

특성화고 학생들의 과학의 본성(NOS) 이해를 위한 과학기술사 수업 프로그램의 개발 및 적용

서동현 · 이영희^{1*} · 조현국¹
동일공업고등학교 · ¹단국대학교

Development and Implementation of the History of Science and Technology Program for Understanding of Technical High School Students about the Nature of Science

Dong Hyun Seo · Young Hee Lee^{1*} · Hunkoog Jho¹
Dongil Technical High School · ¹Dankook University

Abstract : The purpose of this study was to develop a program for the history of science and technology in order for the technical high school students to understand the nature of science (NOS). The program was composed of the six topics based on the textbooks such as convergence science and physics I, and was taught to 290 10th graders at a technical high school located in the metropolitan area. The questionnaire about NOS was asked the students before and after the instruction, so as to investigate the effect of the program on improving their understandings of NOS. The analysis followed t-test and ANOVA using SPSS 23.0 for Windows program. The questionnaire based on the conceptual framework of the four themes of the NOS (Lee, 2014). The research findings were as follows. First, the program was effective in improving their understanding of NOS since the t-test result was significant statistically for the overall domains of NOS ($p < .01$). Second, there was no significant gender differences in the understanding of NOS among technical high school students ($p < .05$), neither did their majors ($p < .05$). Third, all domains in NOS were statistically correlated ($p < .01$), and in a particular, each domain was consistently correlated with the aspect of the nature of the interactions among science, technology, and society. Hence, the further studies should be conducted to examine how the history of science and technology effects the understanding of the NOS and how the domains in NOS affected each other.

keywords: nature of science, history of science and technology, program evaluation, technical high school students

I. 서론

인공지능(AI) 기술의 생활화와 함께 제4차 산업

혁명에 대한 기대와 우려가 확산되고 있다. 4차 산업혁명은 인공지능, 로봇, 빅데이터, 모바일, 사물인터넷 등 다양한 과학기술의 혁신을 통해 학문과 산업분야의 융복합이 가속화되는 현상을 말한다.

*교신저자 : 이영희(yhlee2014@dankook.ac.kr)

**이 논문은 서동현의 2016년도 석사 학위논문을 기초로 보완 연구를 하여 수정한 것임.

***이 논문은 2015년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2015S1A5A8018322).

****이 연구는 2016학년도 단국대학교 대학연구비 지원으로 연구되었음.

*****2017년 2월 3일 접수, 2017년 3월 23일 수정원고 접수, 2017년 4월 3일 채택

<http://dx.doi.org/10.21796/jse.2017.41.1.60>

과학기술의 발전으로 인해 나타나는 사회문화의 적응과 직업 생태계 변화에 적응하기 위해서는 과학은 더 이상 미래의 과학자가 되려하는 소수를 위한 학문이 아닌 모든 사람들에게 보편적인 가치와 생활 속의 지식 및 소양으로 제공되어야 함이 강조되고 있다(AAAS, 1989, 1993; Choi *et al.*, 2011; Driver *et al.*, 1996; Lee, 2014; OECD, 2007, 2013). 2015 개정 교육과정에서도 과학적 소양 함양을 통해 자연 현상을 통합적으로 이해하고, 과학기술의 발달에 따른 파급효과와 문제점을 인식하며, 관련된 문제에 대해 합리적으로 판단할 수 있는 것을 추구한다(MOE, 2015).

과학적 소양은 학생들이 과학지식과 기술이 형성되고 발전하는 과정을 이해하고, 현실에서 직면하는 문제를 과학적 사고와 태도로 접근하여 해결할 수 있는 능력을 갖추는 것을 말하며, 21세기 현대 사회를 살아가는 모든 사회 구성원들이 갖춰야 할 필수적인 이해와 태도를 의미한다(AAAS, 1990, 1993). 과학적 소양을 함양하기 위해서는 과학 지식의 개념적 이해와 생성과정, 그리고 과학의 사회·문화적 관계 등을 인식해야 하는데, 이는 과학의 본성(NOS: nature of science)과 밀접한 관련이 있다(Byun, 2013). 과학교육에서의 과학의 본성은 과학적 소양의 함양을 위한 핵심적인 요소로 간주되고 있으며(AAAS, 1990, 1993; Ackerson, Buzzelli & Donnelly, 2010; McDonald, 2010; NRC, 1996, 2012; NSTA, 1982), 과학의 본성에 대한 이해와 교수학습 전략 등 다양한 연구가 수행되고 있다.

과학의 본성은 과학 개념의 본질 및 과학 활동의 이면에 감춰진 특성, 사회문화 속에서의 과학의 역할 등에 대한 과학의 인식론적 측면으로(Lederman, 1992), 과학과 관련된 다양한 사회적 연구들을 혼합한 '복합 영역'이다(McComas, Clough, & Almazroa, 1998). 과학의 본성에 대한 중요성에도 불구하고 많은 선행 연구들은 학생과 교사 모두 과학의 본성에 대한 이해가 부족하다는 것을 지적하고 있다(Kim, 2010; Lederman, 1992; Rubba, Horner & Smith, 1981). 과학의 본성은 그 개념 자체가 복잡하고 추상적이어서 이를 효과

적으로 가르치는 것이 매우 어렵다. 이에 많은 연구자들이 과학의 본성을 가르치기 위한 효과적인 교수학습 방법을 연구해 왔으며, 이 중 과학사를 활용한 교육이 효과적으로 과학의 본성을 지도할 수 있는 방안의 하나로 제시되었다(Conant, 1953; Rutherford, 2001).

과학사란 과학과 기술을 역사적 사건으로 취급하여 그것의 변천, 전개 과정 등을 역사적 맥락으로 이해하려는 학문이다(Lee & Lee, 2009). 과학사에는 과학 지식의 생성과정, 과학자의 업적, 사회와의 갈등 등이 잘 나타나 있으므로 과학사를 이용한 교육은 학생들에게 다양한 과학 사례를 제시해 줄 수 있고, 과학의 발달 과정을 올바르게 이해할 수 있게 한다. 따라서 과학사를 활용하는 수업은 과학의 본성에 대한 이해와 과학에 대한 긍정적인 태도 함양에 큰 역할을 할 수 있다(Byun, 2013). 한편, 과학의 본성에 대한 최근의 연구들은 과학 외에도 기술에 대한 이해를 통합해 가르치고자 시도하고 있다(Kim, Jung, Woo, & Lee, 2012; NRC, 2012). 이러한 통합적 관점에서의 과학의 본성은 과학과 상호작용하는 기술에 대한 이해와 기술적 소양을 함께 강조하고 있다. 이에 따라 미국을 비롯하여 여러 나라에서 과학, 기술, 공학, 수학을 포괄하여 통합적인 접근으로 강조하는 STEM 교육이 중점적으로 이뤄지고 있으며(Sanders, 2009), 우리나라에서도 STEM 외에 예술 영역을 추가하여 STEAM 교육을 통한 미래형 융합인재 양성을 추천하고 있다(MEST, 2011, 2012; NSTC, 2015).

