성(LAW)의 과학의 본성을 반영한 부분은 빛에 대한 연구를 한 과학자들이 여러 가지 이론과 법칙을 발표했다는 내용으로, 매우 암시적으로 반영되어 있었다. 교육프로그램을 적용하기 전, 사전 검사에서 법칙의 본성을 이해한 관람객은 35명으로, 62.5%로 나타났으나, 교육 프로그램 적용 후, 법칙의 본성을 이해한 관람객은 39명으로, 68.42%로 나타나 법칙의 본성을 이해한 관람객이 증가했다는 것을 볼 수 있으나, 사전 검사에서 법칙의 본성을 이해하지 못했다는 답변보다 사후 검사에서 법칙의 본성을 이해하지 못한 관람객의 비율이 증가하였다.

f. 관찰과 추론(INF)의 과학의 본성

개발된 과학관 전시 기반 NOS 교육 프로그램에서 의도한 총 7가지의 과학의 본성 중 무의미한 변화를 보인 과학의 본성 요소는 관찰과 추론(INF)의 과학의 본성이었다. 과학관 전시 기반 NOS 교육 프로그램에서 관찰과 추론(INF)의 과학의 본성을 반영한 부분은 빛을 연구한 과학자들이 빛이라는 자연 현상을 관찰하고, 각자의 생각 및 추측으로 빛의 성질에 대해 연구했다는 내용에 포함되어 있다. 교육프로그램을 적용하기 전, 관찰과 추론(INF)의 과학의 본성을 이해한 관람객은 38명으로, 67.86%였으며, 교육 프로그램 적용 후, 동일하게 나타났다. 하지만, 교육프로그램 투입 전에 관찰과 추론(INF)을 이해하지 못했다고 대답한 관람객이 8명이었는데, 교육프로그램 투입 후에 11명으로 늘어났다.

