

과학영재들의 과학의 본성에 대한 인식

김경대* · 강순민¹ · 임재항²

한국과학기술원 · 한국과학영재학교¹ · 장영실과학고등학교²

Scientifically Gifted Students' Views on the Nature of Science

Kim, Kyoungdae* · Kang, Soon Min¹ · Lim, Jai-Hang²

Korea Advanced Institute of Science and Technology · Korea Science Academy¹
Jang-Young-Sil Science High School²

Abstract: The purpose of this study is to gain an understanding of scientifically gifted students' views on the nature of science. A multiple-choice format questionnaire was administered to 237 Korean 10th, 11th and 12th graders at the Korea Science Academy. The differences and similarities by gender and experience of R&E program on the students' views of the nature of science were investigated. The questionnaire developed by Lim (2004) was implemented for this investigation. We found that the majority of scientifically gifted students had highly possessed the tentativeness of scientific knowledge. The students who experienced R&E program have relatively high apprehension of scientists' motivation for researches and activities in social context compared to the students who did not experience an R&E program. Scientifically gifted students had relatively high apprehension that government should not control researches of scientists and relatively low apprehension of social responsibilities of scientists comparing to general high school students. The experience on R&E program was identified as a factor to effect changes in the students' views on the nature of science. The study has implications for the development of gifted program and curriculum such as running and assessing R&E program, and also the pre-service preparation of science teacher, teacher education reformat in both the practical and the policy levels.

Key words: views on the nature of science, scientifically gifted students, R&E program, science-technology-society

I. 서론

1983년 경기과학고의 개교를 시작으로 각 시도별로 과학 고등학교를 설립하면서부터 고등학교 수준에서의 과학 수월성 교육에 대한 관심이 지속되어 왔으며 2002년 영재교육진흥법의 발효로 인하여 과학 분야를 포함한 다양한 분야로의 영재 교육에 대한 관심이 고조되고 있다. 특히, 영재교육진흥법이 시행되면서 과학기술부와 교육인적자원부의 지원 하에 부산과학고등학교가 과학영재학교로 지정, 전환됨으로써 과학 분야의 영재교육에 대한 새로운 교육적 시도와 다양한 교육 프로그램의 운영이 가능하게 되었다.

과학 분야에 뛰어난 능력을 지닌 학생의 경우 조기에 발굴하여 그 능력을 최대한 개발할 기회를 제공하

는 것이 학습자의 자아실현을 위해서 중요하다는 개인적 차원뿐만 아니라 국가적 차원에서도 21세기 지식·정보화 사회에서 국가경쟁력 강화를 위한 창의적 인재 양성의 필요성과 함께 외환위기 이후 우리 사회에 만연한 이공계 기피 현상을 타파하고 우수인력의 이공계 유치라는 정책적 요구와 맞물리면서 과학영재교육의 필요성이 강조되고 있다.

현재 한국과학영재학교에서 실시하고 있는 교육 프로그램은 교육과정(김종득 등, 2004; 한국과학영재학교, 2006a)에 명시된 바와 같이 일반교과와 과학중심의 전문교과를 통한 교과활동과 자율연구 및 위탁교육을 포함한 다양한 프로그램으로 구성되어 있다. 그 중에서도 사사교육의 일종인 과학영재학교 R&E 프로그램(Research and Education program; 김종득 등,

* 교신저자: 김경대(kkim@kaist.ac.kr)

** 2006.05.29(접수) 2006.07.18(1심통과) 2006.08.18(2심통과) 2006.08.21(최종통과)

*** 이 논문은 과학기술부와 한국과학재단 과학영재 발굴·육성사업에 의해 지원되었음

2005a)은 연구 중심의 자기 주도적 학습을 통하여 영재의 과학적 탐구력과 창의성 신장을 도모하여 미래 과학 기술 인력의 질적 향상을 꾀하고, 과학자들의 교육 참여를 유도함으로써 기초 과학 교육 인력의 저변 확대를 이루어 과학·기술 교육의 내실화를 도모하기 위하여 정규교육과정으로 편성하여 운영하고 있다. 이 프로그램의 주요한 내용은 학기 중에 실시되는 교육과 방학 중 약 2주간에 걸쳐 실시되는 합숙을 통한 현장학습이 특징이다. 특히 현직 과학자 및 석·박사 과정 연구자들과 함께 수행하게 되는 현장학습을 통해서 과학영재들은 특정 주제에 따른 연구를 통하여 과학지식을 생성하는 과정을 체험하게 되며 일반 교육과정에서 체험하기 쉽지 않은 과학지식의 발전에 내재된 가치와 가정에 관련된 일반적인 과학의 본성(Lederman, 1992)에 관하여 이해할 수 있는 계기를 제공받고 있다.

과학의 본성은 과학적 소양의 으뜸가는 요소로서 과학교육계에서 주목받고 있으며(AAAS, 1989, 1993; Bybee, 1997; McComas & Almazroa, 1998) 과학적 소양을 지닌 시민을 양성하기 위해서 과학의 본성을 올바르게 이해하는 것은 과학교육의 중요한 목표로 강조되고 있다(NRC, 1996; 서혜애 등, 2000). 우리나라에서도 제7차 교육과정을 통하여 학생들의 과학적 소양을 함양하기 위하여 과학지식의 형성과정과 과학지식의 잠정적(tentative) 특성과 같은 과학의 본성에 대한 이해를 중요한 목표로 강조하고 있다(교육부, 1997). 과학의 본성과 관련된 선행 연구들에서는 주로 학생들의 인식에 대한 조사가 보고되고 있으며 다지선다형 문항을 사용하여 과학의 목적, 과학이론의 정의, 모형의 본성, 과학이론의 잠정성, 과학이론의 기원에 대한 6, 8, 10학년 학생들의 인식을 대규모로 조사한 연구보고(Kang, *et al.*, 2005)와 과학적 소양의 관점에서 과학의 본성에 대한 대학생의 이해와 관련된 연구 결과(박현주 등, 2005)가 보고되었다. 또한 생명체 복제 연구와 같은 민감한 과학-사회학적 논제(socioscientific issues)와 연구윤리(교육인적자원부, 2006)에 대한 높은 관심으로 인하여 과학-기술-사회(NSTA, 1982, 1990; 조희형, 1994)의 측면에서 과학의 본성을 살펴보려는 시도들이 진행되었으나 관련된 연구 결과는 상대적으로 제한적이었다(Zeidler, *et al.*, 2005). 최근 과학의 본성과 과학-사회학적 문제에 대한 반응(Zeidler, *et al.*, 2002)과 같은 과학-사회학적 또는 과학-기술-사회 측면에서 과학의 본성을 이해하려는 노력이 진행되어왔다.

