

과학 수업에서 불일치 상황에의 대처 전략 유형 조사를 통한 초등학생들의 인식론적 신념 분석

강훈식* · 장해정
춘천교육대학교

Analyses of Elementary School Students' Epistemological Beliefs Through Investigation of Their Coping Strategy Types for Anomalous Situations in Science Classes

Kang, Hun-sik* · Jang, Hae-jeong
Chuncheon National University of Education

Abstract: This study investigated the types of elementary school students' coping strategies for anomalous situations in science classes. Their epistemological beliefs were then analyzed on the basis of types. To do this, the students (N=75) from 2 elementary schools were asked to respond to an open-ended question about their coping strategies on anomalous situations and some of them underwent in-depth interviews. The analyses of the results indicated five types of coping strategies 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, and trying the experiment again after actively analyzing the causes. Among these, the major types were 'trying the experiment again with same methods', 'trying the experiments again with different methods', and 'asking a teacher for help'. The five types were grouped again into four categories such as 'transferring facts', 'constructing facts', 'transferring meanings', and 'constructing meanings' on the basis of the epistemological beliefs toward knowledge and the epistemological beliefs toward relation. The results revealed that 'trying the experiment again after actively analyzing the causes' was only included in 'constructing facts' and the others were included in 'transferring facts'. Educational implications of these findings are discussed.

Key words: anomalous situation, coping strategy, epistemological belief, elementary school student

I. 서 론

구성주의 관점에서 과학 지식은 관찰과 실험을 통해 확인하는 절대불변의 진리가 아니라, 새로운 증거에 따라 언제든지 변화 가능한 임시적 개념 체계이다. 또한 학습은 외부로부터 전달받은 과학 지식이 학습자 내부에 단순히 축적되는 수동적인 과정이 아니라, 학습자 스스로 자신의 사전 경험과 지식을 바탕으로 새로운 의미를 구성하는 능동적인 과정이다(조희형, 최경희, 2002). 이에 기초하여 많은 연구자들이 과학 지식과 학습을 바라보는 관점인 인식론적 신념이 과학 학습에 미치는 영향에 관심을 가져왔다.

이들에 의하면, 인식론적 신념이 과학 학습에 미치

는 영향은 매우 크다. 예를 들어, 인식론적 신념은 성취목표지향, 학습전략, 자기주도학습, 학습 동기, 학업 성취와 개념 변화 등에 중요한 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다(강훈식 등, 2007; 문병상, 2009; 원정애, 2006; 원정애, 백성혜, 2011; 이주연, 백성혜, 2006; 차정호 등, 2005; Bråten & Strømsø, 2005; Cano, 2005; Mason, 2003; Muis, 2007). 따라서 학생들의 인식론적 신념을 이해한다면 과학 현상이나 지식에 대한 학생들의 사고를 이해하고 증진시켜 과학 수업의 효과를 높일 수 있다(Driver *et al.*, 1996; Songer & Linn, 1991). 특히 인식론적 신념은 단기간의 교육으로 변화하기 어려우므로, 아직 덜 견고하게 형성된 초등학생들의 인식론적 신념의

*교신저자: 강훈식(kanghs@cnu.ac.kr)

**2012.02.10(접수) 2012.03.16(1심통과) 2012.06.15(2심통과) 2012.06.20(3심통과) 2012.06.21(최종통과)

특성을 파악하여 바람직한 방향으로 발전시키기 위한 노력이 필요하다(이주연, 백성혜; 2006).

이러한 맥락에서 학생들의 인식론적 신념을 조사한 연구들이 지금까지 적지 않게 보고되었다. 그러나 대부분 중등학생이나 대학생을 대상으로 진행되었으며(강훈식 등, 2007; 노태희, 최용남, 1998; 문성숙, 권재술, 2004; 임성민, 2001; 차정호 등, 2005; 홍선희, 우애자, 2009; Bråten & Strømsø, 2005; Cano, 2005; Hammer, 1994; Mason, 2003; Roth & Roychoudhury, 1994; Schommer, 1993; Songer & Linn, 1991; Tsai, 2000), 초등학생들을 대상으로 진행된 연구는 상대적으로 부족한 실정이다(노태희 등, 2002; 문병상, 2009; 원정애, 백성혜, 2011; 이주연, 백성혜, 2006; 조현철, 2011; Elder, 1999). 또한 이 연구들 대부분이 선택형 문항에 기초한 검사 도구를 활용했는데, 이 검사 방법에는 몇 가지 제한점이 있다(양미경, 2006; 장병기, 2004). 즉, 이 검사 도구에서는 대체로 구체적인 상황이 배제되고, 어휘 자체가 추상적인 경향이 있으며, 문항수도 많다. 따라서 학생들이 각 문항의 의미를 다른 문항과 구분하여 이해하는 데 다소 어려운 측면이 있다. 특히 어휘력, 사고력, 집중력 등이 상대적으로 부족한 초등학생들이 각 문항의 의미를 명확히 이해하여 답하는 것은 그리 쉬운 일이 아니다. 또한 인식론적 신념은 맥락에 따라 달라질 수 있으므로, 학생들이 탈맥락적인 상황에서 표출한 견해와 이들이 구체적인 상황에서 표출한 행동이 서로 다를 수도 있다. 이런 제한점들로 인해 기존의 검사 도구를 통해 초등학생들의 인식론적 신념을 타당하게 조사하는 것에는 다소 한계가 있다. 따라서 이를 개선하기 위해서는 과학 수업 과정에서 발생하는 구체적인 상황을 활용하여 초등학생들의 인식론적 신념을 조사할 필요가 있다(장병기, 2004).