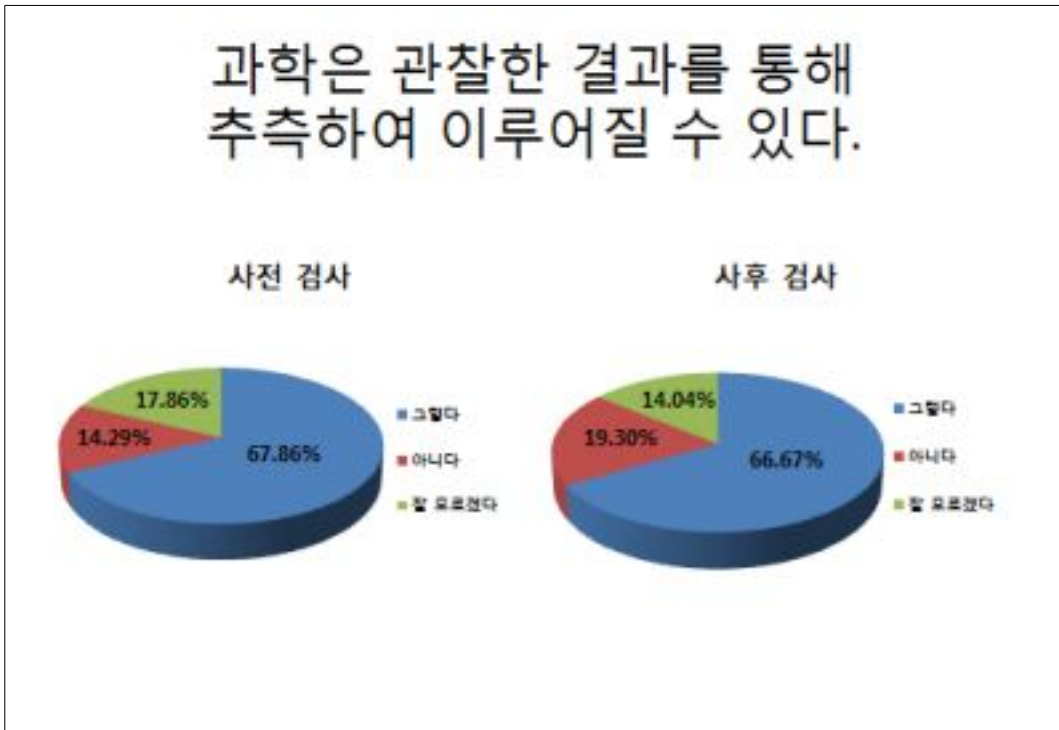


그림 23. 과학관 전시물 기반 교육프로그램 적용 효과(INF) 그래프

h. 이론의 본성(THE)의 과학의 본성

개발된 과학관 전시 기반 NOS 교육 프로그램에서 의도한 총 7가지의 과학의 본성 중 무의미한 변화를 보인 과학의 본성 요소는 이론의 본성(THE)의 과학의 본성이었다. 과학관 전시 기반 NOS 교육 프로그램에서 이론의 본성(THE)의 과학의 본성을 반영한 부분은 빛에 대한 연구를 한 과학자들이 여러 가지 이론과 법칙을 발표했다는 내용으로, 매우 암시적으로 반영되어있었다. 교육프로그램을 적용하기 전, 사전 검사에서 이론의 본성을 이해한 관람객은 32명으로 58%로 나타났으나, 교육 프로그램 적용 후, 이론의 본성을 이해한 관람객은 33명으로, 54.39%로 나타나 이론의 본성을 이해한 관람객이 감소했다. 이는 과학의 본성을 암시적으로 나타냈기 때문이라고 분석하였다.

V. 결론 및 제언

본 연구는 국내 과학관의 전시물에 과학의 본성의 구성요소는 무엇이고 그 수준에 대하여 분석하기 위하여 NOSAT_ISM을 개발한 후 국내 과학관 4곳(S자연사박물관, M자연사박물관, 국립G과학관, 국립J과학관)의 전시물을 분석하였다. 과학관의 전시물에 과학의 본성의 어떠한 항목이 과학관 전시물에 반영되어 있는지를 알아보는 것은 학교 교육에서의 과학의 본성이 효과적으로 교육되기 힘든 현 시점에서 의미가 있고, 이를 바탕으로 하여 제한적으로 나타나는 과학의 본성 항목에 대해서는 어떻게 보강하면 되는지에 대한 가이드를 파악하여 제공하는데 의미가 있다고 하겠다. 이 연구를 통해서 도출된 결론은 다음과 같다.

첫째, 과학관 특징별로 전시물에 주제별로 다양한 종류의 과학의 본성의 반영이 필요하다.

과학관의 전시물에 반영된 과학의 본성을 요소별로 분석해보았을 때, S자연사박물관과 M자연사박물관의 전시물에 반영된 과학의 본성은 관찰과 추론(INF)의 과학의 본성이 지배적으로 나타났다. 국립G과학관과 국립J과학관의 전시물에 반영된 과학의 본성은 사회적합의, 사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)의 과학의 본성이 지배적으로 나타났다. 자연사박물관과 과학관은 모두 과학관에 속하지만, 자연사박물관과 과학관은 전시물의 특징이 달랐다. S자연사박물관과 M자연사박물관의 전시물은 천문과 지질 주제의 전시물, 공룡주제 전시물, 생물 주제 전시물로 나뉜다. 이 중 공룡과 생물 주제 전시물에서 특히 관찰과 추론(INF)의 과학의 본성 요소가 편중되어 있었다. 국립G과학관과 국립J과학관의 전시물은 과학과 기술에 관련된 전시물이 많았다. 특히 생활 속 과학 주제의 전시물에서 사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)의 과학의 본성 요소가 편중되어 있었다. 이처럼 과학관의 특징별로 전시물에 주제별로 나타나는 과학의 본성이 다르다는 것을 고려했을 때, 과학관에서는 다양한 주제에서 다양한 종류의 과학의 본성이 반영될 수 있도록 전시물을 개발해야 할 필요성이 있다.

형식교육이 이루어지는 학교에서 나타나는 과학의 본성과 비교해 보았을 때, 비형식 교육기관인 과학관에서는 자연사박물관에서는 관찰과 추론(INF)의 과학의 본성이, 중

합과학관에서는 사회적합의, 사회적 합의, 과학·기술·사회의 관계(STS)의 과학의 본성이 편중적으로 나타났다면, 고등학교 7차 교육과정과 2009 개정 교육과정의 과학과 지구과학부분에 나타나는 과학의 본성을 조사한 연구(이정원, 2016)에 따르면, 7차 교육과정 지구과학부분에서는 사회·문화적(SSC) 과학의 본성, 검증 가능한(EMP) 과학의 본성, 관찰과 추론(INF)의 과학의 본성이 지배적으로 나타났으며, 2009 개정 교육과정 지구과학 부분에서는 관찰과 추론(INF), 창의성과 상상력(CRT)과 법칙의 본성(LAW)의 과학의 본성이 지배적으로 나타났다. 이처럼 형식교육기관인 학교 교육의 교육과정과 비형식교육기관인 과학관의 전시물에 나타난 지배적인 과학의 본성은 적절하게 달랐다. 학교 교육만으로는 부족한 과학의 본성을 비형식교육기관인 과학관에서 함양할 수 있는 것이다. 이처럼 형식교육기관과 비형식교육기관에서 함양할 수 있는 과학의 본성이 다를 때, 학생 및 관람객들은 다양한 과학의 본성을 함양할 수 있다.

