

‘과학사 기반 화학자 탐구 프로그램’이 고등학교 과학영재의 과학의 본성에 대한 인식과 과학적 태도, 과학 진로지향도에 미치는 영향

박기수 · 유미현^{†,*}

서울대학교

[†]아주대학교

(접수 2013. 9. 23; 게재확정 2013. 10. 31)

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

Gi-Su Park and Mi-Hyun Yoo^{†,*}

Seoul National University, Seoul 151-742, Korea

[†]Ajou University, Suwon-si, Gyeonggi-do, 443-749, Korea. *E-mail: ymh0120@hanmail.net

(Received September 23, 2013; Accepted October 31, 2013)

요약. 본 연구는 고등학교 과학영재의 특성에 맞는 ‘과학사 기반 화학자 탐구 프로그램’을 개발하고 과학의 본성에 대한 인식과 과학적 태도, 과학 진로지향도에 미치는 영향을 살펴보고자 진행되었다. 본 연구의 대상은 고등학교 부설 영재학급에 선발되어 교육받는 영재학생 1학급 17명이며, ‘과학사 기반 화학자 탐구 프로그램’은 22차시에 걸쳐 적용되었다. 본 연구 결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 과학영재의 과학의 본성에 대한 인식은 통계적으로 유의미한 향상을 보였다(근사유의 확률 .005). 과학의 본성 하위 요소 중에서는 ‘과학적 모형의 속성’에서 유의미한 향상을 보였다(근사유의 확률 .029). 이는 ‘과학사 기반 화학자 탐구 프로그램’이 고등학교 과학영재의 과학의 본성에 대한 인식을 향상시킬 수 있음을 보여준다. 둘째, 과학영재의 과학적 태도에 통계적으로 유의미한 변화가 나타나지 않았다. 과학적 태도의 7가지 하위 영역 중 개방성과 창의성은 통계적으로 유의미한 향상을 보였다($p < .05$). 셋째, 과학영재의 과학 진로지향도에 통계적으로 유의미한 변화가 나타나지 않았다. 그러나 과학 진로에 대한 가치 인식 수준은 유의미하게 향상되었다($p < .05$).

주제어: 과학영재, 과학사 기반 화학자 탐구 프로그램, 과학의 본성에 대한 이해, 과학적 태도, 과학 진로지향도

ABSTRACT. The purpose of this study was to develop ‘Science History Based Chemist Inquiry Program’ for the science-gifted in high school and investigated the application effects on the understanding toward the nature of science, scientific attitudes, and science career orientation. This study was conducted with one class of 17 scientifically gifted high school students, and the ‘Science History Based Chemist Inquiry Program’ was applied during 22 class hours. The results of this study were as follows: First, the science gifted students’ understanding toward the nature of science showed a statistically significant improvement (approximate significance probability .005). Property of the scientific model, sub-domain of the nature of science, is significantly improved (approximate significance probability .029). This result show that ‘Science History Based Chemist Inquiry Program’ can improve the scientifically gifted high school students’ perception about nature of science. Second, the scientifically gifted students’ scientific attitude wasn’t changed significantly. However, the openness and creativity in the sub-domains of the scientific attitude showed a statistically significant improvement ($p < .05$). Third, science career orientation of science-gifted did not show a statistically significant change. But the value of the level of awareness about the science career has been significantly improved ($p < .05$).

Key words: Scientifically gifted students, Science history based chemist inquiry program, Understanding toward nature of science, Scientific attitude, Science career orientation

서론

일반적으로 과학교육의 목적은 과학적 소양을 지닌 인간을 육성하는 데 있다. 과학적 소양은 과학의 본질적 개념

과, 과학적 활동의 본성, 사회와 문화 속에서 과학의 역할 등으로 구성되며, 과학지식이 형성되고 변화되는 과정으로서의 과학의 본성(nature of science)에 대한 이해는 과학적 소양을 기르기 위해 필요한 요소이다.¹ 한편, 과학 기술

력이 국가 경쟁력의 척도가 되고 있는 21세기에서 과학 분야에 우수한 가능성을 보유한 학생들을 조기에 발굴하고 그 능력을 최대한 발휘시키는 것은 국가 발전 뿐 아니라 과학영재 개인의 발전을 위해서도 매우 중요한 일이다. 과학영재 교육에서도 과학의 기본 개념과 이론을 알고 문제 해결력이나 창의력을 증진시키며 이를 통해 창조적인 지식이나 산출물을 생산하는 것이 중요한 목표가 된다.²

우리나라 과학영재교육 프로그램을 분석한 선행 연구^{3,4}에 의하면 영재교육 프로그램이 주로 인지적인 영역에 치우쳐 있다. 또한 영재교육의 정책 방향을 영재교육 대상자의 양적 확대에 두고, 영재교육과정 상에서도 인지적 측면만 강조함으로 인해 영재 학생들이 성장하여 그 재능을 제대로 발휘하지 못하는 경우가 나타난다.⁵ 과학영재에 대한 교육과 지원이 향후 우리나라의 과학 기술력을 결정한다고 볼 때, 영재 교육에 대한 질적 향상은 필수적이며 효과적인 과학영재교육 프로그램은 질적 향상 부분에서 중요한 위치를 차지한다.

미래의 과학자로서 과학영재들을 교육하는데 있어서 과학의 기본개념과 이론을 아는 것 못지않게 과학의 본성을 갖추는 것이 매우 중요한 목표이다.^{2,7,8,11} 과학영재들은 장차 전문 과학 분야에 종사할 가능성이 많으며,² 이를 위해선 과학이라는 학문의 특성과 구조에 대해 이해해야 하기 때문이다. 또한, 과학의 학문 특성과 구조는 잠정성과 주관성, 이론 의존성 및 사회와의 상호 관계성 등을 포함하며 이를 과학의 본성으로 개념화할 수 있으므로,⁶ 과학의 본성은 과학영재가 갖추어야 할 과학적 소양의 핵심이라 할 수 있다.^{7,8} 과학의 본성을 직접적으로 교수할 수 있는 여러 방안 중 과학사의 유용성을 들 수 있다. 과학사는 과학 지식이 시대에 따라 어떻게 변했으며 사회나 문화의 영향을 어떻게 받았는지에 대해 보여줄 수 있으므로,⁹ 과학의 본성을 효과적으로 제시할 수 있기 때문이다. 과학교육에 과학사를 연계하는 방법을 통해 학생들의 과학의 본성에 대한 인식에서 긍정적인 변화가 발견되었다.^{9,10} 이러한 맥락에서 과학영재 교육에 과학사를 도입하는 것은 다음과 같은 필요성이 있다.¹¹

첫째, 과학자 사회가 인정하는 패러다임에 적합한 사실이나 법칙, 이론들로 이루어진 완성된 지식체계를 서술한 자료들로 이루어지는 현재의 교수학습은 과학의 법칙이나 이론들이 발달하는 과정에서 변화가능하며 잠정적이라는 것을 간과하기 쉽다. 과학사는 과학지식이 절대 진리가 아니라 자연관이나 세계관과 함께 발달되어 왔다는 것을 보여준다. 따라서 과학사는 과학철학의 현대적 관점을 제공해줄 수 있다.

