

ORIGINAL ARTICLE

국내 과학관 전시물에 반영된 과학의 본성(NOS) 특징 분석에 따른 프로그램 개발 및 이의 적용

박영신¹ · 유지연^{2*}

(¹조선대학교, ^{2*}국립과천과학관)

Development and Application of NOS Education Program according to Analyzing the Characteristics of Nature of Science(NOS) in Exhibits of Science Museum

Young-Shin Park¹, Jiyeon Yu^{2*}

(¹Chosun University, ^{2*}Gwacheon National Science Museum)

ABSTRACT

The purpose of this study is to identify the status of the science museum reflected in the exhibition, and develop and apply Nature of Science(NOS) education programs based on the science museum exhibition. The analyse tool was developed to understand the NOS in the science museum. The researchers recognized the nature of science reflected in four exhibition halls in Korea. Based on the analysis, we developed the NOS education program. NOS education programs were developed and applied to supplement the NOS that appears to be limited to scientific exhibitions based on the prior analysis of science exhibition. The results of the study were as follows. First, we analyzed the nature of science reflected in the exhibition of two main science museums, and it was mostly implicit and most were to understand the relationship among STS(Science-Technology-Society). And also we analyzed the NOS reflected in the exhibition of two national history museum, and it was also mostly implicit and most were about the way of how to find out the knowledge, inference. Second, in order to supplement the NOS of the science museum, we developed the NOS education program based on the exhibits. After applying it to the science museum, we conducted a qualitative study. As a result, there was a positive change only in the aspects of NOS (science is tentative, science is from creativity and imaginative, science is the produce of social and culture, science is from the scientific method) that reflected explicitly. The conclusions derived from this study are as follows : For the cultivation of science in the scientific museum, various factors are needed depending on the theme of the science museum. Also, it is helpful to actively implement the NOS educational programs that utilize the exhibit. Therefore, the exhibit planners' and developers' competencies are critical to develop explicit NOS education programs in its expertise.

Key words : scientific literary, nature of science, science museum, natural history museum, educational program

Received 8 June, 2017; Revised 9 August, 2017; Accepted 24 August, 2017

*Corresponding author : Jiyeon Yu, 110, Sanghabeol-ro, Gwacheon-si,

Gyeonggi-do, 13817, Republic of Korea

Phone: +82-10-6322-6752

E-mail: jiyeon22630@naver.com

This work was supported by the National Research Foundation of Korea Grant funded by the Korean Government(NRF-2014S1A2A1A01028044)

본 논문은 유지연의 2016년도 석사 학위논문의 자료를 사용하였음

© The Korean Society of Earth Sciences Education . All rights reserved.

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

I. 서론

과학교육의 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; NRC, 2000). 과학적 소양이란 현대인으로 살아가는 데 부딪히게 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). 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 외, 2005). 이러한 과학적 소양은 지식의 개념적 이해, 탐구 활동뿐만 아니라 과학의 본성에 대한 깊이 있는 이해를 필요로 한다(김영선, 2013; 이영희, 2014; 이정원 외, 2016; NRC, 1996; 2000). 미국과학교육기준(NRC, 1996)에 의하면 과학의 본성의 이해가 과학교육에서 중요한 위치를 차지하고 있다고 하였으며, 노태희 외(2002)는 학생 스스로가 과학자들이 하는 관점과 사고를 이해하면서 과학적 소양을 함양할 수 있다고 하였다.

이와 같이, 교육과정을 비롯한 학교 교육현장에서 과학의 본성이 차지하는 중요성으로 인해 오랜 시간동안 많은 과학교육 연구자들이 학교 교육현장에서 학생들의 과학의 본성 이해에 대한 연구를 수행해왔다. 학생이나 교사의 과학의 본성을 측정하는 연구들(강석진 외, 2004; 김영선, 2013; 양찬호 외, 2015)에 의하면 과학의 본성이 암시적으로 표현될 뿐 명시적인 방법을 통하지 않아 과학의 본성에 대한 이해도가 제한적임을 보여주었으며 또한 과학과 교육과정의 개정으로 인하여 과학의 본성 반영을 포함하였으나 극히 제한적이며 기술에 있어서 암시적으로 나타나기도 하였다(양찬호 외, 2015; 이정원 외, 2016). 하지만 과학의 본성 교수법에 대한 연구(Duschl, 1990; Solomon et al., 1992; Irwin, 2000; 강석진 외, 2004; 한수진 외, 2013)에 의하면 과학사는

과학 지식이 시대에 따라 어떻게 변하고 사회, 문화의 영향을 받았는지에 대해 보여주기 때문에 과학사를 이용한 과학의 본성의 교수는 효과임을 보여주기도 하였다. 특히 이러한 과학의 본성의 표현이 암시적이기보다는 명시적일 때 학생이나 교사들의 그 이해가 훨씬 강화됨을 보여주었다(Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Lederman et al., 2002). 이는 과학의 본성의 교육을 위해서는 소극적인 암시적인 방법이 아닌 적극적인 명시적인 방법으로 과학의 본성 교육이 이루어져야 함을 제안하고 있다. 예를 들면 밀리칸의 오일실험장치에서 보여주는 괄목한만한 과학지식의 발견도 있지만 이를 토대로 발간한 논문의 이름이 지도교수인 밀리칸의 이름만 단독으로 들어가는 것이 적당한지 아니면 아이디어를 창의적으로 제시한 밀리칸의 제자의 이름도 같이 들어가야 하는지에 대해서 명시적인 토론이 있어야 학생들은 과학자의 태도에 대해서도 직접 경험하고 이해할 수 있다는 것이다. 이러한 과학의 본성에 대한 학습은 교실뿐만 아니라 과학관과 같은 비형식 교육기관에서도 이루어져야 함은 자명한 부분이다(박영신, 2015b).

형식기관과 달리 강제성이 배제된 학습자의 자발성에 의해 이루어지는 비형식교육기관으로 대표되는 과학관은 과학교육뿐만 아니라 평생교육의 장으로서 그 역할을 하고 있다(박영신과 이정화, 2011). 따라서 학교교육뿐만 아니라 과학관에서의 과학의 본성에 대한 교육을 경험하는 것은 과학적 소양을 함양하는데 필수적인 교육의 장이라 할 수 있겠다(김찬중 외, 2010). 정감순(2011)은 자연사박물관의 경우 과학의 본성이 반영되어 있음에도 불구하고 교육으로서는 활용이 제대로 이루어지지 않고 있음을 보여주고 있다. 과학의 본성은 이때 지식의 생성 과정, 탐구과정, 과학자의 태도 및 과학-기술-사회와의 관계에 대해 전시물에 반영된 것을 파악하는 연구로, 연구대상인 국내의 자연사박물관은 미국의 한 박물관에 비하면 과학의 본성이 반영된 정도도 현저하게 낮았으며 앞서 4가지 영역에서도 전시방법이 한쪽으로만 편중되어 있는 본성임을 보여주고 있었다. 이에 반영비율이 낮은 범주에 대해서는 많은 보완이 필요할 것으로 제안하고 있다. 이 외에도 자연사박물관에 반영 연구를 위해서 과학탐구 중심의 전시와 과학사 중심의 사례를 살펴본 결과 과학의 본성 관련 전시물이 실질적으로 풍부하지 않

에 이를 위한 의도적인 과학의 본성 교육이 필요함을 제언하였다(이선경 외, 2005). 역시 과학의 본성 내용으로는 과학자 중심, 과학자 집단 논의, 사회문화적 배경, 주장에 대한 근거, 과학지식의 변화가능성 여부를 살펴본 것으로 반영정도가 충분하지 않다는 것이다. 이와 같이 그 중요성에도 불구하고 실질적으로 나타나는 과학의 반영정도는 극히 제한적임을 알 수 있다.

Lederman (1992; 1998)에 의하면 과학의 본성은 다음과 같은 7가지로 정의하고 있다. 과학은 변할 수 있으며, 상상력과 창의력을 바탕으로 하며, 과학의 이론과 법칙은 각각 다른 지식의 출처이며, 과학은 사회와 문화의 산출물이며, 주관적이며, 관찰과 추론을 바탕으로 하여, 검증가능하다고 하는 것이다. 이에 이정원(2016)은 과학적 방법을 추가하여 교육과정에 반영된 과학의 본성을 조사하였으며, 이를 이용하여 김영선(2013)이 VNOS(view of nature of science, Lederman, N. G., Schwartz, R. S., Abd-El-Khalick, F., & Bell, R. L. 2001)를 통해 알아본 과학 예비교사들의 과학의 본성내용은 극히 제한적이거나 암시적이었음을 보여주고 있다.