둘째, 과학관 전시물의 명시적인 과학의 본성의 반영이 필요하다.

과학관의 전시물에 반영된 과학의 본성을 명시적인 관점과 암시적인 관점으로 분석해보았을 때, 국내 과학관 네 곳 모두 암시적인 관점의 과학의 본성이 지배적으로 나타났다. 과학의 본성의 요소별 특징에서는 자연사박물관과 과학관으로 나누어 특징이 구분 지어졌다. 하지만 암시적인 관점과 명시적인 관점으로 과학의 본성의 특징을 보았을 때는 자연사박물관과 종합과학관 모두 암시적인 관점의 과학의 본성 반영이 지배적이었다. 과학관의 전시물에 과학의 본성이 명시적으로 나타났다고 해도, 관람객들이 경험하고 체험할 수 있는 과학의 본성은 많지 않다. 하물며 전시물에 나타난 과학의 본성이 암시적이라면, 전시물을 통한 관람객들의 높은 과학의 본성 함양을 기대하기는 힘들다. 과학관에서 전시물의 하지만 주제별로 다양한 종류의 과학의 본성의 반영이 잘 되고 있지 않고, 명시적인 과학의 본성의 반영 정도가 낮았기 때문에 과학관 전시 개발자들의 과학의 본성에 대한 이해도는 낮다고 볼 수 있다. 따라서 과학관 전시물에 주제별로 다양한 종류의 과학의 본성의 반영과 명시적인 관점의 과학의 본성 반영을 위해 과학관 전시 개발자의 과학의 본성에 대한 전문성 함양 교육 프로그램이나 연구가 필요하다고 할 수 있겠다.

셋째, 과학관에서 과학의 본성 함양을 위해, 과학관 전시물을 활용한 명시적인 과학의 본성 교육프로그램을 적극적으로 활용해야한다.

과학관의 전시물에 반영된 과학의 본성이 모두 명시적이라면 관람객들은 전시물을 통한 과학의 본성 함양이 용이하겠지만, 대부분의 전시물에 반영된 과학의 본성은 암시적이다. 암시적인 과학의 본성이 반영된 전시물을 통해서 관람객들의 과학의 본성에 대한 효과적인 이해 함양이 어렵다. 현재 전시되어 있는 전시물을 활용하여 과학의 본성을 반영시킬 수 있는 방법으로는, 암시적인 과학의 본성이 포함된 전시물을 적극 활용한 교육프로그램을 개발하여 적용한다면 관람객들의 과학의 본성 함양정도를 높일 수 있을 것으로 기대된다. 본 연구에서 개발한 과학의 본성 교수에 효과적으로 나타난 과학사를 반영한 과학관 전시물 기반의 과학의 본성 교육 프로그램을 적용 하여 사전, 사후 검사를 해 보았을 때, 명시적으로 반영시킨 과학의 본성 요소인 잠정적인(TEN), 창의성과 상상력(CRT), 사회·문화적(SSC), 과학적 방법(MET)의 과학의 본성 요소의 경우에 유의미한 변화를 볼 수 있었다. 하지만 암시적으로 반영시킨 과학의 본성 요소인 이론의 본성(TEH), 법칙의 본성(LAW)의 경우 유의미한 변화를 볼 수 없었다. 이를 통해 과학관에서 과학의 본성 함양을 위해, 과학관 전시물을 활용한 교육프로그램을 적극적으로 활용하는 것이 관람객의 과학의 본성 이해도를 높이는 데 도움이 되지만, 명시적인 과학의 본성을 반영하였을 때 그 변화가 크다는 점에서 명시적인 과학의 본성 교육 프로그램을 개발하여 활용할 필요성이 있다고 할 수 있다. 따라서 전시연출을 과학사적으로 개발할 수 있는 전시 기획자 및 개발자의 과학의 본성에 대한 전문성과 과학 도슨트의 과학의 본성에 대한 이해도가 요구된다. 암시적인 과학의 본성도 포함되지 못한 전시물을 통해서 관람객들은 과학의 본성 내용을 알 수 없지만, 전시물을 설명해주고 관람객들에게 가장 친근하게 다가갈 수 있는 과학 도슨트가 과학의 본성에 대한 중요성을 알고 높은 이해도를 가지고 있어서 이를 관람객들에게 전달할 수 있다면, 관람객들은 과학관의 전시물에 과학의 본성이 나타나 있지 않더라도 과학의 본성을 경험할 수 있으며 과학의 본성에 대한 이해도를 높일 수 있기 때문이다. 따라서 과학 도슨트의 과학의 본성에 대한 전문성 함양 교육 프로그램이나 연수가 필요하다고 할 수 있겠다.