둘째, 과학사는 과학이 사회와의 상호작용 속에서 발달해온 것을 인식하게 하므로 사회 속에서 과학의 역할을 고

찰할 수 있도록 하여 과학기술의 발전에 따르는 문제점 등 과학과 사회에 관련된 가치판단을 할 수 있도록 한다.

셋째, 과학사는 과학개념의 역사적 변천 과정에 대한 이해를 통해 학생들이 가지는 오개념을 현재의 과학개념으로 변화시키는 과정을 촉진할 수 있다.

넷째, 과학사는 과학자들의 과학 주요 문제들을 어떻게 해결했는지를 보여줌으로써 학생들에게 과학자들이 그랬듯이 정의되지 않은 어려운 문제해결과정에 참여할 수 있는 기회를 제공해 줄 수 있다.

국내에서 이루어진 과학의 본성 관련 연구는 주로 일반 학생을 대상으로 과학의 본성의 인식을 조사하거나 소집단 토론 수업 및 특별한 프로그램을 적용하여 과학의 본성에 대한 이해를 향상시키기 위한 연구¹²⁻¹⁶ 등이 주로 보고되고 있다. 그러나 과학영재를 대상으로 과학의 본성과 관련된 프로그램을 실시한 연구¹⁷⁻¹⁹는 매우 부족하며 보다 활발한 연구가 필요한 실정이다.

토론 및 읽기 활동을 중학교 2학년 과학영재들에게 적용한 연구,¹⁷ 중학교 2학년 과학영재들에게 명시적 과학 본성 프로그램을 적용한 연구¹⁹에서도 학생들의 과학의 본성에 대한 인식에는 유의미한 차이가 나타나지 않았다고 보고하였다. 이러한 선행연구와 같이 과학영재의 과학의 본성에 대한 인식을 긍정적으로 변화시키는 것이 용이하지 않음을 알 수 있다. 영재의 특성에 기반한 과학사 프로그램을 개발하여 과학영재들에게 적용하였을 때 학습자의 인지수준에 관계없이 과학개념 성취도와 창의력이 향상되었다는 연구 결과가 보고되고 있다.¹¹ 그러나 아직 과학영재교육에 과학사를 도입한 프로그램은 매우 부족한 실정이다. 본 연구에서는 선행연구에서 나타났던 연구 결과를 면밀히 분석하여 과학영재의 과학의 본성에 대한 인식을 향상시키고자 하였다.

또한 본 프로그램을 통해 과학영재 학생들에게 과학적 개념 이해, 과학탐구 능력뿐 아니라 과학적 소양, 더 나아가 과학적 창의력 및 문제해결력을 길러줄 수 있을 것으로 기대된다. 과학 관련 태도는 학생들이 자라서 과학에 관련된 분야에서 활동을 하는 데 매우 중요한 역할을 한다.²⁰ 과학 관련 태도는 과학의 정의적 영역에 포함되며 과학에 관련된 인식, 흥미, 가치에 해당하는 과학에 대한 태도(attitude toward science)와 합리성, 비판성, 판단 보류, 객관성, 인내성, 협동성 등에 해당하는 과학적 태도(scientific attitude)로 분류된다.²¹ 이 중 과학적 태도는 과학적으로 사고하고 행동하려는 경향성의 문제로서 과학탐구의 전 과정에 걸쳐 영향을 미친다는 점에서 매우 중요한 과학자적 자질이라 할 수 있다.²² 과학영재 프로그램 적용 전후 과학관련 태도와 과학 불안도의 관계 및 변화 연구²³에서 과학 관련 태도와 그 하위영역 중 과학적 태도는 통계적으로 유의미하게

낮아졌다. 또한 과학고 학생들에게 SSC 실험을 적용한 연구²⁴에서는 과학 관련 태도에 유의미한 변화가 나타나지 않았음을 보고하고 있다. 반면 SSC(Small-Scale Chemistry) 실험이 중학생 과학영재의 과학적 태도, 창의적 성격 특성 및 과학탐구 능력에 미치는 효과를 조사한 연구²⁵에서 프로그램 적용 결과 과학적 태도 점수가 통계적으로 유의미하게 증가하였다. 한편 태도와 같은 정의적 특성의 경우 중등영재일수록 단기간 처치를 통한 변화가 어렵다. 실험 처치에 의한 초등과학영재의 과학적 태도의 변화가 두드러진 반면,³⁸⁻⁴⁰ 중등과학영재의 과학적 태도에 대한 변화가 어렵다는 선행연구 결과들^{23,30}이 있다.

과학영재 교육의 중요한 목표 중 하나는 현재 만연해 있는 이공계 기피현상을 극복하여 많은 인재들이 과학계로 진출하게 하는데 있다. 많은 영재교육 종사자들이 이러한 목표에 동의하고 있는데 반해 과학영재의 진로 교육 및 프로그램에는 제대로 반영되고 있지 않다. 카이스트 입학생을 대상으로 장래의 희망을 조사한 연구에서는 과학자나 교수를 희망하는 비율이 해마다 줄어들고 있는 반면, 사업가가 되겠다고 하는 사람은 해마다 증가하고 있는 경향을 보여주고 있다고 보고하고 있다.²⁷ 이는 과학에 흥미가 있고 소질이 있는 과학영재라 할지라도 자신의 진로와 관련해서는 시간이 갈수록 점점 부정적으로 판단함을 보여주며, 동시에 과학영재에 대한 진로 상담이나 프로그램 개발과 효과 연구에 대한 필요성을 인지하게 해준다. 따라서 본 연구에서는 과학영재의 과학의 본성에 대한 인식, 과학적 태도, 과학 진로지향도를 향상시키기 위한 '과학사 기반 화학자 탐구 프로그램'을 개발하고 적용하여 효과를 조사하고자 한다.

본 연구를 수행하기 위하여 선정된 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, '과학사 기반 화학자 탐구 프로그램'이 고등학교 과학영재의 과학의 본성에 대한 인식에 미치는 영향은 어떠한가?

둘째, '과학사 기반 화학자 탐구 프로그램'이 고등학교 과학영재의 과학적 태도에 미치는 영향은 어떠한가?