한편 과학의 본성에 대한 학생들의 견해를 알아보기 위한 평가문항의 개발에 관한 연구(임재항, 2004)

는 있었으나 과학영재들의 과학의 본성에 대한 인식을 조사한 연구는 매우 제한적으로 보고되었다. 국내에서는 중학교 과학영재들의 과학 지식에 대한 과학철학적 관점이 토론 및 읽기 활동을 통하여 전통적 과학철학의 관점에서 현대적 과학철학의 관점으로 변화가 용이하지 않음을 시사하는 연구결과(장명덕 등, 2002)와 고등학교 학생들을 대상으로 한 과학의 본성에 대한 연구가 보고되었다(임순영, 2004). 국외의 경우, 과학적 탐구와 과학의 본성에 관한 내용을 강조한 과학캠프 활동에 참여했던 타이완 학생을 대상으로 한 연구결과가 보고되었으며 특별히 중국의 문화적 맥락을 드러낸 문항을 개발하여 과학 지식의 발달에 대한 학생들의 견해를 조사하였다(Liu & Lederman, 2002).

과학영재학교 학생들의 대부분이 국내외 우수 대학의 이공계열 학과로 진학하고 미래의 과학·기술인으로 진로를 희망하고 있는 상황(김종득 등, 2005b; 심재영 등, 2006)을 고려하면 이들 학생이 갖고 있는 과학의 본성에 대한 인식을 확인하는 것이 이들에 대한 과학교육에 앞서 선행되어야 할 것이다. 또한 과학의 본성에 대한 교육이 저학년부터 이루어져야 효과적이라고 한 주장(Lederman & O'Malley, 1990)을 고려할 때, 과학자의 과학윤리가 무엇보다도 중요해진 현대의 과학기술사회에서 과학·기술인으로 성장해갈 학생들의 과학의 본성에 대한 인식을 이해하는 것은 과학영재 교육에 있어 필수적이라 하겠다.

이 연구에서는 과학영재 학생들의 과학의 본성에 대한 인식을 알아보기 위해 최근 강조되고 있는 과학-사회학적 또는 과학-기술-사회의 관점에 기초하여 과학의 정의, 과학의 외적 사회화(과학과 기술, 사회의 영향), 과학의 내적 사회화(과학자의 특성), 그리고 인식론(과학 지식의 본성)에 대한 과학영재들의 인식을 조사하였다. 그리고 과학의 본성에 대한 과학영재들의 성별과 R&E 프로그램 경험별 인식의 차이를 조사하였다. 이러한 인식의 차이를 조사하게 된 배경에는 과학영재학교의 경우 남녀 학생의 성별 비율이 약 5 대 1 이상의 큰 차이를 보이고 있기 때문이며(한국과학영재학교, 2006b) 이러한 학생 성비의 불균형과 성별 과학의 본성에 대한 인식의 차이가 있는지를 조사하였다. 또한 과학영재학교 R&E 프로그램은 일반 교과 학습과는 달리 책임지도자에 의한 사사교육의 형태로 1년간의 장기간에 걸쳐 교육·연구를 진행하며 여름, 겨울 방학기간 중 각각 2주간씩의 연구실 현장교육을 통한 현직 과학자 및 석·박사 연구자들과 함께 연구 활동을 경험하므로 R&E 활동 경험 유무에 따른 과학의 본성에 대한 인식의 차이가 있는지를 조사하였다.

이러한 결과들을 통하여 과학영재 교육 프로그램 운영과 평가 및 교육과정의 개발과 교수-학습 활동의 방향을 제시하고자 한다.

II. 연구방법 및 절차

1. 연구 대상

본 연구는 한국과학영재학교에 재학 중인 남녀 학생 237명을 대상으로 하였다. 이들 학생은 전국에서 3단계의 입학전형을 거쳐 선발된 2005학년도 재학생들이며 각 학년별로 1학년 122명, 2학년 80명, 3학년 35명이 참여하였다. Table 1은 설문 응답 및 분석 대상 학생의 분포를 나타낸다.

Table 1
The number of students responded to the questions

	Male	Female	Total
10th grader	97	25	122
11th grader	70	10	80
12th grader	32	3	35
Total	199	38	237

Table 2
Categorical scheme of HS-VOSTS

Category	Sub-category	Theme
External Sociology of Science	01. Defining science and technology	1. Defining science 2. Defining technology
	02. Influence of Science on Technology	1. Mutual development of science and technology 2. Research products of scientists
	03. Influence of Science on Society	1. Research products and environmental pollution 2. Establishment of nuclear power plant
	04. Influence of Technology on Society	1. Research trend of scientist 2. Use of technology
	05. Influence of Technology on Science	1. Negative influence of society 2. Resolution of sociable problem
	06. Influence of Society on Science	1. Government 2. Scientist association and member of society
	07. Influence of Society on Technology	1. Agriculture 2. Determination on use of technology
	08. Influence of School Science on Society	1. Problem solving in daily life 2. Occupation choice
Internal Sociology of Science	09. Characteristics of Scientist	1. Personal motivation of scientists 2. Research process 3. Religious viewpoint of scientist
Epistemology	10. Nature of Scientific Knowledge	1. Tentativeness of scientific knowledge 2. Nature of hypothesis 3. Scientific research process 4. Nature of scientific model