이에 본 연구에서는 국내 과학관의 전시물에 반영되어있는 과학의 본성의 하위요소 및 반영 정도와 수준을 토대로 과학관의 과학의 본성 반영정도를 파악한 후, 이를 토대로 과학사를 반영한 과학의 본성 교육 프로그램을 개발하여 관람객들에게 적용하여 관람객들의 반응정도를 파악하도록 하였다. 이를 위해서 국내의 대표적인 과학관을 선정하고 이 안에 전시된 전시물에 반영된 과학의 본성의 요소 및 수준을 과학의 본성 분석도구(이정원, 2016)를 사용하여 분석결과를 제시하고 이를 바탕으로 과학의 본성 프로그램을 과학관용으로 개발하여 관람객들의 이해정도를 탐색하도록 하였다. 이는 과학교육에 있어서 특히 과학관교육의 활성화를 위한 전시기획 및 개발에 관련하여 앞으로의 발전 방향을 시사한다고 할 수 있다. 연구문제는 다음과 같이 두 가지로 구성된다.

첫째, 국내 과학관의 전시물에 반영된 과학의 본성의 특징은 무엇인가?

둘째, 개발한 전시물 기반의 과학사를 반영한 과학의 본성 프로그램의 특징은 무엇이고 이를 적용

한 교육효과는 어떠한가?

이는 과학의 본성의 기본적인 정의 7가지를 토대로 하여 과학의 본성을 자연사박물관뿐만 아니라 과학관에서 반영된 것을 조사한 것에 대한 의미가 있으며, 이정원 (2016)의 연구과 더불어 학교교육 및 학교 밖의 교육인 과학관교육에 있어서 과학의 본성교육이 어떻게 이루어져야 하는지에 대해서 제언을 하는 의미가 있다고 할 수 있겠다.

II. 연구방법

1. 연구 절차

본 연구에서는 과학관의 전시물에 반영된 과학의 본성 (NOS)의 반영정도를 파악하기 위해서 국내의 대표적인 과학관 4곳을 선정하고 이들의 전시물을 분석도구를 개발하여 분석하였으며 이를 토대로 어떠한 과학의 본성이 반영이 되어 있으며, 그 방법이 암시적인지 명시적인지(이영희, 2008; Khishfe, R., & Abd-El-Khalick, F., 2002)를 알기 위함이다. 또한 앞서 과학사를 통한 과학의 본성 학습법을 고려한 프로그램을 개발하여 연구자 소속 도시의 과학관에 투입하여 교육효과를 알아보았다(Table 1). 자세한 연구방법은 아래 기술하였다. 연구대상, 자료수집 및 분석은 단계별로 아래와 같이 기술하였다.

1) 1단계 : 전시물에 반영된 과학의 본성 분석

가. 연구 대상

본 연구에서 국내 과학관 전시물에 반영된 NOS 특징 분석을 위해 국내의 과학관 중 목적표집에 의해 자연사박물관 두 곳 (S, M) 그리고 과학관 두 곳 (G, J)을 선정하였다. 과학의 본성은 패널에 의한 자연사박물관 외에도 활동중심인 과학관에서도 과학의 본성이 발견될 수 있다는 연구자의 판단아래 각각 선정하여 탐방 후 앞서 이정원(2016)에 의한 도구를 사용하여 연구대상이 될 전시물의 패널 등을 선정하였다. 다음은 본 연구에서 선정된 국내 과학관 및 자연사박물관에서 발견된 NOS 전시관 주제이다(Table 2).

나. 자료 수집

분석 도구 선정 및 수정

본 연구에서 국내 과학관 전시물에 반영되어 있는 과학의 본성 수준과 특징을 측정하기 위해 NOSAT(이정원, 2016)를 참조하여 과학관 과학의 본성 분석 도구(Nature of Science Analyzing Tool in Science Museum, NOSAT_ISM)를 수정하여 적용하였다. 즉 이정원(2016)에서 정의한 10가지의 하위요소 중 사회합의 과정에 대한 요소를 사회문화 요소에 포함시키고 대신 STS를 포함하여 과학이 기술발

달과 같이 사회에 어떠한 영향을 주는지 알아보기 위한 항목을 추가하였다. 그 전달 방법이 암시적인지 명시적인지 표시를 하는 것을 포함하였으나 그 개념이 순수한지 과학적 개념인지를 제외하도록 하였다. 이 연구에서 사용하는 NOSAT_ISM의 NOS 구성요소는 검증 가능한(EMP), 감정적인(TEN), 이론(THE), 법칙(LAW), 창의성과 상상력(CRT), 추론 및 관찰(INF), 주관적인(SUB), 사회문화적(SSC), 과학-기술-사회의 관계(STS), 과학적 방법(MET)이다. 암시적 및 명시적인 소통의 방법은 앞서 언급한 것처럼 암시적인 경우엔 관람객들에게 교육효과가 없을 것으로 판단하여 명시적인 것이 중요하다는 생각에

Table 1. The research process

단계	방법	내용
1단계 전시물 과학의 본성 분석	-연구대상 -과학의 본성 분석 도구선정	⇒ 과학의 본성 분석도구 선정 및 수정(이정원, 2016) NOSAT (Nature of Science Analyzing Tool) 연구대상 선정(4개의 국내의 과학관 선정)
	-자료수집	⇒ 각 표집된 과학관에서의 전시물 대상으로 과학의 본성 관련 자료수집
	-자료분석	⇒ NOSAT 이용하여 수집된 자료 분석 및 해석 타당성 및 신뢰성은 과학교육 전문가 2인과 토론
2단계 NOS 프로그램 개발 및 적용	명시적 NOS 프로그램 개발	⇒ 과학사를 이용한 명시적 과학의 본성 프로그램 개발
	프로그램 투입 및 효과 분석	⇒ 과학관의 관람객을 대상으로 하여 적용효과 탐색

Table 2. The component of science museum in this study

자연사 박물관		과학관	
S	M	G	J
-지질 -천문 -생명진화 -인간과 자연	-육식공룡알 등지 화석 -중앙홀 -지질 -육상생명관1 -육상생명관2 -수중생명	-빛의 세계 -과학과 예술 -생활 속의 과학 -미래를 향한 도전	-생애주기체험 -로봇 -기초과학 -첨단과학기술체험 -근현대과학기술 -겨레과학기술

빈도수를 알아보는 것은 중요하다고 판단되었다. 하지만 그 정도수준은 아직 과학적인지 순수한 개념 인지를 판단한 정도는 아닌 것이기에 이 연구에서는 그 과학의 본성이 과학적인지 그렇지 않은지를 체크하는 항목은 삭제하였다. 과학관용 과학의 본성 분석 도구는 과학교육 전문가를 포함하여 과학의 본성에 대한 정의를 숙지하고 이에 대해 수집된 자료를 바탕으로 하여 지속적인 토의 결과로 개발되었으며 타당도를 검증하였다. 다음은 본 연구의 자료수집 도구이다 (Table 3). 이렇게 수집된 자료는 연구자들에 의해서 분석되어 전시물에 반영된 과학의 본성에 대해서 기술할 수 있도록 하였다. 자료 수집은 국내 4곳의 과학관을 목적표집에 따라 선정하여 각 과학관의 전시물을 동선에 따라 사진촬영 및 동영상 촬영 하였다. 촬영한 사진은 아래 도구에 타이틀, 사진, 및 패널 내용의 전사 등으로 자료수집이 완성되도록 하였다.

다. 자료 분석

앞서 수집된 전시물에 대한 패널을 중심으로 10가지의 과학의 본성 중에 어디에 해당하여(중복체크가능) 또한 이 소통이 암시적인지 명시적인지를 판단하여 기록하도록 하였다. 분석한 자료내용은 수시로 과학교육전문가와 그 타당도에 대해서 토론하였으며, 만약 불일치의 경우 의견이 일치하도록 지속적으로 토의를 통하여 자료 분석의 타당성 및 신뢰도를 구축하도록 하였다. 각 과학박물관(자연사박물관 2곳, 과학관 2곳) 4곳에 대해서는 반영되어 있는 과학의 본성의 하위요소를 bar 그래프로 나타내어 잘

나타난 과학의 본성 또한 그렇지 않은 것, 그리고 소통의 방법에 대해서 언급하여 과학관교육에서의 과학의 본성의 반영 현황을 보여주도록 하였다.

