

# 불일치 상황의 활용을 통한 초등 과학영재학생들의 과학에 대한 인식론적 신념 분석

조선아 · 강훈식\*

대성초등학교 · <sup>1</sup>춘천교육대학교

## Analyses of Elementary Science-gifted Students' Epistemological Beliefs about Science Through Use of Anomalous Situations

Jo, Seon-A · Kang, Hunsik<sup>1\*</sup>

Daeseong Elementary School · <sup>1</sup>Chuncheon National University of Education

**Abstract:** This study investigated the types of elementary science-gifted students' coping strategies and teachers' desired teaching strategies in anomalous situations. Their epistemological beliefs about science were then analyzed on the bases of the types. To do this, 5th and 6th year science-gifted students (N=72) were asked to respond to an open-ended question with some of them being interviewed deeply. The analyses of the results indicated seven types of coping strategies in anomalous situations and were identified as follows: Abandoning, asking a teacher for help, trying the experiment again with same methods, trying the experiments again with different methods, trying the experiment again after actively analyzing the causes, recognizing the experimental results, and explaining the experimental results. Seven types of teachers' desired teaching strategies emerged and were also identified as follows: Encouraging, providing successful experimental results, explaining, providing the opportunity for trying the experiment again with same methods, providing the opportunity for trying the experiments again with different methods, providing the opportunity and help for trying the experiment again after actively analyzing the causes, and providing the opportunity and help for explaining the experimental results. The fourteen types were grouped again into four categories such as 'transferring facts', 'constructing facts', 'transferring meanings', and 'constructing meanings' on the bases of the epistemological beliefs toward knowledge and the epistemological beliefs toward relation. Educational implications of these findings are discussed.

**Key words:** epistemological belief, elementary science-gifted student, anomalous situation, coping strategy, teaching strategy

### I. 서론

구성주의에 의하면 과학 지식이란 확실한 것으로 절대적인 안정성을 가지고 불변하는 것이 아니라, 계속적인 검증의 대상이 되는 불확실한 것으로서 새로운 증거에 의해 언제든지 변할 수 있는 잠정적인 것이다. 또한 어떤 절대적인 권위에 의해 독점적으로 제공되어 학습자 내부에 축적되는 것이 아니라, 학습자가 자신의 사전 지식이나 경험, 이성적인 판단에 의해 자기 주도적으로 형성하는 것이다(조희형, 최경희, 2002). 이러한 관점을 바탕으로 학습자가 과학 지식

의 본질 및 그 획득 과정인 학습에 대해 어떤 인식론적 신념을 가지고 있고, 그런 인식론적 신념이 과학 학습 과정과 결과에 어떤 영향을 미치는 지를 조사하는 일은 많은 연구자들의 꾸준한 관심 대상이었다.

그리고 지금까지 많은 선행연구들을 통해 과학에 대한 인식론적 신념이 과학 학습 과정과 결과에 중요한 영향을 미친다는 사실이 다양한 측면에서 밝혀지고 있다. 예를 들어, 학습동기, 학습전략, 성취목표지향, 자기 주도 학습, 탐구 수행, 학업 성취 등과 같은 과학 학습의 전반적인 과정에 인식론적 신념이 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다(강훈식 등, 2007; 문

\*교신저자: 강훈식 (kanghs@cnu.ac.kr)

\*\*2012.12.19(접수), 2013.01.21(1심통과), 2013.02.06(2심통과), 2013.02.08(최종통과)

병상, 2009; 원정애, 2006; Mason, 2003; Muis, 2007; Tsai, 2000). 따라서 교사가 학생들의 과학에 대한 인식론적 신념을 파악하고 있다면 과학 수업에서 학생들의 생각과 행동을 더 잘 이해할 수 있고, 이를 통해 학생들의 능력과 요구에 부응하는 교수 계획과 전략을 활용함으로써 과학 수업의 효과를 높일 수 있다(Driver *et al.*, 1996; Songer & Linn, 1991). 이러한 맥락에서 일반학생들의 과학에 대한 인식론적 신념을 조사하려는 시도들이 다양하게 이루어져 왔다(문성숙, 권재술, 2004; 원정애, 2006; 이주연, 백성혜, 2006; Elder, 1999; Hammer, 1994; Kang *et al.*, 2005; Roth & Roychoudhury, 1994).

한편, 과학영재학생들은 인지적, 정서적, 행동적 측면에서 일반학생들과는 다른 독특한 특성을 가지고 있다. 즉, 일반학생들에 비해 과학영재학생들은 일반 지능 및 과학 지식, 과제 집착력, 과학적 창의성 등을 효율적으로 발휘하여 문제를 해결하는 경향과 능력을 가지고 있다. 또한 독립심과 자신감 및 과학적 흥미와 동기가 높고, 과학에 대한 긍정적인 태도를 지니고 있으며, 자율적인 의사 결정과 행동을 선호하여 자기 주도적인 학습 활동을 전개하는 특성이 있다. 과학 지식의 형성 과정과 한시성 및 새로운 증거에 대한 개방성에 대한 이해도 높은 편이다(박성익 등, 2003; Gilbert & Newberry, 2007). 이러한 특성들은 과학영재학생들이 일반학생들과는 다른 과학에 대한 인식론적 신념을 가지고 있을 가능성을 보여준다. 따라서 미래 사회에서 주도적인 역할을 담당할 과학영재학생들의 과학에 대한 인식론적 신념을 파악하여 적절하게 지도하기 위한 노력이 필요하다. 특히 인식론적 신념은 단기간의 교육으로 쉽게 변하지 않기 때문에(이주연, 백성혜, 2006), 비교적 덜 견고하고 비체계적으로 형성된 초등 과학영재학생들의 과학에 대한 인식론적 신념을 파악하여 바람직한 방향으로 유도할 필요가 있다.

그러나 지금까지 과학영재학생들의 과학에 대한 인식론적 신념을 조사한 연구는 매우 부족한 실정이다. 일부 진행된 연구도 주로 중등학생(김경대, 2006; 이영미, 2008; 이창로, 2011; 홍훈기, 박은이, 2011; Schommer & Dunnell, 1994; Thomas, 2008) 대상이었으며, 초등학생을 대상으로 한 연구는 극소수에 불과했다(우영진, 2010; 조현철, 2011; 최준식, 2010). 이 연구들에서 사용한 검사 도구에는 몇 가지

한계점도 있었다. 즉 그 검사 도구들은 대부분 상황과 관련이 없거나 일반적인 상황 하에서 비교적 추상적이고 모호한 어휘를 사용하여 질문하는 경향이 있었다. 특정 상황을 설정하더라도 교실 현장에서의 '학교 과학'이 아닌 과학자의 '실제 과학' 상황을 주로 설정했을 뿐만 아니라, 주어진 상황에서 학생들의 구체적인 행동보다는 일반적인 인식을 조사하는 다수의 선다형 문항을 사용하고 있었다. 또한 인식론적 신념의 다차원적 측면을 고려하고 있으나 각 차원에 대한 독립적인 접근만을 시도하고 있었다(장병기, 2004). 따라서 과학영재학생들, 특히 중등 과학영재학생들보다 어휘력, 사고력, 집중력 등이 부족한 초등 과학영재학생들이 각 문항의 의미를 다른 문항의 의미와 명확하게 구분하여 답하기에는 무리가 있다. 또한 인식론적 신념은 상황에 따라 달라질 수 있으므로, 학생들이 구체적인 상황, 특히 교실 상황과 일반적인 상황에서 드러낸 견해와 행동이 서로 다를 수도 있다(양미경, 2006; 장병기, 2004). 이러한 한계점은 과학영재학생들의 과학에 대한 인식론적 신념을 타당하게 조사하는 데 저해 요인이 될 수 있으므로, 그 개선 방법에 대한 모색이 필요하다. 예를 들어, 과학에 대한 인식론적 신념 조사 시, 해당 수업 과정에서 흔히 발생할 수 있는 구체적이고 실질적인 상황을 활용하면서 문항수를 최소화하는 방법이 효과적일 수 있을 것이다(양미경, 2006; 장병기, 2004).

이런 관점에서 볼 때, 학생들이 자신의 예상, 교사의 설명, 교재 내용 등과 일치하지 않은 실험 결과를 직면한 상황(이하 '불일치 상황'이라 칭함)을 활용하여 과학에 대한 인식론적 신념을 조사하는 방법은 유용할 수 있다. 불일치 상황은 과학 수업에서 교사나 학생들이 흔히 경험할 수 있는 비교적 구체적이고 실질적인 상황으로(강훈식, 장해정, 2012; 조현국, 송진웅, 2011; 한수진 등, 2011), 교사나 학생들이 이에 대처하는 전략이나 행동은 그들의 과학에 대한 인식론적 신념에 따라 다르다고 보고되기 때문이다(원정애, 2006; Chinn & Brewer, 1993; Mason, 2003; Nott & Wellington, 1998; Qian & Alvermann, 1995). 실제로 최근에 초등학교 교사(한수진 등, 2011)와 일반학생(강훈식, 장해정, 2012)들을 대상으로 한 연구에서 그 방법의 유용성을 확인할 수 있었다. 따라서 불일치 상황을 적절히 활용한다면 초등 과학영재학생들의 과학에 대한 인식론적 신념을 보다

타당하게 조사할 수 있을 것이다. 그러나 지금까지 이에 대한 연구는 진행된 바 없다.