2. 검사 도구

과학-기술-사회의 관점에서 과학영재들의 과학의 본성에 대한 견해를 조사하기 위해 HS-VOSTS (임재향 등, 2004) 검사지를 사용하였다. 이 검사 도구는 캐나다의 고등학생을 대상으로 과학 소양의 관점에서 과학에 대한 학생들의 신념을 알아보기 위해 개발한 평가 도구인 VOSTS (Aikenhead & Ryan, 1992)를 우리나라의 사회적, 문화적 배경이나 국가적 상황을 고려하여 수정 개발한 평가도구이다. 이 검사 도구는 과학의 정의, 과학의 외적 사회학(과학과 기술, 사회의 영향) 그리고 과학의 내적 사회학(과학자의 특성), 인식론(과학 지식) 등의 요소들로 이루어져 있다. 하위 범주는 Table 2와 같이 10가지 범주로 구성되었으며 다시 23개의 논제로 세분화하여 이에 대한 진술문으로 구성되어 있다.

과학의 본성에 대한 과학영재들의 인식을 조사하기 위하여 13문항만을 선별하여 검사에 사용하였으며 이에 대해서 응답자들의 응답빈도를 응답률(%)로 계산하였다. 선택된 13개의 문항은 과학의 정의, 과학의 외적 사회학, 과학의 내적 사회학, 인식론 등의 요소들 중에서 과학, 과학과 사회의 영향, 과학자의 특성,

과학지식과 같이 과학-사회학적 관점에서 과학의 본성과 직접적으로 관련된 요소들이다. 한편, 기술의 정의, 과학과 기술의 영향, 기술과 사회의 영향, 농업관련이나 과학자의 종교적 관점과 같은 특수상황과 관련된 요소들은 검사 문항에서 배제하였다. 각 문항들은 질문에 따라 각각 7~11개의 보기가 제시되었으며 이들 보기들은 질문에 대한 응답 유형에 따라서 ‘진술문에 대해 동의함(T)’, ‘진술문에 대해 반대함(F)’, ‘진술문에 대해 중립(N)’과 같이 분류하였다. 단, 문항 011은 과학의 정의를 묻는 문항으로 다양한 응답이 가능하여 예외적인 경우로 처리하였다.

수집된 검사 자료는 SPSS12 프로그램을 사용하였으며 기술통계를 이용하여 분석하였다. 과학영재들의 과학의 본성에 대한 인식정도를 알아보았으며 사사교육의 일종인 R&E 프로그램 경험과 성별에 따른 과학의 본성에 대한 인식 차이를 χ^2 -검정을 통하여 조사하였다.

III. 연구결과 및 논의

1. 과학영재들의 과학의 본성에 대한 영역별 인식

전체 응답자들은 문항 011번을 제외한 12개의 문항에 대해서 Table 3과 같이 응답하였다. 전체 문항 중에서 진술문에 대해 가장 높은 동의를 나타낸 문항은 102번으로 89.0%의 학생들이 과학이론과 법칙에 대해 ‘과학이론이나 법칙은 가설에서 시작되는 경우가 많다. 그러나 가설이 옳지 않은 것이더라도 상관없다’는 견해를 나타내었다. 반면, 가장 높은 반대 입장을 보인 문항은 101번으로 과학이론의 잠정성에 대해

‘과학적인 연구절차에 따라서 정확히 연구를 수행했을 때, 그러한 연구에 의해서 얻어진 과학이론은 시간이 흐르더라도 변하지 않는다’는 견해를 나타내었다.

응답자들은 12개 문항 중 6개 문항(022, 061, 062, 092, 102, 103)에서 60% 이상의 동의를 나타내었으며 전체 문항의 16%에 해당하는 2개 문항(101, 104)에서 60% 이상의 반대를 나타내었다. 이들 문항 중 2개 문항(102, 103)에 대해서 과학영재들은 ‘과학이론이나 법칙이 가설에서부터 시작되며 가설은 잠정적일 수 있다’고 인식하였다(89.0%). 그리고 ‘과학적 연구 과정에 있어 과학자들도 연구수행 중에 실수를 할 수도 있지만 이것이 과학의 발달을 저해하는 것은 아니다’라고 생각(84.0%)하고 있었다. 또한 학생들은 과학 지식의 잠정성에 대해서 상대적으로 충분하게 인식(91.6%)하고 있었다. 그러나 ‘학교에서 배우는 과학내용을 통해 일상생활에서 직면하는 여러 가지 문제를 해결할 수 있다’(081)의 문항은 다른 문항에 비해서 상대적으로 동의(39.7%)와 반대(28.7%)의 인식 차이가 근소하여 학교 과학이 사회에 미치는 영향에 대해서 상반된 인식을 하고 있음을 나타내었다.

1) 과학의 정의에 대한 인식

전체 응답자의 33.8%는 과학적 방법론자와 같이 과학을 자연에서 일어나는 사건과 현상을 조사하고 해석하는 활동으로서 인간이 수행하는 주요한 활동의 하나라고 생각하였다. 반면 27.8%의 학생들은 실증주의 인식론자인 Cambell(1953)의 견해와 같이 과학이란 자연을 이해하는 데 유용하고 실용적인 지식 체계와 이것을 얻기 위한 방법으로 구성된다고 가정하는 견해를 나타내었다.