셋째, '과학사 기반 화학자 탐구 프로그램'이 고등학교 과학영재의 과학 진로지향도에 미치는 영향은 어떠한가?

연구 내용과 방법

연구 대상 및 연구 절차

본 연구 참여자는 2012년 경기도 A시 소재 S고등학교 부설 영재학급에 선발되어 교육받는 영재학생 17명이다. 연구 참여 학생들은 고등학교 1학년으로 담임 추천, 영재성 검사, 심층 면접의 3단계로 구성된 영재 선발 과정을 거

쳐 선발되었다. '과학사 기반 화학자 탐구 프로그램'을 적용하기 전 과학의 본성, 과학적 태도, 과학 진로지향도 사전검사를 실시하였고, '과학사 기반 화학자 탐구 프로그램' 적용 후 사전검사와 동일한 검사도구로 사후검사를 실시하였다. 또한 프로그램 이후 인터뷰와 사후소감문을 통해 학생들의 '화학자 탐구 프로그램'에 대한 인식을 조사하여 프로그램의 목표와 관련된 반응의 빈도를 조사하였다.

'과학사 기반 화학자 탐구 프로그램'의 개발

본 과학사는 과학교육에 명시적으로 도입이 될 수도 있고, 암묵적으로 도입될 수도 있다. 과학사적인 교수 방법은 단순히 역사적인 순서에 따라 가르치는 것을 의미하지는 않는다. 본 연구를 위해 개발된 프로그램은 과학사를 통해 화학자들이 어떤 질문과 과정을 통해 공기 속 성분 기체들을 발견하였으며 기체들의 공통된 성질에 대해 발견하게 되었을까를 생각해보면서 현재 교과서에서 쉽게 배우는 과학 개념들이 여러 과학자들의 시행착오를 통해 얻어졌다는 것을 알게 하는 기회를 제공한다. 연구에서는 과학영재의 과학의 본성에 대한 인식과 과학적 태도 및 진로지향도 향상을 위해 다음과 같은 방법으로 '과학사 기반 화학자 탐구 프로그램'을 개발하였다.

첫째, 문헌연구를 통해 과학영재의 과학 관련 목표 요소에 대한 이론적 배경을 조사하고, 이와 관련된 선행연구를 조사하였다.

둘째, 향상시키고자 하는 과학영재의 과학관련 목표 요소를 선정하였으며 이를 조사하기 위한 검사 도구를 선택하였다.

셋째, 과학영재의 과학관련 인식 발달을 위한 '과학사 기반 화학자 탐구 프로그램'을 개발하였다.

본 연구자는 여러 가지 영재교육과정 모형 중에서 본 연구의 목적과 가장 부합되는 교육과정 모형의 큰 틀은 Renzulli의 심화학습 3단계 모형이라고 보고, 여기에 Monk와 Osborne²⁸의 과학사 수업 모형에 기초하여 구성된 명시적·반성적 과학의 본성 수업 모형¹³을 병합하였다. 이러한 모형을 통해 과학영재들의 과학적 탐구 능력 및 과학자로서의 태도를 기르고 동시에 과학적 본성에 대한 인식을 높일 수 있는 프로그램을 개발하였다. 프로그램에서 다룬 화학자들은 주로 기체 발견 과학사에서 등장하는 프리스틀리, 라부아지에, 쉐레, 블랙, 보일, 샤를, 게이뤼삭 그리고 원자 모형과 관련 있는 돌턴, 러더퍼드, 보어 등이다. 본 연구에서 개발한 '과학사 기반 화학자 탐구 프로그램'은 과학영재교육 전문가 1인과 함께 프로그램을 개발하였으며, 과학영재교육 전문가 및 과학영재 교육을 담당하고 있는 중등교사 2인의 프로그램 적합성에 대한 검토를 거쳤다.

Table 1. Items of the questionnaire on understanding about the nature of science

| Item | No. of VOSTS item | Categories | Contents |
|------|-------------------|---|---|
| 1 | 10111 | science and technology | definition of science |
| 2 | 60211 | character of scientist | character of scientist |
| 3 | 60226 | character of scientist | morality of scientist |
| 4 | 70611 | social constitution of scientific knowledge | scientific knowledge influenced by individual |
| 5 | 70231 | social constitution of scientific knowledge | consensus in science |
| 6 | 90111 | epistemology | theory-laden observation |
| 7 | 90211 | epistemology | characteristics of scientific model |
| 8 | 90411 | epistemology | tentativeness of scientific knowledge |

측정도구

과학의 본성 인식 검사 도구

과학의 본성에 대한 인식 검사는 STS와 관련된 학생들의 과학철학적 관점을 알아보기 위해 Aikenhead와 Ryan²⁹이 개발한 114개의 다지선다 항목으로 구성된 VOSTS (Views On Science-Technology-Society) 중 8문항을 추출한 검사도구³⁰를 이용하였다(Table 1).

VOSTS와 같이 학생들의 실제 반응을 기초로 하여 개발된 검사도구의 타당도를 전통적 의미의 타당도의 의미로 논의한다는 것은 부적절하고, 연구 목적에 따라 일부 문항만을 추출하여도 신뢰도에 문제가 없음을 지적하였다.²⁹

본 연구에서 구한 과학의 본성에 대한 인식 검사 도구의 내적 신뢰도 Cronbach's α 는 사전검사에서 .711, 사후검사에서 .661이었다.

이 검사 도구를 사용한 결과물에 대한 채점은 문항에 대한 반응들을 같은 혹은 비슷한 관점으로 묶어 세 그룹으로 분류한 뒤 1, 2, 3점으로 정량화하는 방식³¹을 사용하였다. 반응들을 분류하는데 있어 일관성과 타당성을 부여하기 위해 5명의 전문가들로 하여금 각 반응들을 세 유형, 즉 “사실적”(realistic), “장점을 지닌”(has merit), “순박한”(naive) 중의 하나로 분류하도록 하고, 그들의 의견을 종합하여 최종적으로 각 반응을 그 중 한 유형으로 분류하였다.³²

이러한 선행연구의 분류 방식에 따라 본 연구에서는 학생들의 응답에 대한 점수는 과학교육 전문가 3인의 합의를 통해 결정하였다.