이를 위한 구체적인 상황으로, 학생들이 자신의 예상, 교과서 내용, 교사의 설명 등과 일치하지 않은 실험 결과를 직면한 상황(이하 '불일치 상황'이라 칭함)을 고려할 수 있다. 즉 인식론적 신념에 따라 교사나 학생들이 불일치 상황에 대처하는 전략이 다르다고 주장되므로(원정애, 2006; Chinn & Brewer, 1993; Mason, 2003; Nott & Wellington, 1998; Qian & Alvermann, 1995), 불일치 상황에 대처하는 전략을 분석함으로써 인식론적 신념을 파악할 수 있다(한수진 등, 2011). 또한, 불일치 상황이 과학의 본성을 학

생들에게 가르칠 수 있는 좋은 기회라고 제안되기도 한다(조현국, 송진웅, 2011; Nott & Wellington, 1998). 따라서 초등학생들이 불일치 상황에 대처하는 전략을 조사한다면 그들의 인식론적 신념을 보다 잘 파악할 수 있을 것이다. 이를 통해 인식론적 신념 측면에서 초등학생들의 부족한 점을 개선할 수 있는 적절한 지도 방법을 모색함으로써, 그들의 과학의 본성에 대한 이해를 향상시키는 방법에 대한 시사점도 얻을 수 있을 것이다.

그러나 지금까지 불일치 상황에 대한 초등학생들의 대처 전략을 조사한 연구는 매우 부족하다. 일부 진행된 연구에서도 불일치 상황에 대한 반응을 인지갈등 관점(강석진 등, 2002; 고한중 등, 2005)이나 관찰 활동 관점(조현국, 송진웅, 2011)에 초점을 두고 분석 및 논의했다. 즉 불일치 상황에 대한 초등학생들의 반응을 대처 전략 관점에서 체계적으로 분석하거나, 이를 인식론적 신념 관점에 초점을 두고 체계적으로 접근한 경우는 찾아보기 힘들다.

이에 이 연구에서는 과학 수업에서 발생하는 불일치 상황에 대한 초등학생들의 대처 전략 유형을 조사했다. 또한 이에 기초하여 그들의 인식론적 신념을 분석했다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상 및 절차

이 연구는 강원도 소재 2개 초등학교의 5학년 79명을 대상으로 실시했다. 총 79개의 설문지를 배포하여 75개(94.9%)를 회수했으며, 이를 최종 분석 대상으로 했다. 남학생이 38명(50.7%)이고 여학생이 37명(49.3%)이었다. 이 중에서 불일치 상황을 경험한 학생은 57명(76.0%)이고 경험하지 않은 학생은 18명(24.0%)이었다. 불일치 상황을 경험한 학생들 중 일부 학생들을 선정하여 응답 내용과 이유를 심층적으로 알아보기 위한 면담도 실시했다.

2. 검사 도구

불일치 상황에 대한 초등학생들의 대처 전략을 조사하기 위해 선행연구(한수진 등, 2011)의 교사용 설문지를 참고하여 초등학생용 설문지를 제작했다. 설문지는 불일치 상황의 경험 유무를 물은 후, 그 경험

유무에 따라 다르게 응답하도록 제작했다(표 1). 즉, 불일치 상황을 경험한 학생의 경우에는 불일치 상황이 발생했을 때 어떻게 행동했는지를 자세히 서술하는 형태로 구성했다. 반면 불일치 상황을 경험하지 않은 학생의 경우에는 불일치 상황을 경험한다면 어떻게 행동할 것인지를 자세히 서술하는 형태로 구성했다. 이때 불일치 상황에 대한 학생들의 이해를 돕기 위해, '책에 나온 전기 회로도라 똑같이 전기 회로를 연결했는데 불이 켜지지 않는 상황'을 불일치 상황의 예로 제시했다. 또한 검사 과정에서 학생들에게 불일치 상황의 다른 예들을 제시하고 설문 응답 방법에 대해 자세하게 설명했다. 개발한 설문지는 과학교육 전문가 2인에게서 1인씩 타당도를 검토 받은 후 사용했다.

3. 자료 분석

자료 분석을 통해 도출한 범주를 바탕으로 자료를

재검토하는 과정을 지속적으로 반복하여 범주를 정교화시키는 지속적 비교 방법(Strauss & Corbin, 1998)을 사용하여 설문지를 분석했다. 즉, 분석자 2인이 각자 설문지를 분석하여 해당 항목에 대한 범주를 일차적으로 추출한 후, 이에 대해 상호 논의하여 범주의 초안을 확정했다. 그 후 분석자 중 과학교육전문가 1인이 범주의 초안을 바탕으로 해당 자료를 다시 분석하여 범주의 적절성과 타당성을 점검한 후 범주를 정교화시켰다. 이러한 과정들을 반복하여 최종 범주를 확정된 후, 과학교육전문가 1인이 모든 자료를 최종 분석했다.

범주별 의미를 지식에 대한 인식론 차원과 관계에 대한 인식론 차원에 기초한 인식론적 신념(그림 1, 한진수 등, 2011) 관점에서 논의했다. 지식에 대한 인식론 차원은 과학 지식을 절대적이고 확실하며 개별적 사실들의 구성으로 보는지, 아니면 변화 가능하며 상호 연관된 개념들의 조직으로 보는지에 관한 것이다.

표 1
설문지의 구성

구성	문항
불일치 상황의 경험 유무	과학 실험 수업에서 실험을 하던 중 예기치 못한 문제 상황을 경험해본 적이 있다. (예-책에 나온 전기 회로도라 똑같이 전기 회로를 연결했는데 이상하게 불이 안 켜지는 것처럼) 1) 있다 2) 없다
불일치 상황에 대한 대처 전략	(예기치 못한 문제 상황 경험자) 그런 상황이 생길 때 어떻게 하는가? (예기치 못한 문제 상황 미경험자) 그런 상황이 생긴다면 어떻게 하겠는가?