과학기술사를 활용한 수업은 과학의 본성에 대한 이해 증진에 도움이 된다는 점을 여러 선행 연구에서 밝히고 있다. 과학기술사 교육은 1980년대 이후 과학교육 개혁의 일환으로 STS 교육 운동이 시작되면서 과학을 기술과 사회와의 상호 관련성을 통해 학습하도록 하는 흐름에서 형성되었다(Kim, 2012). 지금까지 국내에서 수행된 과학기술사 관련 선행 연구들은 학생이나 교사의 과학의 본성에 대한 이해, 과학에 대한 태도나 흥미, 과학학습 성취도 또는 진로지향도 등 다양한 측면에서 과학기술사 수업이 기여하는 교육적 효과 측정에 중점을 두었다. 이 중 학생의 과학의 본성에 관한 연구로

Byun(2013)은 초등과학 영재들을 대상으로 과학사 활용 수업을 제작하고 적용해 봄으로써 학생들의 과학의 본성에 대한 이해와 과학에 대한 태도가 긍정적으로 변화함을 확인하였다. Choi(2008)는 과학사를 활용한 과학수업이 중학생들의 실험에 관한 과학의 본성 이해에 긍정적인 영향을 끼친다는 것을 보고하였다. Park & Yoo(2013)는 고등학교 영재학생들을 대상으로 과학사 기반 화학자 탐구 프로그램을 개발하고 학생들에게 적용한 결과, 과학의 본성에 대한 인식이 프로그램 적용 후에 유의미한 향상이 있음을 발견하였다. Kim *et al.* (2008)은 중학교 학생들의 과학의 본성에 대한 이해를 향상시키고자 ‘물질의 구성’ 단원의 과학사 소재로 과학 이론의 형성 및 변화 과정 등의 정보를 제공하면서 학생들의 반성적 사고 활동을 강조한 명시적·반성적 과학의 본성 수업을 고안한 후, 학생들의 과학의 본성에 대한 이해, 학업 성취도, 과학 수업에 대한 즐거움에 미치는 효과를 조사하였다. 연구 결과, 과학사 소재의 명시적·반성적 과학의 본성 수업은 전통적 수업보다 과학의 본성에 대해 부적절한 견해를 지니고 있던 학생들의 관점을 바람직한 관점으로 전환하는데 효과적임을 확인하였다. 그러나 대부분의 연구는 초등학생 또는 영재학생들을 대상으로 주로 이루어졌고, 실제 과학기술 관련 진로진학을 목적으로 하는 학생들의 과학의 본성과 성취도, 태도 등에 관한 연구는 거의 이루어지지 않았다.

따라서 본 연구에서는 공업계 특성화고 학생들을 대상으로 과학사 및 과학기술자를 중심으로 구성된 과학기술사 수업 프로그램을 개발, 적용함으로써 학생들의 과학의 본성에 대한 이해의 변화를 관찰하였다. 과학기술사 수업을 통한 학생들의 과학의 본성에 대한 사전 사후 변화에 대한 비교와 함께 전공별, 성별에 따른 차이가 있는지 함께 조사하였다. 특히, 공업계열 특성화고는 남학생들이 다수를 차지하고 있으며, 전공에 따라 지원자의 성별을 제한하고 있어 학생들의 과학의 본성에 대한 인식에 성별이나 전공에 따른 차이가 있는지 알아보고자 이와 같이 설계하였다. 이에 본 연구의 연구문제는 다음과 같다. 첫째, 과학기술사 수업 프

로그램은 공업계 특성화고 학생들의 과학의 본성에 대한 이해에 효과가 있는가? 둘째, 과학기술사 수업 프로그램을 통한 공업계 특성화고 학생들의 과학의 본성에 대한 이해는 성별 및 전공에 따라 차이가 있는가?

II. 연구 방법

1. 연구 대상 및 기간

본 연구는 수도권에 위치한 공업계열 특성화 고등학교 1학년 학생 290명을 대상으로 하였다. 해당 학교의 1학년은 총 5개의 전공(디지털전자제어과, 컴퓨터미디어보안과, 지형공간디자인과, 자동차공조시스템제어과, 자동차과)로 구성되어 있으며, 각 전공별 2개 학급이 개설되어 총 10개 반으로 구성되어 있다. 각 반은 약 32-33명으로 구성되어 있으며, 기본적으로는 남녀공학이나 자동차공조시스템 제어과와 자동차과는 전공의 특성으로 인해 남학생들만이 지원 가능하며, 전체 학생들 중 남학생은 242명, 여학생은 48명이다. 또한 전공 구성은 입학시 학생들의 지원 선택으로 이루어지나, 지원이 많을 경우에는 성적이 높은 순으로 전공 선택권이 부여된다. 대체로 컴퓨터미디어보안과와 자동차과의 평균 지원생들의 성적이 가장 높고, 나머지 3개 전공은 비슷한 수준이다. 연구 대상 학교는 졸업 후 기술관련 분야로의 취업을 목적으로 하기 때문에 공업 및 기술관련 교육과정의 집중 이수와 함께 다양한 과학기술에 대한 폭넓은 이해를 강조하고 있다. 따라서 본 연구에 참여한 학생들이 어떻게 과학의 본성을 인식하는지 살펴봄으로써 과학기술 분야의 예비 전문 기능인들의 과학에 대한 이해와 교육과정 수립에 대한 시사점을 탐색할 수 있을 것으로 추측된다. 연구 참여 학생들은 모두 학교 교육과정에서 과학의 본성을 배운 적이 없었고, 구체적인 연구의 대상은 Table 1과 같다.

본 연구는 2016년 3월부터 11월까지 총 9개월에

Table 1. The information about participants in this study

| 전공 | 학년-반 | 반별 인원(명) | 전공별 인원(명) | 성별(명) | |
|-------------|------|----------|-----------|-------|----|
| | | | | 남 | 여 |
| 디지털제어과 | 1-1 | 32 | 65 | 54 | 11 |
| | 1-2 | 33 | | | |
| 컴퓨터미디어보안과 | 1-3 | 32 | 65 | 50 | 15 |
| | 1-4 | 33 | | | |
| 지형공간디자인과 | 1-5 | 32 | 64 | 42 | 22 |
| | 1-6 | 32 | | | |
| 자동차공조시스템제어과 | 1-7 | 33 | 66 | 66 | 0 |
| | 1-8 | 33 | | | |
| 자동차과 | 1-9 | 15 | 30 | 30 | 0 |
| | 1-10 | 15 | | | |
| 총 | 10개반 | 290 | 290 | 242 | 48 |

걸쳐 수행되었다. 3월부터 7월까지의 문헌연구를 중심으로 과학의 본성 및 과학사 관련 선행연구를 통하여 과학기술사 프로그램 개발을 위한 자료를 수집하고 과학자와 과학기술자 이야기를 중심으로 과학기술사 프로그램을 개발하였다. 8월에는 학생들의 과학의 본성에 대한 이해를 탐구할 수 있는 설문지 등을 구성하고 연구 대상 학생들의 과학의 본성 이해 사전조사를 실시한 후, 9월부터 10월까지 과학기술사 개발 수업 프로그램을 주 1회 적용하였다. 프로그램 처치 후 변화된 학생들의 과학의 본성 이해 정도를 조사하기 위하여 사후검사를 10월에 실시한 후 설문지 분석을 수행하였다.

2. 연구방법

1) 연구방법

본 연구에서는 공업계 특성화고 학생들을 대상으로 과학기술사 수업 프로그램을 개발하고 이를 수업 처치 후, 학생들의 과학의 본성의 이해 변화를 확인하기 사전-사후 과학의 본성 인식 조사를 수행하여 결과를 분석하는 실험 연구 방법(One-Group Pretest-Posttest Design)을 활용하였다. 프로그램 사전 및 사후 검사의 비교를 통해 학생들의 과학의 본성에 대한 인식 변화를 조사하였다. 과학기술사 프로그램은 총 6개의 과학기술사 주제를 중심으로 구성된 수업 프로그램으로 수업지도안, 강의자료,

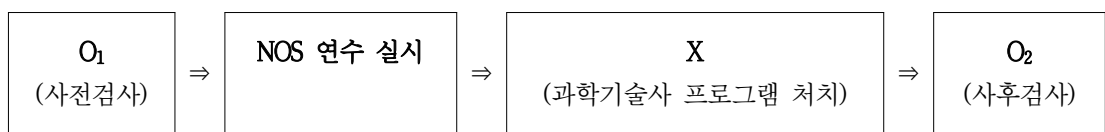


Figure 1. Research Design

학생활동지 등으로 구성된다. 일주일에 1차시 수업 진행으로 총 8차시 수업 진행 후 사후 검사를 실시하였으며, 설문 결과는 SPSS 23.0 for Windows 프로그램을 이용하여 사전-사후 통계 분석을 실시하였다.