Table 2. Items of the questionnaire on scientific attitude

| Sub-categories | No. of questionnaire |
|---------------------|----------------------|
| Curiosity | 2, 8, 15 |
| Open-mindedness | 9, 16*, 20 |
| Critical-mindedness | 4, 10, 17 |
| Cooperation | 3, 11, 21 |
| Voluntariness | 1*, 5, 12 |
| Endurance | 6, 13*, 18 |
| Creativity | 7, 14, 19 |

*negative item

Table 3. Items of the questionnaire on science career orientation

| Sub-categories | No. of questionnaire |
|---|------------------------|
| Preference for science learning | 1, 2, 3, 4, 5, 6 |
| Preference for science career | 7, 8, 9, 10 |
| Perception for value of science career | 11, 12, 13, 14, 15, 16 |
| Necessity for information of science career | 17, 18, 19, 20 |

과학적 태도 검사도구

과학적 태도 검사 도구²¹는 국가 수준의 과학과 관련된 정의적 특성인 인식, 흥미, 과학적 태도 3개 영역 48개 검사 문항 중 과학적 태도와 관련된 21개 문항을 사용하였으며, 모든 문항은 Likert 5점 척도로 되어 있다. 본 연구에서 구한 검사지의 내적 신뢰도 Cronbach's α 는 사전검사에서 .665, 사후검사에서 .757이었다. 하위 영역 별 문항 구성은 Table 2와 같다.

과학 진로지향도 검사 도구

본 연구에서는 과학 관련 진로 선택과 관련된 변인을 측정하기 위해 선정한 검사도구³³를 좀 더 간단한 형태로 줄인 후 4문항을 추가하여 구성한 ‘과학 진로지향도’ 설문지³⁴를 사용하였다.

‘과학 진로지향도’ 설문지의 범주는 4가지 하위영역 20문항으로 구성되었으며, 각각은 ‘과학 학습에 대한 선호도’, ‘과학 진로 선호도’, ‘과학 진로에 대한 가치 인식’, ‘과학 진로 정보의 필요성’ 등이다. 모든 문항은 Likert 5점 척도로 되어 있으며, 본 연구에서 구한 검사지의 내적 신뢰도 Cronbach's α 는 사전검사에서 .765, 사후검사에서 .837이었다. 하위 영역 별 문항 구성은 Table 3과 같다.

본 연구의 설계는 단일집단 사전-사후 실험 설계이다. 과학의 본성 인식은 모수통계의 기본 가정인 정규성 검정을 만족시키지 못하여 비모수통계 방법인 Wilcoxon 부호 검정을 이용하고 데이터를 분석하였다. 과학적 태도와 과학 진로지향도는 정규성 검정 및 모수 통계의 기본 가정을 만족시키므로 대응표본 t-검정을 이용하여 분석하였다. 유의 수준은 0.05이며, 모든 데이터는 PASW 18.0 통계 프로그램을 사용하여 분석하였다.

연구결과 및 논의

‘과학사 기반 화학자 탐구 프로그램’이 과학의 본성에 대한 인식에 미치는 영향

‘과학사 기반 화학자 탐구 프로그램’이 과학영재의 과학의 본성에 대한 인식에 미치는 영향을 조사하기 위해 과학의 본성에 대한 인식 사전점수, 사후점수의 평균, Wilcoxon 부호 검정의 결과를 Table 4와 같이 나타내었다.

분석 결과 과학의 본성에 대한 인식의 사전점수와 사후 검사 점수의 평균에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다. 즉, 과학사 기반 화학자 탐구 프로그램으로 인해 대상 집단의 과학의 본성에 대한 인식에 유의미한 향상이 보였음을 확인할 수 있다. 동일한 VOSTS 검사 도구를 이용하여 대학 부설 과학영재교육원의 중학생 19명에게 적용한 연구³⁰ 결과를 보면 과학의 본성에 대한 인식의 평균은 3점 척도에 2.40점이었다. 검사 도구의 적용 대상 학년과 측정 환경이 다름에 의한 영향을 배제할 순 없지만, 두 집단의 사전검사 점수는 큰 차이가 없음을 말할 수 있다. 즉, 고등학교 영재학급 학생들을 대상으로 한 본 연구의 유의미한 결과가 다른 영재교육기관에도 적용될 수 있다는 가능성을 언급할 수 있다. ‘과학사 기반 화학자 탐구 프로그램’을 실시한 후 사전점수와 사후검사 점수의 각 문항 별 차이를 Wilcoxon 부호검정을 통해 조사하고 그 결과를 Table 5에 나타내었다.

분석 결과 과학적 모형의 속성 영역의 근사유의확률이 .029로서 유의미한 차이가 나타났음을 보여준다. 또한, 과학의 정의, 과학자의 특성, 과학자의 정직성, 과학지식에 미치는 개인의 영향, 과학에서의 합의도출, 관찰의 이론의 존성, 과학지식의 잠정성 영역에서는 유의미한 차이가 나

타나지 않았다.

VOSTS 하위 영역 중 유의미한 변화가 나타난 과학적 모형의 속성에 대한 검사지의 내용은 다음과 같다. ‘여러 가지 과학 모형들, 예를 들어 원자 모형이나 분자 모형은 원자와 분자의 실제 모습과 똑같은 것이다.’ 이에 대한 응답으로 대다수의 학생들이 현대적 과학철학적 관점을 보였다. 이 항목과 관련된 활동 내용은 원자 모형의 변천을 이용한 활동과 명시적·반성적인 토론이었다. 돌턴 시대부터 양자 이론 생성기까지와 관련된 과학자들을 소개하는 과정에서 수소원자의 시각적인 모형을 보여주고 그 차이를 인식하는 조별 활동을 진행하였으며, 다른 모형의 예를 들어 과학적 모형이 가진 속성을 토론하는 과정을 거쳤다. 1차 토론에서 과학 모형의 속성에 대한 자신의 관점을 살펴본 후 2차 토론을 준비하는 과정에서 많은 과학사적 자료를 조사하고 과학철학적 사유를 수행한 후 2차 토론에서 자신의 변화되거나 강화된 관점을 공유하고 검증하였다. 사후검사 결과, ‘시간이 흐르거나 이론이 변함에 따라 모형도 달라지기 때문이다.’라는 현대적인 견해에 대한 사후 응답 빈도가 사전에 비해 높게 나타났다(사전: 70.5%, 사후: 94.1%).

반면, VOSTS 하위 영역 중 유의미한 변화가 나타나지 않은 항목 중 사전점수의 점수가 낮은 과학에서의 합의도출, 관찰의 이론의존성, 과학지식에 미치는 개인의 영향에 대해 살펴보고자 한다. 세 항목은 사전검사에서의 평균이 각각 2.24, 2.29, 1.88로 전체 8가지 영역 중 가장 낮은 점수를 보였다. 이는 사전에 ‘순박한’(naive) 인식을 상대적으로 강하게 드러냈던 영역이 프로그램 후에도 유의미한 변화를 보이지 않았음을 의미한다.