이에 이 연구에서는 초등 과학영재학생들의 불일치 상황에서의 대처 전략 및 원하는 교사 지도 전략 유형을 조사했다. 또한 이에 기초하여 그들의 과학에 대한 인식론적 신념을 분석했다. 이를 통해 초등 과학영재학생들의 과학에 대한 올바른 인식론적 신념 함양에 효과적인 지도 방법을 모색할 수 있을 것이다. 또한 불일치 상황을 통해 과학의 본성을 효과적으로 지도할 수 있다고 제안되므로(조현국, 송진웅, 2011; Nott & Wellington, 1998), 그들의 과학의 본성에 대한 이해 향상 방법을 모색하는 데에도 도움을 받을 수 있을 것이다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상 및 절차

경기도 4개 지역교육지원청부설 영재교육원에 소속된 초등학교 5~6학년 과학영재학생 80명을 선정했다. 각 영재교육원의 학생 선발 과정은 모두 학교장 추천을 통해 1차 선발하고 한국교육개발원에서 개발한 수학·과학 영재성 검사를 통해 2차 선발한 후, 심층 면접을 통해 최종 교육 대상자를 선발한다. 그리고 1년 동안의 누적 평가에서 좋은 평가를 받고 진급을 희망하는 학생만이 진급하며, 부족 인원은 앞의 3단계 과정을 통해 보충한다. 총 80부의 설문지를 배포하여 72부(90.0%)를 회수했으며, 이를 최종 분석 대상으로 했다. 설문에 참여한 과학영재학생들의 배경 변인에

**표 1**  
과학영재학생들의 배경 변인에 따른 분포(N=72)

구분		빈도(%)
성	남자	41(56.9)
	여자	31(43.1)
학년	5학년	20(27.8)
	6학년	52(72.2)
영재교육경험	1년차	12(20.8)
	2년차	50(69.4)
	3년차	10(13.9)
불일치 상황 경험 여부	있음	28(38.9)
	없음	44(61.1)

따른 분포를 표 1에 정리했다. 불일치 상황을 경험한 학생들 중 일부 학생들을 선정하여 응답 내용과 이유를 심층적으로 알아보기 위한 면담도 실시했다.

### 2. 검사 도구

초등 과학영재학생들의 불일치 상황에서의 대처 전략을 조사하기 위해 선행연구(강훈식, 장해정, 2012)의 초등학생용 설문지를 이 연구의 목적에 맞게 일부 수정하여 사용했다. 설문지는 불일치 상황의 경험 유무를 묻은 후, 그 경험 유무에 따라 다르게 응답하도록 했다(표 2). 즉 불일치 상황을 경험한 학생의 경우에는 구체적인 불일치 상황과 불일치 상황이 생겼을 때 어떻게 행동했는지를 그 이유와 함께 자세히 서술하도록 했다. 반면 불일치 상황을 경험하지 않은 학생

**표 2**  
설문지의 구성

구성	문항
불일치 상황의 경험 유무	과학영재수업에서 '내가 알고 있거나 예상한 것과 다른 실험 결과가 나왔던 경우'가 있었나요? ① 있다 ② 없다
불일치 상황에서의 대처 전략	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ (불일치 상황 경험자의 경우) 그런 경우가 생겼을 때, 나는 어떻게 행동하였나요? 그리고 왜 그렇게 행동하였나요?</li> <li>▶ (불일치 상황 미경험자의 경우) 그런 경우가 생긴다면, 나는 어떻게 행동할 것인가요? 그리고 왜 그렇게 행동할 것인가요?</li> </ul>
불일치 상황에서 원하는 교사 지도 전략	과학영재수업에서 '내가 알고 있거나 예상한 것과 다른 실험 결과가 나왔을 경우', 선생님이 어떻게 지도해 주기를 바라나요? 그리고 그 이유는 무엇인가요?

의 경우에는 불일치 상황이 생긴다면 어떻게 행동할 것인지 그 이유와 함께 자세히 서술하도록 했다. 이때 불일치 상황에 대한 학생들의 이해를 돕기 위해, 초등학교 교사들이 정규 과학 수업에서 경험한 불일치 상황의 대표적 사례(한수진 등, 2011) 중 ‘녹말과 요오드 용액의 반응 색 관찰 실험’, ‘대류 상자 실험’, ‘물과 아세톤에 잉크 녹이기 실험’ 상황에서의 사례도 제시했다. 예를 들어, ‘대류 상자 실험’의 경우, “대류 상자 안에서 향 연기가 움직이는 방향을 확인할 수 있기를 기대하고 실험하였다. 그런데 수직으로 올라가던 향 연기가 사방으로 퍼져서 방향을 알기 힘들었다.”는 불일치 상황을 제시했다. 또한 검사 과정에서 학생들에게 불일치 상황의 다른 예들을 제시하고 설문 응답 방법에 대해 자세하게 설명했다. 설문지에는 불일치 상황에서 과학영재학생들이 원하는 교사의 지도 전략을 묻는 문항도 포함시켰다.

개발한 설문지는 과학교육 전문가 2인에게 안면 타당도를 검토 받았다. 또한 초등 과학영재학생들의 수가 부족함을 고려하여 초등학교 6학년 일반학생들을 대상으로 2차례의 예비 검사를 실시하여 수정·보완한 후 사용했다.

### 3. 자료 분석

**표 3**  
불일치 상황에서의 대처 전략 유형

대처 전략 유형	정의
포기 <sup>1</sup>	불일치 상황을 실험이 실패한 것으로 평가하고, 실험을 중단하는 유형
교사에게 도움 요청 <sup>1</sup>	불일치 상황이 발생하면 바로 교사에게 도움을 요청하는 유형
같은 방법으로 다시 실험 <sup>1</sup>	불일치 상황을 실험이 실패한 것으로 평가하고, 같은 방법으로 다시 실험하는 유형
다른 방법으로 다시 실험 <sup>1</sup>	불일치 상황을 실험이 실패한 것으로 평가하고, 다른 방법으로 다시 실험하는 유형
능동적인 원인 분석 후 다시 실험 <sup>1</sup>	불일치 상황을 실험이 실패한 것으로 평가하고, 능동적인 분석 과정을 통해 그 실패 원인을 스스로 찾아내어 다시 실험하는 유형
실험 결과 인정 <sup>2</sup>	불일치 상황을 실험이 성공한 것으로 평가하고, 실험을 중단하는 유형
실험 결과 설명 <sup>2</sup>	불일치 상황을 실험 과정에서 발생할 수 있는 현상으로 간주하고, 실험 결과를 설명하는 유형

<sup>1</sup>선행연구(강훈식, 장해정, 2012)에서 나타난 유형

<sup>2</sup>이 연구에서 새롭게 나타난 유형

불일치 상황에서의 대처 전략 유형은 선행연구(강훈식, 장해정, 2012)의 분류틀에서 제시한 ‘포기’, ‘교사에게 도움 요청’, ‘같은 방법으로 다시 실험’, ‘다른 방법으로 다시 실험’, ‘능동적인 원인 분석 후 다시 실험’ 이외에 이 연구 참여 학생들의 응답을 분석하는 과정에서 새롭게 나타난 유형인 ‘실험 결과 인정’과 ‘실험 결과 설명’ 유형을 추가하여 총 7가지 유형으로 분류했다(표 3).

과학영재학생들이 불일치 상황에서 원하는 교사 지도 전략 유형은 자료 분석을 통해 도출한 범주를 바탕으로 자료를 재검토하는 과정을 지속적으로 반복하여 범주를 정교화 시키는 지속적 비교 방법(Strauss & Corbin, 1998)을 사용하여 분석했다. 즉, 분석자 중 1인이 표 3의 분류틀을 참고로 설문지를 분석하여 해당 항목에 대한 범주를 일차적으로 추출한 후, 이에 대해 2인의 분석자들이 상호 논의하여 범주의 초안을 확정했다. 그 후 분석자 중 1인이 해당 자료를 다시 분석하여 범주의 적절성과 타당성을 점검한 후 범주를 정교화 시켰다. 이러한 과정들을 반복하여 ‘격려’, ‘성공적인 실험 결과 제시’, ‘설명’, ‘같은 방법으로 다시 실험하는 기회 제공’, ‘다른 방법으로 다시 실험하는 기회 제공’, ‘능동적인 원인 탐색 기회나 도움 제공’, ‘실험 결과 설명 기회나 도움 제공’의 7가지

최종 범주(표 4)를 확정했다.

선행연구(강훈식, 장해정, 2012; 한수진 등, 2011)에 제시한 ‘지식에 대한 인식론 차원과 관계에 대한 인식론 차원에 기초한 인식론적 신념 관점’을 바탕으로 표 3과 표 4의 범주별 의미를 논의하고 분류했다. 이때 ‘지식에 대한 인식론 차원’은 과학 지식을 바라보는 관점에 관한 것으로서, 과학 지식을 절대적이고 확실하며 개별적 사실들의 구성으로 보는지, 변화 가능하며 상호 연관된 개념들의 조직으로 보는지에 따라 구분된다. ‘관계에 대한 인식론 차원’은 과학 학습을 바라보는 관점에 관한 것으로서, 과학 지식이 절대적 권위에 의해 전달되는지, 학습자 개인의 경험이나 판단에 의해 능동적으로 구성되는지에 따라 구분된다. 이 관점에 기초하여 과학에 대한 인식론적 신념은 ‘사실 전달’, ‘사실 구성’, ‘의미 전달’, ‘의미 구성’의 4가지로 구분된다. 즉, 두 차원에서 모두 전통적 관점에 해당하는 경우는 ‘사실 전달’, 모두 현대적 관점에 해당하는 경우는 ‘의미 구성’이다. 지식에 대한 인식론 차원은 전통적 관점에 해당되고 관계에 대한 인식론 차원은 현대적 관점에 해당되는 경우는 ‘사실 구성’이고, 그 반대의 경우는 ‘의미 전달’이다. 이러한 분석 방법은 인식론적 신념의 다차원적 측면에 대한 통합적인 접근 방법이라는 점에서 각 차원에 대한

독립적인 접근 방법을 사용한 선행연구(조현철, 2011)의 분석 방법과는 다소 차이가 있다.