2) 2단계 : 과학관 NOS 교육프로그램 개발 및 적용

가. 프로그램 개발

NOS 교육프로그램용 전시물 선정

과학사를 통한 과학의 본성 교육은 과학에 대한 올바른 관점 교수에 효과적이며, 과학 개념들이 역사적으로 형성되어온 과정을 밝혀줌으로서 과학에 대한 흥미를 가질 수 있고, 과학자의 인간상에 접할 수 있는 기회를 제공하기 때문에 효과적이라고 하였다(김도옥, 2015; 한수진, 양찬호, 노태희, 2013). 따라서 과학의 본성의 명시적인 반영이 쉽게 이루어질 수 있다고 알려진 과학사 주제의 전시물인 G 과학관의 ‘빛을 연구한 과학자는?’ 전시물을 NOS 교육프로그램 개발 기반 전시물로 선정하여 결과1을 통해 해당 전시물의 과학의 본성 반영 정도 분석 결과를 이용하여 과학의 본성 프로그램을 개발하였다.

과학사 전시물을 이용한 NOS 교육프로그램 개발

해당 전시물에 반영된 과학의 본성 분석을 바탕으로 초등학생이 이해할 수 있는 수준의 과학의 본성 하위 요소를 선택하여 전시물에 결여되어 있는 과학의 본성을 보충하고 효과적으로 전달 할 수 있는 과학관 전시 기반 NOS 교육 프로그램의 연극 시나리오를 개발하였다 (윤혜경 외, 2005). 간접경험인 연극을 통해서 이해를 심화시킬 수 있으며 흥미 증진을 위해서도 효과적임에 착안을 둔 것이다.

Table 3. Nature of Science Analyzing Tool in Science Museum

#	매체	EMP	TEN	THE	LAW	CRT	INF	SUB	SSC	STS	MET	EXP	IMP
					√								√
번호	매체 종류	타이틀										과학의 본성 관점에 대한 해석 및 분석 내용	
		사진											
		전사											

※ EMP : 검증 가능, TEN : 잠정적, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적, SSC : 사회문화적, STS : 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법

나. 과학관 전시물 기반 NOS 교육 프로그램 적용 및 분석

적용 대상

개발된 과학관 전시 기반 NOS 교육 프로그램은 총 8회에 걸쳐 국립G과학관의 해당 전시물 앞에서 실시하였다. 하루 4시간, 8타임씩 8회, 총 64회의 교육 프로그램 운영에서 총 400명을 대상으로 투입하였으며, 한 타임의 평균 참가자는 7명이었다. 총 투입 인원은 400명으로, 연구에 활용된 데이터의 수는 설문지를 받은 후 성실하게 응답하지 않거나 과학의 본성에 대해 이해하기 어려운 미취학 아동의 응답자들의 설문지를 제외하고 60개의 설문지로 자료 수집을 마감하였다.

자료 수집 및 분석

연구 참여자는 평균 연령 8세의 관람객들이었으며, 연구 참여자들 및 보호자분들께 본 연구의 목적

및 교육프로그램 진행과 설문, 면담 시 대화가 모두 녹음된다는 사실 등에 대해 충분히 설명하였고, 연구에 참여하겠다는 참가 동의서에 사인하도록 하였다. 과학의 본성 활동에 참여한 후 설문지를 작성하였다. 투입한 과학의 본성 검사 설문지는 기본적인 7가지 과학의 본성 요소의 함양을 측정할 수 있는 설문지로 이해가 쉬운 질문으로 구성하였고 ‘그렇다.’, ‘아니다.’, ‘잘 모르겠다.’의 리커트 3점 척도로 구성하였다. 개발된 프로그램 적용 전과 후의 검사와 개별 인터뷰를 위한 면담까지 소요 시간은 총 30분이었고, 면담 내용은 연구 대상의 동의하에 녹음되었고, 사후에 분석을 위해 전사되었다. 개발된 설문지와 설문 분석 및 면담 내용 분석에 있어서는 과학교육 전문가와의 토론을 통해 자료해석에 있어서 타당성 및 신뢰성을 구축하였다. 다음은 설문지 구성 내용이다(Table 4).

Table 4. The content of questionnaire used in this study

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

Table 5. The frequency analysis of NOS in S natural history museum

주제	과학의 본성 분석 %.(빈도)												
	EMP	TEN	THE	LAW	CRT	INF	SUB	SSC	STS	MET	IMP	EXP	총
1 지구 환경	64 (21)	4 (1)	0	0	0	12 (4)	0	0	0	20 (7)	55 (18)	45 (15)	100 (33)
2 생명 진화	0	17 (5)	0	0	4 (1)	67 (19)	4 (1)	0	4 (1)	4 (1)	89 (25)	11 (3)	100 (28)
3 인간과 자연	0	20 (3)	0	0	0	27 (4)	0	0	53 (8)	0	80 (12)	20 (3)	100 (15)
총	28 (21)	12 (9)	0	0	1 (1)	35 (27)	1 (1)	0	12 (9)	11 (8)	72 (55)	28 (21)	100 (76)

* EMP : 검증 가능, TEN : 잠정적, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적, SSC : 사회문화적, STS : 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, IMP : 암시적, EXP : 명시적

III. 연구결과 및 논의

국내 과학관의 전시물에 반영된 NOS의 하위요소와 특징을 살펴보고, 이를 토대로 보완점을 반영한 과학관 NOS 교육프로그램을 개발 및 적용하여 그 효과를 보았다. 우선 각 연구문제에 맞춰서 각 과학관에서 분석한 과학의 본성 상황을 개별적으로 또는 전반적으로 그 결과를 제시하고, 두 번째 연구문제에 해당하는 이상적인 과학관용 과학의 본성 프로그램을 개발하고 이를 투입한 관람객의 반응을 기술하고자 한다.

1. 국내 과학관 전시물의 NOS 반영 정도 분석

1) 자연사박물관 S에 반영된 NOS의 특징

S 자연사박물관(이하 S)에서 분석한 과학의 본성 요소 및 수준은 다음과 같다(Table 5).

첫째, 천문과 지질 주제의 전시물로 구성되어 있는 지구환경관의 전시물에 나타난 과학의 본성은 총 33건으로, EMP가 21건으로 지구환경관의 과학의 본성 중 64%로 나타났다. 그 뒤로 MET 20%, INF 12%, TEN 4%로 총 4 종류의 과학의 본성이 나타났다. 명시적 과학의 본성은 45%(15/33)를 차지했다. S의 전시관 중 가장 많은 명시적 과학의 본성이 반영된 것으로 파악되었다. 둘째, 생명의 기원과 탄생부터 시대별로 전시한 생명진화관에서 나타난 과

학의 본성은 총 27건으로, INF이 67%로 나타났다. TEN 17%, CRT, SUB, STS, MET가 각각 4%씩으로 나타났으며, 89%(25/28)의 과학의 본성이 암시적으로 나타났다. 인간과 자연의 관계 및 환경, 셋째, 동물과 식물에 관한 내용을 다룬 인간과 자연관에서는 총 15건의 과학의 본성이 분석되었다. STS가 53%로 지배적으로 나타났고, INF 27%, TEN 20%로 총 3가지 종류의 과학의 본성만 나타났으며, 80%(12/15)가 암시적인 과학의 본성인 것으로 나타났다.

다음은 S에서 가장 높은 빈도로 나타난 암시적인, 관찰과 추론의 과학의 본성 분석의 예시이다(Table 6).

S에서 가장 높은 빈도수로 발견된 관찰과 추론(INF)의 과학의 본성이 반영된 전시 패널인 ‘실러캔스’이다. 전시 패널 내용에서 “최초의 육지 네발 동물은 아마 이와 같은 물고기로부터 진화했던 것으로 보입니다.”라는 표현에서, 발견한 실러캔스를 관찰해 보았을 때 다리 모양의 지느러미를 가지고 있었다는 것을 발견했고, 이를 통해 최초의 육지 네발 동물이 이와 같은 물고기로부터 진화해왔을 거라고 추론한 것을 통해 과학의 본성 중 INF를 암시적으로 반영하고 있다고 판단하였다. 다음은 S 자연사박물관 전체에 나타난 과학의 본성의 특징을 그래프로 나타낸 것이다(Fig 1).