Table 3

Gifted students' answers by understanding the nature of science

Theme of question (number of question)	T	F	N	etc.
	frequency(%)	frequency(%)	frequency(%)	frequency(%)
Research products of scientists (022)	152(64.1)	66(27.8)	19 (8.0)	
Research products and environmental pollution (031)	78(32.9)	134(56.5)	25(10.5)	
Government (061)	176(74.3)	45(19.0)	16 (6.8)	
Scientist association and member of society (062)	165(69.6)	68(28.7)	4 (1.7)	
Problem solving in daily life (081)	94(39.7)	68(28.7)	0 (0.0)	53(22.4)
Occupation choice (082)	131(55.3)	33(13.9)	14 (5.9)	59(24.9)
Personal motivation of scientists (091)	88(37.1)	137(57.8)	12 (5.1)	
Research process (092)	162(68.4)	57(24.1)	18 (7.6)	
Tentativeness of scientific knowledge (101)	13 (5.5)	217(91.6)	7 (3.0)	
Nature of hypothesis (102)	211(89.0)	12 (5.1)	14 (5.9)	
Scientific research process (103)	199(84.0)	22 (9.3)	16 (6.7)	
Nature of scientific model (104)	20 (8.4)	197(83.1)	20 (8.4)	

2) 과학의 외적 사회학에 대한 인식

과학과 과학 기술의 관계에 대한 물음으로 ‘과학자의 연구 성과물을 모두 응용 개발할 것인가’에 대해서(022번) 전체 응답자의 64.1%는 ‘과학자에 의해서 이루어진 연구 성과물 모두를 기술에 의해 응용 개발할 필요는 없다’라고 생각하였다. 그 이유로 과학은 그 자체가 순수한 학문이므로(30.4%), 그리고 우리 생활에 나쁜 영향을 미칠 수 있기 때문(21.9%)이라고 응답하였다.

과학자의 연구 성과물이 사회에 미치는 영향에 대한 이해와 관련하여(031번) 32.9%의 학생들은 과학자들이 책임을 져야한다고 생각하였다. 반면 상대적으로 많은 50.1%의 학생들은 과학자가 직접 책임을 질 필요는 없다는 견해였다. 그 중에서 과학자의 소속기관인 정부나 기업과 같이 그 결과를 이용하는 사람들이 책임을 져야 한다(10.1%)는 견해와 그 결과를 나쁜 방향으로 응용한 사람들이 책임을 져야 한다(27.8%)라는 견해를 보였다. 이러한 결과로부터 과학영재들은 과학자에게 모든 책임을 지우는 것은 지나치며 과학자보다는 그들의 고용주 또는 사용자라고 할 수 있는 연구소, 대학, 그리고 기업 및 그 결과를 나쁜 방향으로 이용한 사람들에게 물어야한다는 과학자 책임의 한계를 생각하는 경우가 많았다. 이러한 과학영재들의 견해는 과학자의 사회적 책임에 대해서 다소 부정적인 견해로 과학자는 자연 상태에 존재하는 객관적인 진리를 찾고자 노력했을 뿐이며 과학이 사회에 미치는 악영향은 과학자의 책임이 아니라 그 지식을 응용한 사람들에게 책임이 있다는 과학의 전통적인 입장에서의 견해와 일치한다. 이러한 입장은 과학과 기술의 발전을 독립적인 것으로 바라보고 있으므로 최근 사회적으로 큰 논란을 불러일으키고 있는 과학자의 윤리적인 측면과 많이 결부된 문제(socioscientific issue)로 과학자가 사회에 대해서 가져야하는 책임과 관련되어 있다.

국가와 과학자의 관계를 묻는 질문(061)에 대해서 전체 응답자의 74.3%가 정부는 과학자의 연구에 개입해서는 안 된다는 견해를 보였다. 그 중에서 연구에 대한 과학자의 자율성 강조(37.6%)와 과학이 여러 분야와 상호연관성(20.7%)이 있기 때문이라고 생각하는 경우가 가장 많았다. 그 외에도 전체의 11.4%는 과학자들의 연구 분야는 정부와 과학자들의 상호협력과 타협으로 결정해야 한다는 견해를 나타내었다. 그리고 과학자의 연구 성과물에 대한 과학자 집단과 다른 사람의 견해에 대한 문항(062)에서는 전체의 69.6%가 과학자의 연구 성과물을 다른 집단으로부터 인정을 받아야 한다고 생각하고 있었다. 그 중에서 다수인

38.0%의 응답자는 사람마다 관점이 다를 수 있으므로 상호 토의 및 입장 조정이 필요하다는 견해를 보였다. 이러한 견해는 과학자들이 자신의 연구 결과를 사회화시키는 것, 즉 그들의 사회적 책임으로 과학의 의사소통 체계를 학회나 개개의 구성원을 통해서 만들고 유지해 가는 것은 과학자의 책임이라는 것을 의미한다. 이는 같은 분야의 과학자들의 경쟁과 비판은 연구 분야를 확대시키고 나아가 과학의 발전을 가져오게 된다는 견해(Ziman, 1980)와 일치하는 응답이었다. 하지만 과학자의 연구 성과물을 다른 과학자 모임이나 사회 구성원들로부터 당장 인정받을 필요는 없다는 견해가 두 번째로 많은 견해(14.3%)를 나타내어 대조를 이루었다. 이러한 인식은 과학 지식이 어떻게 생성되고 인정받는가에 대한 과학영재들의 인식을 잘 나타낸다고 하겠다. 이러한 견해는 과학지식이 잠정적이라는 관점과 최근 사회적 논란이 되고 있는 과학 지식의 생성에 대한 과학자 집단의 합의과정에 대해서 다시 한 번 생각하게 하는 응답이었다.