분석의 신뢰도를 높이기 위해 2인의 분석자가 모든 설문지를 각자 분석하고 그 결과를 비교하는 과정을 반복하여 분석자간 일치도가 95% 이상이 된 후, 분석자 중 1인이 모든 설문지를 최종 분석했다. 분석이 애매한 경우에는 연구자들이 함께 논의하여 분석했다. 분석 결과는 불일치 상황의 경험 유무에 따라 유형별 빈도와 백분율(%)을 제시하고 논의했다. 이때, 불일치 상황의 경험 유무가 불일치 상황에 대한 대처 전략이나 원하는 교사 지도 전략에 별 영향을 미치지 못한다고 판단하여 불일치 상황의 경험 유무에 따른 결과는 기초 정보 제공 수준으로만 활용하고 이에 대해서는 논의하지 않았다. 불일치 상황에 대한 충분한 안내로 학생들이 불일치 상황을 경험하지 못했더라도 본 설문문에 답하는 데 무리가 없었음을 확인했고, 특정 상황에 대한 행동 의지가 실제 행동으로 연결될 가능성이 높기 때문이다(강훈식, 장해정, 2012). 관련 연구 경험이 있는 전문가들로 구성된 수차례의 집단 세미나를 통해 연구의 타당성과 적절성에 대한 심도 있는 검토와 협의가 이루어졌으며, 이를 토대로 관련 내용을 수정·보완했다.

**표 4**  
불일치 상황에서 원하는 교사 지도 전략 유형

교사 지도 전략 유형	정의
격려	특별한 도움 없이 단순히 실험에 실패한 학생들을 격려해주기를 원하는 유형
성공적인 실험 결과 제시	부가적인 설명 없이 단순히 성공적인 실험 결과만 제시해주길 원하는 유형
설명	학생들에게 불일치 상황의 원인이나 원리, 해결 방법 등을 직접 설명해주길 원하는 유형
같은 방법으로 다시 실험하는 기회 제공	학생들이 같은 방법으로 다시 실험하는 기회를 제공해주길 원하는 유형
다른 방법으로 다시 실험하는 기회 제공	학생들이 다른 방법으로 다시 실험하는 기회를 제공해주길 원하는 유형
능동적인 원인 탐색 기회나 도움 제공	학생 스스로 또는 교사와 함께 실험 실패의 원인을 능동적으로 탐색할 수 있는 기회나 이 과정에서 필요한 도움을 제공해주길 원하는 유형
실험 결과 설명 기회나 도움 제공	불일치 상황을 인정하고 학생 스스로 또는 교사와 함께 실험 결과를 설명하는 기회나 이 과정에서 필요한 도움을 제공해주길 원하는 유형

### III. 연구 결과 및 논의

#### 1. 불일치 상황에서의 대처 전략 유형

초등 과학영재학생들의 불일치 상황에서의 대처 전략 유형을 분석한 결과(표 5), 초등 일반학생들의 경우(강훈식, 장해정, 2012)와는 다소 다른 결과가 나타났다. 즉, 초등 일반학생들에게서 나타난 5가지 유형 외에도 ‘실험 결과 인정’과 ‘실험 결과 설명’ 유형이 새롭게 나타났으며, 유형별 발생 비율에서도 초등 일반학생들의 경우와 다소 다른 경향이 있었다.

유형별로 살펴보면, 선행연구(강훈식, 장해정, 2012)에서의 초등 일반학생들(5.3%)의 경우와 마찬가지로 ‘포기’ 유형이 가장 적게 나타났다(4.2%). 이 유형을 보인 과학영재학생들은 불일치 상황을 실험이 실패한 것으로 평가하고 불일치 상황의 해결 방안을 찾기 위해 어떤 노력도 하지 않은 채 실험을 포기하고 중단했다. 실험을 중단한 후에는 실험 도구를 정리하거나 실험 결과를 성공으로 조작하는 등의 행동을 보였다.

콜라를 버리고 비커를 정리하였으며 일방적인 느낌. (그 이유) 저는 실패를 많이 하여서 그다지 놀라지는 않았다.

(3분에 반응이 일어나야 하는데 2분 30초에 반응이

일어난 것을 확인한 후에) 거의 3분이 다 되었다고 하였다. (그 이유) 실패하고 싶지 않아서

실험 결과가 예상과 다르면 일단 당황스럽고 이해가 안가요. 하지만 수업 시간에는 해결하려고 노력하지 않아요. (그 이유) 다른 애들은 다 아는 것처럼 느껴져서 부끄럽거든요.

학생들이 이 유형을 보이는 이유는 불일치 상황을 원하지 않거나 두려워하거나 창피해하거나 그 해결 방법을 모색할 필요성을 인식하지 못하여 해결 의지가 부족했기 때문일 수 있다(강훈식, 장해정, 2012). 따라서 특정 학생의 개인적인 특성이 반영되었을 가능성이 있고 발생 비율이 낮았던 점을 감안하더라도, 과학영재학생 중에서도 이 유형과 같이 문제 해결에 소극적으로 임하는 학생들이 있다는 것은 과학영재수업 운영 시 참고할 만한 결과이다.

‘교사에게 도움 요청’ 유형의 발생 비율은 13.9%로, 선행연구(강훈식, 장해정, 2012)에서 나타난 초등 일반학생들의 발생 비율(22.7%)보다 약간 낮았다. 이 유형을 보인 과학영재학생들은 자신에게 불일치 상황을 해결할 능력이 부족하고 교사가 그 상황에 대해 더 잘 알고 있다는 전제 하에, 자신들의 궁금증을 빨리 해소하기 위해 바로 교사에게 도움을 요청하는 경향이 있었다.

표 5 불일치 상황에서의 대처 전략에 대한 분석 결과

유형	빈도(%) <sup>1)</sup>		
	유경험자(n=28)	무경험자(n=44)	계(N=72)
포기	3(10.7)	0(0.0)	3(4.2)
교사에게 도움 요청	4(14.3)	6(13.6)	10(13.9)
같은 방법으로 다시 실험	9(32.1)	12(27.3)	21(29.2)
다른 방법으로 다시 실험	4(14.3)	0(0.0)	4(5.6)
능동적인 원인 분석 후 다시 실험	4(14.3)	16(36.4)	20(27.8)
실험 결과 인정	2(7.1)	9(20.5)	11(15.3)
실험 결과 설명	2(7.1)	4(9.1)	6(8.3)
기타(무응답, 분석 불가능 응답)	3(10.7)	1(2.3)	4(5.6)

<sup>1)</sup>중복 응답이 있으므로, 전체 응답 수가 학생 수보다 많음.

선생님께 도움을 요청한다. (그 이유) 예상과 다르니  
나 혼자 처리하기 힘들 것 같아서

왜 그런지 알아내려고 선생님께 여쭙어 보았다. (그  
이유) 그게 내가 이유를 알아낼 수 있는 가장 빠른  
방법이기 때문이다.

이런 결과는 일반학생들보다 과학영재학생들이 과학 지식은 권위 있는 교사로부터 일방적으로 전달되는 것이 아니라 자신의 경험과 지식에 기초하여 능동적으로 구성된다는 신념과 함께, 자기 주도 학습 능력과 의지 및 경험 등을 더 많이 지니고 있기 때문에 나타난 것으로 보인다(박성익 등, 2003; Gilbert & Newberry, 2007). 그러나 여전히 적지 않은 과학영재학생들이 전적으로 교사에게 의존하여 불일치 상황을 해결하려고 했는데, 이는 과학영재학생들도 주입식 교육에 대한 경험과 학습 부담이 있었기 때문일 수 있다(조현철, 2011).

초등 일반학생의 경우(강훈식, 장해정, 2012)와 마찬가지로 '같은 방법으로 다시 실험' 유형은 초등 과학영재학생들에게서도 가장 많이 나타났으며, 그 발생 비율은 29.2%로 초등 일반학생들(34.7%)보다 약간 낮았다. 이 유형을 보인 과학영재학생들은 불일치 상황을 실험이 실패한 것으로 평가하고, 실패 원인을 실험 수행 과정에서의 자신의 실수나 잘못이라고 판단하는 경향이 있었다. 이에 같은 방법으로 다시 실험하면서 실수나 잘못을 줄이면 예상한 대로 실험 결과가 나올 것이라고 생각하여, 같은 방법으로 여러 번 실험하기도 했다.

계속해서 그 방법을 도전해 보았다. (그 이유) 전에 했던 것이 내가 무언가를 잘못해서 그럴 수도 있을 거 같아서 계속해 보았다.

똑같은 방법으로 실험을 2번 더 해보았다. (그 이유)  
좀 더 정확한 결과가 나오도록 하려고

똑같이 다시 해봐요. 제가 실험을 잘못했을 수도 있으니까요. (그 이유) 여러 번 해봐야 정확한 결과가 나온다고 생각해요.

이는 이 유형을 보인 과학영재학생들이 교사나 교

과서를 통해 알게 된 과학 지식보다 실험 결과가 상대적으로 불확실하다는 신념을 가지고 있기 때문에 나타난 결과라 해석된다. 즉, 이 학생들에게 실험은 확실하고 절대적인 과학 지식을 단순히 확인하기 위한 보조적 수단으로써의 역할만을 담당했을 수 있다. 그럼에도 이 학생들이 반복 실험의 중요성을 일부 인식하고 실험 수행 과정에서 자신의 실수나 잘못을 줄이기 위해 노력하려고 했던 점은 긍정적이다. 그러나 많은 초등 과학영재학생들에게서조차도 그런 노력들이 과학 지식의 특성과 실험의 기능에 대한 단편적이거나 잘못된 신념을 개선하는 수준까지 발전하지 못한 점에서는 아쉬움이 남는다.

초등 일반학생들의 28.0%(강훈식, 장해정, 2012)가 '다른 방법으로 다시 실험' 유형을 보인 반면, 이 연구에서는 단지 5.6%의 과학영재학생들만이 이 유형을 보였다. 이 유형을 보인 과학영재학생들은 불일치 상황의 원인에 대해 체계적이고 심도 있게 접근하지 않은 채 단순히 다른 조의 실험 방법을 참고하거나 즉흥적으로 다른 실험 방법을 고안하는 경향이 있었다. 그러나 초등 일반학생들에게서 나타났던 실험 준비물을 교체하여 다시 실험하는 경우(강훈식, 장해정, 2012)는 찾을 수 없었다.