S에 나타난 과학의 본성의 반영 빈도는 총 76건으로 나타난다. 이 중 전시물에 나타난 과학의 본성 중 명시적인 내용의 빈도는 과학의 본성 25%(19/76)로 나타났다. 하위요소는 관찰과 추론(36%), 검증 가능한(29%), 사회문화적인(12%), 과학적 방법(10%), 잠정성(9%), 창의성(1%), 주관적인(1%)으로

Table 6. The analysis of NOS in S natural history museum

N O S	INF (관찰을 토대로 추론가능하다)	IMP(명시적인 방법으로 표현)
전시패널 내용	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.	
해 석	발견한 실러캔스를 관찰했을 때, 다리모양 지느러미를 갖고 있어, 최초의 육지 네발동물은 아마 이와 같은 물고기로부터 진화했던 것으로 추론하였다. INF, IMP	

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능, TEN : 잠정적, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적, SSC : 사회문화적, STS : 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토표, E : 설명적 패널, B : 선택식 패널, EXP : 명시적, IMP : 암시적

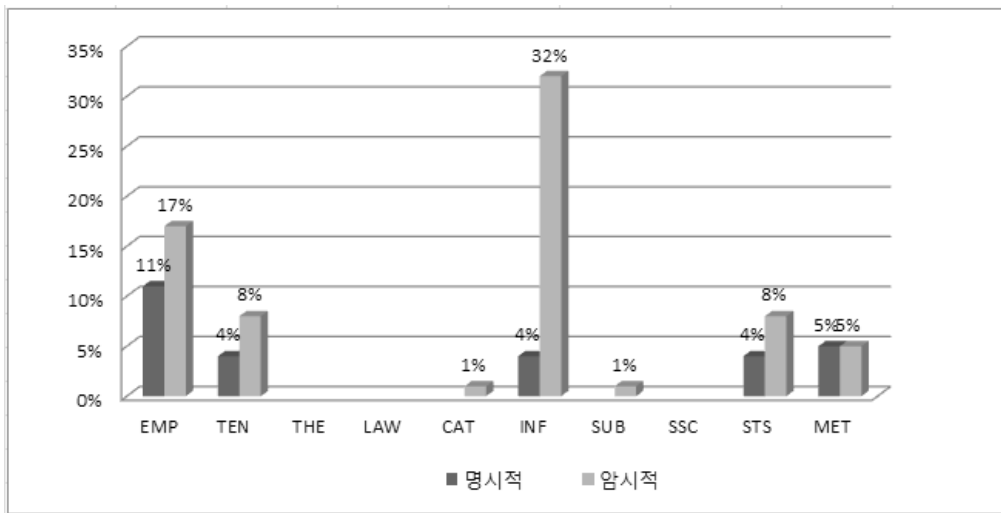
총 7개 하위요소의 과학의 본성이 분석되었다.

2) 자연사박물관 M 나타난 NOS의 특징

M 자연사박물관(이하 M)에서 분석한 과학의 본성 요소 및 수준은 다음과 같다(Table 7).

1층의 경우, 첫째, 공룡알 등지 화석을 중심으로, 공룡알 등지 화석 발굴 과정에 대한 내용을 다룬 세계 최대 규모 육식공룡알 등지 화석 상설전시관의

전시물에 나타난 과학의 본성은 INF와 MET가 각각 50%(3/6)로 가장 많이 나타났다. M의 전시관 중 유일하게 명시적인 과학의 본성이 나타난 전시물을 포함하고 있었지만, 암시적인 과학의 본성이 대부분을 차지하고 있는 것으로 나타났다. 둘째, 중생대의 트라이아스기, 쥐라기, 백악기의 공룡들과 해양파충류에 관한 전시로 이루어진 중앙홀과 1층 복도에 나타난 과학의 본성은 INF가 50%(8/16)로 가장 많이 나타났다. 그 외 MET는 25%(4/16), TEN 19%(3/16),



※ EMP : 검증 가능, TEN : 감정적, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적, SSC : 사회문화적, STS : 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법

Fig 1. The component of NOS in S natural history museum

Table 7. The frequency analysis of NOS in M natural history museum

주제	과학의 본성 분석 %(빈도)											총	
	EMP	TEN	THE	LAW	CRT	INF	SUB	SSC	STS	MET	IMP		
1 공룡알 등지화석	0	0	0	0	0	50 (3)	0	0	0	50 (3)	83 (5)	17 (1)	100 (6)
2 중앙홀 및 복도	0	19 (3)	0	0	0	50 (8)	6 (1)	0	0	25 (4)	100 (16)	0	100 (16)
3 지질	13 (2)	0	0	0	0	80 (12)	7 (1)	0	0	0	100 (15)	0	100 (15)
4 육상생명1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 육상생명2	12 (1)	0	0	0	0	40 (3)	12 (1)	12 (1)	12 (1)	12 (1)	100 (8)	0	100 (8)
6 수중생명	0	0	0	0	0	100 (2)	0	0	0	0	100 (2)	0	100 (2)
총	6 (3)	6 (3)	0	0	0	60 (28)	6 (3)	2 (1)	2 (1)	18 (8)	98 (46)	2 (1)	100 (47)

※ EMP : 검증 가능, TEN : 감정적, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적, SSC : 사회문화적, STS : 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, IMP : 암시적, EXP : 명시적

SUB 6%(1/16)로 나타났으며, 모두 암시적인 과학의 본성으로 나타났다. 셋째, 지질관에 나타난 과학의 본성은 INF 80%(12/15)로 나타났다. 그 뒤로 EMP 13%(2/15), SUB 7%(1/15)로 총 3개 하위요소의 과학의 본성이 나타났으며, 명시적인 과학의 본성은 한 건도 나타나지 않았다.

2층의 경우 첫째, 육상동물 중 양서류와 파충류, 한국의 철새, 육상동물 두개골과 인류 계통도, 한반도의 포유류에 관한 전시로 구성되어 있는 육상생명1관의 전시물에는 과학의 본성이 나타나지 않았다. 둘째, 곤충과 식물에 대한 전시로 이루어진 육상생명관2에 나타난 과학의 본성은 총 8건으로, INF가

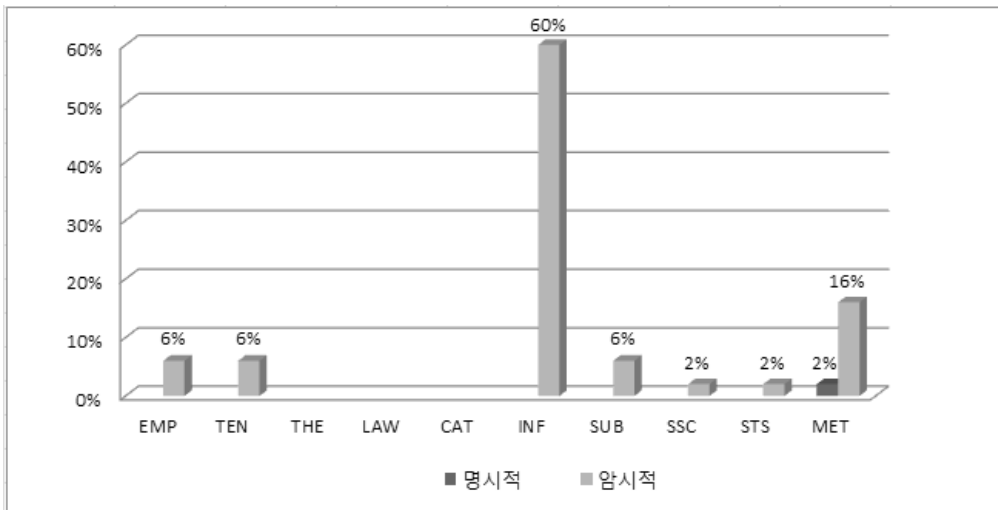
37.5%(3/8)로 나타났다. 그 뒤로 EMP, SUB, SSC, STS, MET가 각각 12.5%(1/8)씩으로 총 6개의 하위요소의 과학의 본성이 나타났다. 명시적인 과학의 본성은 나타나지 않았다. 셋째, 무척추 동물, 해양식물의 다양성, 고래이야기, 어류 등에 관한 전시로 이루어진 수중생명관에 나타난 과학의 본성은 INF 총 2건으로, 모두 암시적인 과학의 본성이었다. 다음은 M에서 가장 높은 빈도수로 발견된 관찰과 추론(INF)이 암시적으로 나타난 전시 패널의 분석 예시이다(Table 8).