2) 분석도구

과학의 본성 이해를 조사하기 위한 설문은 Lee(2014)가 제시한 과학의 본성의 개념틀을 바탕으로 구성하였다. Lee(2014)는 과학적 소양을 중심으로 과학의 본성을 4가지 영역으로 구분하였는데, 지식체계로서의 과학의 본성, 탐구하는 방법으로서의 과학의 본성, 사고하는 방법으로서의 과학의 본성, 과학과 기술, 사회의 상호작용하는 과학의 본성으로 구분된다. 본 연구에서는 과학자들의 과학의 본성 인식 연구를 위해 개발된 설문 문항(Lee, 2014)을 이 연구의 목적과 대상에 맞도록 수정 보완하여 활용하였다. 설문지 문항의 내용 및 용어는 특성화고 학생들의 이해 수준에 맞도록 수정하였으며, 설문지의 보완 및 검토 과정은 연구자와 과학 교육 전문가 1인의 지속적인 논의를 통하여 이루어졌다. 설문지는 과학의 본성 4가지 영역별로 4~6개 문항으로 구성해 총 20문항의 5단계(매우 그렇다/그렇다/보통이다/아니다/매우 아니다) 리커트 척도로 만들어졌다. 설문 결과의 신뢰도는 각 영역별로 Cronbach α 값이 .60에서 .80로 신뢰할 만 한 것

으로 나타났다. 결과 분석은 과학의 본성 4개 영역에 대한 사전-사후평균 비교와 사후검사 결과에 대한 성별 및 전공별로 비교하였다. 또한 과학의 본성 4가지 영역의 영역별 상관관계를 분석함으로써 과학의 본성 각 영역이 상호 어떤 관계가 있는지 조사하였다.

3. 연구 절차

1) 과학기술사 수업 프로그램 개발을 위한 문헌연구 및 교육과정 분석

과학기술사 수업 프로그램을 계획 및 개발하고 적용하기 위해 2016년 3월부터 11월까지 총 9개월 간에 걸쳐 현직 특성화 고등학교 과학교사 1인과 과학교육 전문가 1명이 본 연구에 참여하였다. 연구자들은 1달에 2회 이상의 지속적인 세미나를 통해 프로그램을 개발하고 적용하였다. 무엇보다 개발된 프로그램이 교육과정 진행에 위배되지 않고 실천 가능하도록 다양한 과학의 본성에 관련된 문헌 연구를 분석하고, 교육과정과 면밀히 비교함으로써 프로그램을 개발하였다. 또한 과학의 본성에 대한 명시적 학습이 가능하도록 설문의 개념적 틀에 해당하는 과학의 본성 4가지 각 영역별로 내용을 구성하고, 관련되는 과학기술자를 포함하도록 하였다. 교육과정 연계성을 높이고자 2009 개정 고

Table 2. The conceptual framework of the NOS instrument in the study

| NOS 영역 | NOS 영역 내용 | 설문 문항 번호 |
|--------|--|----------------------------|
| I | 지식 체계로서의 과학의 본성 (Nature of science as a body of knowledge) | 1, 2, 3, 4 |
| II | 탐구하는 방법으로서의 과학의 본성 (Nature of science as a way of inquiry) | 5, 6, 8, 9, 12 |
| III | 사고하는 방법으로서의 과학의 본성 (Nature of science as a way of thinking) | 7, 10, 11, 13 |
| IV | 과학과 기술, 사회와 상호작용하는 과학의 본성 (Nature of science among science, technology and society) | 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 |

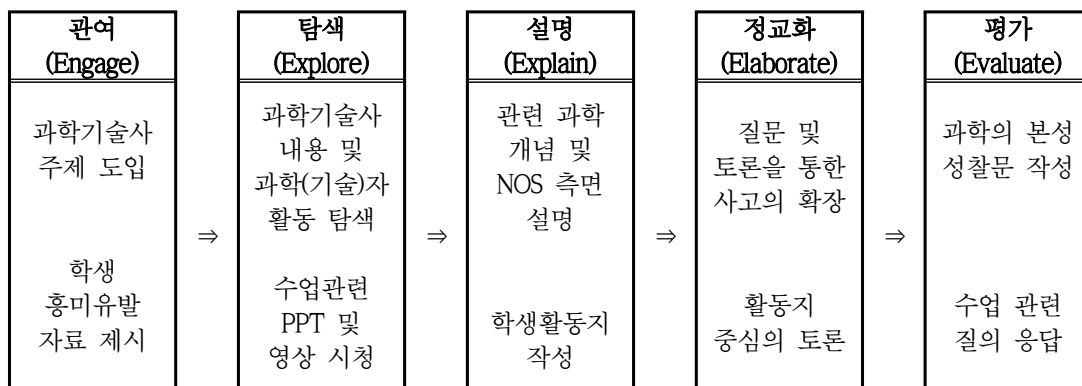


Figure 2. An example of 5E learning cycle developed in this study

등학교 과학과 교육과정을 분석하여 교육과정에서 제시하는 단원 및 과학개념과 관련된 과학기술사 내용 및 과학기술자를 선정하였다.

2) 과학기술사 수업 프로그램 개발

과학기술사 수업 프로그램의 주제는 고등학교 융합과학 및 물리 I 교과서에 포함된 내용 중 공업계열 특성화고 학생들의 지식수준을 고려하여 수업에 적용하기 적합한 과학기술사 주제를 6개 선정하였다. 또한 과학의 본성의 각 영역의 요소를 반영하는 과학기술사 내용을 담도록 프로그램을 구성하였다. 각 과학기술사 주제는 1차시 분량으로 수업지도안, 수업활용 PPT 자료, 그리고 학생 활동지 등을 함께 개발하였다. 수업 구성은 5단계 순환학습 모형을 활용하였다. 이는 관여(Engage), 탐색(Explore), 설명(Explain) 정교화(Elaborate), 평가(Evaluate) 단계에 따라 과학사의 이야기와 자료를 통해 과학의 본성을 탐구할 수 있도록 구성하였다. 각 단계에서는 주제에 따라 적절한 자료 및 수업 내용을 활용하여 수업을 전개하였다. 부록 1은 7차시 수업 주제인 ‘경쟁을 통한 발전’ 수업의 수업지도안이며, Figure 2는 5E 수업지도안 구성의 단계별 활동 내용이다.

각 차시의 수업은 과학자 또는 과학기술자가 발견한 과학개념의 설명보다는 그들의 연구 활동 및 업적을 중심으로 과학 지식의 생성과정에 집중하여

구성하였고, 다양한 과학의 본성에 관한 내용이 포함되도록 하였다. 한편 과학의 본성 내용을 효과적으로 도입할 수 있도록, 과학사 속의 과학자 및 과학기술자의 이야기나 유튜브(Youtube) 등의 소셜 미디어 자료, 과학관련 신문이나 잡지 등 다양한 자료를 최대한 활용하여 쉽고 흥미로운 수업 프로그램을 개발하고자 하였다. 수업 PPT자료는 학생들이 과학기술사 주제 및 내용을 쉽게 이해하고 스스로 과학의 특성이나 주제 관련 과학의 본성에 대한 생각을 할 수 있도록 구성하였고, 차시별로 강조하는 과학기술사 관련 과학의 본성 내용을 명시적으로 포함하였다. 학생 활동지는 차시별로 과학자 또는 기술자의 생애 및 활동의 내용이나 특징을 기록할 수 있는 문항으로 구성하여, 수업 진행 중 질문에 응답하면서 자연스럽게 과학의 본성에 대한 이해를 유도할 수 있도록 구성하였다. 또한 활동지에는 조별로 토론이나 함께 생각해 볼 수 있는 문제를 2~3개 정도 포함시켜 수업 중 스마트폰을 활용하여 인터넷 검색 및 조별 토의를 통해 작성할 수 있도록 하였다. 개발된 프로그램에 대한 이해를 돕기 위해 7차시 수업 주제인 경쟁을 통한 발전 수업의 활동지와 수업 PPT자료를 부록 2, 3에 수록하였다. Table 3은 대략적인 과학기술사 프로그램의 주제 및 과학적 개념과 관련 교육과정의 단원 및 NOS 영역에 대한 소개를 나타내고 있다.