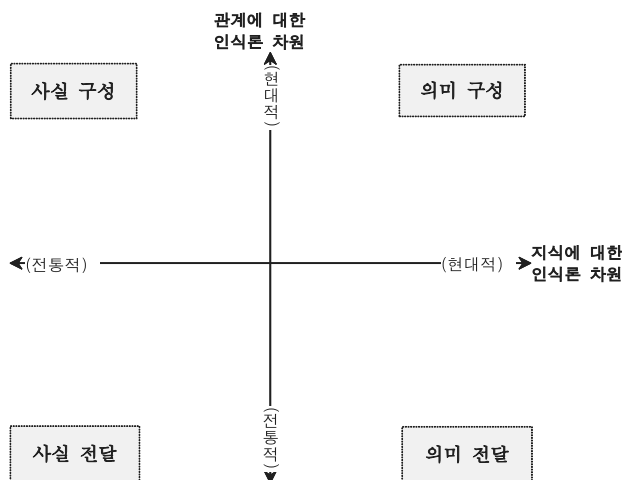


그림 1 지식에 대한 인식론 차원과 관계에 대한 인식론 차원에 기초한 인식론적 신념(한진수 등, 2011)

관계에 대한 인식론 차원은 과학 지식이 전능한 권위에 의해 전달되는지, 아니면 개인의 경험이나 판단에 의해 구성되는지에 관한 것이다. 이를 토대로 인식론적 신념은 ‘사실 전달’, ‘사실 구성’, ‘의미 전달’, ‘의미 구성’의 네 가지로 구분된다. ‘사실 전달’은 지식에 대한 인식론과 관계에 대한 인식론 차원에서 모두 전통적 관점에 해당하는 경우이다. ‘사실 구성’에서는 지식에 대한 인식론 차원은 전통적 관점에 해당하지만 관계에 대한 인식론 차원은 현대적 관점에 해당한다. ‘의미 전달’은 지식에 대한 인식론 차원에서는 현대적 관점에 해당하지만 관계에 대한 인식론 차원에서는 전통적 관점에 해당하는 경우이다. ‘의미 구성’에서는 지식에 대한 인식론과 관계에 대한 인식론 차원에서 모두 현대적 관점에 해당한다.

세미나 학술대회 등을 통해 과학교육전문가와 현직 초등학교 교사들로부터 연구 방법과 결과 해석 및 논의의 적절성에 대한 자문을 받았다. 특히 세미나의 경우 관련 연구 경험이 있는 과학교육전문가의 검토와 협의가 이루어졌으며, 이를 토대로 관련 내용을 수정·보완했다. 연구 결과는 불일치 상황의 경험 유무에 따른 범주별 빈도와 백분율(%)을 제시한 후, 특징을 기술하고 논의했다.

한편, 이 연구에서는 불일치 상황에 대한 충분한 설명 제공과 질의응답 과정을 통해 학생들이 불일치 상황을 경험하지 못했더라도 본 질문에 답하는 데 무리가 없었음을 확인했다. 또한 특정 상황에 대한 행동의지가 실제 행동으로 연결될 가능성이 높으므로(박현지, 권영국, 2007; Ajzen, 1991), 불일치 상황의 경험 유무는 불일치 상황에 대한 대처 전략에 별 영향을 미치지 못한다고 판단했다. 따라서 불일치 상황의 경

험 유무는 학생들의 기초 정보로만 활용하고 이에 따른 분석 결과에 대해서는 구체적으로 논의하지 않았다. 그러나 학생들의 응답과 실제 대처 행동이 다를 가능성도 배제하기 어려우므로, 이를 고려하여 본 연구의 내용을 이해해야 할 것이다.

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

1. 불일치 상황에 대한 초등학생들의 대처 전략 유형

불일치 상황에 대한 초등학생들의 대처 전략을 분석한 결과, ‘포기’, ‘교사에게 도움 요청’, ‘같은 방법으로 다시 실험’, ‘다른 방법으로 다시 실험’, ‘능동적인 원인 분석 후 다시 실험’의 다섯 가지 유형으로 분류할 수 있었다. 표 2에 유형별 빈도(%)를 제시했으며, 구체적인 논의는 그 다음에 제시했다.

1) 포기

‘포기’는 불일치 상황을 실험이 실패한 것으로 평가하고 실험을 중단하는 대처 전략 유형이다. 여기서는 학생들이 불일치 상황의 해결 방안을 찾기 위해 실험을 중단하는 것이 아니라 아예 포기하고 실험을 중단한다. 실험을 중단한 후에는 옆 친구의 실험을 단순히 관찰하는 경우도 있지만, 대부분이 딴 짓을 하며 나머지 시간을 보낸다. 전체 학생의 5.3%만이 이 유형에 해당되었으며, 다음은 이에 대한 면담 응답의 예이다.

실험이 잘못되면 나머지 시간에는 그냥 있어요.
어디서 잘못됐는지도 모르는데 제가 뭘 할 수 있겠어요.

표 2
불일치 상황에 대한 초등학생들의 대처 전략 유형별 빈도(%)

유형	빈도(%)		
	유경험자	무경험자	계
포기	4(7.0)	-	4(5.3)
교사에게 도움 요청	13(22.8)	4(22.2)	17(22.7)
같은 방법으로 다시 실험	26(45.6)	-	26(34.7)
다른 방법으로 다시 실험	9(15.8)	12(66.7)	21(28.0)
능동적인 원인 분석 후 다시 실험	5(8.8)	2(11.1)	7(9.3)
계	57(100)	18(100)	75(100.0)

이런 결과는 이 유형을 보인 학생들이 불일치 상황의 해결 방법을 모색할 필요성을 거의 인식하지 못하여 해결 의지가 부족했기 때문에 나타났다고 해석할 수 있다. 노력하지 않으면 어떤 것도 얻을 수 없다는 말과 같이, 문제 해결을 위해 어떠한 행동도 취하지 않으면 어떤 교육적 목적도 달성하기 어렵다. 따라서 이 유형에는 개선을 위한 적절한 지도가 필요하다.

2) 교사에게 도움 요청

‘교사에게 도움 요청’은 불일치 상황이 발생하면 바로 교사에게 도움을 요청하는 대처 전략 유형이다. 학생들은 교사가 도와주러 올 때까지 아무것도 하지 않고 기다리기도 하고, 혼자서 그 원인을 생각해보기도 한다. 이 유형을 보인 학생은 전체 학생의 22.7%로 두 번째로 많았으며, 다음 면담 응답 사례가 이를 잘 보여준다.

선생님은 뭐가 잘못됐는지 바로바로 아시잖아요. 그러니 바로 무엇이 잘못되었는지 물어보는 것이 빠르죠! 분명히 똑같은 방법으로 전기 회로도를 만들었는데 제가 실험할 때는 불이 안 들어왔는데 선생님 이 연결하니깐 바로 불이 들어왔어요.