이 중 과학에서의 합의 도출 항목에서 ‘새 이론을 받아들이기로 결정한 과학자들이 다른 과학자들에 대한 설득의

Table 4. Comparison between pretest and posttest in the understanding about nature of science test scores

| | M (pretest) | M (posttest) | Z | Approximate significance probability |
|--|-------------|--------------|---------------------|--------------------------------------|
| He understanding about nature of science | 2.47 | 2.70 | -2.791 ^a | .005 |

^areferenced negative rank

Table 5. Comparison between pretest and posttest in VOSTS items

| Items | M (pretest) | M (posttest) | Z | Approximate significance probability |
|---|-------------|--------------|---------------------|--------------------------------------|
| Science and technology | 2.71 | 2.71 | .000 ^a | 1.000 |
| Character of scientist | 2.53 | 2.76 | -1.000 ^a | .332 |
| Character of scientist | 2.59 | 2.88 | -1.512 ^a | .172 |
| Social constitution of scientific knowledge | 1.88 | 2.06 | -1.342 ^a | .188 |
| Social constitution of scientific knowledge | 2.24 | 2.59 | -1.730 ^a | .083 |
| Epistemology | 2.29 | 2.71 | -1.732 ^a | .090 |
| Epistemology | 2.59 | 2.94 | -2.121 ^a | .029 |
| Epistemology | 2.94 | 3.00 | -1.000 ^a | .332 |

^areferenced negative rank

과정을 거쳐야 이론이 의미 있게 된다.'라는 진술에 전체 연구 대상 학생 17명 중 5명이 '새 이론이 옳다는 확실한 증거가 있다면 설득할 필요가 없다.'라는 '순박한'(naive) 견해에 해당하는 응답을 했다. 프로그램 이후에도 3명의 학생은 자신의 견해를 바꾸지 않았다. '과학에서의 합의 도출' 항목을 수업에서 다룰 때, 원자 오비탈 모형의 과학 사적 형성 과정을 이용하였으며, 과학적 모형의 속성 항목과 함께 토론의 주제로 활용했다. 가장 활발한 토론이 이루어진 항목이었지만 일부 학생들은 '과학 이론이 그 자체로 옳다면 설득할 필요가 없다.', '설득은 자신의 주관적인 의견을 상대방에게 주입하는 것이며 과학 이론에는 부적합하다.'는 견해를 고수하였다. 이는 학생들에게 여전히 과학적 논의 과정보다는 '결정적 증거'를 통한 '완벽하고 절대적인 과학적 지식'에 대한 가치가 선호되기 때문으로 생각된다.^{19,35,26} 또한, 이러한 '절대적인 과학적 지식'에 대한 선호는 '관찰의 이론의존성'에서도 나타나는 결과로, 토론 과정에서 '관찰은 사진처럼 누가 보아도 동일한 것이며 그렇지 않다면 잘못 관찰한 것'이라는 견해가 반복적으로 제기된 것을 근거로 판단할 수 있다.

한편 과학지식에 미치는 개인의 영향에 대한 검사지의 내용은 다음과 같다. '두 과학자가 같은 과학 지식을 가졌다면 똑같은 과학 이론을 각자 따로 만들어낼 수 있다. 이때 만들어진 이론은 두 과학자의 개인적인 차이에 따라 달라지지 않는다.' 이에 대한 사전검사의 응답으로 학생들은 대부분 '그렇지 않다. 왜냐하면 과학자마다 사고방식이나 생각의 차이가 있기 때문이다.'와 같은 '장점을 지닌'(has merit) 견해를 선택하였고, 일부의 학생들이 '그렇다. 왜냐하면 과학 이론은 변함없는 정확한 사실에 기초하고 있기 때문이다.'와 같은 '순박한'(naive) 견해를 선택하였다. 프로그램 적용 후 과학 이론의 변화가 없다는 '순박한' 견해는 과학자의 사고방식에 따라 이론이 달라진다는 '장점을 지닌'(has merit) 견해로 이동하였다. 그러나 이에 대한 '사실적'(realistic)인 견해인 '연구 방법에 따라 이론이 달라질 수 있다.'를 선택한 학생은 17명 중 사전·사후 각각 1명뿐이었다. 이 항목과 관련된 과학사적 활동 내용은 산소의 발견과 관련된 프리스틀리와 라부아지에의 다른 이론에 관한 것이었다. 프리스틀리와 라부아지에는 붉은 색 수은 재를 불록렌즈로 가열할 때 나타나는 기체와 관련된 여러 현상의 지식들을 공유했지만, 프리스틀리는 산소를 '플로지스톤이 부족한 공기'라고 하였고, 라부아지에는 '공기의 여러 구성 성분 중 하나'라 하였다. 영재들은 이와 관련된 읽기 자료를 접하고, 플로지스톤설의 반증과 관련된 실험을 하며, 토론의 과정을 거쳤다. 그러나 사후 인터뷰 결과 학생들은 프리스틀리와 라부아지에 및 셸레가 취했던 연구 방법의 차이를 제대로 인지하고 있지 못하였으며, 단

지 현대적이지 않은 '과거의' 과도기적 실험방법이라 인식하고 있었다. 이는 과학자가 살았던 당시의 시대적 상황을 인식하지 못한 채 단지 과거 이론을 잘못된 지식의 일부로 간주하는 학생들의 성향³⁷을 바꿀 수 있는 '연구 방법에 대한 구체적인 명시성'이 부족했음을 의미하고 그에 따른 결과로 학생들의 견해를 '사실적인' 관점으로 발전시킬 수 없었다고 해석할 수 있다.

덧붙여 과학의 본성에 대한 하위 영역 중 과학지식의 잠정성 영역은 사전검사에서 이미 대부분의 학생들이 현대 과학철학적 관점을 지니고 있는 것으로 나타났다. 이로 인해 더 이상 통계적으로 유의미한 향상이 나타나지 않은 것으로 해석가능하다. 프로그램 적용 이후 인터뷰 및 사후소감문에 나타난 학생들의 반응에서 '과학과 인간의 비분리성', '변화로서의 과학', '과학연구의 비윤리적 상황에 대한 인식' 등의 빈도가 높았으며 이는 통계적 결과와 함께 과학의 본성에 대한 학생들의 인식 수준이 전반적으로 증가하였음을 보여준다.

'과학사 기반 화학자 탐구 프로그램'이 과학적 태도에 미치는 영향

'과학사 기반 탐구 화학자 프로그램'이 과학영재들의 과학적 태도에 미치는 영향을 조사하고 사전과 사후의 과학적 태도 점수의 평균, 표준편차 및 대응표본 t-검정 결과를 Table 6에 나타내었다.