Table 3. The topics and NOS related for the history of science and technology program

| 목록 | 과학기술사 수업 주제 및 관련 과학(기술)자 | 과학 개념 | 관련 교육과정 및 단원 | 강조 NOS 영역 |
|----|-------------------------------|------------|----------------------|--|
| 1 | NOS 사전연수 | 해당없음 | 과학의 본성 | · NOS 정의 · NOS 특성과 내용 |
| 2 | 상식을 넘어선 이성 (갈릴레오 갈릴레이) | 천동설과 지동설 | 융합과학 태양계와 지구 | · NOS 영역 I · NOS 영역 II · NOS 영역 IV |
| 3 | 종의 기원 (찰스 다윈) | 진화론 | 융합과학 생명의 진화 | · NOS 영역 I · NOS 영역 II · NOS 영역 III · NOS 영역 IV |
| 4 | 보이지 않는 광선 (마리 퀴리) | 라듐과 방사선 | 융합과학 우주의 기원과 진화 | · NOS 영역 II · NOS 영역 IV |
| 5 | 시간 측정의 역사와 원리 (장영실) | 양부일구와 자격루 | 융합과학 인류의 건강과 과학기술 | · NOS 영역 II · NOS 영역 IV |
| 6 | 하늘을 나는 꿈 (라이트 형제 & 산토스 뒤몽) | 양력과 비행기 | 물리 I 에너지 | · NOS 영역 II · NOS 영역 IV |
| 7 | 경쟁을 통한 발전 (토마스 에디슨 & 니콜라 테슬라) | 전기의 발전과 이용 | 물리 I 정보와 통신 | · NOS 영역 II · NOS 영역 III · NOS 영역 IV |

3) 과학기술사 수업 프로그램 적용 및 효과 분석

특성화고 학생들의 과학의 본성에 대한 이해를 돕기 위하여 개발된 과학기술사 수업 프로그램은 총 6개의 수업 주제로 구성되어 총 8차시로 진행되었다. 프로그램 전후에 과학적 소양에 근거한 4가지 영역의 과학의 본성에 대한 설문을 실시하여 참여 학생들의 프로그램 시행 전후의 인식 변화를 조사하였다. 또한 연구 참여 학생들은 과학의 본성에 대한 사전 학습 경험이 없었으므로, 프로그램을 통한 과학의 본성에 대한 효과적인 이해를 위해서 프로그램의 시행 전에 사전 연수 차원으로 과학의 본성 관련 2차시 수업을 진행하였다. 사전 연수 수업은 개발 프로그램의 효과적인 운영뿐 아니라 고등학교 교육과정의 융합과학에 대한 학습 효과를 높

일 수 있도록 과학의 정의와 과학 탐구 활동의 특성 등을 포함한 전반적이고 기초적인 과학의 본성 관련 내용을 포함하였다. NOS 연수 차원의 2차시 수업 시행 후 학생들은 2016년 8월부터 10월까지 6개 주제의 과학기술사 수업에 참여하였다. 참여 학생들은 1주일 총 3차시의 과학 수업 중 2차시는 융합과학 교과서를 활용한 강의식 수업에 참여하였고, 나머지 1차시는 개발 과학기술사 수업 프로그램 운영으로 진행하였다. 연구 참여 대상 학생 총 10개 반 5개 전공 학생들은 수업 중에 활동지를 통하여 지속적인 토론과 과학의 본성에 대한 성찰을 유도하였다. 8차시 수업 후에는 동일한 설문도구를 통하여 사후검사를 실시하여 프로그램을 통한 학생들의 NOS에 대한 인식 변화 정도를 SPSS

23.0 for Windows 프로그램을 이용하여 사전-사후 통계 분석을 실시하였다. 결과 분석은 프로그램 참여 학생들의 NOS 이해 정도가 과학의 본성 4가지 영역별로 어떻게 다르게 나타나는지와 성별 및 특성화고 전공별로 차이가 있는지를 중심으로 분석하였으며, 상관분석을 통하여 과학의 본성 4가지 영역 간의 상관관계를 조사하였다. Figure 3은 본 연구의 전반적인 과정을 보여주고 있다.

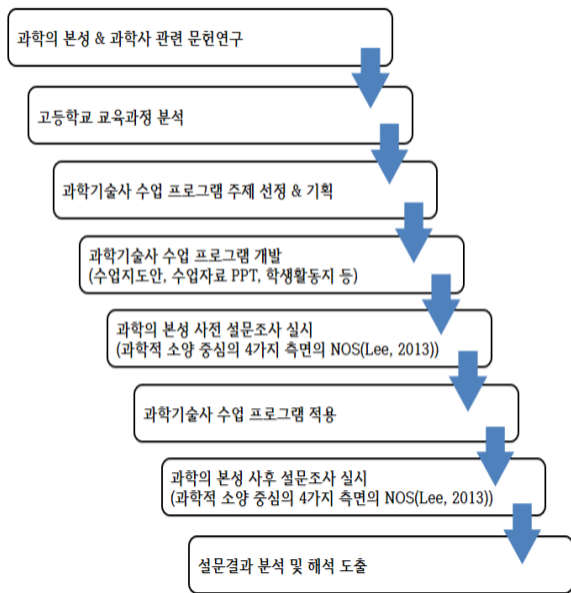


Figure 3. Procedure of the Study

Ⅲ. 연구 결과

1. 특성화고 학생들의 과학의 본성 4가지 영역에 대한 인식 변화

과학기술사 프로그램을 통한 특성화고 학생들의 과학의 본성에 대한 이해를 조사하기 위하여 과학의 본성의 4가지 영역에 관한 사전·사후 검사의 결과를 t-검정으로 분석하였다. 사전 검사 결과의 평균은 4가지 영역의 과학의 본성 영역들 중 과학과 기술·사회와 상호작용하는 과학의 본성, 사고하는 방법으로서의 과학의 본성, 지식 체계로서의 과학의 본성, 탐구하는 방법으로서의 과학의 본성 순으로 높게 나타났다. 이후 총 8주간의 과학기술사 프로그램 처치 후 실시한 사후 검사 결과에서는 Table 4에서 나타나듯 과학의 본성 4가지 영역 중에서는 탐구하는 방법으로서의 과학의 본성 영역에서만 통계적으로 유의미한 점수 향상이 있었지만($p < .05$), 전체 영역의 평균 점수를 보았을 때에는 사전사후 점수가 유의미하게 향상되었다($p < .01$). 이것은 수업 프로그램의 매 주제의 과학자 또는 기술자의 탐구활동이나 연구과정을 통해 과학 지식 생성 과정을 설명함으로써 학생들의 과학 탐구의 과정에 대한 이해를 도운 것으로 추측된다. 따라서 개발된 과학기술사 수업 프로그램은 특성화고 학생들의 과학의 본성에 대한 이해 향상에 도움이 된다

Table 4. The comparison between pre- and post-test about the four domains in NOS

| 영역 | 사전 검사 | | 사후 검사 | | t | p |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| | 평균 | 표준 편차 | 평균 | 표준 편차 | | |
| 지식 체계로서의 과학의 본성 | 3.34 | 0.35 | 3.37 | 0.37 | -1.22 | 0.22 |
| 탐구하는 방법으로서의 과학의 본성 | 3.27 | 0.48 | 3.37 | 0.37 | -2.61 | 0.01* |
| 사고하는 방법으로서의 과학의 본성 | 3.48 | 0.51 | 3.53 | 0.96 | -0.87 | 0.39 |
| 과학과 기술, 사회와 상호작용하는 과학의 본성 | 3.62 | 0.41 | 3.67 | 0.48 | -1.76 | 0.08 |
| 전체 | 3.42 | 0.43 | 3.49 | 0.55 | -2.92 | 0.004** |

* $p < .05$, ** $p < .01$

는 것을 의미하며, 과학기술사 수업 프로그램에서 제공하는 다양한 과학사의 사례와 과학자 또는 과학기술자의 연구 활동이 과학의 정의 및 어떻게 과학이 발전하고 작용하는지에 대한 학생들의 이해를 도울 수 있었다고 해석된다.