M 자연사박물관에서 가장 높은 빈도수로 발견된 관찰과 추론(INF)의 과학의 본성이 반영된 전시 패

Table 8. The analysis of NOS in M natural history museum

N O S	INF	IMP
전시패널 내용	일반적으로 공룡은 땅을 갈게 파고 그 위에 알을 낳았고 여기에 주변의 식물을 쌓아 놓고 이 식물이 분해되면서 부화에 필요한 열이 발생되었을 것으로 생각된다.	
해 석	공룡이 둥지를 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.	
	INF, IMP	

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능, TEN : 잠정적, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적, SSC : 사회문화적, STS : 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적, IMP : 암시적



※ EMP : 검증 가능, TEN : 잠정적, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적, SSC : 사회문화적, STS : 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법

Fig 2. The component of NOS in M natural history museum

널이다. 위의 내용에서 “일반적으로 공룡은 땅을 알게 파고 그 위에 알을 낳았고 여기에 주변의 식물을 쌓아 놓고 이 식물이 분해되면서 부화에 필요한 열이 발산되었을 것으로 생각된다.”라는 부분에서, 과학이 관찰과 추론으로부터 이루어질 수 있다는 것을 암시적으로 알 수 있었다. 공룡에 관한 내용에서는 대부분 뼈와 같은 화석 등을 관찰함으로써 추론하는 내용들이 많기 때문에 INF가 많다고 할 수 있다. M에 나타난 과학의 본성의 특징은 다음과 같이 나타났다(Fig 2).

M에 나타난 과학의 본성의 반영 빈도는 총 49건으로 나타난다. 이 중 전시물에 나타난 과학의 본성 중 명시적인 내용의 빈도는 단 1건으로 2%로 나타났다. 하위요소는 INF가 가장 많이 나타났고, MET가 두 번째로 많이 나타났다.

3) 과학관 G에 나타난 NOS의 특징

G 과학관에서 분석한 과학의 본성 요소 및 수준은 다음과 같다(Table 9).

Table 9. The frequency analysis of NOS in G science center

주제	과학의 본성 분석 %, (빈도)												
	EMP	TEN	THE	LAW	CRT	INF	SUB	SSC	STS	MET	IMP	EXP	총
1 빛의 세계	55 (6)	0	0	0	0	9 (1)	0	0	18 (2)	18 (2)	82 (9)	18 (2)	100 (11)
2 과학과 예술	0	7 (1)	0	0	20 (3)	0	0	0	20 (3)	53 (8)	87 (13)	13 (2)	100 (15)
3 생활 속의 과학	0	0	0	0	0	0	0	0	100 (6)	0	100 (6)	0	100 (6)
4 미래를 향한 도전	0	0	0	0	10 (1)	30 (3)	0	0	50 (5)	10 (1)	80 (8)	20 (2)	100 (10)
총	14 (6)	2 (1)	0	0	10 (4)	10 (4)	0	0	38 (16)	26 (11)	86 (36)	14 (6)	100 (42)

※ EMP : 검증 가능, TEN : 감정적, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적, SSC : 사회문화적, STS : 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, IMP : 암시적, EXP : 명시적

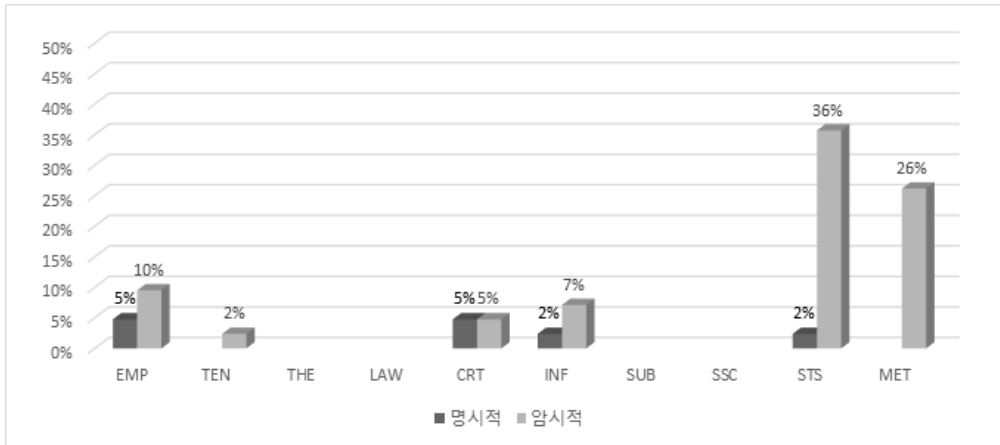
Table 10. The analysis of NOS in G science center

N O S	STS	IMP
전시패널 내용	왜 그럴까요? --- 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.	
	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 구절에서, 과학의 발전으로 인해 온실가스의 배출량이 늘고 이로 인해 인류에게 문제가 발생한다는 점에서 과학이 사회에 영향을 줄 수 있다는 것을 암시적으로 알 수 있다.	
해 석	STS, IMP	

※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능, TEN : 감정적, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적, SSC : 사회문화적, STS : 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적, IMP : 암시적

첫째, 빛의 세계에 나타난 과학의 본성은 총 11건으로, EMP가 55%(6/11)로 나타났다. 그 뒤로 STS, MET가 각각 18%씩으로 나타났고, INF가 9%로 나타났다. 명시적인 과학의 본성은 18%(2/11)를 차지했고, 암시적인 과학의 본성은 82%(9/11)를 차지했다. 둘째, 과학과 예술에 나타난 과학의 본성은 총 MET가 53%(8/15)로 나타났다. 그 뒤로 STS, CRT가

각각 20%씩으로 나타났고, TEN이 7%로 나타났다. 명시적인 과학의 본성은 13%(2/15)를 차지했고, 암시적인 과학의 본성은 87%(13/15)를 차지했다. 셋째, 생활 속 과학이라는 주제의 전시물로 구성되어있는 생활 속 과학에 나타난 과학의 본성은 STS가 100%(6/6)로 나타났다. 이는 모두 암시적인 과학의 본성으로 구성되어 있었다. 마지막, 미래를 향한 도



* EMP : 검증 가능, TEN : 감정적, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적, SSC : 사회문화적, STS : 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법

Fig 3. The component of NOS in G science center

Table 11. The frequency analysis of NOS in J science center

주제	과학의 본성 분석 %, (빈도)												총
	EMP	TEN	THE	LAW	CRT	INF	SUB	SSC	STS	MET	IMP	EXP	
1 겨레 과학기술	0	0	0	0	0	0	0	100 (1)	0	0	100 (1)	0	100 (1)
2 근현대 과학기술	18 (2)	0	0	0	0	0	0	0	82 (9)	0	73 (8)	27 (3)	100 (11)
3 첨단과학 기술체험	0	0	0	0	50 (1)	50 (1)	0	0	0	0	100 (2)	0	100 (2)
4 기초과학	0	0	0	0	0	0	0	0	100 (2)	0	100 (2)	0	100 (2)
5 로봇	0	0	0	0	0	0	0	0	100 (3)	0	100 (3)	0	100 (3)
6 생애주기 체험	0	0	0	0	50 (1)	0	0	0	50 (1)	0	100 (2)	0	100 (2)
총	10 (2)	0	0	0	10 (2)	5 (1)	0	5 (1)	70 (15)	0	86 (18)	14 (3)	100 (21)

* EMP : 검증 가능, TEN : 감정적, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적, SSC : 사회문화적, STS : 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, IMP : 암시적, EXP : 명시적

전이라는 주제의 전시물로 구성되어있는 미래를 향한 도전에 나타난 과학의 본성은 STS가 50%로 나타났다. 그 뒤로 INF 30%, CRT, MET가 각각 10%씩으로 나타났다. 명시적인 과학의 본성은 20%를 차지했다. 암시적인 과학의 본성은 80%를 차지했다. 다음은 G에서 가장 많이 분석된 STS가 나타난 전시패널의 분석 예시이다(Table 10).