분석 결과 사전점수에 비해 사후점수의 차이는 -0.02이며 이러한 결과는 통계적으로 유의미한 차이가 아니었다 ($t=.239, p>.05$).

과학적 태도의 하위영역별 사전-사후 점수를 비교하고 대응표본 t-검정을 실시한 결과를 Table 7에 나타내었다.

분석 결과 호기심($p=.553$), 비판성($p=.049$), 협동성($p=.864$), 자신성($p=.100$), 끈기성($p=.605$) 영역에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 그러나 개방성($p=.049$)과 창의성($p=.035$) 영역에서는 유의미한 향상이 나타났다.

문지에 나타난 개방성과 창의성 영역과 관련된 영재들의 두드러진 행동 변화는 다음과 같다. '나와 다른 의견을 가진 친구와 토론을 통해 내 의견을 수정할 수 있다.'(사전: 4.18, 사후: 4.30), '나는 새로운 것을 발명해내려고 노력한다.'(사전: 3.76, 사후: 4.06), '나는 어떤 문제를 해결하기 위한 새로운 방법을 찾아내려고 한다.'(사전: 3.71, 사후: 4.00). 이와 같은 결과는 '과학사 탐구 프로그램' 중 과학의 본성

Table 6. Comparison between pretest and posttest in the scientific attitude test scores

| | Pretest | | Posttest | | t | p |
|---------------------|---------|------|----------|------|------|------|
| | M | SD | M | SD | | |
| Scientific attitude | 3.91 | .269 | 3.89 | .319 | .239 | .814 |

Table 7. Comparison between pretest and posttest in the sub-categories scientific attitude

| Sub-categories | Pretest | | Posttest | | t | p |
|---------------------|---------|------|----------|------|--------|-------|
| | M | SD | M | SD | | |
| Curiosity | 3.98 | .606 | 4.06 | .558 | -.606 | .553 |
| Open-mindedness | 3.62 | .484 | 3.76 | .511 | -2.135 | .049* |
| Critical-mindedness | 4.08 | .464 | 4.06 | .503 | .174 | .864 |
| Cooperation | 4.10 | .368 | 3.88 | .539 | 1.482 | .158 |
| Voluntariness | 3.96 | .439 | 3.69 | .582 | 1.747 | .100 |
| Endurance | 3.94 | .412 | 3.88 | .612 | .527 | .605 |
| Creativity | 3.67 | .667 | 3.90 | .621 | -2.304 | .035* |

*p<.05

과 관련된 실험 활동과 토론 과정에서의 활발한 의사소통에 기인한 것으로 생각된다.

그러나 개방성과 창의성 외의 나머지 5항목은 유의미한 차이가 나타나지 않았고, 전체 하위 영역을 합산한 과학적 태도 또한 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 이는 중등과학영재의 과학적 태도에 대한 변화가 어렵다는 선행연구 결과들^{23,30}과 비슷한 맥락이다.

그러나 사전검사에서 비교적 낮은 점수를 보인 개방성과 창의성 항목이 유의미한 증가를 보였다는 것과 사후 소감문 및 인터뷰에서 자주 언급된 '시간에 쫓기지 않는 실험', '개방적 토론', '과학사에 대한 흥미' 등이 과학사 탐구 프로그램의 과학적 태도 향상에 대한 잠재적 가능성을 보여준다.

'과학사 기반 화학자 탐구 프로그램'이 과학 진로지향도에 미치는 영향

'과학사 기반 화학자 탐구 프로그램'이 과학영재들의 과학 진로지향도에 미치는 영향을 조사하고 과학 진로지향도의 사전점수, 사후점수, 평균, 표준편차 및 t-검정 결과를 Table 8에 나타내었다.

분석 결과 과학 진로지향도의 사전점수, 사후점수는 모두 Likert 5점 척도에 평균 4점에 가까운 높은 결과를 보였지만 사전·사후 점수 사이에는 통계적으로 유의미한 차이

가 나타나지 않았다($t=-1.107, p>.05$).

과학영재의 과학 진로지향도 사후점수를 하위영역별로 분석하고 t-검정을 실시한 결과를 Table 9에 나타내었다.

사전검사의 평균을 살펴보면 과학진로지향도 전체 평균 점수는 높지만, 과학 진로에 대한 가치 인식 항목의 평균이 다른 항목들과 비교해 상대적으로 낮았다. 이는 영재들이 과학 관련 직업으로 인해 사회적 혜택이나 윤택한 생활, 보람, 인류 발전에 대한 기여도, 사회적 존경 등을 얻을 수 있다는 생각을 다른 영역에 비해 낮게 한다는 것을 알려주며, 과학영재의 진로선택의 어려움에 대한 연구⁴¹와 맥을 같이 한다. 과학 진로에 대한 가치 인식을 측정하는 설문지의 항목 중 가장 낮은 사전 점수를 보이는 문항은 '과학 관련 직업은 경제적으로 안정된 생활을 할 수 있다.'로 Likert 5점 척도에 평균 2.7점의 낮은 수준을 보였다. 이는 영재들의 과학 진로에 대한 가치 인식에 '경제적 안정성'이 가장 큰 부정적 영향을 미치는 것을 보여주는 것으로, 카이스트 입학생 장래 희망이 시간이 갈수록 이공계에서 점점 멀어지고 있음을 보고한 연구²⁸를 뒷받침하고 있다.

'프로그램을 실시한 후 과학 진로에 대한 가치 인식($p=.019$) 영역에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다. 그러나, 과학 학습에 대한 선호도($p=.766$), 과학 진로 선호도($p=.579$), 과학 진로 정보의 필요성($p=.529$) 영역에서 유의미한 차이는

Table 8. Comparison between pretest and posttest in the science career orientation

| | Pretest | | Posttest | | t | p |
|----------------------------|---------|------|----------|------|--------|------|
| | M | SD | M | SD | | |
| Science career orientation | 3.95 | .343 | 4.00 | .407 | -1.017 | .324 |

Table 9. Comparison between pretest and posttest in the sub-categories of science career orientation

| Item | Pretest | | Posttest | | t | p |
|---|---------|------|----------|------|--------|-------|
| | M | SD | M | SD | | |
| Preference for science learning | 4.26 | .349 | 4.21 | .320 | .303 | .766 |
| Preference for science career | 3.90 | .839 | 3.94 | .832 | -.566 | .579 |
| Perception for value of science career | 3.53 | .424 | 3.78 | .478 | -2.600 | .019* |
| Necessity for information of science career | 4.19 | .609 | 4.10 | .679 | .643 | .529 |

*p<.05

나타나지 않았다.