2. 특성화고 학생들의 성별에 따른 과학의 본성 인식 변화

과학기술사 프로그램을 통한 특성화고 학생들의 과학의 본성에 대한 이해에서의 성별에 대한 차이를 독립표본 t-검정으로 분석해 본 결과, 과학의 본성의 4가지 영역에 대한 성별에 따른 차이는 없는 것으로 분석되었다(Table 5). 특히, 과학의 본성에 대한 4가지 영역별로 본 성별에 따른 차이를 보았을 경우에도 어떤 영역에서도 남학생과 여학생의 과학의 본성에 대한 이해의 차이는 없는 것으로 나타났다. 영역별 과학의 본성에 대한 이해 평균 점수는 전체 영역에서 남학생의 평균이 3.50, 여학생 평균이 3.47로 남학생이 여학생보다 0.03의 근소한 차이를 보였으며, 통계적으로 유의미하지 않았다. 따라서 과학기술사 프로그램을 통한 과학의 본성에

대한 이해에는 남학생과 여학생에 따른 차이는 없으며, 이것은 과학에 대한 이해 및 능력에 성별에 따른 차이가 없다는 선행 연구 결과와도 일치한다 (Chiappetta & Koballa, 2014; Jones, 2005; Kaplan, 2010; Talves, 2016). 과학의 본성에 대한 이해에 남녀에 따른 차이가 없다는 것은 연구대상이 특성화고 학생들이라는 점에서 특별한 시사점을 갖고 있다고 할 수 있다. 일반적으로 공업계열 특성화고 학생들의 성별 비율은 남학생의 구성 비율이 여학생에 비하여 매우 높으며 일부 전공에서는 남학생만이 지원 가능하다. 이것은 일부 전공의 교육과정은 남학생들에게만 적합하다는 전제와 함께 아직까지 공업교육 영역은 남성들이 주도하는 영역으로 인식되면서 많은 여학생들이 공업계열 특성화고 진학에 주저함을 갖고 있다고 유추할 수 있다. 그러나 과학에 대한 이해 및 능력뿐 아니라 과학의 본성을 이해하는 부분에 있어서 남녀의 차이가 없다는 본 연구결과는 여학생들의 기술 분야에 참여를 독려할 수 있는 바람직한 근거로 남학생만을 요구하는 일부 전공에서의 교육과정의 검토가 필요함을 시사하고 있다. 궁극적으로 기술 분야에서의 여성들의 역할 및 참여를 유도하기 위한 추가적인 방안모색 및 연구가 필요하다고 말할 수 있다.

Table 5. Gender difference about the students' understanding of NOS

| 영역 | 성별 | 평균 | 표준편차 | F | p |
|---------------------------|----|------|------|-------|------|
| 지식 체계로서의 과학의 본성 | 남 | 3.37 | 0.37 | 0.17 | 0.68 |
| | 여 | 3.34 | 0.67 | | |
| 탐구하는 방법으로서의 과학의 본성 | 남 | 3.42 | 0.95 | 0.50 | 0.48 |
| | 여 | 3.39 | 0.51 | | |
| 사고하는 방법으로서의 과학의 본성 | 남 | 3.54 | 1.02 | 0.002 | 0.96 |
| | 여 | 3.48 | 0.61 | | |
| 과학과 기술, 사회와 상호작용하는 과학의 본성 | 남 | 3.68 | 0.48 | 0.38 | 0.54 |
| | 여 | 3.66 | 0.52 | | |
| 전체 | 남 | 3.50 | 0.43 | 0.79 | 0.37 |
| | 여 | 3.47 | 0.29 | | |

* $p < .05$, ** $p < .01$

3. 특성화고 학생들의 전공에 따른 과학의 본성 인식 변화

학생들의 전공에 따른 과학의 본성에 대한 이해 차이를 공변량 분석(ANOVA)으로 분석한 결과 과학의 본성 4가지 영역 중에서 탐구하는 방법으로서의 과학의 본성 영역에서만 통계적으로 유의미한 결과를 얻었을 뿐 나머지 3개 영역 및 전체적인 과학의 본성에 대한 이해에는 전공에 따른 차이가 없

는 것으로 나타났다(Table 6). 구체적인 결과를 살펴보면 과학의 본성 4가지 영역 중 탐구하는 방법으로서의 과학의 본성에서 특성화고 5개 전공 중에서 자동차과가 3.89로 가장 높은 점수를 보였고, 컴퓨터미디어보안과가 3.48, 지형공간디자인과가 3.39, 디지털전자제어과가 3.30, 자동차공조시스템 제어과가 3.26으로 나타났다. 그리고 전체 영역에서도 자동차과가 3.67로 가장 높은 점수를 보였고 다른 과는 3.46~3.49로 비슷한 성적을 보였다. 이

Table 6. The difference of the students' understanding of NOS according to their majors

| 영역 | 전공 | 평균 | 표준편차 | F | p |
|---------------------------------|-------------|------|------|------|-------|
| 지식 체계로서의 과학의 본성 | 디지털전자제어과 | 3.43 | 0.35 | 0.80 | 0.53 |
| | 자동차공조시스템제어과 | 3.34 | 0.39 | | |
| | 자동차과 | 3.37 | 0.50 | | |
| | 지형공간디자인과 | 3.33 | 0.30 | | |
| | 컴퓨터미디어보안과 | 3.37 | 0.37 | | |
| 탐구하는 방법으로서의 과학의 본성 | 디지털전자제어과 | 3.30 | 0.49 | 3.17 | 0.01* |
| | 자동차공조시스템제어과 | 3.26 | 0.53 | | |
| | 자동차과 | 3.89 | 2.25 | | |
| | 지형공간디자인과 | 3.39 | 0.45 | | |
| | 컴퓨터미디어보안과 | 3.48 | 0.60 | | |
| 사고하는 방법으로서의 과학의 본성 | 디지털전자제어과 | 3.51 | 0.59 | 0.27 | 0.89 |
| | 자동차공조시스템제어과 | 3.62 | 1.76 | | |
| | 자동차과 | 3.59 | 0.53 | | |
| | 지형공간디자인과 | 3.50 | 0.50 | | |
| | 컴퓨터미디어보안과 | 3.46 | 0.53 | | |
| 과학과 기술, 사회와 상호작용하는 과학의 본성 | 디지털전자제어과 | 3.60 | 0.48 | 1.41 | 0.23 |
| | 자동차공조시스템제어과 | 3.69 | 0.41 | | |
| | 자동차과 | 3.84 | 0.58 | | |
| | 지형공간디자인과 | 3.69 | 0.42 | | |
| | 컴퓨터미디어보안과 | 3.64 | 0.56 | | |
| 전체 | 디지털전자제어과 | 3.46 | 0.33 | 1.57 | 0.18 |
| | 자동차공조시스템제어과 | 3.48 | 0.51 | | |
| | 자동차과 | 3.67 | 0.65 | | |
| | 지형공간디자인과 | 3.46 | 0.28 | | |
| | 컴퓨터미디어보안과 | 3.49 | 0.33 | | |

* $p < .05$, ** $p < .01$

러한 격차는 근소하며 통계적으로 유의미하지 않았다($F=1.57, p>.05$). 공업계 특성화고 5개 전공의 전반적인 학업성취도의 차이가 있는 것을 고려했을 때, 일반적인 교과와 학업 성취도와 과학의 본성에 대한 이해의 차이는 없다는 것을 유추할 수 있었다. 따라서 과학기술사 프로그램을 효과적으로 개발하여 적용한다면 특성화고 학생들의 학업성취도의 차이에는 상관없이 과학의 본성에 대한 이해를 도울 수 있다는 것을 짐작할 수 있다. 또한 4가지 영역별 과학의 본성에 대한 이해 정도를 구체적으로 보았을 때, 첫째, 지식체계로서의 과학 영역에서는 디지털전자제어과가 3.43으로 가장 높은 결과를 얻었고, 둘째, 탐구하는 방법으로서의 과학의 본성 영역에서는 자동차과가 3.89, 셋째, 사고하는 방법으로서의 과학의 본성 영역에서는 자동차공조시스템제어과가 3.62, 그리고 넷째 과학과 기술, 사회와 상호작용하는 과학의 본성 영역은 자동차과가 3.84로 가장 높은 점수 결과를 얻었으며, 전체 영역에서는 3.67로 자동차과가 가장 높은 결과를 얻었다. 이와 같이 전공에 따라 이해도가 높은 과학의 본성 영역이 다르게 나타났지만 통계적으로 유의미한 차이가 없으므로 전공에 따른 과학의 본성 이해 차이가 있다고 말할 수는 없다고 판단된다.