선생님을 기다리면서 조금 생각해보기도 해요. 무엇이 잘못되었을까?하고, 하지만 대부분 나는 해결하지 못하는 것을 선생님이 와서 바로 해결해주는 경우가 많아요.

위 사례에서도 알 수 있듯이, 이 유형은 학생들이 교사가 무엇이든지 알고 있고 자신에게는 복잡한 문제 상황을 직접 해결할 수 있는 능력이 부족하다고 생각하는 경향이 있었기 때문에 나타난 것으로 보인다. 즉, 이 유형은 과학 지식이 자신의 사고에 의해 스스로 구성되기보다 권위 있는 교사로부터 받아들이는 것이라는 잘못된 신념뿐만 아니라 자기주도학습 능력과 의지 및 경험 부족의 영향으로 나타났다고 해석할 수 있다.

3) 같은 방법으로 다시 실험

‘같은 방법으로 다시 실험’은 불일치 상황을 실험이 실패한 것으로 평가하고, 같은 방법으로 다시 실험하는 대처 전략 유형이다. 이 유형은 학생들에게서 가장

많이 나타났으며, 전체 학생의 34.7%가 이 유형에 해당되었다. 다음은 이와 관련하여 학생들이 면담 과정에서 응답한 사례이다.

제가 무엇인가 잘못했으니깐 실험이 안 되는 거겠죠. 제대로 하면 잘못될 리가 없잖아요.

실험이 안 될 이유가 없으니깐 다시 한 번 하면 이번엔 문제가 발생하지 않고 성공적으로 실험이 될 것 같으니까요. 전기 회로도 연결 실험에서도 처음에 꼬마전구에 불이 안 들어오거나 전동기가 안 돌아갔는데 다시 해보면 정상적으로 작동됐어요.

위 사례처럼 이 유형을 보인 학생들은 불일치 상황의 원인을 실험 수행 과정에서의 자신의 실수나 잘못이라고 판단하고, 같은 방법으로 다시 한 번 실험하면 실험 결과가 제대로 나올 것이라고 생각하는 경향이 있었다. 즉, 이 유형에는 과학 지식이나 교과서 내용이 확실하고, 실험은 이를 단순히 확인하기 위한 것이며, 실험 결과에 정답이 있다는 학생들의 잘못된 신념이 반영되어 있다고 할 수 있다.

4) 다른 방법으로 다시 실험

‘다른 방법으로 다시 실험’은 불일치 상황을 실험이 실패한 것으로 평가하고 다른 방법으로 다시 실험하는 대처 전략 유형이다. 그러나 불일치 상황의 원인에 대해 체계적이고 심도 있게 접근하지 않은 상황에서 다른 실험 방법을 고안하는 측면이 있으며, 전체 학생의 28.0%가 이 유형을 보였다. 그 중에서도 불일치 상황의 원인이 실험 준비물의 오류에 있다고 판단하고, 실험 준비물을 교체하여 같은 방법으로 다시 실험하는 경우가 있었다(8.0%). 다음 면담 응답 사례에 이 내용이 잘 드러나 있다.

학교에는 잘못된 실험 도구가 많아요. 전기회로를 올 바르게 연결했는데도 꼬마전구에 불이 안 들어와서 전구와 건전지를 바꾸었더니 불이 바로 들어왔어요.

이는 이 학생들이 실험 준비물의 교체로 불일치 상황을 해결한 경험이 있었기 때문에 나타난 결과라 해석된다. 그러나 이 학생들은 실험 준비물의 교체로 불일치 상황이 해결되지 않았을 경우에도 다른 해결 방

법을 찾기보다는 또 다시 실험 준비물의 교체를 요구하는 경향이 있었다. 즉, 이 학생들은 불일치 상황의 원인을 실험 준비물의 문제로만 판단하고 다른 해결 방법을 찾아보려는 노력이 부족했다고 할 수 있다.

전체 학생의 20.0%는 성공한 친구의 실험 방법을 단순히 따라하거나, 자신의 기존 과학 지식과 경험에 기초하여 즉흥적으로 다른 실험 방법을 고안하기도 했다. 다음이 그 면담 응답의 예이다.

전지 끼우개가 없었지만 그래도 전선으로 잘 연결해서 전기회로를 만들었는데 전구에 불이 안 들어오는 거예요. 그때 전지 두 개를 종이로 싸서 두 전구를 딱 붙이면 될 것 같아서 다시 실험했더니 잘 되었어요. 이 실험 방법은 뭔가 잘못된 점이 있으니까 잘 안된 거예요. 그러니 다른 방법으로 실험해 봐야죠! 과학 실험 전구의 병렬연결에서 처음에는 교과서처럼 연결했는데 불이 안 들어와서 제가 조금 응용해서 다른 방법으로 병렬연결 하나만 불이 들어왔어요.

이 유형은 학생들이 불일치 상황의 원인을 나름대로 생각하여 개선 방안을 찾는다는 측면에서는 긍정적이라 할 수 있다. 그러나 체계적으로 그 원인에 대해 체계적이고 심도 있게 분석하고 이를 바탕으로 개선 방안을 모색하여 검증하는 과정을 거치지 않는다는 한계가 있다. 또한 이 유형의 궁극적인 목적이 실험 방법 측면에서 그 원인을 찾아내어 수정함으로써 원하는 실험 결과를 얻고자 하는데 제한되어 있으므로 개선이 필요하다.

5) 능동적인 원인 분석 후 다시 실험

‘능동적인 원인 분석 후 다시 실험’은 불일치 상황이 발생되면 비교적 능동적인 분석 과정을 통해 그 원인을 스스로 찾아내어 다시 실험하는 대처 전략 유형이다. 학생들은 자신의 사전 지식이나 경험을 토대로 또는 다른 자료를 찾아 자신의 실험 방법이나 과정을 분석적으로 되짚어 보기도 하고, 상황에 따라 해결 방법을 다르게 하기도 한다. 전체 학생의 9.3%가 이 유형에 해당되었으며, 그 면담 응답의 예는 다음과 같다.

무엇인가 잘못되어서 실험 중단되면 교과서나 다른 책을 찾아서 제 실험과 비교해보면 제가 몰랐던 실수를 알게 되요.