다른 방법으로 어서 대처하였다. (그 이유) 꼭 성공하고 싶었기 때문에

풍뎠을 넣어서 많은 방법을 해도 풍선은 나오지 않았으나 손으로 잡으니 나왔다. (그 이유) 아마 풍선이 위쪽이 아니라 아래쪽에 있어서 그런 것 같다.

이 유형은 학생들이 불일치 상황의 원인을 분석하여 개선 방안을 찾는다는 측면에서는 긍정적이다. 그러나 그 원인에 대한 체계적이고 심도 있는 분석 과정과 이에 근거한 개선 방안의 모색 및 검증 과정이 생략되어 있을 뿐만 아니라, 실험 방법을 개선하여 원하는 실험 결과를 얻는 것을 궁극적인 목적으로 한다는 점에서 한계가 있다(강훈식, 장해정, 2012). 따라서 비록 그 발생 비율은 적었지만 이 유형을 보인 과학영재학생들이 불일치 상황의 원인을 실험 방법에 국한하여 찾지 않고 그 원인에 대한 보다 다양하고 체계적이며 심도 있는 분석 과정을 통해 개선 방안을 모색하도록 지도할 필요가 있다.

‘능동적인 원인 분석 후 다시 실험’ 유형은 발생 비율이 두 번째로 높은 유형이었으며, 그 비율은 27.8%로 초등 일반학생들의 경우(9.3%; 강훈식, 장해정, 2012)보다 훨씬 높았다. 이 유형을 보인 과학영재학생들은 불일치 상황을 실험이 실패한 것으로 평가하고, 자신의 사전 지식이나 경험 및 자료 조사를 통해 그 실패 원인을 능동적으로 분석하여 추가 실험을 실시하려는 경향이 있었다.

결과를 살펴보고 왜 그런지 다시 생각해 본다. (그 이유) 다시 생각해 봐야 왜 내가 예상한 대로 나오지 않았는지 알 수 있기 때문이다.

그것에 대해서 조사해 보고 직접 실험도 여러 번 할 것이다. (그 이유) 여러 번의 실험 결과를 보고 모두 합쳐 통계를 해 본 다음 답을 낼 수 있기 때문이다. 많이 궁금하기 때문이다.

이 유형은 다양한 관점에서 능동적으로 불일치 상황의 원인을 분석하여 해결 방법을 모색하려고 한다는 점에서 ‘다른 방법으로 다시 실험’ 유형보다 바람직한 대처 전략이라고 주장된다(강훈식, 장해정, 2012). 따라서 초등 일반학생보다 과학영재학생들에게서 이 유형의 발생 빈도가 높고 ‘다른 방법으로 다시 실험’ 유형의 발생 빈도가 낮았던 결과는, 과학영재학생들이 불일치 상황의 원인 분석 및 해결 방법 모색 과정에 보다 자기 주도적으로 임하고 있음을 보여 준다. 이는 학생들의 특성 및 수업 환경에서의 차이에 기인한 것으로 해석된다. 즉, 일반학생들보다 과학영재학생들의 과학 학습에 대한 동기나 자기 주도 학습 능력이 뛰어날 뿐만 아니라(박성익 등, 2003; Gilbert & Newberry, 2007), 일반 과학수업보다 과학영재수업의 경우 상대적으로 수업 시간이 길고, 운영 과정에 융통성이 있으며, 실험 도구의 제공이 원활하고, 수업 분위기가 개방적이며, 학생에 대한 교사의 기대감이 높기 때문에 이런 결과가 나타난 것으로 보인다.

이 연구에서 새롭게 나타난 ‘실험 결과 인정’ 유형은 불일치 상황을 실험이 성공한 것으로 평가하고 실험을 중단하는 유형으로, 15.3%의 초등 과학영재학생들이 이 유형을 보였다. 즉, 이 학생들은 불일치 상황이 발생했을 때 자신의 생각이 틀릴 수 있고 실험 결

과가 옳을 수 있다고 생각하여 실험 결과를 인정하려고 노력하는 경향이 있었다.

새로운 실험 결과를 받아들이기 위하여 노력할 것이다. (그 이유) 언제든지 자신이 생각하지 않은 결과가 나올 수 있고, 그 결과를 받아들여야만 나중에도 그 때 대비할 수 있다.

그대로 받아들일 것이다. (그 이유) 새로운 것을 발견할 수 있기 때문이다.

이 유형은 실험 결과에 대한 신뢰성을 바탕으로 자신의 생각이나 지식이 틀릴 가능성과 실험을 통한 새로운 지식의 형성 가능성을 인정한다는 점에서는 바람직한 대처 전략이다. 그러나 실험 과정과 결과의 오류 가능성을 고려하지 않고, 실험 결과를 해석하기 위해 어떠한 노력도 하지 않는다는 점에서는 개선을 위한 적절한 지도가 필요하다.

‘실험 결과 설명’ 유형 또한 새롭게 나타난 유형으로, 전체 응답의 8.3%만이 이 유형에 해당되었다. 이 유형을 보인 과학영재학생들은 불일치 상황을 실험이 성공한 것으로 평가하고, 불일치 상황을 해결하기 위해 실험 과정에서의 실수나 오류 및 실험의 내재적 한계 등을 고려할 뿐만 아니라 새로운 설명이나 원리를 제안하려고 노력하는 경향이 있었다.

가설과 결과를 비교할 것이다. 가설과 결과를 비교해서 다르다면 그 이유를 알아낸다. 그리고 이유가 나오지 않는다면 실험에 오류가 있었는지 생각하며 다시 실험을 설계하고 그것을 실행에 옮길 것이다. (그 이유) 왜냐하면 그것을 확인해야 하고 그 이유를 알아내야 하기 때문이다.

그것에 대해 조사해 보고, 지금 나온 결과가 실수였는지 진짜 이론이 될 만한 기반인지 판단한다. (그 이유) 그것에 대해 그냥 넘어가지 않고 관찰하는 습관을 들인다면 논문으로 성공할 수도 있기 때문이고, 의문도 들기 때문이다.

이 유형은 실험 결과에 대한 신뢰성, 자신의 생각이 나 지식의 오류 가능성, 실험을 통한 새로운 지식의 형성 가능성, 실험 결과의 오류 가능성 등을 총체적으



로 고려하여, 실험 결과를 해석할 수 있는 새로운 설명이나 원리를 제안한다는 점에서 가장 바람직한 대처 전략이라고 할 수 있다. 따라서 이 유형이 과학영재학생들에게서 나타난 결과는 의미가 크며, 이는 일반학생들보다 과학영재학생들이 이론과 탐구 과정에 근거한 과학 지식의 형성 과정, 과학 지식의 한시성, 새로운 증거에 대한 개방성 등에 대한 이해가 더 높다는 점(박성익 등, 2003; Gilbert & Newberry, 2007)에서 이해할 수 있을 것이다.

## 2. 불일치 상황에서 원하는 교사 지도 전략 유형

초등 과학영재학생들이 불일치 상황에서 원하는 교사 지도 전략을 분석한 결과는 표 6과 같다.

불일치 상황에서 교사의 지도 방법으로 '격려' 유형을 원한 과학영재학생은 3명(4.2%)으로, 이들은 모두 대처 전략 중 '같은 방법으로 다시 실험' 유형을 보인 학생들이었다. 대체적으로 일반학생에 비해 과학영재학생들은 일상생활과 학업 상황에서 실패보다 성공 경험이 많고, 성공에 대한 기대감 또한 자신뿐만 아니라 주변에서 모두 높다. 따라서 불일치 상황의 원인이 자신에게 있다고 생각하는 '같은 방법으로 다시 실험' 유형의 학생들에게 교사가 불일치 상황에 대한 지나친 지적이나 비난을 한다면 그들의 학습 의욕을 저하시킬 수 있다. 이에 이 유형의 학생들은 교사가 특

별한 도움을 주지 않더라도 단순히 실험에 실패한 자신들을 따뜻하게 격려해주기를 원했다고 해석할 수 있다.

친절하고 남을 비방하지 않는, 친구들과 친하고 가깝게 지내 주셨으면 좋겠다. (그 이유) 남을 비방하고, 놀리며 교육을 해주시면 학생들이 싫어하고 공부를 하기 싫어진다.

다음에 더 잘하면 된다고 해준다. (그 이유) 그것이 기분이 좋을 것 같아서

3명(4.2%)의 과학영재학생들은 '성공적인 실험 결과 제시' 유형을 원했는데, 이들은 대처 전략 중 '같은 방법으로 다시 실험(66.7%)', '다른 방법으로 다시 실험(33.3%)', '실험 결과 인정(33.3%)' 유형을 보였다. 즉, 이 학생들은 불일치 상황이 생길 경우 교사가 성공적인 실험 결과만을 제시해주길 원하고, 실험 실패의 원인이나 관련 과학 원리에 대해서는 교사의 직접적인 도움을 원하지 않는 경향이 있었다. 이 학생들이 불일치 상황에 대처하는 전략은 궁극적으로 성공적인 실험 결과를 얻기 위한 것이므로, 교사로부터도 성공적인 실험 결과를 제시받기 원했다고 볼 수 있다. 이는 이 학생들이 자신의 실험 수행 능력이 부족하다고 인식하거나, 지식 확인이나 형성 과정에서 성공적

**표 6**  
불일치 상황에서 원하는 지도 전략에 대한 분석 결과

유형	빈도(%) <sup>1)</sup>		
	유경험자(n=28)	무경험자(n=44)	계(N=72)
격려	1(3.6)	2(4.5)	3(4.2)
성공적인 실험 결과 제시	2(7.1)	1(2.3)	3(4.2)
설명	12(42.9)	28(63.6)	40(55.6)
같은 방법으로 다시 실험하는 기회 제공	3(10.7)	5(11.4)	8(11.1)
다른 방법으로 다시 실험하는 기회 제공	1(3.6)	0(0.0)	1(1.4)
능동적인 원인 탐색 기회나 도움 제공	5(17.9)	4(9.1)	9(12.5)
실험 결과 설명 기회나 도움 제공	1(3.6)	5(11.4)	6(8.3)
기타(무응답, 분석 불가능 응답)	8(28.6)	3(6.8)	11(15.3)

<sup>1)</sup>중복 응답이 있으므로, 전체 응답 수가 학생 수보다 많음.