4. 과학의 본성 4가지 영역 간의 상관관계

본 연구에서는 과학기술사 프로그램을 개발 및 적용하여 특성화고 학생들의 4가지 영역의 과학의 본성에 대한 이해의 정도를 조사하는 것과 동시에, 4가지 과학의 본성 영역들 간의 상관관계를 분석하

였다(Table 7). 연구 결과, 과학적 소양을 바탕으로 하는 4가지 영역의 과학의 본성의 각 영역은 모두 전체 영역과 통계적으로 유의미한 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 구체적으로 살펴보면 지식체계로서의 과학의 본성 영역은 나머지 3개 영역들 중 사고하는 방법으로서의 과학의 본성 영역을 제외한 나머지 2개 영역과 통계적 상관관계가 있음을 알 수 있다. 또한 탐구하는 방법으로서의 과학의 본성 영역도 사고하는 방법으로서의 과학의 본성 영역을 제외한 다른 2개 영역과 상관 관계를 보였다. 사고하는 방법으로서의 과학의 본성은 4가지 영역 중 과학과 기술, 사회와 상호작용하는 과학의 본성 영역과만 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 또한 4가지 과학의 본성 영역 중에서 과학과 기술, 사회와 상호작용하는 과학(STS)의 본성 영역만이 나머지 3개의 개별 영역과 모두 높은 상관관계가 있는 것으로 나타났다($p<.01$).

IV. 결론 및 제언

본 연구는 고등학교 교육과정의 융합과학과 물리 I 단원과 관련된 내용을 중심으로 과학기술사 수업 프로그램을 개발하고, 이를 공업계열 특성화고 1학년 학생들에게 적용함으로써 프로그램을 통한 과학의 본성의 이해 변화를 조사하였다. 다음은 분석 결과를 바탕으로 도출한 결론이다.

첫째, 고등학교 과학 교육과정을 연계해 개발한 과학기술사 수업 프로그램은 공업계열 특성화고 고

Table 7. Correlation among the four domains in NOS

| 측정변인 | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|------|------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| 과학의 | 1. 지식 체계로서의 과학의 본성 | 1.00 | | | |
| | 2. 탐구하는 방법으로서의 과학의 본성 | 0.20** | 1.00 | | |
| | 3. 사고하는 방법으로서의 과학의 본성 | 0.09 | -0.05 | 1.00 | |
| 본성 | 4. 과학과 기술, 사회와 상호작용하는 과학의 본성 | 0.35** | 0.22** | 0.22** | 1.00 |
| | 5. 전체 영역 | 0.49** | 0.62** | 0.64** | 0.62** |

* $p<.05$, ** $p<.01$

등학교 학생들의 과학의 본성에 대한 이해에 효과적이라고 할 수 있다. 구체적으로 과학기술사 수업 프로그램 적용 후 학생들의 과학의 본성 4가지 영역별 이해 변화를 살펴보면 전체 영역에서 통계적으로 유의미한 향상이 있었고, 4가지 영역 중 탐구하는 방법으로서의 과학의 본성 영역이 특히 유의미한 향상 결과를 보였다. 이것은 과학기술사 수업 프로그램이 다양한 과학사 사례와 과학자 또는 과학기술자의 연구 활동 과정을 학생들에게 소개하고, 활동지를 통해 과학(기술)자의 연구 활동 및 어떻게 과학적 지식이 생성되고 발전되는지에 대해 성찰하면서 자연스럽게 과학의 본성, 특히 과학 탐구방법에 대한 이해도를 높인 것으로 판단된다. 따라서 과학의 본성 학습을 위해 과학기술사 수업 프로그램을 활용하는 것은 특성화고 학생들의 과학의 본성에 대한 이해를 돕는데 효과적이라고 할 수 있다.

둘째, 과학기술사 수업 프로그램을 통한 특성화고등학교 학생들의 과학의 본성에 대한 이해에는 성별 및 전공에 따른 차이가 없는 것으로 나타났다. 구체적으로 과학의 본성 4가지 전체 영역에서 남학생의 평균이 여학생의 평균보다 0.02~0.06 정도 높은 결과가 나왔으나 통계적으로 유의미한 차이를 보이지는 않았다. 과학의 본성에 대한 이해에 남녀에 따른 차이가 없다는 것은 연구대상이 남학생의 구성 비율이 현저히 높은 특성화고 학생들이라는 점에서 주목할 필요가 있다. 특히, 일부 학과는 남학생들만 지원을 허용해 특정 분야에 대한 여학생들의 공업계열 특성화고 진학을 제한하고 있다. 그러나 본 연구결과에서 나타나듯 과학의 본성을 이해하는 부분에 있어서 남녀의 차이가 없다는 것은 여학생들의 기술 분야 참여에 대한 독려 가능성 및 특성화고 교육과정의 검토 및 분석이 필요함을 시사하고 있다. 또한 공업계열 특성화고 전공에 따른 과학의 본성 이해 차이를 살펴보면 과학의 본성의 4가지 영역 중에서 탐구하는 방법으로서의 과학의 본성 영역에만 유의미한 전공별 결과 차이를 있었고 그 외의 영역에는 전공에 따른 과학의 본성 이해의 차이는 없었다. 이것은 연구 대상인 공업계열 특성화고등학교의 5개 전공의 분류가 학생들의

지원에 기반하여 전공별 교육과정 및 학업성취도에 다소 차이가 있다는 점을 고려했을 때, 과학기술사 프로그램은 특성화고 학생들의 배경 및 전공별 교육과정의 차이와 같은 다른 요인에 상관없이 비교적 모두에게 효과적이라고 할 수 있다. 그러나 본 연구의 대상이 아직 본격적인 전공별 특성화된 교육과정을 이수하지 않은 신입생들이라는 점을 고려했을 때, 전공에 따른 차별화된 교육과정을 이수한 특성화고 3학년 학생들의 과학의 본성에 대한 인식 차이를 비교해 본다면 전공에 따른 특성화된 기술 교육이 학생들의 과학의 본성에 대한 이해에 어떤 영향을 미치는지와 같은 부분을 탐색해 볼 수 있을 것이다.

셋째, 과학적 소양에 근거한 4가지 영역의 과학의 본성의 영역들 간의 상관관계를 분석한 결과, 과학의 본성의 영역들은 전체적으로 서로 상호연관이 있으며, 특히 과학과 기술, 사회와의 상호작용에 대한 과학의 본성 영역은 나머지 3개 영역과 모두 높은 상관관계를 보였다. 특히 과학기술사 수업 프로그램을 통한 과학의 본성에 대한 이해는 다양한 과학의 본성 영역들을 과학과 기술 및 사회와 상호작용하는 측면과 연관되면서 학생들의 과학의 본성에 대한 이해를 돕고 있다는 것을 확인할 수 있었다. 이것은 현대 과학기술사회에서 요구되는 과학의 다양한 사회적 역할 및 영향에 대한 과학의 본성 측면 이해를 위해 과학기술사 프로그램이 효과적이라는 것을 확인할 수 있었다. 그러나 사고하는 방법으로서의 과학의 본성은 다른 영역들과 상관관계가 없어 이 영역의 문항에 대한 검토가 필요하다는 것을 시사하고 있다.

이상과 같이 본 연구의 종합적 결론을 통하여 다음과 같은 제언을 할 수 있다. 첫째, 본 연구에서는 고등학교 융합과학과 물리 I 교육과정의 일부의 주제를 선정하였으므로 선정된 과학기술사 주제 및 과학(기술)자는 다양한 과학기술사 중에서 일부만을 포함하고 있거나 또한 다양한 교육과정의 단원 및 내용 중에서도 상대적으로 비중이 낮게 다루어졌거나, 아예 다루어지지 않은 영역도 있었다. 따라서 효과적인 과학기술사 수업 프로그램의 개발을 위해서 고등학교 교육과정 전반에 대한 분석 및 관련

과학기술사 사례 연구를 통하여 과학의 본성에 대한 이해를 도모할 수 있는 체계적 교육 프로그램의 구성이 필요하다.