‘과학사 기반 화학자 탐구 프로그램’의 진로지향도 향상과 관련된 항목은 ‘과학사 속 과학자의 삶 따라가 보기, 과학사 속 과학자의 삶 경험하기, 성공한 과학자에 대한 동영상 시청 및 소감 발표, 존경하는 과학자 탐구 및 발표’ 등이다. 이를 통해 과학영재 학생들은 과거 과학자의 인간적인 삶을 읽기 자료를 통해 접하고, 해당 과학자의 실험 활동을 따라하는 과정과 함께, 현시대 과학자의 성공사례를 간접적으로 경험하였다. 그리고 영재들의 과학 진로 가치 인식 수준이 증가한 것은 이러한 프로그램의 적용 결과라 할 수 있다. 또한 과학 종사자의 전체적인 상황이 아닌 일부 성공한 과학자의 사례를 접하게 하여 과학 진로지향도를 높이려는 의도적인 노력이 있었지만, 사전검사의 과학 진로 가치 인식 수준을 측정하는 문항 중 가장 낮은 점수를 보였던 ‘경제적 안정성의 여부’는 사후검사에도 여전히 낮은 점수인 평균 2.7의 결과를 보였다. 이는 과학영재들이 과학사 프로그램으로 인해 과학관련 진로가 가치 있고 명예롭다는 인식 수준을 높였지만, 과학관련 진로를 선택할 때 가지는 경제적 불안성에 대한 인식은 여전히 견고하게 유지하고 있음을 의미한다.

결론과 제언

본 연구에서는 기체와 관련된 과학사 속 화학자들의 활동과 논의들을 중심으로 ‘과학사 기반 화학자 탐구 프로그램’을 개발하고 그것을 고등학교 영재학급 학생들을 대상으로 적용하였을 때 얻을 수 있는 과학의 본성에 대한 인식, 과학적 태도, 과학 진로지향도에 미치는 영향을 조사하였다. 본 프로그램은 Renzulli의 심화학습 3단계 모형과 과학의 본성 수업 모형¹³을 병합하여 개발되었다. 진행 방식은 명시적이고 반성적인 토론 활동, 과학사 속 실험 탐구 활동 및 과학자에 대한 조사와 발표 등이며, 산소, 이산화탄소, 수소, 보일 법칙, 샤를 법칙 등을 과학사의 소재로 활용하였다. 본 연구의 결론은 다음과 같다.

첫째, 과학의 본성에 대한 인식에서는 프로그램 적용 후 통계적으로 유의미한 향상을 보였다(근사유의확률 .005). 세부 영역을 살펴보면 과학의 본성에 대한 하위 영역 중 과학적 모형의 속성에서 유의미한 향상을 나타냈는데(근사유의확률 .029), 이는 과학사 속 여러 과학자의 다양한 가설과 이론 등을 살펴보고 그 과정에서 과학적 모형이 변화할 수 있음을 보여준 과학사 프로그램의 영향으로 볼 수 있다. 반면 다른 하위 영역들에서 주목할 점은 과학지식에 미치는 개인의 영향, 과학에서의 합의도출, 관찰의 이론의 존성 항목이 낮은 사전검사 점수와 함께 사후에도 유의미한 결과가 나오지 않은 것이다. 이를 통해 과학사 프로그

램이 전체적으로 과학영재의 과학의 본성에 대한 인식을 효과적으로 증가시킨다는 결론과 함께 보다 간결한 과학사적 사례의 추가 등으로 차후 프로그램을 보완할 수 있음을 확인할 수 있다.

둘째, 과학적 태도에서는 프로그램 적용 후 통계적으로 유의미한 변화가 나타나지 않았다($p > .05$). 그러나 해당 영재학생들의 사후 인식 조사 결과 ‘과학사 탐구 프로그램’은 과학적 태도에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 과학적 태도의 하위 영역 중 개방성과 창의성은 통계적으로 유의미하게 향상되었다($p < .05$). 이는 ‘과학사 탐구 프로그램’이 과학영재의 개방성 및 창의성 신장에 도움을 줄 수 있음을 시사한다.

셋째, 과학 진로지향도에서는 프로그램 적용 후 통계적으로 유의미한 변화가 나타나지 않았다($p > .05$). 그러나 과학 진로지향도의 하위 영역 중 사전검사 점수가 가장 낮았던 과학 진로에 대한 가치 인식 점수가 통계적으로 유의미하게 향상되었다. ‘과학사 탐구 프로그램’이 과학 분야의 진로를 구체적으로 안내하고 ‘경제적인 가능성’을 토의하여 모색하는 등의 과정과 집단 진로상담 등의 형식을 보충한다면 과학영재를 위한 진로 교육 프로그램으로 활용하기에 적절할 것으로 판단된다.

본 연구자는 연구 결과를 바탕으로 다음과 같은 제언을 하고자 한다.

영재교육 프로그램을 통해 과학적으로 재능이 있는 과학영재 학생들의 탐구 능력 및 심화된 지식을 강화시켜줄 수 있는 것과 마찬가지로 미래의 과학자로서 갖추어야 할 과학의 본성에 대한 인식, 과학적 태도 등을 높일 수 있다. 또한 과학영재의 진로에 대한 장애물을 제거하고 긍정적인 인식을 갖출 수 있도록 도와줄 수 있다. 차후 연구에서는 과학적 본성과 구체적이고 명료하게 연결될 수 있는 과학사적 활동 소재를 더욱 구체화하고 다양화할 필요가 있다. 또한 진로와 관련하여 영재와 깊은 대화를 할 수 있는 소집단 상담 프로그램 등을 강화하여 궁극적으로 영재들의 과학계로의 진출을 촉진하는 연구와 노력이 계속되어야 할 것이다.

현재 일반계 고등학교의 영재학급에서 이루어지는 수업 프로그램은 구체적인 지향점 없이 영재 지도 교사 개인의 역량에 의해 진행되는 경우가 많다. 이번 연구에서 보듯 중등 영재 학급에서의 과학영재의 과학의 본성이나 과학적 태도는 선행 연구에서 확인된 다른 영재 교육 기관의 과학영재와 크게 다르지 않음을 알 수 있으며, 초등학교 과학영재와는 다르게 인지적·정의적 하위 영역별로 천장 효과(ceiling effect) 및 견고성을 보일 가능성이 높다. 따라서 프로그램 투입 이전에 영재들의 특성을 파악해야 하며, 필요하지만 부족한 계발 영역에 집중적으로 역량을 투입해야 의도하지 않은 교육적 낭비를 줄일 수 있을 것이다.