학교 과학이 사회에 미치는 영향에 대한 문항(081)에서 학생들의 39.7%는 학교에서 배우는 과학이 일상생활에 직면하는 여러 가지 문제를 해결하는 데 영향을 줄 수 있다는 긍정적인 견해를 나타내었다. 반면, 28.7%의 학생들은 학교 과학이 일상생활의 문제 해결에 미치는 영향에 대해서 부정적인 생각을 가지고 있었다. 응답자의 22.4%는 학교에서 배우는 과학 내용은 대부분 현실생활과 동떨어져 있기 때문에 응용하여 이용하기가 어렵지만 해결되는 부분도 종종 있다는 견해로써 현재의 과학에 대한 제한성(limitation)을 인식하고 있었다. 또한 과학과 직업 선택과의 관계(082)에 대해서 학생들의 55.3%는 학교에서 배우는 과학이 졸업 후 직업을 선택하는데 영향을 준다는 견해였다. 반면 13.9%는 이에 대해서 부정적인 생각을 하고 있었다. 또한 24.9%의 학생들은 직업을 선택하는데 있어 과학이 아니라 개인의 흥미와 적성이 중요하다고 생각하였다.

3) 과학의 내적 사회학에 대한 인식

과학자의 연구동기와 관련된 문항(091)에 대해서 학생들의 40.5%는 개개인의 연구목적과 가치관이 다르기 때문에 과학자들마다 그 연구 동기가 다르다는 견해를 보였다. 그리고 학생들의 37.1%는 과학자들의 연구 동기를 미지의 세계에 대한 호기심 충족과 자연 현상을 이해하는 것이라고 응답하였다. 그 중에서 8.9%의 학생들만이 과학자의 활동을 사회체제 내에서 규정짓는 경향을 보였다. 그리고 전체 응답자의 17.3%는 호기심 충족과 자연에 대한 이해뿐만 아니라 자아

Table 4
Comparison of the gifted students' answers by gender (%)

Theme of question (number of question)	T		F		N		etc.	
	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female
Research products of scientists (022)	61.8	76.3	29.1	21.1	9.0	2.6		
Research products and environmental pollution (031)	32.2	36.8	55.8	60.5	12.1	2.6		
Government (061)	74.4	73.3	17.6	26.3	8.0	0.0		
Scientist association and member of society (062)	71.4	60.5	27.6	34.2	1.0	5.3		
Problem solving in daily life (081)	41.2	31.6	30.2	21.1	10.6	2.6	18.1	44.7
Occupation choice (082)	53.8	63.2	16.1	2.6	6.5	2.6	23.6	31.6
Personal motivation of scientists (091)	39.7	23.7	55.3	71.1	5.0	5.3		
Research process (092)	70.4	57.9	21.6	36.8	8.0	5.3		
Tentativeness of scientific knowledge (101)	6.5	0.0	89.9	100.0	3.5	0.0		
Nature of hypothesis (102)	87.4	97.4	5.5	2.6	7.0	0.0		
Scientific research process (103)	81.4	97.4	10.6	2.6	8.0	0.0		
Nature of scientific model (104)	8.0	10.5	81.9	89.5	10.1	0.0		

실현, 경제적인 풍요, 사회적인 명성, 인간 생활의 편리 등 여러 목적이 있다는 견해를 나타내었다.

연구수행 과정과 일상생활에서 과학자의 가치와 관련된 문항(092)에 대해서 전체 응답자의 68.4%는 과학자들이 연구를 할 때 개방적이고 합리적이며 편견을 가지지 않는 태도가 요구되지만 일상적인 가정생활이나 사회생활에서는 그러한 태도가 요구되지 않는다고 생각하고 있었다. 그 이유는 과학자를 일반 사람과 같은 한 인간으로 보기 때문(30.4%), 과학자의 사생활 존중(28.7%), 그리고 과학 활동의 목적과 일상생활의 목적이 서로 다르기 때문(9.3%)이라고 응답하였다. 반면 전체 응답자의 16.0%만이 과학연구 수행 과정과 마찬가지로 일상생활에서도 그러한 태도가 요

구된다고 생각하고 있었다.

4) 과학지식에 대한 인식

과학지식의 잠정성(tentativeness)을 묻는 문항(101)에서는 전체 응답자의 91.5%가 과학이론이 사회적 상황에 영향을 받으며 언제라도 변화되고 수정이 가능하다고 생각하고 있어 과학지식의 잠정성에 대해 인식하고 있었다. 반면 5.5%에 해당하는 학생들만이 전통적 인식론자의 주장과 같이 과학이론은 진실한 참인 것을 가정으로 한다는 견해를 나타내었다.

가설의 본성에 대한 문항(102)에서는 전체 응답자의 89.0%가 가설은 가정으로 잠정적인 속성을 가진다는 견해를 보였다. 그 중에는 많은 시행착오를 거쳐

Table 5
Chi-square analysis on the students' responses by gender

Theme of question (number of question)	X ²	Asymp. Sig. (2-sided)
Research products of scientists (022)	7.789	.254
Research products and environmental pollution (031)	3.581	.167
Government (061)	4.337	.114
Scientist association and member of society (062)	4.446	.108
Problem solving in daily life (081)	13.953	.003**
Occupation choice (082)	6.288	.098
Personal motivation of scientists (091)	3.581	.167
Research process (092)	4.127	.127
Tentativeness of scientific knowledge (101)	4.171	.124
Nature of hypothesis (102)	3.555	.314
Scientific research process (103)	6.180	.103
Nature of scientific model (104)	4.272	.118

** p<.01

Table 6
Comparison of the gifted students' answers by the experience of R&E program (%)