실험할 때 원인을 알 수 문제들이 발생하는데 그때마다 문제의 원인이 다르다고 생각하기 때문에 일단 하던 실험을 멈추고 생각해봐요. 어디서 뭐가 잘못된 것일까? 이렇게 생각해보면 여러 가지 문제 해결 방법이 떠오르는데 가장 해결이 잘될 것 같은 것부터 시도해요.

이 유형을 보인 학생들은 불일치 상황의 해결 방법을 알아내기 위해 타인에게 의존하거나 실험 준비물과 방법 등의 측면에 국한하여 즉흥적으로 접근하지 않고, 참고자료나 반성적 사고를 통해 보다 능동적이고 적극적으로 임하는 경향이 있었다. 또한 교과서에 제시된 실험 과정과 결과 및 실험 자체의 문제점에 대한 가능성도 열어두고 있다는 점에서 ‘다른 방법으로 다시 실험’ 유형보다 더 바람직한 대처 전략 유형이라 할 수 있다.

2. 불일치 상황에 대한 초등학생들의 대처 전략과 인식론적 신념

불일치 상황에 대한 초등학생들의 다섯 가지 대처 전략 유형을 지식에 대한 인식론과 관계에 대한 인식론 차원(그림 1)을 기준으로 구분한 결과는 그림 2와 같다.

‘사실 전달’ 관점에서 실험은 과학 지식을 재현해내어 학생들에게 그 지식이 참임을 확신시키기 위한 수단이며, 수업 과정에서 학생 참여보다 객관적인 과학 지식의 효과적인 전달을 강조한다. ‘포기’, ‘교사에게 도움 요청’, ‘같은 방법으로 다시 실험’, ‘다른 방법으로 다시 실험’ 유형은 과학 지식과 실험의 객관성을 전제로 둘 사이의 일치를 중시하고 교사나 실험 결과로부터 과학 지식을 전달받고자 하는 경향이 강하므로, 사실 전달에 해당된다. 90.7%의 초등학생들이 여기에 해당된다는 점은 초등교사들의 경우(한수진 등, 2011)와 유사하게 이 학생들의 인식론적 신념이 지식에 대한 인식론과 관계에 대한 인식론 차원에서 모두 전통적인 수준에 머무르고 있음을 보여준다. 이는 선행연구(원정애, 백성혜, 2011; 이주연, 백성혜, 2006)에서 전통적 인식론적 신념을 보인 초등학생들이 5% 미만으로 나타난 것과는 상반되는 결과로, 검사 방법에서의 차이에 기인한 것으로 보인다. 선행연구에서는 탈맥락적인 선택형 문항을 활용했는데, 이 경우 초

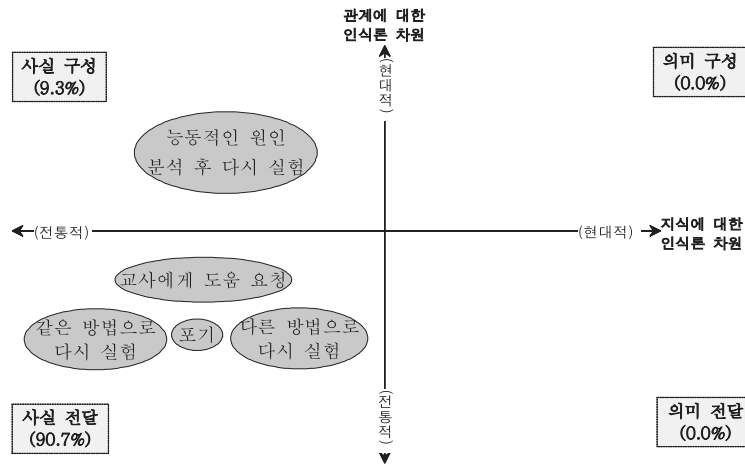


그림 2 대처 전략 유형과 인식론적 신념의 관계

등학생들이 다소 복잡하고 추상적인 성격을 지닌 각 문항의 의미를 연구자의 의도대로 명확하게 이해하여 응답하는 것이 어려웠을 수 있다. 반면 이 연구에서는 학생들이 불일치 상황이라는 구체적인 상황에 대처하는 전략을 통해 인식론적 신념을 분석함으로써, 보다 실제적인 의미를 파악하고자 했다. 즉, 학생들이 탈맥락적인 상황에서 명시적으로 표출한 견해와 이들이 구체적인 상황에서 표출한 행동을 통해 연구자가 추리한 암시적인 견해가 서로 다를 가능성을 확인할 수 있다(장병기, 2004).

‘사실 전달’ 관점에 해당하는 대처 전략 유형 중 ‘같은 방법으로 다시 실험’, ‘다른 방법으로 다시 실험’ 유형은 선행연구(한수진 등, 2011)에서 나타난 초등교사의 대처 전략 중 ‘조정’과 ‘변명’, 특히 ‘조정’ 유형과 관련이 깊다. 또한 초등학생들에게서 이 유형들의 발생 비율(62.7%)이 가장 높았던 것처럼, 초등교사의 경우에도 조정(33.5%)과 변명(27.1%)의 발생 비율이 가장 높았다. 즉, 많은 초등교사들이 실험 과정을 변화시켜 실험 결과가 교과서와 같아지도록 조정하거나, 불일치 상황의 원인을 실험 준비물이나 재료의 문제, 실험 과정에서의 실수, 실험 환경 등으로 설명하는 것처럼, 초등학생들도 이런 관점에서 원인을 찾아 다시 실험함으로써 교과서 또는 자신의 예상과 동일한 실험 결과를 확인하려는 경향이 있었다. 이런 대처 전략 유형들을 통해 학생들이 올바른 결론을 내린다면 별 문제가 없겠지만, 만일 그렇지 못하거나

이에 교사가 적절한 도움을 주지 못한다면 학생들은 과학 지식과 실험에 대해 잘못된 신념을 가지고 행동할 수 있다. 예를 들어, 학생들은 과학 지식이 최종 결과물로서 객관적 진리이고 실험 결과에 정답이 있다는 이미지를 가지게 됨으로써, 교과서와 맞지 않는 실험 결과를 바꾸어 기록하거나 다른 모둠의 실험 결과를 베끼는 것과 같은 조작 행동을 서슴지 않고 할 수 있다(조현국, 송진웅, 2011; 한수진 등, 2011; Rigano & Rotchie, 1995; Samarapungavan *et al.*, 2006).