인 실험이 중요하다고 인식하고 있었기 때문으로 해석된다.

실험 결과를 쉽게 알려준다. (그 이유) 그래야 이해가 될 것 같다.

정확한 결과를 얘기해주셔서 우리가 예상한 것과 비교하였으면 좋겠습니다. (그 이유) 그래야 생각이 더 열리기 때문이다.

불일치 상황에서 과학영재학생들이 가장 선호하는 교사의 지도 방법은 '설명(55.6%)' 유형이었다. 대부분의 대처 전략, 특히 '포기(2.5%)' 나 '실험 결과 설명(5.0%)', '다른 방법으로 다시 실험(5.0%)' 유형보다 '능동적인 원인 분석 후 다시 실험(30.0%)', '같은 방법으로 다시 실험(22.5%)', '교사에게 도움 요청(20.0%)', '실험 결과 인정(15.0%)' 유형을 보인 학생들이 '설명' 유형을 더 많이 원했다. 이는 이 학생들이 불일치 상황을 해결하기 위해 다양한 노력을 하더라도 그러한 노력이 반드시 불일치 상황을 명쾌하게 해결해주지 못할 수 있다는 인식이 반영된 것으로 보인다. 또한 불일치 상황의 원인이나 원리, 해결 방법에 대한 교사의 명료한 설명과 지도가 심리적 안정감을 유발할 뿐만 아니라 불일치 상황의 원인에 대한 이해와 파지 및 이후 학습에 도움을 준다고 인식했기 때문일 수도 있다.

실험이 끝나고 선생님이 틀린 이유를 알려준다. (그 이유) 틀린 이유를 알아야 마음이 편하니까

선생님이 실험을 이렇게 해보면 어떨지 제안해주셨으면 좋겠다. (그 이유) 친구들이 실망할 수 있고 어떻게 해야 하는지 모를 수 있다.

실험 결과가 왜 그렇게 나오는지 구체적으로 지도해주시길 바란다. (그 이유) 실험 결과를 더 오래, 자세히 이해할 수 있다.

왜 다른 결과가 나왔는지 설명해 주셨으면 한다. (그 이유) 왜 다른 결과가 나왔는지의 이유를 알고 나서 학습하는 게 더 도움이 될 것 같다.

'같은 방법으로 다시 실험하는 기회 제공' 유형을 원한 과학영재학생들은 8명(11.1%)이었는데, 이 중 절반은 '설명' 유형을 함께 원했다. 이 학생들은 대부분 대처 전략 중 '같은 방법으로 다시 실험(75.0%)' 유형을 보였고, 이 중 1명(12.5%)은 '교사에게 도움 요청' 유형을 함께 보였다. '다른 방법으로 다시 실험'과 '능동적인 원인 분석 후 다시 실험' 유형을 보인 학생들도 각각 1명(12.5%)씩 있었다.

다시 한 번 시도해 보라고 지도한다. 또 그런 결과가 나온다면 같이 시도한다. (그 이유) 그 실험 결과가 틀린 게 아닐 수도 있기 때문에

그 이유를 알려주고, 다시 실험을 하게 해준다. (그 이유) 왜 실험결과가 그렇게 나왔는지 궁금할 테고 다시 똑바로 실험을 하고 싶을 것이기 때문

또한 1명(1.4%)의 과학영재학생은 '다른 방법으로 다시 실험하는 기회 제공' 유형을 원했는데, 이 학생은 '설명' 유형을 함께 원했으며, 대처 전략으로는 '다른 방법으로 다시 실험' 유형을 보였다.

더 많은 실험을 가르쳐 주시고 더 많은 실험 방법을 많이 가르쳐 주셨으면 좋겠다. (그 이유) 더 많은 것을 배우고 싶어서

원하는 교사 지도 전략으로 위의 두 유형을 선택한 학생들이 불일치 상황에 대처하는 전략은 '성공적인 실험 결과 제시' 유형과 마찬가지로 성공적인 실험 결과를 얻기 위한 것이라 할 수 있다. 그러나 '성공적인 실험 결과 제시' 유형과는 달리, 성공적인 실험 결과를 얻기 위해 교사의 직접적인 도움을 받거나, 스스로 실험 과정에서의 자신의 실수나 잘못을 찾거나 실험 실패 원인을 능동적으로 분석하여 같은 방법 또는 다른 방법으로 다시 실험할 수 있는 기회를 제공받기 원한다는 점에서 좀 더 바람직하다고 할 수 있다.

12.5%의 과학영재학생들은 교사의 '능동적인 원인 탐색 기회나 도움 제공'을 원하는 것으로 나타났다. 이 학생들이 불일치 상황에 대처하는 전략으로는 '능동적인 원인 분석 후 다시 실험(66.7%)'과 '같은 방법으로 다시 실험(33.3%)' 유형이 비교적 많았으며, '포기' 유형을 보인 학생도 1명(11.1%) 있었다. 즉, 이 학

생들은 불일치 상황에서 능동적으로 실패 원인을 분석한 후 다시 실험하는 전략 외에도 같은 방법으로 다시 실험하거나 그대로 포기하는 대처 전략을 사용했지만, 여건이 된다면 교사로부터 능동적인 원인 탐색 기회나 도움을 제공받기 원했음을 알 수 있다.

다른 경우가 나온 이유를 구체적으로 알아보고, 좀 더 보완하여 실험을 하는 것이다. (그 이유) 한 번 실패한 것의 문제점을 알아 더욱 더 그 부분을 보완할 수 있기 때문이다.

실패 원인을 같이 찾아보고 그 부분을 고쳐서 다시 실험해 보고 싶다. (그 이유) 한 번 실패했다고 포기하지 않고 다시 한다면 그것은 실패했던 궁금증도 해결되고 더 기억이 잘나기 때문이다.

마지막으로 ‘실험 결과 설명 기회나 도움 제공’ 유형을 위한 과학영재학생들은 6명(8.3%)이었다. 그리고 이 중 4명(66.7%)은 ‘실험 결과 설명’, 1명(16.7%)은 ‘실험 결과 인정’, 나머지 1명(16.7%)은 ‘기타(무응답)’ 유형을 대처 전략 유형으로 선택했다. 즉 실험 결과에 대한 신뢰성을 가졌거나 이를 바탕으로 실험 결과를 설명하고자 했던 과학영재학생들이 교사로부터도 자기 스스로 실험 결과를 설명할 기회나 도움을 제공받기 원했다고 볼 수 있다.

‘예상과 다른 실험 결과가 나올 수 있다.’라고 하고는 그 이유를 숙제로 내준다. (그 이유) 학생들이 스스로 알아낼 수 있도록 도와주어야 진정한 영재로 성장할 수 있고, 수업 진행에도 방해가 안 되기 때문이다.

그렇게 결과가 나온 이유를 같이 찾아주시길 바란다. (그 이유) 그러면 더 잘 이해되기 때문이다.

이상의 결과들은 과학영재학생들의 경우 불일치 상황에 대처하는 전략에 따라 원하는 교사의 지도 전략이 다를 가능성을 시사한다. 따라서 교사는 그들이 원하는 교사 지도 전략에 대하여 고려하되, 궁극적으로는 현대적 관점에서 바람직한 대처 전략을 활용하여 불일치 상황에 대처할 수 있도록 적절하게 지도할 필요가 있다.

### 3. 불일치 상황에서의 대처 전략 및 원하는 교사 지도 전략과 인식론적 신념

초등 과학영재학생들의 불일치 상황에서의 대처 전략 및 원하는 교사 지도 전략 유형을 지식에 대한 인식론과 관계에 대한 인식론 차원(강훈식, 장해정, 2012; 한수진 등, 2011)을 기준으로 구분한 결과는 각각 그림 1, 2와 같다.