Theme of question (number of question)	T		F		N		etc.	
	Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes	No
Research products of scientists (022)	63.5	64.8	27.0	28.7	9.6	6.6		
Research products and environmental pollution (031)	29.6	36.1	56.5	56.6	13.9	7.4		
Government (061)	65.2	82.8	25.2	13.1	9.6	4.1		
Scientist association and member of society (062)	69.6	69.7	28.7	28.7	1.7	1.6		
Problem solving in daily life (081)	34.8	44.3	30.4	27.0	9.6	9.0	25.2	19.7
Occupation choice (082)	53.9	56.6	13.0	14.8	5.2	6.6	27.8	22.1
Personal motivation of scientists (091)	29.6	44.3	63.5	52.5	7.0	3.3		
Research process (092)	66.1	70.5	26.1	22.1	7.8	7.4		
Tentativeness of scientific knowledge (101)	5.2	5.7	93.0	90.2	1.7	4.1		
Nature of hypothesis (102)	87.0	91.0	5.2	4.9	7.9	4.1		
Scientific research process (103)	83.5	84.4	8.7	9.8	7.9	5.7		
Nature of scientific model (104)	9.6	7.4	80.9	85.2	9.6	7.4		

올바른 결론에 도달하게 된다(34.6%)라고 생각하는 학생이 가장 많았다. 반면 5.2%의 학생들만이 가설이 옳아야 한다는 가설의 진리성에 관한 견해를 나타내었다.

과학적 연구과정과 관련된 문항(103)에 대해서 전체 응답자의 84.0%에 해당하는 학생들이 과학자들의 연구과정에 있어 반복 및 시행착오를 인정하고 있었다. 이들 응답 중에서 특히, 과학자의 인간적인 측면을 주장하는 견해(71.3%)가 우세하였다. 반면 9.3%의 학생들만이 이러한 의견에 대해서 부정적인 견해를 나타내었다.

과학 모형의 본성과 관련된 문항(104)에 대해서 전체 학생의 77.7%가 과학적 모형은 우리가 이해하기

쉽게 만든 것이므로 똑같은 필요는 없다(42.6%), 과학적 모형이 실물과 비슷하다(27.0%), 그리고 사회가 변하고 과학이 발달함에 따라 과학적 모형들은 변할 수 있는 것(13.5%)이라는 견해를 밝혔다. 반면 13.9%의 학생들만이 과학적 모형이 실물과 같아야 한다고 생각하였다.

2. 성과 R&E 경험에 따른 과학의 본성에 대한 인식의 차이

1) 성별

남학생과 여학생의 응답을 비교, 분석한 결과 ‘학교에서 배우는 과학내용을 통해 일상생활에서 직면하는 여러 가지 문제를 해결할 수 있다’는 문항(081)에 대

Table 7
Chi-square analysis on the students' responses by the experience of R&E program

Theme of question (number of question)	χ^2	Asymp. Sig. (2-sided)
Research products of scientists (022)	.747	.688
Research products and environmental pollution (031)	3.157	.206
Government (061)	9.648	.008**
Scientist association and member of society (062)	.004	.998
Problem solving in daily life (081)	2.411	.492
Occupation choice (082)	1.150	.765
Personal motivation of scientists (091)	6.269	.044*
Research process (092)	.569	.752
Tentativeness of scientific knowledge (101)	1.198	.549
Nature of hypothesis (102)	2.061	.560
Scientific research process (103)	1.289	.732
Nature of scientific model (104)	.808	.668

* p<0.5, ** p<.01

해서 과학영재 남녀학생 사이에 통계적으로 유의미한 차이($p<.01$)가 나타났다. 특히, 여학생 응답자의 44.7%는 과학이 현실 생활과 동떨어져 있어서 많은 여러 가지 문제를 해결해 주지는 못하지만 해결되는 부분도 있다고 생각하고 있어 과학이 가지는 한계를 남학생에 비하여 높은 응답 비율로 인식하고 있음을 나타내었다.

남학생들은 ‘과학이론이나 법칙은 가설에서부터 시작되는 경우가 많다. 그러나 가설이 옳지 않은 것이라도 상관없다’라고 하는 문항(102)에서 가장 높은 동의(87.4%)를, ‘과학적인 절차에 따라 정확히 연구를 수행했을 때, 그러한 연구에 의해서 얻어진 과학이론은 시간이 흐르더라도 변하지 않는다’는 문항(101)에서 가장 높은 반대(89.9%) 견해를 나타내었다. 80% 이상의 높은 응답률을 보인 문항은 과학적 가설의 본성, 과학적 연구과정, 과학지식의 잠정성, 과학 모형의 본성을 묻는 문항이었다. 남학생 응답자들은 12문항의 50%에 해당하는 6개 문항(022, 061, 062, 092, 102, 103)에서 60% 이상의 동의를 나타내었으며 전체 문항의 16%에 해당하는 2개 문항(101, 104)에서 60% 이상의 반대 견해를 보였다. 한편 남학생 응답자들은 ‘어느 과학자의 연구 성과물이 우리의 생활을 편리하게 해주는 반면, 사회에 큰 환경오염을 일으킨다는 사실이 밝혀졌다. 따라서 그 과학자는 이러한 문제에 대해 책임을 져야한다’는 문항(031)에서 진술문에 대해 상대적으로 가장 높은 중립적인 견해를 나타내었다.

2) R&E 프로그램 이수 경험별

R&E 프로그램을 1년 이상 이수한 과학영재들의 경우, 102번 문항에서 가장 높은 동의(87.0%)를 나타내었으며 101번 문항에서 가장 높은 반대(93.0%)를 보였다. R&E 프로그램을 이수한 경험이 없는 학생들의 경우에도 102번 문항(87.0%)에서 가장 높은 동의를 보였으며 101번 문항에서 가장 높은 반대 견해(90.2%)를 보였다. R&E 경험이 있는 학생들은 2문항(102, 103)에서 80% 이상 동의하였으며, R&E 경험이 없는 학생들은 3문항(061, 102, 103)에서 80% 이상의 반대 견해를 보여 두 집단의 인식에 있어 다소 차이가 있음을 알 수 있었다.