한편, 초등교사의 경우에서와 다르게 ‘포기’와 ‘교사에게 도움 요청’ 유형이 새로 나타난 반면, 교사에게서 나타난 ‘외면’, ‘재해석’, ‘얼버무림’ 유형은 나타나지 않았다. 이는 교사와 학생의 각기 다른 상황에 기인한 것으로 해석된다. 즉, 교사는 실험을 통해 교과서 내용을 학생들에게 학습시키려고 노력해야 할 의무가 있다고 생각하여, ‘외면’, ‘재해석’, ‘얼버무림’ 유형과 같은 바람직하지 않은 대처 전략을 선택했을 수 있다. 반면 학생들의 경우에는 학습에 대한 의무와 의지가 교사보다 상대적으로 약하여 불일치 상황에서 쉽게 포기하거나 교사에게 전적으로 의지하게 된 것으로 보인다.

이처럼 ‘사실 전달’ 관점에 해당하는 대처 전략 유형은 학생들의 학습행동 및 과학의 본성에 대한 이해와 발달에 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 따라서 교사는 이 유형을 보인 학생들을 효과적으로 지도할 수

있는 구체적인 방안을 모색하여 실행할 필요가 있다. 이를 위해 다음에 논의될 '사실 구성' 관점과 '의미 구성' 관점을 고려할 수 있을 것이다.

'사실 구성' 관점에서는 객관적인 과학 지식을 학생들이 스스로 구성하고 교사는 이에 적절한 도움을 제공하는 조력자 역할을 담당한다. '능동적인 원인 분석 후 다시 실험' 유형에서는 학생들이 불일치 상황을 객관적인 과학 지식을 확인하기 위한 실험의 실패로 평가하고 그 실패 원인을 스스로 찾아내기 위해 노력하므로, 초등교사에게서 나타난 '탐색' 유형(한수진 등, 2011)과 유사하게 '사실 구성' 관점으로 분류할 수 있다. 이 유형은 지식에 대한 인식론이 전통적이라는 제한점이 있지만, 불일치 상황에 관심을 가지고 그 원인을 파악하기 위해 노력하는 과학자의 탐구 활동(Dunbar, 2000)과 유사하다는 점에서 의미가 있다. 즉 이 유형을 통해 학생들이 지식에 대한 현대적 인식론을 지니기는 어려울 수 있지만, 적어도 실험 결과를 조작하는 행동이 줄어들고(Rigano & Rotchie, 1995), 과학과정기술이나 과정적 측면에서의 과학의 본성에 대해 좀 더 잘 이해할 수는 있을 것이다(조현국, 송진웅, 2011; 한수진 등, 2011; Nott & Wellington, 1998). 그러나 '사실 구성' 관점에 해당하는 대처 전략 유형을 보인 교사와 학생들의 비율이 모두 10% 미만으로 낮게 나타났으므로, 아직까지 초등학교 현장에서는 이런 관점에서의 지도와 학습이 제대로 이루어지지 못하고 있는 실정임을 알 수 있다.

'의미 전달' 관점에 해당하는 대처 전략 유형은 초등교사(한수진 등, 2011)에게서는 나타났지만 초등학교생들에게서는 나타나지 않았다. '의미 구성' 관점의 경우에는 초등교사(한수진 등, 2011)와 유사하게 초등학교생들에게서도 나타나지 않았다. '의미 전달' 관점에서는 학생들이 불일치 상황을 충분히 일어날 수 있는 현상으로 간주하지만 이를 통해 지식이나 결론을 스스로 구성하기보다 교사로부터 일방적으로 전달받는다. '의미 구성' 관점은 학생들에게 기대하는 가장 이상적인 현대 인식론적 관점으로, 학생들이 불일치 상황의 원인 분석을 통해 지식이나 결론을 스스로 구성함으로써 과학의 본성에 대해 이해하게 된다. 따라서 이런 결과는 초등학교생들이 지식에 대한 현대적 관점을 지니지 못했기 때문에 나타난 것이라 해석할 수 있다.

불일치 상황의 원인에는 실험 준비물과 방법 및 과

정에서의 오류나 실수 외에도 실험의 내재적 한계, 교과서 내용 자체의 오류 등과 같이 다양하다(조현국, 송진웅, 2011; 한수진 등, 2011). 이로 인해 교사 스스로도 다양한 검증 실험을 직접 실시하기 전까지 그 원인을 명확하게 알지 못할 수 있고, 심지어는 가능한 원인조차 잘 모르는 경우도 있을 수 있다(윤혜경, 2008; 이수아 등, 2007). 또한 초등학교 과학 교과서에 제시된 과학 지식과 실험의 수준이 비교적 낮은 편이므로, 실험의 내재적 한계에 교과서 내용 자체의 오류보다는 그 이외의 원인으로 인해 불일치 상황이 발생할 가능성이 높다. 초등학교생들이 실험의 내재적 한계를 인지하거나 새로운 이론을 제안하기도 어려울 수 있다. 이런 점들을 고려해볼 때, 초등학교 현장에서 학생들의 지식에 대한 인식론을 현대적 관점으로 바꾸기 위한 노력을 적극적으로 시도하기에는 한계가 있을 수 있다. 어떤 경우에는 활동의 목적과 내용에 따라 이런 노력 자체가 불가능할 수도 있다. 이 경우 교사는 학생들이 불일치 상황에 대해 적어도 '사실 구성' 관점에서 접근할 수 있도록 지도하는 것이 바람직할 것이다. 이를 위해 '사실 구성' 관점을 지닌 학생들이 어떤 영향으로 이 관점을 지니게 되었는지를 명확하게 규명하기 위한 노력이 필요하다. 또한 탐구 과정을 통해 불일치 상황의 원인을 규명하지 못했다라도 그 과정에서 과학의 본성에 대한 이해 향상과 과학적 태도 함양 측면에서 긍정적인 효과가 나타날 수 있음(김지나 등, 2008; 조현국, 송진웅, 2011; 한수진 등, 2011; Nott & Wellington, 1998)을 학생들에게 인지시킬 필요가 있다. 가능한 경우에 한해, 과학 지식의 잠정성, 교과서와 교사 및 실험 결과의 오류 가능성, 관찰의 오류 가능성, 새로운 이론 제안 가능성에 대한 학생들의 인식을 높이기 위해서도 노력해야 할 것이다.