【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.
- Akerson, V. L., Morrison, J. A., & Roth McDuffie, A. (2006). One course is not enough: preservice elementary teachers'. retention of improved views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, November, 43 (2), 194-213.
- Bartholomew, H., Osborne, J., & Ratcliffe, M. (2004). Teaching pupils "ideas-about-science": Five dimensions of effective practice. *Science Education*, 88, 655-682.
- 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.
- DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-602.
- Khishfe, R., & Abd-El-Khalick, F. (2002). The influence of explicit reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of research in Science Teaching*, 39(7), 551-578.
- 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 (NRC). (1996). National science education standards. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council (NRC). (2000). How people learn. Bridging research and practice. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council (NRC). (2012). A framework for K-12 science education. Washington, DC: National Academy Press.
- National Science Teachers Association (NSTA). (1982). Science-technology society: Science education for the 1980s (An NSTA position statement). Washington, DC: Author.
- McComas, W. F. (2005). Seeking NOS Standards: What content Consensus Exists in Popular Books on the Nature of Science? Paper presented at the National Association for Research in Science Teaching meeting. Dallas, TX.

- 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.
- 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. *한국 도서관 정보학회지*, 36(3), 21-38.
- 구슬애 (2013). 진화론의 관점에서 본 생물학의 본성 탐색 및 생물학의 본성 이해를 위한 교사 교육 프로그램 개발. *한국교육대학교 대학원 석사학위논문*
- 김경순, 노정아, 서인호, 노태희. (2008). 중학교 과학 ‘물질의 구성’ 단원에서 과학 사 소재를 활용한 명시적 반성적 과학의 본성 수업의 효과. *한국과학교육 학회지*, 28(1), 89-99.
- 김도욱 (2015). 과학사 주제에 따른 과학사-역할놀이가 대학생의 과학의 본성의 변화에 미치는 효과 - 원자모형의 변천과 멘델레프의 주기율표의 변천 주제를 중심으로-. 39(1), 15-27.
- 김민환 (2016). 국내 원자력 홍보관의 전시물 탐색에 따른 원자력 및 방사선 전시교육 발전방향 모색 = Exploring the exhibits of nuclear information halls and suggesting its development direction in exhibit education of nuclear and radiation. *조선대학교 대학원 석사학위논문*
- 김영선 (2013). 과학의 본성에 대한 예비과학교사들의 인식 분석. *조선대학교 교육대학원 석사학위논문*
- 김지나, 김선경, 김동욱, 김현경, 백성혜 (2008). 초등학생들의 과학의 본성에 대한 명시적 교수 효과 분석. *초등과학교육학회지*, 27(3), 261-272.
- 김지유 (2011). 우리나라와 캐나다의 과학과 swjstlanf에 나타나는 과학의 본성 및 전시물 특징. *한국교원대학교 대학원 석사학위논문*.
- 김희정 김성원 예술 고등학생들의 , (2013). 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
- 교육과학기술부 (2015). 2015 개정 교육과정 총론 및 각론 확정·발표.
- 노태희, 김영희, 한수진, 강석진 (2002). 과학의 본성에 대한 초등학생들의 견해. 한국과학교육학회지, 22(4), 882-891.
- 박영신 (2010). 과학탐구에 대한 중등 초임교사의 인식: Hands-on, Minds-on, Hearts-on의 관점으로 = Secondary Beginning Teachers' Views of Scientific Inquiry: With the View of Hands-on, Minds-on, and Hearts-on. 한국지구과학회지, 31(7), 798-812.
- 박영신, 이정화 (2011). 과학관 도슨트 양성 프로그램의 실태 분석 및 발전 방향 모색. 한국지구과학회지, 32(7), 881-901.
- 박영신, 이정화 (2012). 과학관 활성화를 위한 도슨트 제도 개선 연구. 한국지구과학회지, 32(2)2, 200-215.
- 박영신 (2015). 상황학습을 통한 과학 도슨트의 전문성 연구. 대한지구과학교육학회지, 8(1), 98-113.
- 박창동 (2001). 과학의 본성에 대한 인식과 학습관에 따른 초등교사의 발문 유형. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 백남진 (2015). 과학적 소양에 기반한 과학과 성취기준의 개발 방향 탐색 : 캐나다, 호주, 싱가포르 과학 기준을 중심으로 = A Review of Scientific Literacy-Based Science Standards : Focusing on Science Curricula of Canada, Australia, and Singapore. 교육과학연구, 46(2), 1-29.
- 백성혜, 남초이 (2010). 과학의 본성에 대한 명시적 수업이 예비 과학교사들의 인식 변화에 미치는 효과. 한국과학철학회, 13(1), 83-107
- 신동희, 노국향 (2002). 우리 나라 학생들의 과학적 소양 성취도. 한국과학교육학회지, 22(1), 76-92.
- 양찬호, 김민환, 노태희 (2015). 2009 개정 교육과정에 의한 융합형 과학이 학생들의 과학의 본성과 STS에 대한 견해, 과학에 대한 흥미 및 포부에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 35(4), 549-555.
- 오준영 (2014). 과학의 본성 교육을 위한 NOS Flow Map 제안. 초등과학교육학회, 33(1), 44-56.
- 우종욱, 소원주, 김범기 (1998). 과학교사들의 과학철학적 관점이 중학생들의 과학의 본성 개념에 미치는 영향 = The Effects of Teachers Philosophical Perspectives of