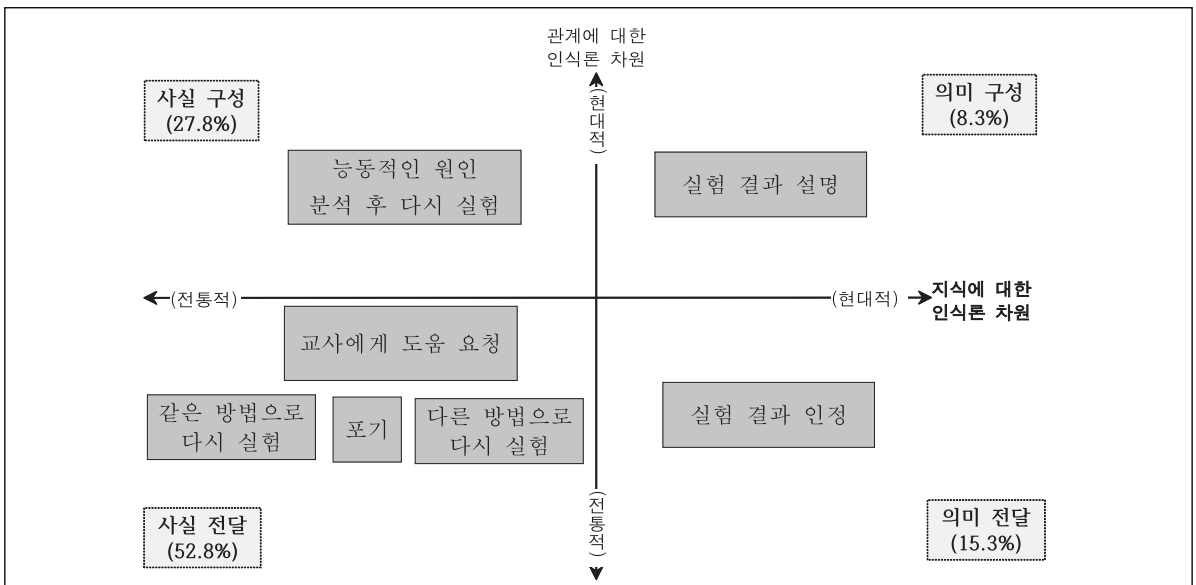


그림 1 대처 전략 유형과 인식론적 신념의 관계

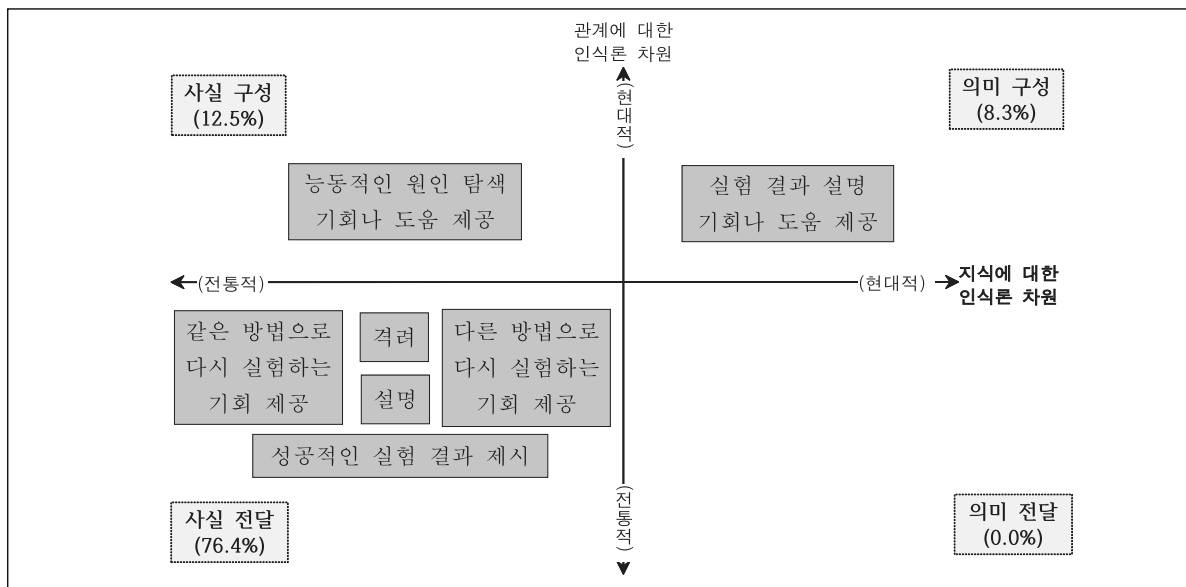


그림 2 원하는 교사 지도 전략 유형과 인식론적 신념의 관계

‘사실 전달’ 관점에서 실험은 객관적인 과학 지식의 확인 수단이며, 수업 과정에서 학생의 능동적인 참여보다 교사에 의한 과학 지식의 효과적인 전달을 강조한다. 대처 전략 유형 중 ‘포기’, ‘교사에게 도움 요청’, ‘같은 방법으로 다시 실험’, ‘다른 방법으로 다시 실험’ 유형이 이에 해당된다(강훈식, 장해정, 2012). 같은 맥락에서 볼 때, 원하는 교사 지도 전략 유형 중에서는 ‘격려’, ‘성공적인 실험 결과 제시’, ‘설명’, ‘같은 방법으로 다시 실험하는 기회 제공’, ‘다른 방법으로 다시 실험하는 기회 제공’ 유형이 이에 해당된다. 대처 전략 측면과 원하는 교사 지도 전략 측면에서 각각 52.8%와 76.4%의 초등 과학영재학생들이 이 관점에 해당되었다. 이는 대처 전략 측면에서 초등 일반학생들의 90.7%가 이 관점에 해당된 것(강훈식, 장해정, 2012)에 비해 다소 낮은 비율이다. 즉, 지식에 대한 인식론과 관계에 대한 인식론 차원에서 모두 전통적인 수준에 머무르는 비율은, 일반학생보다 과학영재학생들의 경우에 상대적으로 낮음을 알 수 있다. 그러나 여전히 절반 이상의 과학영재학생들이 두 차원에서 모두 바람직하지 않은 대처 전략이나 교사의 지도 전략 유형을 선택한 결과에 대해서는 많은 관심이 필요하다. 즉 이런 대처 전략과 교사 지도 전략 유형들을 통해 학생 스스로 타당한 결론을 도출한다면 괜찮겠지만, 그렇지 못한다면 학생들은 과학 지식과

실험에 대한 잘못된 신념을 지니고 과학 학습에 임하게 된다. 가령, 과학 지식이 최종 결과물로서 객관적 진리이고 실험 결과에 정답이 있다는 이미지를 갖게 되어, 문제 해결을 위한 어떠한 노력도 하지 않고 단순히 교사의 권위에 순응하거나 실험 결과를 성공으로 조작하는 행동을 할 수 있으며(조현국, 송진웅, 2011; 한수진 등, 2011; Rigano & Rotchie, 1995; Samarapungavan et al., 2006), 이는 이 연구에서도 나타났다. 결론적으로, ‘사실 전달’ 관점에 해당하는 대처 전략이나 원하는 교사 지도 전략 유형은 학생들의 인식론적 신념이나 과학의 본성에 대한 이해와 발달 및 과학 학습에 임하는 자세 등에 부정적인 영향을 미칠 수 있다(강훈식, 장해정, 2012; 한수진 등, 2011). 따라서 이 유형들을 보인 과학영재학생들이 불일치 상황에 효과적으로 대처하도록 지도하는 방안을 모색할 필요가 있다. 이를 위해 ‘사실 구성’, ‘의미 전달’, ‘의미 구성’ 관점에서의 논의가 도움이 될 것이다.

‘사실 구성’ 관점에서 학생들은 탐구 활동을 통해 스스로 객관적인 과학 지식을 이해하기 위해 노력하고 교사는 이에 적절한 도움을 제공하는 조력자 역할을 담당한다. 대처 전략 유형 중 ‘능동적인 원인 분석 후 다시 실험’ 유형이 이에 해당되며(강훈식, 장해정, 2012). 원하는 교사 지도 전략 유형 중에서는 ‘능동적인 원인 탐색 기회나 도움 제공’이 이에 해당된다.

27.8%와 12.5%의 초등 과학영재학생들이 각각 전자와 후자의 유형을 보였는데, 이는 초등 일반학생들(9.3%; 강훈식, 장해정, 2012)에 비해 높은 비율이다. 이 유형들을 통해 학생들의 지식에 대한 전통적 인식론이 개선되기를 바라는 것은 무리일 수 있다. 그러나 학생들이 불일치 상황에 관심을 가지고 그 원인을 파악하기 위해 노력하는 과정에서 적어도 교사에게 지나치게 의존하거나 실험 결과를 조작하는 행동이 줄어들 수 있고(Rigano & Rotchie, 1995), 과학의 본성에 대한 이해가 높아질 수 있다(조현국, 송진웅, 2011; 한수진 등, 2011; Nott & Wellington, 1998). 따라서 초등 일반학생보다 과학영재학생들에게서 이 관점이 많이 나타난 결과는, 비록 지식에 대한 인식론 차원에서는 개선이 요구되지만 관계에 대한 인식론 차원에서는 바람직하다고 할 수 있다.

‘의미 전달’ 관점에서 학생들은 실험 결과에 대한 신뢰성을 바탕으로 불일치 상황이 충분히 일어날 수 있는 현상으로 간주하지만, 이를 통해 새로운 설명이나 원리를 스스로 구성하려하지 않고 교사에게 일방적으로 전달받으려 한다(강훈식, 장해정, 2012; 한수진 등, 2011). 대처 전략 유형 중 ‘실험 결과 인정’ 유형이 이에 해당되며, 원하는 교사 지도 전략 유형 중에서는 이에 해당되는 것이 없다. 초등 일반학생들 중에서는 이 관점을 보인 경우가 없었으나(강훈식, 장해정, 2012), 이 연구에서는 15.3%의 초등 과학영재학생들이 이 관점을 보였다. 이는 초등 일반학생들보다 과학영재학생들이 과학 지식의 잠정성과 상호연관성에 대해서는 비교적 잘 인식하고 있지만, 과학영재학생들 중에서도 과학자처럼 능동적으로 과학 지식을 구성할 능력과 자신감이 부족하다고 생각하는 경우가 적지 않음을 보여준다. 따라서 이 학생들의 과학 지식 구성에서의 능동성이나 자기 주도성을 향상시키기 위한 노력이 필요하다.

‘의미 구성’ 관점은 학생들에게 기대하는 가장 이상적인 인식론적 관점으로, 이 관점에서 학생들은 실험 결과에 대한 신뢰성을 인정하고 불일치 상황을 설명하기 위해 새로운 설명이나 원리를 스스로 구성하기 위해 노력한다. 대처 전략 유형 중 ‘실험 결과 설명’, 원하는 교사 지도 전략 중 ‘실험 결과 설명 기회나 도움 제공’ 유형이 이에 해당된다. 일반학생(강훈식, 장해정, 2012) 중 이 관점을 보인 경우가 없었던 것과 달리, 이 연구에서는 8.3%의 과학영재학생들이 대처

전략과 원하는 교사 지도 전략 측면에서 모두 이 관점을 보였다. 즉 비록 발생 비율은 낮았지만, 초등 일반학생들의 경우와 달리 과학영재학생들에서 이 관점이 나타난 점은 의미가 있다.