V. 결론 및 제언

이 연구에서는 과학 수업에서 발생하는 불일치 상황에 대한 초등학교생들의 대처 전략 유형을 조사한 후, 이에 기초하여 그들의 인식론적 신념을 분석했다. 연구 결과, '포기', '교사에게 도움 요청', '같은 방법으로 다시 실험', '다른 방법으로 다시 실험', '능동적인 원인 분석 후 다시 실험'의 다섯 가지 대처 전략 유형이 나타났다. 그 중에서 '같은 방법으로 다시 실험',

‘다른 방법으로 다시 실험’, ‘교사에게 도움 요청’ 유형의 발생 빈도가 상대적으로 높게 나타났다. 이 다섯 가지 유형들을 지식에 대한 인식론과 관계에 대한 인식론 차원에 기초하여 ‘사실 전달’, ‘사실 구성’, ‘의미 전달’, ‘의미 구성’의 네 가지 관점으로 분류했다. 그 결과, ‘능동적인 원인 분석 후 다시 실험’ 유형만이 ‘사실 구성’ 관점에 해당되었고, 나머지 유형들은 ‘사실 전달’ 관점에 해당되었다. 이는 대부분의 연구 참여 학생들이 지식에 대한 인식론과 관계에 대한 인식론 차원에서 모두 전통적인 관점을 지니고 있었으며, 이를 바탕으로 불일치 상황에 대처했음을 의미한다. 이런 결과들은 학교 교육 및 연구 분야에 다음과 같은 의미 있는 시사점을 제공할 수 있다.

첫째, 학생들이 불일치 상황에 효과적으로 대처하도록 지도하는 데 도움을 줄 수 있다. 이 연구에서는 불일치 상황에 대한 초등학생들의 대처 전략 유형을 지식에 대한 인식론과 관계에 대한 인식론 차원 측면에서 분석 및 논의함으로써, 현대적 인식론 측면에서의 바람직한 대처 전략 유형에 대한 정보를 제공하고 있다. 따라서 교사는 이 정보들을 참고하여 학생들이 불일치 상황에 직면했을 때 인식론적 신념의 관점에서 바람직한 방향으로 대처하도록 지도할 필요가 있다. 예를 들어, ‘포기’ 유형을 보인 학생들에게는 불일치 상황을 스스로 해결할 필요성을 일깨워주는 물론 문제 해결에 대한 자신감을 심어주어야 할 것이다. ‘교사에게 도움 요청’ 유형을 보인 학생들에게는 바로 해답을 알려주기보다는 학생 스스로 그 원인을 생각해보는 기회를 체계적으로 제공할 필요가 있다. 다른 유형을 보인 학생들에게는 우선 학생들이 원하는 대처 전략을 실행할 기회를 제공하고 실행 과정에서 필요한 도움을 제공할 필요가 있다. 그리고 이 대처 전략을 통해 문제를 해결하지 못할 경우, 불일치 상황의 원인이 다양함을 학생들에게 인지시킨 후 그들이 보다 바람직한 대처 전략을 활용하도록 안내해야 할 것이다. 또한, 교사나 교과서의 내용을 맹목적으로 신뢰하기보다는 좀 더 비판적으로 바라보려는 태도를 함양할 수 있는 기회를 제공하기 위한 노력이 필요하다. 실험의 목적이 지식의 예증이나 확인 외에도 과학의 본성에 대한 이해, 과학적 탐구력 배양, 과학적 태도 함양 등과 같이 다양하므로, 학생들에게 자신이 행하는 실험의 종류와 목적을 알려줄 필요도 있다(김찬중 등, 1999; 윤혜경, 2008). 앞서 언급했듯이, 이 제

언들은 전반적으로 현대적 인식론 측면에서 불일치 상황에 효과적으로 대처하는 방법 지도에 관한 것이다. 그런데, 과학 수업에서 불일치 상황을 사용하는 목적이 인식론적 신념이나 과학의 본성 함양 이외에도 개념 변화, 과학적 탐구력 배양, 과학적 태도 함양 등과 같이 다양하므로(강훈식 등, 2007; 고한중 등, 2005; 문성숙, 권재술, 2004; 원정애, 2006; 조현국, 송진웅, 2011; Nott & Wellington, 1998), 교사는 불일치 상황의 사용 목적에 따라 적절히 지도할 필요가 있다.

둘째, 인식론적 신념이나 과학의 본성과 관련된 연구를 계획하고 진행하는 데 기여할 수 있다. 이 연구에서는 불일치 상황에 대한 학생들의 대처 전략을 통해 그들의 인식론적 신념을 진단하는 방법에 대한 정보를 제공하고 있다. 즉, 이 연구를 통해 불일치 상황에 대한 학생들의 대처 전략을 조사하는 방법이 학생들의 인식론적 신념을 조사하는 데 유용함을 확인할 수 있었다. 따라서 불일치 상황을 활용하여 인식론적 신념을 측정하는 검사 도구를 개발한 후 기존의 검사 도구와 함께 사용한다면 다수의 교사뿐만 아니라 학생들, 특히 상대적으로 불안정한 초등학생들의 인식론적 신념을 보다 효과적으로 조사할 수 있을 것이다. 이는 결국 학생들의 인식론적 신념 및 과학의 본성 관련 연구를 계획하고 진행하는 데 긍정적으로 기여할 것으로 기대된다.