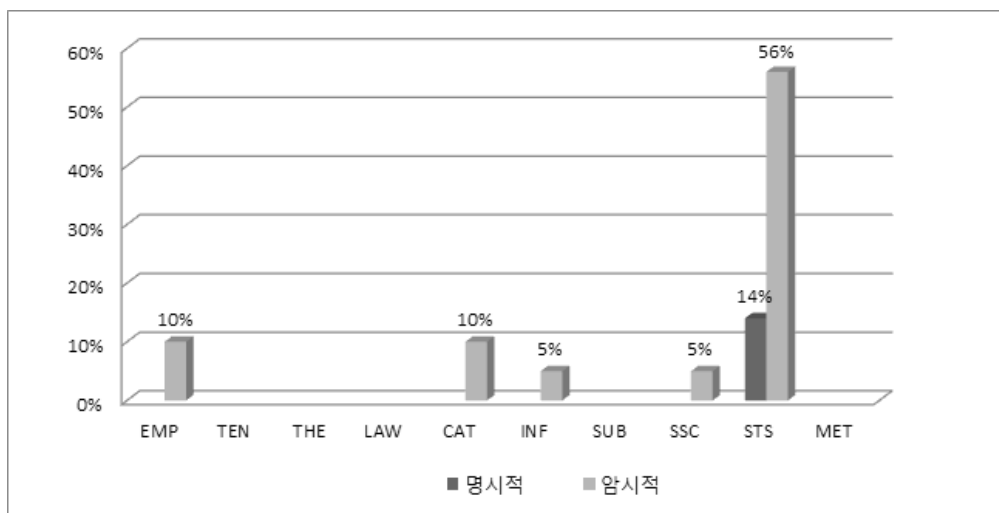
위의 전시 패널 내용의 “그 결과 해수면이 상승하고 빙하가 감소하면서 북극곰과 같은 동물들이

살 곳을 잃은 것은 물론 섬이나 해안지역이 물에 가라앉는 등 인류에게도 큰 문제를 불러올 것이다.”에서 과학의 발전으로 인해 온실가스의 배출량이 늘고 이로 인해 인류에게 문제가 발생한다는 점에서, 과학이 사회에 영향을 줄 수 있다는 STS를 암시적으로 알 수 있다고 판단하였다. M에 나타난 과학의 본성의 특징은 다음과 같이 나타났다(Fig 3).

G에 나타난 과학의 본성의 반영 빈도는 총 42건으로 나타난다. 이 중 전시물에 나타난 과학의 본성

Table 12. The analysis of NOS in J science center

N O S	STS	IMP
전시패널 내용	스포츠는 고대부터 인간의 능력을 시험하고 승부를 겨루는 수단이자 인류의 대표적인 여가활동이었다. 오늘날 인간의 생체 역학적 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.	
해 석	스포츠의 경쟁구도는 선수 개인의 능력을 넘어 기업 및 국가 간의 기술력 경쟁으로까지 변모하고 있으며, 인간의 한계를 극복하기 위한 끊임없는 노력에 과학이 기여한다는 설명으로, 과학이 기술과 사회(스포츠, 기업 및 국가 간 기술 경쟁)와 밀접한 연관을 맺으며, 서로 영향을 주고받을 수 있다는 것을 암시적으로 알 수 있다.	
	STS, IMP	
※ NOS : 과학의 본성, EMP : 검증 가능, TEN : 감정적, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적, SSC : 사회문화적, STS : 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법, R : 레퍼런스, T : 토픽, E : 설명적 패널, B : 서책식 패널, EXP : 명시적, IMP : 암시적		



※ EMP : 검증 가능, TEN : 감정적, THE : 이론의 본성, LAW : 법칙의 본성, CRT : 창의적, 상상력, INF : 관찰과 추론, SUB : 주관적, SSC : 사회문화적, STS : 과학기술사회의 관계, MET : 과학적 방법

Fig 4. The component of NOS in J science center

중 명시적인 내용의 빈도는 14%(6/42)로 나타났다. 하위요소는 STS가 38%(16/42)로 가장 많이 나타났고, MET, EMP, CRT, INF, TEN까지 총 6하위요소의 과학의 본성이 파악되었다.

4) 과학관 J에 나타난 NOS의 특징

J과학관에서 분석한 과학의 본성 요소 및 수준은 다음과 같다(Table 11).

첫째, 겨레과학기술관의 전시물에 나타난 과학의 본성은 SSC가 100%(1/1)로, 암시적인 과학의 본성이 나타났다. 둘째, 근·현대 과학기술관의 전시물에 나타난 과학의 본성은 STS가 82%(9/11), EMP가 18%(2/11)로 나타났다. 명시적 과학의 본성은 27%(3/11)를 차지했다. J에서 발견된 과학의 본성 중 유일하게 명시적인 과학의 본성이 나타난 전시물을 포함하고 있었다. 암시적인 과학의 본성은 73(8/11)%를 차지하였다. 셋째, 첨단과학기술 체험형 전시로 구성되어있는 첨단과학기술 체험관의 전시물에 나타난 과학의 본성은 CRT가 50%(1/2), INF 역시 50%(1/2)로 나타났다. 이들 모두 암시적인 과학의 본성이었다. 넷째, 기초과학관의 전시물에 나타난 과학의 본성은 총 STS가 100%(2/2)로, 모두 암시적인 과학의 본성이었다. 다섯째, 로봇세상으로 초대 전시물에 나타난 과학의 본성은 STS가 100%(3/3)로 나타났다. 이 또한 모두 암시적인 과학의 본성으로 분석되었다. 마지막으로, 인체와 로봇, 인체영상체험, 스포츠 과학으로 구성되어있는 생애주기체험관의 전시물에 나타난 과학의 본성은 CRT가 50%(1/2), STS 역시 50%(1/2)로 나타났다. 이들 역시 모두 암시적인 과학의 본성만 분석되었다. 다음은 J에서 가장 많이 분석된 STS가 나타난 전시 패널의 분석 내용이다(Table 12).

위의 전시 패널 내용은 스포츠에 과학이 어떤 영향을 미치는가에 대한 내용이다. “오늘날 인간의 생체 역학적 능력에 대한 기록 경신은 한계에 도달하였고 과학기술을 바탕으로 한 연구로 한계를 극복하려는 노력이 치열하다. ... 인간의 한계를 극복하기 위한 끊임없는 노력에 과학이 어떻게 기여하는지 알아보자.”에서 스포츠의 경쟁구도는 선수 개인의 능력을 넘어 기업 및 국가 간의 기술력으로까지 변모하고 있으며, 인간의 한계를 극복하기 위한 끊임없는 노력에 과학이 기여한다는 설명으로, 과학이

기술과 사회(스포츠, 기업 및 국가 간 기술 경쟁)와 밀접한 연관을 맺으며, 서로 영향을 주고받을 수 있다는 것을 암시적으로 나타내었다고 분석하였다. 다음은 J에 나타난 과학의 본성의 특징이다(Fig 4).

J에 나타난 과학의 본성의 반영 빈도는 총 21건으로 나타난다. 이 중 전시물에 나타난 과학의 본성 중 명시적인 내용의 빈도는 14%(3/21)로 나타났다. 하위요소는 STS가 70%(15/21)로 가장 많이 나타났고, CRT, INF가 각각 10%(2/21)로 두 번째로 많이 나타났다.