- Science on Their Students Conceptions of the Nature of Science. 한국과학교육학회지, 18(1), 109-121.
- 유은정, 오현석, 김찬중 (2008). 글로벌 과학적 소양 함양을 위한 수업이 학생들의 과학의 본성에 대한 관점에 미치는 영향. 한국지구과학회, 29(7), 602-616.
- 유효숙, 최경희 (2010). 글로벌 과학기술사회에 대비한 중등학생들의 과학적 소양 특성에 대한 인식. 한국과학교육학회지, 30(6), 850-869.
- 이선경, 신명경, 김찬중 (2005). 자연사박물관의 전시에 반영된 과학의 본성. 한국지구과학회, 26(5), 376-386.
- 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? 한국과학교육학회지, 34(7), 677-691
- 이은경 (2008). 과학의 본성에서 본 국·공립 과학관의 화학 전시물 분석. 단국대학교 교육대학원 석사학위논문
- 이정원 (2006). 지구과학교육과정에 반영된 과학의 본성 수준과 특징. 조선대학교 교육대학원 석사학위논문
- 임청환, 김현정, 이성호 (2004). 과학의 본성에 대한 예비 교사와 현직 교사의 인식. 초등과학교육, 23(4), 297-304.
- 정감순, 민병미, 김동렬, 손연아 (2012). 자연사박물관의 진화관 전시물 패널에 반영된 과학의 본성 분석 -서대문 자연사박물관과 시카고 자연사박물관을 중심으로-. 생물교육, 40(2), 195-208.
- 정원영, 김영진, 박성은, 조찬희, 정희운 (2012). 과학관 교육 프로그램 만들기. 한국과학창의재단, 한국과학관협회
- 정윤숙, 김성원 (2015). 과학관련 사회쟁점 학습을 통한 과학의 본성에 대한 이해의 전이. 한국과학교육학회지, 35(5), 895-905.
- 정찬미, 신동희 (2015). 중학생의 “과학자 되어보기” 멘토-멘티 프로그램 ckaduff 통한 과정으로서 과학의 본성 학습 경험. 한국과학교육학회지, 35(4), 629-648.
- 최은지 (2013). 과학대중화를 위한 자연사박물관 전시물의 과학 커뮤니케이션 반영정도 분석. 조선대학교 대학원 석사학위논문
- 최준환, 남정희, 고문숙, 고미례 (2009). 과학사를 활용한 과학수업 적용을 통한 중 학생들의 과학의 본성에 대한 이해의 발달. 한국과학교육학회지, 29(2), 221-239.