한편, 이 연구는 강원도 지역의 일부 초등학교 5학년 학생들만을 대상으로 진행되었는데, 불일치 상황 자체의 특성과 이 상황에 직면한 대상의 특성에 따라 대처 전략이 다를 수 있다(Leach *et al.*, 2000). 예를 들어, 이 연구에서는 나타나지 않았지만 실험 주제와 대상의 특성에 따라 교사에게서만 나타난 재해석, 얼버무림, 설명 유형(한수진 등, 2011)이 학생들에게서도 나타날 가능성이 있다. 즉 학생들이 교과서와 부합하는 증거만을 선택하여 실험 결과가 교과서와 일치한다고 말하거나, 실험 결과가 교과서와 완전히 일치하지는 않지만 차이가 크지 않으므로 문제가 없다고 재해석할 수 있다. 또한 실험 결과가 실패했다고 평가하고 그냥 이렇게 하면 교과서의 실험 결과가 나오는 것으로 알고 있으면 된다고 얼버무릴 수도 있다. 실험의 내재적 한계를 제시하거나 새로운 이론까지 설명할 수도 있다. 따라서 추후에는 보다 다양한 실험 주제와 학생들을 대상으로 한 반복 연구가 필요하다. 또

한 이 연구에서는 설문과 면담 위주로 진행되었는데, 학생들의 응답과 실제 대처 행동이 다를 수 있으므로 수업 참여 관찰 방법을 부가하여 반복 연구를 진행할 필요가 있다. 이런 연구들을 통해 초등학교와 중등학교에 따른 특성화된 세부 분석 기준을 마련하기 위한 노력도 필요하다.

국문 요약

이 연구에서는 과학 수업에서 불일치 상황에 대한 초등학생들의 대처 전략 유형을 조사한 후, 이에 기초하여 그들의 인식론적 신념을 분석했다. 이를 위해, 2개 초등학교의 5학년 79명을 대상으로 불일치 상황에 대한 대처 전략을 조사하기 위한 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'의 다섯 가지 대처 전략 유형이 나타났다. 그 중에서 '같은 방법으로 다시 실험', '다른 방법으로 다시 실험', '교사에게 도움 요청' 유형의 발생 빈도가 상대적으로 높게 나타났다. 이 다섯 가지 유형들을 지식에 대한 인식론과 관계에 대한 인식론 차원에 기초하여 '사실 전달', '사실 구성', '의미 전달', '의미 구성'의 네 가지 관점으로 다시 분류했다. 그 결과, '능동적인 원인 분석 후 다시 실험' 유형만이 '사실 구성'에 해당되었고, 나머지 유형은 모두 '사실 전달'에 해당되었다. 이에 대한 교육적 함의를 논의했다.

참고 문헌

- 강석진, 신숙희, 노태희 (2002). 변칙 사례에 대한 초등학생들의 반응 연구. 한국과학교육학회지, 22(2), 252-260.
- 강훈식, 김민영, 노태희 (2007). 밀도 학습에서 인식론적 신념이 개념변화 과정에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 27(5), 412-420.
- 고한중, 석종임, 노태희, 강석진 (2005). 불일치 사례로 유발되는 초등학생들의 반응에 대한 정성적 연구. 초등과학교육, 24(4), 426-434.
- 김지나, 김선경, 김동욱, 김현경, 백성혜 (2008). 초등학생들의 과학의 본성에 대한 명시적 교수 효과 분석. 초등과학교육, 27(3), 261-272.
- 김찬중, 채동현, 임채성 (1999). 과학교육학개론. 서울: 북스힐.
- 노태희, 김영희, 한수진, 강석진 (2002). 과학의 본성에 대한 초등학생들의 견해. 한국과학교육학회지, 22(4), 882-891.
- 노태희, 최용남 (1998). 인식론적 신념과 화학 교재 이해도와의 관계. 화학교육, 25(4), 189-194.
- 문병상 (2009). 인식론적 신념, 성취목표지향성, 자기조절학습 및 학업성취간의 관계. 초등교육연구, 22(4), 49-68.
- 문성숙, 권재술 (2004). 학습자의 역학적 에너지에 대한 개념변화 중에 살펴본 물리 지식과 앎에 대한 인식론적 신념간의 관계. 한국과학교육학회지, 24(3), 499-518.
- 박현지, 권영국 (2007). 모바일 관광정보서비스 특성과 지각된 가치, 행동의지, 실제사용간의 관계분석. 호텔경영학연구, 16(1), 121-138.
- 양미경 (2006). 학습자의 인식론적 신념: 연구의 동향과 과제. 열린교육연구, 14(3), 1-25.
- 원정애 (2006). 초등학생들의 과학에 대한 인식론적 신념에 따른 과학개념 변화과정. 한국교원대학교 대학원 박사학위논문.
- 원정애, 백성혜 (2011). 6학년 학생의 과학에 대한 인식론적 신념과 학습 관련 요소들과의 관계 분석. 초등과학교육, 30(3), 282-295.
- 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.
- 이주연, 백성혜 (2006). 초등학생의 과학에 대한 인식론적 신념과 학습자 특성과의 관련성 분석. 초등과학교육, 25(2), 167-178.
- 임성민 (2001). 물리학습에 대한 인지적 신념과 파동 개념의 이해의 관계. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 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.

차정호, 윤정현, 노태희 (2005). 중학생의 과학 지식의 본성에 대한 이해와 개념 이해 및 학습 전략 사이의 관계. *한국과학교육학회지*, 25(5), 563-570.

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

홍선희, 우애자 (2009). 고등학생과 대학생의 과학적 소양과 비과학적 신념 조사. *학습자중심교과교육연구*, 9(3), 331-346.

Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50, 179-211.

Bråten, I., & Strømsø, H. I. (2005). The relationship between epistemological beliefs, implicit theories of intelligence, and self-regulated learning among Norwegian post-secondary students. *British Journal of Educational Psychology*, 75(4), 539-565.

Cano, F. (2005). Epistemological beliefs and approaches to learning: Their change through secondary school and their influence on academic performance. *British Journal of Educational Psychology*, 75(2), 203-221.

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.

Dunbar, K. (2000). How scientists think in the real world: Implications for science education. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 21(1), 49-58.

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.

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

Leach, J., Millar, R., Ryder, J., & Sere, M. G. (2000). Epistemological understanding in science learning: The consistency of representations across contexts. *Learning and Instruction*, 10(6), 497-527.

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. (1993). Epistemological

development and academic performance among secondary students. *Journal of Educational Psychology*, 85(3), 406-411.

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.

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.