연구결과1에서는 국내 자연사박물관과 국립과학관의 전시물에 반영된 과학의 본성 하위요소와 그 수준(명시적, 암시적)에 대해 알아보았다. 국내 자연사박물관에 나타나는 과학의 본성 하위요소는 관찰과 추론(INF)의 과학의 본성이 가장 많이 나타났다. 이는 교육적 성격 보다는 전시적 성격이 강하다는 것과, 공통 등과 같은 화석에 관한 전시물이 많은 자연사박물관의 전시적 특징 때문으로 분석할 수 있다. 발견된 화석을 관찰하고 이에 따라 화석이 실제 존재했던 시기에 대해 추론을 함으로써 INF적 요소가 많았다는 해석이다. 자연사박물관의 전시적 특징과는 달리, 과학관은 전시적, 교육적 성격이다. 두 개의 과학관의 전시물에 반영된 과학의 본성을 분석해 보았을 때, 과학-기술-사회의 관계(STS)가 가장 많이 나타났다. 이는 최근 과학교육의 방향 및 목적에 부합하는 내용이다. 과학은 어려운 내용, 생활과 동떨어진 내용이 아닌, 과학과 기술 그리고 사회가 서로 연결되어 있으며 영향을 주고받는다는 내용을 포함한다. 하지만 과학관 역시 자연사박물관처럼 과학의 본성 하위요소는 편중되어 있으며 대부분 암시적 방법으로 표현되어 있음을 알 수 있다. 이를 고등학교 7차 교육과정과 2009 개정 교육과정의 과학과 지구과학부분에 나타나는 과학의 본성을 조사한 연구(이정원, 2016)와 비교해본다면, 7차 교육과정 지구과학부분에서는 SSC, EMP, INF가 지배적으로 나타났으며, 2009 개정 교육과정 지구과학 부분에서는 INF, CRT, LAW가 지배적으로 나타났기에, 과학의 본성을 학교교육과 과학관교육이 통합적으로 연계되어 학습의 장으로 활용이 된다면 전반적으로 대부분의 과학의 본성을 경험한다고 할 수 있을 것이다. 이는 각 과학의 본성을 명시적으로 교수하기에 주제에 따라 다양한 과학의 본성을 반영할 수 있음을 시사하며, 학교교육과 학교 밖의 교육 즉,

과학관교육이 연계가 이루어져야 완성된 과학의 본성을 교수 및 학습할 수 있음을 보여주고 있다.

2. 과학관 전시물 기반 NOS 교육 프로그램 개발 및 적용

1) 과학사 적용 NOS 교육 프로그램 개발

관람객들이 단순히 전시물을 읽고 지나간다면 과학의 본성을 함양하기 어렵지만, 전시물에 나타나 있는 과학자들의 이야기를 서사적으로 연극을 통해 나타내 준다면 과학의 본성 함양이 용이하다고 판단하였다. 이에 과학관 전시 기반 NOS 교육 프로그램의 연극 시나리오를 개발하였다. ‘빛을 연구한 과학자는?’의 내용으로 뉴턴, 호이겐스, 토마스 영의 실험을 연구자가 직접 해설사가 되어 관람객들에게 연극해설로 진행하였다. 과학사 관련 자료를 바탕으로 과학교육전문가와 의논하여 간단한 연극시나리오를 개발하고 전시물 기반 NOS 교육 프로그램에 초등학생이 비교적 이해하기 쉽다고 판단되는 ‘잠정성’, ‘관찰과 추론’, ‘창의적’, ‘과학적 방법’, ‘사회문화적’, ‘이론의 본성’, ‘법칙의 본성’의 7가지 과학의 본성 요소를 명시적으로 반영함에 따라 관람객들이 위의 7가지 과학의 본성을 함양할 수 있도록 하였다.

2) 전시물 기반 NOS 인식 변화 분석

과학관의 전시물을 기반으로 한 과학의 본성 교육프로그램을 통한 NOS 인식 변화를 분석하기 위

해 하루 4시간 8타임씩 8회, 총 64회의 교육프로그램을 운영하였다. 한 타임 평균 참가자는 7명으로, 총 400명을 대상으로 투입하였다. 연구대상은 평균 연령 8세의 관람객이었다(그림 5. 각 사전 사후 응답자 수는 교육프로그램 활동 중간에 참여하거나 떠난 관람객 수를 모두 감안하였기에 다를 수 있다).

가. 과학은 변한다.

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. 사전 검사에서 과학이 변한다고 대답한 관람객은 41명으로 72%였으나, 교육 프로그램 적용 후, 과학이 변한다고 대답한 관람객은 47명으로 87%로 나타났다. 프로그램을 적용하기 전에도 많은 관람객들이 과학이 변한다고 인식하고 있었지만, 프로그램 적용 후 과학이 달라졌냐는 질문에, 면답자 A는 “과학자들마다 생각이 달라서 과학이 변하는 것 같아요”라고 응답하였다.

나. 과학은 창의적이며 상상력을 동원한다.

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 표현과 활동에 명시적으로 나타나 있다. 사전에는 31명으로 55%, 교육 프로그램 적용 후 과학자들이 창의적인 상상력을 가지고 과학을



Fig. 5. NOS education program application scene

한다고 대답한 관람객은 35명으로 61%로 4명 정도 인식의 변화를 보여주었다. 참가자들 중 과학은 창의적이지 않다고 생각하다가 프로그램 적용 후 창의적이라고 대답한 참가자 중 C의 “뉴턴은 빛이 보이지 않지만 알갱이라고 상상했어요”라는 표현에서 과학이 창의적이라는 인식 변화를 불러일으킨 것으로 판단된다.

다. 과학은 사회적, 문화적 영향을 받는다.

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 명시적으로 알 수 있다. 사전에 관람객은 27명으로 47%, 프로그램 적용 후에는 과학이 사회·문화적인 영향을 받는다는 대답한 관람객은 41명으로 72%로 나타났다. 프로그램 적용 후 가장 많은 인식 변화를 일으킨 사회적, 문화적 영향의 경우 면담자들 대부분이 “호이겐스가 뉴턴과 다른 시대에 살았다면 인정받을 수 있을 것”이라고 응답하였다.

라. 과학은 다양한 과학적 방법을 통해 이루어진다.

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 이해한다는 것을 명시적으로 교수하였다. 사전에 그렇다고 동의한 관람객은 47명, 82%로 나타났으나, 교육 프로그램 적용 후, 과학이 여러 가지 과학적 방법을 통해 이루어진다고 대답한 관람객은 50명으로 89%로 나타났다.

마. 과학은 관찰과 추론에 의해 이루어진다.

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 암시적으로 포함되어 있다. 사전조사 38명 (68%)이 그렇다고 동의하였고 이는 사후에도 변함은 없었다. 교육프로그램 투입 전에 관찰과 추론(INF)을 이해하지 못했다고 대답한 관람객이 8명이었던 것에 비해, 교육프로그램 투입 후에는 11명으로 늘어난 것은 명시적인 방법으로 소통하는

것에 문제가 있는 것으로 판단된다.

바. 이론의 기능과 본성

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 반영되어 있었다. 교육프로그램을 적용하기 전, 사전 검사에서 이론의 본성을 이해한 관람객은 32명(58%)이었으나 교육 프로그램 적용 후, 이론의 본성을 이해한 관람객은 33명 (54%), 면담에서 “이론이 뭔지 모르겠어요”, “법칙이 뭔지 몰라요”라고 대답하였다. 이는 이론과 법칙이 무엇인지 명시적으로 제시되지 않고, 암시적으로 나타냈기 때문이라고 분석된다.

사. 법칙의 기능과 본성

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 63%로 나타났으나, 교육 프로그램 적용 후, 법칙의 본성을 이해한 관람객은 68%로 나타나 법칙의 본성을 이해한 관람객이 증가했으며, 사전 검사에서 법칙의 본성을 이해하지 못했다는 답변보다 사후 검사에서 법칙의 본성을 이해하지 못한 관람객의 비율이 4%증가하였다. 이는 과학적 법칙이라는 초등학생이 이해하기 어려운 주제를 명시적으로 다루지 않았기 때문으로 볼 수 있다.

연구 2에서는 연구 1의 결과를 바탕으로, 비행식 교육기관인 과학관의 전시물을 기반으로 한 과학의 본성 교육프로그램을 개발하였고, 이를 적용하여 그 효과를 조사하였다. 교육프로그램을 개발할 때 과학의 본성 요소 10가지 모두를 반영하였다. 그 중 EMP, TEN, INF, CRT, SUB, SSC, MET를 명시적으로, LAW, THE, STS를 암시적으로 반영하였다. 이에 대한 교육적 효과를 본 설문지 및 면담에서 나타난 결과는 명시적으로 반영한 과학의 본성은 사전 검사보다 사후 검사에서 정성적으로 이를 이해하는 관람객수의 증가는 있었으며 암시적으로 반영한 과학의 본성은 교육효과에 영향을 주지 못했다. 이에 따라 과학의 본성 교육 프로그램을 개발 및 적용할

때, 명시적인 과학의 본성을 많이 반영해야 한다는 결론에 도달하였다.

IV. 결론 및 제언

국내의 자연사박물관 및 과학관에 반영된 과학의 본성의 특징을 파악하고 이를 토대로 개발한 과학의 본성 프로그램의 적용 후 관람객들을 통한 교육 효과를 알아보았다. 결과를 토대로 다음과 같은 결론 및 제언을 제시할 수 있다.

첫째, 과학관의 과학의 본성의 반영은 다양한 주제에 따라 모든 요소의 반영이 필요하다.