과학자의 특성과 관련된 문항들 중에서 과학자의 연구동기와 관련된 문항(091)에 대해서 R&E 프로그램을 경험하지 않은 응답자(전체 응답자의 51.5%)와 경험한 응답자(전체 응답자의 48.5%) 사이에 유의미한 차이($p<.01$)가 나타났다. R&E 프로그램을 경험한 학생들은 경험하지 않은 학생들(52.3%)에 비해서 상대적으로 높은 비율(63.4%)로 과학자의 연구동기 및 활동을 사회적인 맥락에서 인식하였다.

‘과학자들의 연구 분야가 몇몇 분야에 집중되더라도 정부는 과학자들이 연구하는 분야를 통제해서는 안된다’는 과학자의 연구와 국가(사회)의 관계와 관련한 문항(061)에 대해서도 R&E 프로그램을 경험한 응답자와 경험하지 않은 응답자 사이에 유의미한 차이($p<.05$)가 나타났다. R&E 프로그램을 경험한 학생들의 65.2%와 경험하지 못한 학생들의 82.8%가 과학자들의 연구에 정부가 개입해서는 안 된다는 견해를 나타내었다. 반면 경험한 학생들 25.2%와 경험하지 못한 학생들의 13.1%는 과학자의 연구에 정부가 상호 협력과 타협을 포함한 개입을 해야 한다는 입장을 보였다. 이는 R&E 프로그램을 1년 이상 이수한 학생들의 경우 과학자의 연구 활동은 과학자 개인만의 자율적인 문제가 아니라 과학자들의 사회에 대한 책임 및 과학의 발전과 과학 기술의 발달이 진행될수록 국가와 과학자들은 더욱더 밀접한 관계를 갖게 된다고 인식하는 것을 나타낸다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 과학의 본성과 관련하여 과학의 정의, 과학의 외적 사회학, 과학의 내적 사회학, 그리고 인식론에 대한 과학영재들의 인식을 알아보았으며 결론은 다음과 같다.

첫째, 과학영재들은 과학 이론과 지식의 잠정성에 대한 높은 인식을 나타내었으며 과학의 내적 사회학과 관련된 부분에서는 다른 문항에 비해서 상대적으로 낮은 인식을 나타내어 과학자들은 연구를 수행할 때 개방적이고 합리적이며 편견을 가지지 않는 태도가 요구되지만 일상적인 가정생활이나 사회생활에서는 그러한 태도가 요구되지 않는다고 생각하는 경향이 있었다.

둘째, 과학의 본성에 대한 남녀 학생들의 인식 차이는 없는 것으로 나타났다. 다만, 과학의 외적 사회학 영역에서 일상생활의 문제 해결과 관련하여 유의미한 차이가 나타났으며 여학생에 비하여 남학생은 어떤 문제에 직면했을 때 과학이 문제 해결에 도움을 줄 수 있을 것이라고 생각하는 경향이 있었다. 이처럼 여학생들은 과학이 일상생활에서 직면하는 여러 가지 문제를 해결하는데 한계를 가진다고 인식하고 있었다.

셋째, R&E 프로그램을 경험한 집단과 경험하지 못한 집단으로 구분하여 조사한 결과, 2문항에서 유의미한 차이를 보였다. 프로그램을 1년 이상 이수한 학생들의 경우, 이수하지 않은 학생들에 비하여 과학자의 연구 활동이 과학자 개인만의 문제가 아니며 과학 기술의 발달이 진행될수록 국가와 과학자들은 더욱 더

밀접한 관계를 가진다고 인식하고 있었고, 이들은 과학자의 사회적 책임이 중요하며 과학자의 연구 동기 및 활동을 사회적인 맥락에서 인식하였다. 이러한 유의미한 차이는 과학영재들이 1년간의 장기간에 걸친 R&E 연구과제 수행과 4주간의 연구실 현장교육을 통한 현직 과학자와 석·박사 연구자들과 직접 연구를 수행함으로써 체험적으로 과학과 사회의 상호작용에 대해서 인식하기 때문으로 생각된다. 따라서 이러한 두 집단 사이의 인식 차이를 비교할 때, 사사교육의 한 형태인 R&E 프로그램은 과학영재들의 과학 지식 및 탐구 능력의 향상뿐만 아니라 과학의 본성에 대한 인식에 있어서도 긍정적인 기여를 하는 것으로 보인다.

이 결과들은 과학영재들의 과학에 대한 인식을 접수가 아닌 그들이 이해하고 있는 그대로의 생각을 나타내므로 장차 미래의 선도적인 과학, 기술인으로 성장하고 육성되어야 할 이들의 견해가 얼마나 건전한지, 과학과 사회에 대해서 어떤 관점을 가지고 있는지 등에 대해서 확인하고 이를 바탕으로 과학의 본성을 교육하기 위한 기본 자료로 활용될 수 있을 것이다. 그리고 과학영재들이 과학의 본성에 대해서 어떻게 인식하고 있는지를 확인하는 것은 이들을 위한 교과수업이나 교육과정 개발에 있어 실질적인 시사점을 줄 수 있으며 과학영재 교육 프로그램 개발 및 과학영재 관련 정책의 입안에 있어 중요한 자료로 활용될 수 있을 것이다. 특히 본 연구에서는 R&E 활동 경험이 과학 영재 학생들의 과학의 본성에 대한 인식에 영향을 미치는 것으로 나타났으며 일반적인 교과수업과는 다른 장기간의 과학자에 의한 사사교육의 한 형태로 운영되는 과학영재학교 R&E 프로그램의 특성에서 기인하는 것으로 생각된다. 후속연구를 통하여 R&E 활동이 과학의 인식 변화에 주는 영향을 더욱 구체적으로 밝힐 필요가 있으며 이를 통하여 과학영재 교육프로그램의 개발, 특히 R&E 프로그램과 같은 사사교육 프로그램의 개발, 운영 및 평가와 관련한 도구로서 그 활용 가능성도 연구할 필요가 있을 것이다. 또한 과학교육의 수월성 측면에서 현직 교사들과 예비교사 교육 및 교육과정 개발, 교육정책 입안에 있어 많은 시사점을 제공할 수 있을 것이다.