이상의 결과들은 초등 일반학생들보다 과학영재학생들이 지식에 대한 인식론 차원과 관계에 대한 인식론 차원에서 비교적 바람직한 관점을 가지고 있음을 의미한다. 이는 일반학생들보다 과학영재학생들이 일반 지능, 과학 지식, 과제 집착력, 과학적 창의성, 자기 주도 학습 능력, 독립심, 자신감, 과학에 대한 흥미나 태도, 개방성 등의 측면에서 우수하기 때문으로 해석된다(박성익 등, 2003; Gilbert & Newberry, 2007). 또한 일반 과학수업과 과학영재수업의 특성 차이도 그 원인으로 작용했을 수 있다. 즉, 불일치 상황의 원인에는 실험 과정과 방법에서의 오류 외에도 실험의 내재적 한계나 내용 자체의 오류나 불확실성 등과 같이 다양하다(조현국, 송진웅, 2011; 한수진 등, 2011). 그래서 다양한 검증 실험을 수행하기 전까지 그 원인을 명확하게 알지 못하거나, 검증 실험 후에도 원인을 규명하지 못할 수도 있다(윤혜경, 2008; 이수아 등, 2007). 그리고 이런 상황은 일반 과학수업보다 높은 수준의 개념과 탐구 활동이 이루어지고 있는 과학영재수업에서 일어날 확률이 높다. 이로 인해 학생들이 과학 지식의 잠정성, 교재와 교사 및 실험 결과의 오류 가능성, 관찰의 오류 가능성, 새로운 이론 제안 가능성 등을 판단하거나 수행할 기회가 과학영재수업 상황에서 더 많게 된다. 이런 기회가 주어졌을 때 과학영재학생들의 특성이 발휘되어 이런 결과가 나타났다고 해석할 수 있다.

그러나 여전히 많은 초등 과학영재학생들이 두 인식론 차원에서 전통적인 관점을 지니고 불일치 상황에 대처하거나 교사의 지도를 받기를 원했던 결과 또한 눈여겨 볼만하다. 즉, 해당 학생들의 역량 부족이 그 발생 원인일 수도 있지만, 한편으로는 과학 지식의 형성이나 자기 주도적인 학습 과정을 수행하는 데 있어 과학영재학생들이 충분히 격려 받고 있지 못한 우리의 과학영재교육 현실이 반영된 결과일 수도 있다(조현철, 2011). 따라서 이 학생들이 불일치 상황에 직면했을 때, 현대 인식론적 신념 측면에서 바람직한 방향으로 대처하도록 지도할 필요가 있다.

한편, 일반적인 상황에서의 리커트 척도 50문항을 사용한 선행연구(조현철, 2011)와 불일치 상황이라는

구체적인 상황을 활용한 이 연구의 결과를 비교하면, 지식에 대한 인식론 차원에서는 유사하지만 관계에 대한 인식론 차원에서는 다소 다른 결과가 나타났다. 즉, 선행연구(조현철, 2011)의 결과와 유사하게 이 연구에서도 일반학생(0.0%; 강훈식, 장해정, 2012)보다 과학영재학생들(23.6%)이 지식에 대한 인식론 차원에서 현대적 관점을 지닌 경우가 더 많은 것으로 나타났다. 반면, 관계에 대한 인식론 차원의 경우 일반학생과 과학영재학생 사이에 별 차이가 없었던 선행연구(조현철, 2011)와 달리, 이 연구에서는 일반학생(9.3%; 강훈식, 장해정, 2012)보다 과학영재학생들(36.1%)이 현대적 관점을 지닌 경우가 더 많았다. 이는 검사 방법의 차이에 따라 과학에 대한 인식론적 신념의 조사 결과가 달라질 수 있음을 시사한다. 따라서 학생들의 과학에 대한 인식론적 신념을 올바르게 조사하기 위해서는 다각적인 검사 방법을 병행하는 것이 바람직하다. 또한, 이 연구에서 인식론적 신념의 다차원적 측면에 대한 통합적인 접근을 시도한 것과 같이 다양한 각도에서 접근할 필요도 있다.

## V. 결론 및 제언

이 연구에서는 초등 과학영재학생들의 불일치 상황에서의 대처 전략 및 원하는 교사 지도 전략 유형을 조사한 후, 이에 기초하여 그들의 과학에 대한 인식론적 신념을 분석했다. 연구 결과, ‘포기’, ‘교사에게 도움 요청’, ‘같은 방법으로 다시 실험’, ‘다른 방법으로 다시 실험’, ‘능동적인 원인 분석 후 다시 실험’, ‘실험 결과 인정’, ‘실험 결과 설명’의 7가지 대처 전략 유형이 나타났다. 그 중에서 ‘같은 방법으로 다시 실험’ 유형이 가장 많이 나타났으며, 다음으로 ‘능동적인 원인 분석 후 다시 실험’ 유형의 발생 비율이 높았다. 원하는 지도 전략은 ‘격려’, ‘성공적인 실험 결과 제시’, ‘설명’, ‘같은 방법으로 다시 실험하는 기회 제공’, ‘다른 방법으로 다시 실험하는 기회 제공’, ‘능동적인 원인 탐색 기회나 도움 제공’, ‘실험 결과 설명 기회나 도움 제공’의 7가지 유형이 나타났다. 그 중에서 ‘설명’ 유형이 가장 많이 나타났으며, 다음으로 ‘능동적인 원인 탐색 기회나 도움 제공’, ‘같은 방법으로 다시 실험하는 기회 제공’ 유형의 발생 비율이 높았다. 또한 대처 전략 유형에 따라 원하는 교사 지도 전략 유형이 다소 달랐다. 이 14가지 유형들을 지

식에 대한 인식론과 관계에 대한 인식론 차원에 기초하여 ‘사실 전달’, ‘사실 구성’, ‘의미 전달’, ‘의미 구성’의 네 가지 관점으로 재분류했다. 그 결과, 대처 전략의 경우 ‘사실 전달’의 발생 비율이 가장 높았고, 그 다음으로는 ‘사실 구성’, ‘의미 전달’, ‘의미 구성’ 순으로 발생 비율이 높게 나타났다. 원하는 교사 지도 전략의 경우에는 ‘사실 전달’의 발생 비율이 가장 높았고, 그 다음으로는 ‘사실 구성’, ‘의미 구성’ 순으로 발생 비율이 높게 나타났으며, ‘의미 전달’은 나타나지 않았다.

이상의 결과들은 초등 과학영재학생들이 지식에 대한 인식론 차원과 관계에 대한 인식론 차원에서 비교적 바람직한 관점을 가지고 불일치 상황에 대처하고 있으나, 그렇지 못한 과학영재학생들도 여전히 많음을 의미한다. 이는 과학영재수업 및 연구 분야에 다음과 같은 시사점을 제공할 수 있으며, 과학영재학생들이 미래 사회에서 담당할 중요한 역할을 고려할 때 그 의미가 크다고 할 수 있다.

첫째, 과학영재학생들의 과학에 대한 올바른 인식론적 신념의 형성을 촉진하는 데 도움을 줄 수 있다. 올바른 인식론적 신념, 나아가 과학의 본성 함양은 미래 사회를 살아가는 데 있어 매우 중요하며, 이를 위해 불일치 상황이 유용할 수 있다고 주장된다(강훈식, 장해정, 2012; 조현국, 송진웅, 2011; 한수진 등, 2011; Nott & Wellington, 1998). 따라서 과학영재학생들이 불일치 상황을 마주했을 때, 과학에 대한 인식론적 측면에서 바람직하게 대처하도록 지도할 필요가 있으며, 이 연구에서는 이에 관한 구체적인 정보를 제공하고 있다. 즉, 이 연구에서는 과학영재학생들의 불일치 상황에서의 대처 전략 및 원하는 교사 지도 전략 유형을 지식에 대한 인식론과 관계에 대한 인식론 차원에서 분석하고 논의함으로써, 그들의 과학에 대한 인식론적 신념 수준과 올바른 인식론적 신념 함양 촉진 방법에 관한 정보를 제공하고 있다. 따라서 교사는 이 정보들을 참고하여 과학영재학생들이 불일치 상황에 바람직하게 대처하도록 지도할 수 있을 것이다. 예를 들어, 그들이 불일치 상황에서 원하는 교사 지도 전략을 충분히 활용하여 지도하되, 궁극적으로는 ‘사실 전달’ 관점보다 ‘의미 구성’의 관점에서 접근할 수 있도록 지도해야 할 것이다. 이때 만일 새로운 설명이나 원리를 제안하는 것이 불가능하다면 적어도 ‘사실 구성’ 관점에서 접근할 수 있도록 지도하

는 것이 바람직하다. 비록 지식에 대한 인식론 및 관계에 대한 인식론 차원에서 일반학생들보다 올바른 신념을 가진 과학영재학생들이 많았지만 그렇지 못한 학생들도 상당수 있었으므로, 이들에게 이런 접근의 유용성을 인지시키기 위한 노력도 필요하다.

둘째, 과학영재학생들의 과학영재수업에 대한 만족도를 높일 수 있다. 일반 과학수업에 비해 과학영재수업에서는 자유로운 분위기 속에서 다양한 실험이 이루어지므로, 일반학생들보다 과학영재학생들이 불일치 상황을 마주하는 경우가 더 많다. 따라서 그들이 스스로 또는 교사로부터 적절한 지도를 받지 못해 불일치 상황에 만족스럽게 대처하지 못한다면 과학영재수업에 대한 만족도가 감소할 수밖에 없을 것이다. 실제로 과학영재학생들이 원하는 교사 지도 방향과 자신의 실제 대처 방향이 다소 다르게 나타난 결과를 통해, 자신의 대처 전략을 통해 만족스러운 결과를 얻지 못한 과학영재학생들이 적지 않음을 알 수 있었다. 이 연구에서는 과학영재학생들이 불일치 상황에 대처하는 전략에 따라 원하는 교사 지도 전략에 관한 정보를 제공하고 있으므로, 이를 고려하여 과학영재학생들을 지도함으로써 그들의 과학영재수업에 대한 만족도를 높일 수 있을 것이다. 이때, 그들이 원하는 교사 지도 전략이 바람직한 경우에는 그대로 그 전략을 활용하고, 바람직하지 않은 경우에는 바람직한 지도 전략을 우선적으로 활용한 후 그들이 원하는 지도 전략을 활용하는 것이 효과적일 수 있다. 예를 들어, '실험 결과 설명 기회 제공' 유형을 원하는 학생들에게는 그 전략을 활용하여 지도한 후, '설명' 유형을 통해 정리하는 것이 바람직할 것이다. 또한 '성공적인 실험 결과 제시' 이나 '설명' 유형을 원하는 학생들에게는 '격려'를 통해 '같은 방법으로 다시 실험하는 기회', '다른 방법으로 다시 실험하는 기회', '능동적인 원인 탐색 기회나 도움' 등을 제공하여 타당한 실험 결과를 공유하게 한 후 학생 스스로 그 '실험 결과를 설명하는 기회나 도움'을 제공하고, 이후에 교사가 직접 '설명'하여 정리하는 것이 좋다. 학생들의 탐구 활동 과정에서 진도가 더 이상 나가지 않는 경우처럼 다른 사람의 도움이 필요한 경우에는 교사가 직접적인 도움을 제공하여 학생들의 자기 주도적인 탐구 활동을 촉진할 수도 있다.