이를 위해서, 본 연구에서 개발된 프로그램을 다른 영재학급이나 영재교육기관에서도 실시하여 추가 연구를 진행하는 한편, 중·고등학교 영재학급 학생들에 대한 지속적인 연구가 진행되어야 함을 제언한다.

REFERENCES

1. Cho, H. H.; Park, S. J. *Scientific Theory and Science Education*: Education Science Publishing: Seoul, Korea, 1994.
2. Koo, J. U. *A Study on the Development of Gifted Education Curriculum*; CR 2000-4; Korean Educational Development Institute: 2000.
3. Park, E. I. Designing Gifted Education Program Evaluation Rubric and Evaluation of Gifted Education Center's Programs. Master Thesis, Seoul National University, Seoul, Korea, 2004.
4. Jung, M. H. Development of a Rubric for Evaluation of Science-Gifted Education Centers' Programs. Doctor Thesis, Dankook University, Gyeong-gi, Korea, 2008.
5. Cho, S. H.; Han, S. S.; Ahn, D. H. *The Korean Journal of Education Psychology* **2005**, *19*(3), 745–760.
6. Abd-El-Khalick, F.; Bell, R. L.; Lederman, N. G. *Science Education* **1998**, *82*(4), 417–436.
7. Bell, R. L. In *The Role of Moral Reasoning on Socioscientific Issues and Discourse in Science Education*; D. L. Zeidler, Ed.; Kluwer Academic Publishers: The Netherlands, 2003; pp 63–79.
8. McComas, W. F.; Almazroa, H. *Science & Education* **1998**, *7*(6), 511–532.
9. Solomon, J.; Duveen, J.; Scott, L.; McCarthy, S. *Journal of Research in Science Teaching* **1992**, *29*(4), 409–421.
10. Irwin, A. R. *Science Education* **2000**, *84*(1), 5–26.
11. Dong, H. G. The Effects of Teaching Program Based on the Characteristics of the Gifted-in-science on Conceptual Change of Genetics and Creativity. Doctor Thesis, Korea National University of Education, Chung-Buk, Korea, 2003.
12. Kang, S. J.; Kim, Y. H.; Noh, T. H. *J. Korean Assoc. Sci. Edu.* **2004**, *24*(5), 996–1007.
13. Kim, K. S.; Noh, J. A.; Seo, I. H.; Noh, T. H. *J. Korean Assoc. Sci. Edu.* **2008**, *28*(1), 89–99.
14. Kim, J. Y.; Kang, S. H. *J. Korean Assoc. Sci. Edu.* **2007**, *27*(3), 169–179.
15. Yoo, M. H. The Development of Scientific History Program and its Effects of Application on Middle School Science Instruction. Master Thesis, Seoul National University, Seoul, Korea, 1999.
16. Choe, G. H.; Cho, H. H. *The Korean Journal of Biological Education* **2002**, *30*(2), 105–113.
17. Jang, M. D.; Hong, S. W.; Jung, J. W. *Journal of the Korean Earth Science Society* **2002**, *23*(5), 397–405.
18. Park, J. W.; Kim, D. H. *J. Korean Assoc. Sci. Edu.* **2008**, *28*(2), 169–179.
19. Park, E. I.; Hong, H. G. *J. Korean Assoc. Sci. Edu.* **2010**, *30*(2), 249–260.
20. Oliver, W. Hill.; Pettus, W. C.; Hedin, B. A. *Journal of Research in Science Teaching* **1990**, *27*(4), 289–314.
21. Kim, H. N.; Jung, W. H.; Jung, J. W. *J. Korean Assoc. Sci. Edu.* **1998**, *18*(3), 357–369.
22. Sung, C. H. Analyzing Science Inquiry Skills and Science Related Attitude According to Learner's Personality. Master Thesis, Korea National University of Education, Chung-Buk, Korea, 1997.
23. Yang, T. Y.; Park, S. W.; Park, I. H.; Han, G. S. *J. Korean Assoc. Sci. Edu.* **2005**, *25*(2), 284–296.
24. Kim, H. K.; Kim, J. S.; Choe, B. S. *Journal of the Society for the International Gifted in Science* **2007**, *1*(2), 163–170.
25. Yoo, M. H. *Journal of Gifted Talented Education* **2010**, *20*(2), 487–502.
26. Shim, B. J. The Effects of Small-Scale Chemistry (SSC) Lab Programs in Elementary Science Classes. Master Thesis, Seoul National University of Education, Seoul, Korea, 2005.
27. Shim, J. Y.; Park, E. Y. *Journal of Gifted Talented Education* **2003**, *13*(2), 95–155.
28. Monk, M.; Osborne, J. *Science Education* **1997**, *81*(4), 405–424.
29. Aikenhead, G. S.; Ryan, A. G. *Science Education* **1992**, *76*(5), 477–491.
30. Yoo, M. H. Development and Application Effects of 'Program Inquiring into Scientist' for Enhancing Social-affective Characteristics and Science-related Perceptions of the Science-Gifted. Doctor Thesis, Seoul National University, Seoul, Korea, 2008.
31. Rubba, P. A.; Schoneweg, C.; Harkness, W. A New Scoring Procedure for the Views on Science-Technology-Society Instrument. A paper presented at the 1994 Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching Anaheim, CA: March 26–29, 1994.
32. Cho, J. I.; Joo, D. G. *J. Korean Assoc. Sci. Edu.* **1996**, *16*(2), 200–209.
33. Yoon, J.; Park, S. J. *J. Korean Assoc. Sci. Edu.* **2003**, *23*(5), 517–530.
34. Yoon, H. G.; Kim, H. S.; Jung, H. S.; Kim, J. Y.; Kim, M. S. *J. Korean Assoc. Sci. Edu.* **2006**, *26*(4), 518–526.
35. Tao, P. K. *International Journal of Science Education* **2003**, *25*(2), 147–171.
36. Abd-El-Khalick, F. *Journal of Science Teacher Education* **2001**, *12*(3), 215–233.
37. Khishfe, R.; Abd-El-Khalick, F. *Journal of Research in Science Teaching* **2002**, *39*(7), 551–578.
38. Bae, J. H.; Kim, D. K. *Elementary Science Education* **2011**, *30*(4), 490–503.
39. Shin, M. R.; Lee, Y. S. *Journal of Gifted Talented Education* **2011**, *21*(2), 337–356.
40. Kim, G. H. The Effects of a Science Program for the Gifted of Elementary Science on Self-Directed Learning Attitude, Attitudes toward Laboratory work and Creative Personality. Master Thesis, Ajou University, Gyeong-gi, Korea, 2012.
41. Hwang, H. S.; Kang, S. H.; Hwang, S. Y. *Journal of Special Children Education* **2010**, *12*(3), 351–368.