자연사박물관과 과학관은 모두 과학관에 속하지만, 과학관의 전시물에 반영된 과학의 본성을 요소별로 분석해보았을 때 자연사박물관과 과학관은 전시물의 특징이 달랐다. 자연사박물관의 전시물은 천문과 지질 주제의 전시물, 공룡주제 전시물, 생물 주제 전시물로 나누어진다. 이 중 공룡과 생물 주제 전시물에서 특히 관찰과 추론(INF)의 과학의 본성 요소가 편중되어 있었다. 과학관의 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 하위요소의 과학의 본성이 반영될 수 있도록 전시물을 개발해야 할 필요성이 있다.

둘째, 명시적인 과학의 본성 프로그램의 개발이 필요하다.

과학관의 전시물에 반영된 과학의 본성을 명시적인 관점과 암시적인 관점으로 분석해보았을 때, 국내 과학박물관 네 곳 모두 암시적인 관점의 과학의 본성이 지배적으로 나타났다. 암시적인 관점과 명시적인 관점으로 과학의 본성의 특징을 보았을 때는 자연사박물관과 과학관 모두 암시적인 관점의 과학의 본성 반영이 지배적이었다. 전시물에 나타난 과학의 본성이 암시적이라면, 전시물을 통한 관람객들의 높은 과학의 본성 함양을 기대하기는 힘들다. 과학관에서 전시물의 주제별로 다양한 하위요소의 과

학의 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 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, 과학의 본성 보충 프로그램을 개발하여 적극적으로 활용할 수 있는 전문가가 필요하다.

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 프로그램의 효과를 볼 수 있었다. 하지만 암시적으로 반영시킨 과학의 본성 요소인 관찰과 추론(INF), 이론의 본성(THE), 법칙의 본성(LAW)의 경우 프로그램의 효과를 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 통해서도 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(Park et al., 2014; 박영신, 2015a).

국문요약

본 연구의 목적은 대표적인 비형식 교육기관인 과학관에서의 과학의 본성에 대한 현황을 파악하여 특징을 분석하고, 발전 방향을 모색하여 과학관 전시물 기반의 과학의 본성 교육 프로그램을 개발하고 적용하는데 있다. 과학관에서의 과학의 본성 분석 도구(NOSAT_ISM)를 이용하여, 국내 과학박물관 4곳의 전시물의 과학의 본성 현황을 분석하고 국내 과학관에 과학의 본성의 특징을 알아보았다. 또한 과학관 전시물의 과학의 본성 분석 결과를 바탕으로 과학관 전시물에 제한적으로 나타난 과학의 본성을 보충하기 위해 과학관 전시물 기반의 과학의 본성 교육프로그램을 개발 및 적용하였다. 연구 결과는 다음과 같다. 첫째, 국내 과학관 두 곳의 전시물에 반영된 과학의 본성을 분석한 결과, 대부분 암시적이었으며, 과학·기술·사회의 관계를 나타낸 과학의 본성 요소가 지배적으로 나타났다. 국내 자연사박물관 두 곳의 전시물에 반영된 과학의 본성을 분석한 결과, 역시 대부분 암시적이었으며, 관찰과 추론의 과정을 묘사한 과학의 본성 요소가 지배적으로 나타났다. 둘째, 과학관 전시물에 제한적으로 나타난 과학의 본성을 보충하기 위해, 본 연구에서 개발한 과학사를 반영한 과학관 전시물 기반의 과학의 본성 교육 프로그램을 적용한 후 질적 연구를 통해 설문을 개발하여 투입한 결과, 사전과 사후검사에 명시적으로 반영시킨 과학이 잠정적이며, 창의력과 상상력을 필요로 하고, 사회·문화적임을 반영하고, 과학적 방법을 사용한다는 과학의 본성의 경우에만 긍정적인 변화가 있었다. 이 연구를 통해 도출된 결론은 다음과 같다. 과학관과 자연사박물관이라는 전시관의 주제에 따른 특징별로 전시물에 나타나는 과학의 본성 요소가 달랐으며, 암시적인 접근의 과학의 본성이 대부분이었다. 이에 따라 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 있으며 이를 개발 및 적용할 수 있는 역량을 위한 과학관 교육자들의 전문성이 요구된다.

References

- 강석진, 김영희, 노태희 (2004). 과학사를 이용한 소집단 토론 수업이 학생들의 과학의 본성에 대한 이해에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 24(5), 996-1007.
- 교육과학기술부 (2015). 2015 개정 교육과정 총론 및 각론 확정·발표.
- 김도욱 (2015). 과학사 주제에 따른 과학사-역할놀이가 대학생의 과학의 본성의 변화에 미치는 효과 -원자모형의 변천과 멘델레프의 주기율표의 변천 주제를 중심으로-. 39(1), 15-27.
- 김영선 (2013). 과학의 본성에 대한 예비과학교사들의 인식 분석. 조선대학교 교육대학원 석사학위논문
- 김찬중, 신명경, 이선경 (2010). 비형식 과학학습의 이해. 서울 : 북스힐
- 노태희, 김영희, 한수진, 강석진 (2002). 과학의 본성에 대한 초등학생들의 견해. 한국과학교육학회지, 22(4), 882-891.
- 박영신, 이정화 (2011). 과학관 도슨트 양성 프로그램의 실태 분석 및 발전 방향 모색. 한국지구과학회지, 32(7), 881-901.
- 박영신 (2015a). 상황학습을 통한 과학 도슨트의 전문성 연구. 대한지구과학교육학회지, 8(1), 98-113.
- 박영신 (2015b). 2015 과학관 전문인력양성 교육자료집.
- 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.
- 윤혜경, 장병기, 나지연 (2005). 과학 수업시간에 해보는 과학연구. 서울 : 드림웍스21.
- 이선경, 신명경, 김찬중 (2005). 자연사박물관의 전시에 반영된 과학의 본성. 한국지구과학회, 26(5), 376-386.
- 이영희 (2008). 전래동요 놀이 활동이 유아의 친사회적 행동에 미치는 영향. 전북대학교 교육대학원 석사학위논문
- 이영희 (2014). 우리나라 생명과학 관련 분야 재미과학자들은 어떻게 과학의 본성을 이해하고 있

- 는가? 한국과학교육학회지, 34(7), 677-691
- 이정원 (2016). 지구과학교육과정에 반영된 과학의 본성 수준과 특징. *조선대학교 교육대학원 석사학위논문*
- 이정원, 박영신, 정다혜 (2016). 교육과정 개정에 따른 과학의 본성 수준 및 반영정도 탐색: 7차 및 2009 개정교육과정사례 분석. *대한지구과학교육학회지*, 9(2), 217-232.
- 정감순 (2011). 자연사박물관의 진화관 전시물 패널에 반영된 과학의 본성 분석. *단국대학교 교육대학원 석사학위논문*
- 최은지 (2013). 과학대중화를 위한 자연사박물관 전시물의 과학커뮤니케이션 반영정도 분석. *조선대학교 대학원 석사학위논문*
- 한수진, 양찬호, 노태희 (2013). 과학 탐구의 본성에 대한 명시적·반성적 탐구 학습 프로그램의 영향. *대한화학회지*, 57(1), 115-126.
- 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.
- Duschl, R. A. (1990). *Restructuring science education: The importance of theories and their development*. New York: Teacher's College Press.
- Irwin, A. R. (2000). Historical case studies: teaching the nature of science in context. *Science Education*, 84(1), 5-26.
- 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. (1998). Avoiding De-Natured Science: Activities that Promote Understandings of the Nature of Science. In McComas, W.F. (1998), *The nature of science in science education: Rationales and strategies*, pp.83-126. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Lederman, N. G., Schwartz, R. S., Abd-El-Khalick, F., & Bell, R. L. (2001). Preservice teachers' understanding and teaching of the nature of science: An intervention study. *The Canadian Journal of Science, Mathematics, and Technology Education*, 1(2), 135-160.
- 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.
- National Research Council (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.
- Park, Y-S., Park, J-H., & Ryu, H-S. (2014). Exploring the characteristics of STEAM program developed by docents and its educational impact in the natural history museum. *Journal of the Korean Society of Earth Science Education*, 7(1), 75-90.
- Solomon, J., Duveen, J., Scott, L., & McCarthy, S.(1992). Teaching about the nature of science through history: Action research in classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 409-421.