셋째, 과학영재학생들의 과학에 대한 인식론적 신념 관련 연구를 계획하고 진행하는 데 기여할 수 있

다. 불일치 상황에서의 대처 전략 및 원하는 교사 지도 전략을 조사함으로써, 많은 과학영재학생들의 과학에 대한 인식론적 신념을 효과적으로 분석할 수 있음을 이 연구를 통해 확인했다. 따라서 이후 과학에 대한 인식론적 신념 관련 연구를 진행할 때, 이 방법들과 기존의 검사 도구를 함께 사용한다면 많은 과학영재학생들의 과학에 대한 인식론적 신념을 보다 효과적이고 타당하게 조사할 수 있을 것이다. 이는 또한 그들의 과학에 대한 인식론적 신념 수준을 향상시킬 수 있는 전략이나 프로그램을 개발하는 데에도 도움을 줄 수 있을 것이다.

한편, 이 연구는 제한된 연구 주제와 대상 및 방법만을 활용하여 일부 제한점이 있었으므로, 이를 개선하여 반복 연구를 진행할 필요가 있다. 예를 들어, 불일치 상황 자체의 특성 및 이 상황에 직면한 대상의 특성에 따라 대처 전략의 유형과 발생 빈도가 다를 수 있으므로(강훈식, 장해정, 2012; Leach *et al.*, 2000), 이후에는 다양한 실험 주제와 과학영재학생들을 대상으로 반복 연구를 진행할 필요가 있다. 학생들의 응답과 실제 대처 행동이 다를 가능성을 고려하여, 이후에는 과학영재학생들이 불일치 상황에 대처하는 실제 행동을 심층적으로 관찰하여 분석 및 비교하는 연구도 필요하다.

## 국문 요약

이 연구에서는 초등 과학영재학생들의 불일치 상황에서의 대처 전략 및 원하는 교사 지도 전략 유형을 조사한 후, 이에 기초하여 그들의 과학에 대한 인식론적 신념을 분석했다. 이를 위해, 초등학교 5~6학년 과학영재학생 72명을 대상으로 개방형 설문을 실시했다. 일부 학생들을 대상으로 심층 면담도 실시했다. 연구 결과, '포기', '교사에게 도움 요청', '같은 방법으로 다시 실험', '다른 방법으로 다시 실험', '능동적인 원인 분석 후 다시 실험', '실험 결과 인정', '실험 결과 설명'이라는 7가지 불일치 상황에서의 대처 전략 유형이 나타났다. 원하는 교사 지도 전략의 경우에는 '격려', '성공적인 실험 결과 제시', '설명', '같은 방법으로 다시 실험하는 기회 제공', '다른 방법으로 다시 실험하는 기회 제공', '능동적인 원인 탐색 기회나 도움 제공', '실험 결과 설명 기회나 도움 제공'의 7가지 유형이 나타났다. 이 14가지 유형들을 지식에

대한 인식론과 관계에 대한 인식론 차원에 기초하여 '사실 전달', '사실 구성', '의미 전달', '의미 구성'의 네 가지 관점으로 다시 분류했다. 이런 결과에 대한 교육적 함의를 논의했다.

## 참고 문헌

강훈식, 김민영, 노태희 (2007). 밀도 학습에서 인식론적 신념이 개념변화 과정에 미치는 영향. *한국과학교육학회지*, 27(5), 412-420.

강훈식, 장해정 (2012). 과학 수업에서 불일치 상황의 대처 전략 유형 조사를 통한 초등학생들의 인식론적 신념 분석. *한국과학교육학회지*, 32(7), 1087-1098.

김경대, 강순민, 임재항 (2006). 과학영재들의 과학의 본성에 대한 인식. *한국과학교육학회지*, 26(6), 743-752.

문병상 (2009). 인식론적 신념, 성취목표지향성, 자기 조절학습 및 학업성취간의 관계. *초등교육연구*, 22(4), 49-68.

문성숙, 권재술 (2004). 학습자의 역학적 에너지에 대한 개념변화 중에 살펴본 물리 지식과 삶에 대한 인식론적 신념간의 관계. *한국과학교육학회지*, 24(3), 499-518.

박성익, 조석희, 김홍원, 이지현, 윤여홍, 진석언, 한기순 (2003). *영재교육학원론*. 서울: 교육과학사.

양미경 (2006). 학습자의 인식론적 신념: 연구의 동향과 과제. *열린교육연구*, 14(3), 1-25.

우영진 (2010). 과학의 본성에 대한 초등학교 6학년 학생과 과학 영재 학생의 인식. *한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문*.

원정애 (2006). 초등학생들의 과학에 대한 인식론적 신념에 따른 과학개념 변화과정. *한국교원대학교 대학원 박사학위논문*.

윤혜경 (2008). 과학 실험 실습 교육에서 초등 교사가 느끼는 딜레마. *초등과학교육*, 27(2), 102-116.

이수아, 전영석, 홍준의, 신영준, 최정훈, 이인호 (2007). 초등 교사들이 과학 수업에서 겪는 어려움 분석. *초등과학교육*, 26(1), 97-107.

이영미 (2008). 과학영재의 물리학에 대한 인식론적 신념과 물리 개념 이해에 관한 사고 모형과의 관계 연구. *이화여자대학교 대학원 박사학위논문*.

이주연, 백성혜 (2006). 초등학생의 과학에 대한 인식론적 신념과 학습자 특성과의 관련성 분석. *초등과학교육*, 25(2), 167-178.

이향로 (2011). 과학 영재의 과학 본성과 탐구 관점 분

석. *영재교육연구*, 21(2), 511-530.

장병기 (2004). 과학의 본성에 대한 학생의 생각을 조사하기. *초등과학교육*, 23(2), 159-171.

조현국, 송진웅 (2011). 불일치 상황에서 나타나는 초등학생들의 관찰 유형과 학습자의 과학의 관점이 관찰 활동에 미치는 효과 분석. *초등과학교육*, 30(4), 405-414.

조현철 (2011). 과학영재학생과 일반학생의 인식론적 신념 비교. *영재와 영재교육*, 10(1), 5-26.

조희형, 최경희 (2002). 구성주의와 과학교육. *한국과학교육학회지*, 22(4), 820-836.

최준식 (2010). 과학영재와 일반학생의 과학의 본성에 대한 이해와 과학 관련 태도 비교연구. *대구교육대학교 교육대학원 석사학위논문*.

한수진, 이인혜, 강석진, 노태희 (2011). 위기 상황의 대처 전략을 통한 초등교사들의 과학에 대한 인식론적 신념 연구. *초등과학교육*, 30(1), 61-70.

홍훈기, 박은이 (2011). 중학교 과학영재들의 과학의 본성에 대한 인식 분석. *영재교육연구*, 21(2), 391-405.

Chinn, C. A., & Brewer, W. F. (1993). The role of anomalous data in knowledge acquisition: A theoretical framework and implications for science instruction. *Review of Educational Research*, 63(1), 1-49.

Driver, R., Leach, J., Miller, R., & Scott, P. (1996). *Young people's images of science*. Philadelphia, PA: Open University Press.

Elder, A. D. (1999). An exploration of fifth-grade students' epistemological beliefs in science and an investigation of their relation to science learning. Unpublished doctoral dissertation, The university of Michigan.

Gilbert, J. K., & Newberry, M. (2007). The characteristics of the gifted and exceptionally able in science. In K. S. Taber (Ed.), *Science Education for Gifted Learners*. NY: Routledge.

Hammer, D. (1994). Epistemological beliefs in introductory physics. *Cognition and Instruction*, 12(2), 151-183.

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.

Mason, L. (2003). Personal epistemologies and intentional conceptual change. In G. M. Sinatra & P. R. Pintrich (Eds.), *Intentional conceptual change* (pp. 199-236). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Muis, K. R. (2007). The role of epistemic beliefs in self-regulated learning. *Educational Psychologist*, 42(3), 173-190.

Nott, M., & Wellington, J. (1998). Eliciting, interpreting



and developing teachers' understandings of the nature of science. *Science & Education*, 7(6), 579-594.

Qian, G., & Alvermann, D. (1995). Role of epistemological beliefs and learned helplessness in secondary school students' learning science concepts from text. *Journal of Educational Psychology*, 87(2), 282-292.

Rigano, D. L., & Rotchie, S. M. (1995). Student disclosures of fraudulent practice in school laboratory. *Research in Science Education*, 25(4), 353-363.

Roth, W. M., & Roychoudhury, A. (1994). Physics students' epistemologies and views about knowing and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(1), 5-30.

Samarapungavan, A., Westby, E. L., & Bodner, G. M. (2006). Contextual epistemic development in science: A comparison of chemistry students and research chemists. *Science Education*, 90(3), 468-495.

Schommer, M., & Dunnell, P. A. (1994). A comparison

of epistemological beliefs between gifted and non-gifted high school students. *Roeper Review*, 16(3), 207-210.

Songer, N. B., & Linn, M. C. (1991). How do students' views of science influence knowledge integration? *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 761-784.

Strauss, A., & Corbin, J. (1998). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory*. Thousand Oaks, CA: Sage.

Thomas, J. A. (2008). Reviving Perry: An analysis of epistemological change by gender and ethnicity among gifted high school students. *The Gifted Child Quarterly*, 52(1), 87-98.

Tsai, C. C. (2000). The effects of STS-orientated instruction on female tenth graders' cognitive structure outcomes and the role of student scientific epistemological beliefs. *International Journal of Science Education*, 22(10), 1099-1115.