국문 요약

이 연구는 과학영재들의 과학의 본성에 대한 인식을 조사하기 위하여 다지 선다형 검사 문항을 사용하였으며 영역별, 성별, 그리고 사사교육의 일종인 R&E 프로그램 이수 경험별로 나누어 조사하였다. 이 조사

를 위하여 한국과학영재학교 273명의 학생을 대상으로 설문조사하였다. 연구결과, 과학영재들의 과학의 본성에 대한 인식은 과학지식의 잠정성에서 가장 높은 인식을 보였다. 성별과 R&E 프로그램 이수 경험별로 나누어 조사한 결과, 대부분의 경우에 집단별 인식에 있어 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았으나 R&E 프로그램을 경험한 집단과 경험하지 못한 집단으로 나누어 인식 성향을 조사하였을 때, 프로그램을 경험한 집단이 과학자의 연구동기 및 연구활동을 보다 사회적인 맥락에서 인식하였고, 과학자의 사회적 책임에 대한 인식도 높았다. 이를 통하여 R&E 활동 경험이 과학 영재 학생들의 과학의 본성에 대한 인식에 영향을 미치는 한 요인임을 확인하였으며 이들 결과는 과학영재 교육 프로그램의 개발과 운영, 특히 R&E 프로그램의 운영과 평가, 그리고 과학영재 교육과정 개발 및 과학교사 교육에 있어 시사점을 제공할 수 있을 것이다.

참고 문헌

- 교육부 (1997). 과학과 교육과정. 서울: 교육부.
- 교육인적자원부, 한국학술진흥재단 (2006). 연구 윤리 소개. 서울: 교육인적자원부, 한국학술진흥재단.
- 김종득, 정현철, 김훈, 박은영 (2004). 과학영재학교 교육과정 개정 연구. 대전: 한국과학재단.
- 김종득, 김훈, 박은영, 이범진, 최호성 (2005a). 과학영재학교 R&E 사업 결과보고서. 대전: KAIST 과학영재교육연구원.
- 김종득, 김언주, 심재영 (2005b). 과학영재관련 제 1차 중단연구: 과학영재교육을 위한 인재양성현황 분석 및 정책개발. 대전: KAIST 과학영재교육연구원.
- 박현주, 이금희 (2005). 과학적 소양의 관점에서 본 대학생들의 과학의 본성에 대한 이해. 한국과학교육학회지, 25(3), 390-399.
- 서혜애, 오필석, 홍재식 (2000). 국가과학교육기준. 서울: 교육과학사.
- 심재영, 김언주, 김종득 (2006). 과학영재관련 제 2차 중단연구: 과학영재교육을 위한 인재양성현황 분석 및 정책개발. 대전: KAIST 과학영재교육연구원.
- 임순영 (2004). 고등학생의 과학의 본성에 대한 이해도 조사. 조선대학교 석사학위 논문.
- 임재항, 강순민, 공영태, 최병순, 남정희 (2004). STS에 대한 고등학생들의 견해에 관한 평가도구 개발. 한국과학교육학회지, 24(6), 1143-1157.
- 장명덕, 홍상욱, 정진우 (2002). 중학교 2학년 과학영재들의 과학 지식에 대한 과학철학적 관점과 이에 대한 토론 및 읽기 활동의 효과. 한국지구과학학회지, 23(5), 397-405.

조희형 (1994). 과학-기술-사회와 과학교육. 서울: 교육과학사.

한국과학영재학교 (2006a). 2006학년도 교육과정편람. 부산: 한국과학영재학교.

한국과학영재학교 (2006b). 학교현황(미간행).

Aikenhead, G., & Ryan, A. G. (1992). The development of a new instrument: Views on Science-Technology-Society (VOSTS). *Science Education*, 76, 477-491.

American Association for the Advancement of Science (AAAS) (1989). Project 2061: Science for all Americans. Washington, DC: AAAS.

American Association for the Advancement of Science (AAAS) (1993). Benchmarks for science literacy: A project 2061 report. New York: Oxford University Press.

Bybee, R. W. (1997). Achieving scientific literacy: From purposes to practices. Portsmouth, NH: Heineman.

Campbell, N. (1953). What is science? New York: Dover Publication, Inc.

Griffiths, A. K., & Barman, C. R. (1995). High school students' views about the nature of science: Results from three countries. *School Science and Mathematics*, 95(5), 248-255.

Kang, S., Scharmann, L. C., & Noh, T. (2005). Examining students' views on the nature of science: Results from Korean 6th, 8th, and 10th graders. *Science Education*, 89(2), 314-334.

Lederman, N. G., & O'Malley, M. (1990). Students' perceptions of tentativeness in science: Development, use, and sources of change. *Science Education*, 74(2), 225-239.

Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions about the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331-359.

Liu, S-Y, & Lederman, N. G. (2002). Taiwanese gifted student's views of nature of science. *School Science and Mathematics*, 102(3), 114-123.

McComas, W. F., & Almazroa, H. (1998). The nature of science in science education: An introduction. *Science & Education*, 7(6), 511-532.

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

NSTA (1982). Science-Technology-Society: Science education for the 1980s. An NSTA Position Statement, NSTA, Washington D. C.

NSTA (1990). Science-Technology-Society: A new effect for providing appropriate science for all. An NSTA Position Statement, NSTA, Washington D. C.

Ziman, J. (1980). Teaching and learning about science and society. Cambridge: Cambridge University Press.

Zeidler, D. L., Walker, K. A., Ackett, W. A., & Simmons, M. L. (2002). Tangled up in views: Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas. *Science Education*, 86(3), 343-367.

Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357-377.