둘째, 본 연구에서 과학기술사 수업 프로그램이 특성화고 학생들의 과학의 본성에 대한 이해에 전반적으로 효과적이라는 결과가 제시되었지만, 구체적으로 과학기술사 프로그램이 어떻게 학생들의 과학의 본성에 대한 이해를 유도하였는지에 대한 논의가 부족하였다. 따라서 본 연구에서 수행된 설문 을 통한 사전·사후 검사 외에도 과학기술사 프로그램에 참여한 학생들의 심층 면담 등을 통해 특성화고 학생들이 과학기술사 수업을 통하여 어떤 과학의 본성을 어떻게 이해하게 되었는지에 대한 심도 있는 추가적 논의가 필요하다. 또한 다른 계열이나 일반계 고등학교 학생들을 대상으로 한 과학기술사 수업 프로그램 적용에 대한 결과와 비교하여 특성화고 학생들의 과학의 본성에 대한 이해의 특징을 탐구한다면 미래 우리 사회의 과학기술인의 양성을 위한 공업계열 특성화고 교육과정의 구성 등에 의미 있는 시사점을 제공할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- Akerson, V. L., Buzzelli, C. & Donnelly, L. A. (2010). On the nature of teaching nature of science: Preservice early childhood teachers' instruction in preschool and elementary settings. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, 213-233.
- American Association for the Advancement of Science [AAAS]. (1989). *Science for all Americans*. Washington, DC: The author.
- American Association for the Advancement of Science [AAAS]. (1990). *Project 2061: Science for all Americans*. New York, NY: Oxford University Press
- American Association for the Advancement of Science [AAAS]. (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York, NY: Oxford University Press.
- Byun, H. (2013). *The influence of class using the history of science on scientifically gifted elementary school student's understanding about the nature of science* (Unpublished master's thesis). Daegu National University of Education, Daegu, Korea.
- Collette, A., & Chiappetta, L. E. (1984). *Science Instruction in the middle and secondary schools*. St. Louis, MO: Times Millor/Mosby.
- Chiappetta, E. L., & Koballa, Jr. T. R. (2014). *Science instruction in the middle and secondary school* (7th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.
- Choi, J. (2008). *Developing science teachers' and their students' understanding of the nature of science through the science instruction using history of science* (Unpublished doctoral dissertation). Busan National University, Busan, Korea.
- Choi, K., Lee, H., Shin, N., Kim, S., & Krajcik, J. (2011). Re-conceptualization of scientific literacy in south Korea for the 21st century. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(6), 670-897.
- Celik, S., & Bayrakceken, S. (2006). The effect of a "science, technology and society" course on perspective teachers' conceptions of the nature of science. *Research in Science and Technological Education*, 24(2), 255-273.
- Conant, J. B. (1953). *On understanding science: An historical approach*. London,

- UK: Yale University Press.
- Department of Education. (1995). *Design and technology in the national curriculum*. London, UK: HMSO.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young people's images of science*. Buckingham, UK: Open University Press.
- International Technology Education Association [ITEA]. (1996). *Technology for all Americans: A Rationale and Structure for the study of Technology* (Technology for All Americans Project). Reston, VA: Author.
- International Technology Education Association [ITEA]. (2004). *Measuring progress: Assessing students for technological literacy*. Reston, VA: Author.
- International Technology Education Association [ITEA]. (2007). *Standards for technological literacy: Content for the study of technology: International Technology Education Association*. Reston, VA: Author.
- Jones, R. (2005). How many female scientists do you know? *Endeavour*, 29(2), 84-88.
- Kaplan, G. (2010). Making a life in life sciences and the roles of mentoring for female scientists. *Kaohsiung Journal of Medical Science*, 26(6), S10-S16.
- Kim, D. (2015). The effectiveness of the change in perspective of the nature of science depending on subjects of the history of science-role play -The atomic model transition and the Mendeleev's periodic table-. *Journal of Science Education*, 39(1), 15-27.
- Kim, J. (2012). *Study on the analysis of the contents of science & technology history: Focused on science & technology cultural properties at the age of King Sejong in textbook for 5th grade* (Unpublished master's thesis). Seoul National University of Education, Seoul, Korea.
- Kim, K., Noh, J., Seo, I., & Noh, T. (2008). The effects of explicit and reflective instruction about nature of science using episodes from the history of science in "Composition of Material" unit of middle school science. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 28(1), 89-99.
- Kim, S. (2010). Exploring preservice science teachers' views of the nature of science: Biology vs. non-biology teachers. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 30(2), 206-217.
- Kim, S.-W., Chung, Y., Woo, A., & Lee, H. (2012). Development of a theoretical model for STEAM education. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 32(2), 388-401.
- 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.
- Lee, B., & Lee, H. (2009). Differences in attitudes toward high school students' attitudes toward science based on the use of science history. *The Korean Physical Society*, 59(1), 1-7.

- Lee, S. (2010). *The influence of the lessons making use of science history on the scientific performance and attitude -Centered on the chapter of "Travel of Water" for the fifth graders in an elementary school-* (Unpublished master's thesis). Daegu National University of Education, Daegu, Korea.
- Lee, Y. (2014). A proposal of inclusive framework of the nature of science (NOS) based on the 4 themes of scientific literacy for K-12 school science. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 33(3), 553-569.
- Marton, F., & Booth, S. (1997). *Learning and Awareness*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- McComas, W. F., Almazroa, H., & Clough, M. P. (1998). The nature of science in science education: An introduction. *Science & Education*, 7, 511-532.
- McDonal, C. V. (2010). The influence of explicit nature of science and argumentation instruction on preservice teachers' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, 1137-1164.
- Ministry of Education (1995). *Technology in the New Zealand curriculum*. Wellington, New Zealand: Learning Media.
- Ministry of Education [MOE]. (2015). *Curriculum of High School Science Education*. Sejong, Korea: Author.
- National Research Council [NRC]. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council [NRC]. (2002). *Technically speaking: Why all Americans needs to know more about technology*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council [NRC]. (2006). *Technically: Approaches to assessing technological literacy*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council [NRC]. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concept, and core idea*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Science Teachers Association [NSTA]. (1982). *Science-TEachnology-Scoety: Science Education for the 1980s* (An NSTA position statement). Washington, DC: Author.
- National Science & Technology Council. (2015). *The 2nd Basic Plan for Supporting Science Technology Gifted Students for Creative Science Technology Society*. Retrieved from <http://www.nstc.go.kr/>
- Organization for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2006). *The PISA 2006 assessment framework for science, reading and mathematics*. Paris, France: Author.
- Organization for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2013). *PISA 2015 draft science framework*. Retrieved from <https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf>
- Park, K., & Yoo, M. (2013). The effects of

'science history based chemist inquiry program' on the understanding toward nature of science, scientific attitudes, and science career orientation of scientifically gifted high school students. *Journal of the Korean Chemical Society*, 57(6), 821-829.

Rubba, P., Horner, J., & Smith, J. M. (1981). A study of two microconceptions about the nature of science among high school students. *School Science and Mathematics*, 81, 221-226.

Rutherford, F. J. (2001). Fostering the history of science in american science education. *Science & Education*, 19(6), 569-580.

Sanders, M. (2009). Stem, stem education, stemmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.

School Curriculum and Assessment Authority. (1994). *Design technology for the national curriculum*. London, UK: Author.

Scottish Consultative Curriculum Council. (1994). *A framework for technology education in Scottish school: A paper for consultative and discussion*. Dundee, Scotland: Author.

Talves, K. (2016). Discursive self-positioning strategies of Estonian female scientists in terms of academic career and excellence. *Women's Studies International Forum*, 54, 157-166.

국 문 요 약

본 연구는 공업계열 특성화고 학생들을 위한 과학기술사 수업 프로그램을 개발하고 적용함으로써 과학의 본성에 대한 이해에 미치는 교육적 효과를 조사하였다. 프로그램은 고등학교 융합 과학 및 물리 I의 교육과정을 바탕으로 6개의 과학기술사 주제로 개발되었으며, 경기도에 위치한 공업계열 특성화고 학생 290명을 대상으로 적용되었다. 본 연구의 방법은 단일 그룹 사전-사후 검사로 설계되었으며, 학생들의 과학의 본성에 대한 이해를 조사하고자 프로그램 적용 전 후에 설문을 실시하여 그 검사 결과를 SPSS 23을 이용하여 통계 분석을 실시하였다. 과학의 본성에 대한 설문도구는 선행연구에서 개발된 4가지 영역의 과학의 본성 개념 틀(Lee, 2014)을 수정 보완하여 사용하였다. 본 연구의 결과는 다음과 같다. 첫째, 공업계열 특성화고 학생들의 과학의 본성에 이해에 대한 사전·사후 비교 결과, 과학기술사 수업 프로그램이 학생들의 이해에 효과가 있는 것으로 나타났다. 둘째, 과학기술사 수업 프로그램의 효과는 특성화고 학생들의 성별 및 전공에 따른 차이는 없는 것으로 나타났다. 셋째, 과학의 본성 4가지 영역간의 상관관계 분석에 의하면, 4가지 영역들은 모두 상호 높은 상관관계가 있는 것으로 나타났으며, 특히 각 개별 영역들은 모두 과학과 기술, 그리고 사회와의 상호작용에 대한 과학의 본성 측면과 상관관계가 있는 것이 발견되었다. 한편, 과학기술사 수업 프로그램은 구체적으로 어떻게 학생들의 과학의 본성에 대한 이해에 효과가 있는지에 대한 후속 연구가 필요하다.

주제어: 과학의 본성, 과학기술사, 프로그램 평가, 공업계열 특성화고

〈부록 1〉 7차시 교수-학습 과정안

| 주제 | | 경쟁을 통한 발전(토마스 에디슨과 니콜라 테슬라) | | | |
|--------|------------------|---|----------------------------------|------------|-----------|
| 대상 학년 | | 고등학교 1학년 | 수업 모형 | 순환학습모형(3E) | |
| 학습 목표 | | 1. 토마스 에디슨과 니콜라 테슬라의 전기에 대한 연구 과정에 대해 설명할 수 있다. 2. 토마스 에디슨과 니콜라 테슬라의 연구방법을 통해 과학기술의 본성을 설명할 수 있다. | | | |
| 단계 | 학습내용 | 교수 - 학습활동 | | 학습자료 | 시간 (분) |
| | | 교사 | 학생 | | |
| 인 사 | 인 사 | ◆밝은 표정으로 인사한다. | ◆즐겁게 인사한다. | PPT | 5 |
| | 출석체크 | ◆출석을 체크한다. | ◆자신의 이름에 큰 소리로 대답한다. | | |
| | 전시학습 확 인 | ◆질문을 통하여 전시간 학습 내용을 확인한다. "라이트 형제와 산투스 뒤몽이 발견한 것은 무엇일까?" | ◆질문에 대답하고, 전시간에 배운 내용을 확인한다. | | |
| | 학습목표 확 인 | ◆학습목표를 통해 학습할 내용을 제시한다. · 토마스 에디슨과 니콜라 테슬라의 전기에 대한 연구 과정에 대해 설명할 수 있다. · 토마스 에디슨과 니콜라 테슬라의 연구방법을 통해 과학기술의 본성을 설명할 수 있다. | ◆학습목표를 큰소리로 따라 읽는다. | | |
| 탐 색 | 경쟁을 통한 발전 | ◆토마스 에디슨과 니콜라 테슬라에 대한 학생들의 사전 지식을 확인한다. "토마스 에디슨과 니콜라 테슬라라는 과학자에 대해 알고 있는 내용을 발표해 볼까요?" | ◆자신의 배경지식을 바탕으로 생각해보고, 질문에 대답한다. | | 10 |
| | | ◆토마스 에디슨과 니콜라 테슬라의 삶과 연구에 관한 영상(허풍선이 과학쇼)을 시청한다. | ◆영상을 잘 보고 필요한 내용은 필기한다. | | |
| 연 습 | 전기의 발견과 이용 | ◆토마스 에디슨과 니콜라 테슬라의 발명품 및 연구방법에 대해 설명을 한다.(과학기 | ◆설명을 잘 듣고 필요한 내용은 필기한다. | | 10 |

| | | | | | |
|-----|---------------------|--|---|-----|----|
| | | 습의 본성과 관련하여 이해하기 쉽도록 설명한다.) | | | |
| 정교화 | 활동지 작성 | ◆조별로 활동지를 작성하도록 지도한다. | ◆활동지의 각 내용에 조원들과 협동하여 조사한 후 답을 작성한다.(필요에 따라 스스로 인터넷 검색을 통해 정보를 수집할 수 있다.) | 활동지 | |
| | 과학기술의 본성 | ◆작성된 활동지를 조별로 발표하도록 지도한다. ◆토마스 에디슨과 니콜라 테슬라의 연구에 내포된 과학기술의 본성에 대해 설명한다. | ◆조사된 내용의 답을 조별로 발표한다. ◆설명을 잘 듣고 필요한 내용은 필기한다. | | 20 |
| 정리 | 본시학습 정리 | ◆학습목표와 관련지어 수업내용을 정리한다. | ◆학습한 내용을 주의 깊게 살펴본다. | | |
| | 차시학습 예고 | ◆다음시간에 학습할 내용에 대해 예고한다. 수업내용 중 의문사항에 대해 질문을 받는다. · 과학기술의 본성 설문 · 성찰노트 작성 | ◆수업내용 중 의문사항을 질문한다. | | 5 |
| | 인사 | ◆밝은 표정으로 인사한다. | ◆즐거운 얼굴로 인사한다. | | |
| | 수업 내용에 포함된 과학기술의 본성 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 기술은 인간이 할 수 없는 일을 하는 데에 도움이 될 수 있다. 2. 기술은 과학 기술을 적용함으로써 인간의 삶을 바꿀 수 있다. 3. 기술은 인간의 문제를 해결하는 과정에서 만들어진 산물이다. 4. 기술의 적용은 개인의 경쟁력을 높여준다. 5. 기술은 사회와 세계에 도움이 된다. 6. 기술은 인류의 발전을 이끄는 원동력이다. 7. 기술은 인류 역사의 초석이며 기술의 발전이 문명의 변화를 가져왔다. 8. 기술은 문화와 사회, 경제, 정치에 영향을 미친다. 9. 기술은 전력으로 구동되는 기계를 말한다. 10. 기술은 인류가 알려지지 않은 현상을 탐구하는 데에 도움을 준다. 11. 기술은 과학에 의해 그 기법이 향상된다. 12. 기술은 과학적 방법에 의해 개발된 새로운 기법 또는 능력이다. 13. 기술은 과학과 관련된 어떤 능력이다. | | | |

〈부록 2〉 7차시 활동지

경쟁을 통한 발전

| | | | |
|---|---|---------------|------|
| 과학자 | 토마스 에디슨(1847 ~1931)과 니콜라 테슬라(1856 ~ 1943) | | |
| 일시 | 2016년 ()월 ()일 ()교시 | 1학년 ()반 ()조 | 조원 : |
| 1. 에디슨의 특허 개수는 몇 개인가? 또한 발명품의 예를 10가지 찾아보시오. | | | |
| ☞ | | | |
| 2. 에디슨의 가족 관계 및 가정환경은 어떠했는가? | | | |
| ☞ | | | |
| 3. 에디슨은 어떠한 성격을 지녔는가? | | | |
| ☞ | | | |
| 4. 에디슨이 발명한 축음기의 원리는 무엇인가? 또한 축음기가 발명되었을 당시 사람들의 반응은 어떠했는가? | | | |
| ☞ | | | |
| 5. 에디슨이 발명한 영사기(키네토스코프)의 원리는 무엇인가? | | | |
| ☞ | | | |
| 6. 에디슨이 발명한 전구의 원리는 무엇인가? | | | |
| ☞ | | | |
| 7. 테슬라와 에디슨은 어떠한 사이였나? | | | |
| ☞ | | | |
| 8. 테슬라는 특이한 발명 방식을 지녔는데 그 방법이 무엇인가? | | | |
| ☞ | | | |
| 9. 전류란 무엇인가? 또한 교류와 직류의 차이는 무엇인가? | | | |
| ☞ | | | |
| 10. 에디슨과 테슬라의 발명이 현재 사회에 미치는 영향은 무엇인가? | | | |
| ☞ | | | |

<부록 3> 7차시 프레젠테이션 자료

