

밀도 학습에서 인식론적 신념이 개념변화 과정에 미치는 영향

강훈식¹ · 김민영 · 노태희*

¹춘천교육대학교 · 서울대학교

The Influences of Epistemological Beliefs on the Conceptual Change Processes in Learning Density

Kang, Hunsik¹ · Kim, Minyoung · Noh, Taehee*

¹Chuncheon National University of Education · Seoul National University

Abstract: In this study, we investigated the influences of the epistemological beliefs on the conceptual change processes in respects of cognitive conflict, situational interest, attention and state learning strategies. After administering epistemological belief questionnaire as a pretest, 218 seventh graders possessing misconceptions about density were selected from the results of a preconception test. The questionnaires of responses to a discrepant event and situational interest were administered. After learning with a CAI program, attention test, state learning strategy test and conception test were also administered as post-tests. Analysis of the results revealed that fixed ability, quick learning and certain knowledge, which are epistemological factors, were highly related, but only certain knowledge exerted a direct effect on conceptual understanding negatively. It also had positive effects on attention directly as well as via situational interest, and thus increased conceptual understanding, even if the effects were relatively smaller than the direct effect. However, epistemological beliefs had little influence on conceptual understanding through cognitive conflict and/or state learning strategies.

Key words: epistemological belief, cognitive conflict, situational interest, attention, state learning strategy, conceptual change

I. 서론

구성주의 관점에서 과학 지식은 관찰과 실험을 통해 확인할 수 있는 절대적 진리가 아니라 인간이 자연 현상에 대해 끊임없이 의문을 제기하고 해결해 가는 과정을 통해 구성된 사고의 산물이다. 또한, 학습은 정보가 단순히 학습자의 내부에 축적되는 기계적, 수동적 과정이 아니라 학습자 스스로 자신의 선행 경험이나 지식을 바탕으로 새로운 의미를 구성하고 이에 따라 인지 구조를 변화시키는 과정이다(조희형, 최경희, 2002). 이런 관점에 기초하여 여러 연구자들은 학습자가 가지고 있는 지식의 본성에 대한 관점인 인식론적 신념이 자연 현상을 이해하거나 개념을 학습하는 과정에서 담당하는 역할에 대해 관심을 가지기 시작했다.

인식론적 신념의 범주와 차원에 대해서는 연구자들마다 다양한 견해가 존재하나, 그 구분 방식에 있어서는 유사한 측면이 많다. 예를 들어, 인식론적 신념에

대한 선행연구들을 고찰한 논문(양미경, 2006; Hofer & Pintrich, 1997)에 의하면, 인식론적 신념은 대체로 ‘지식의 본성’과 ‘앎의 본성’이란 두 차원으로 대별할 수 있다. 지식의 본성은 확실한 절대적 진리가 존재하는지에 대한 ‘지식의 확실성’ 및 지식은 단일한 사실들의 집합인지에 대한 ‘지식의 단순성’을 중심으로 분석되어 왔다. 앎의 본성은 지식의 근원이 어디에 존재하는지에 대한 ‘지식의 근원’ 및 앎은 어떤 과정을 통해 정당화되는지에 대한 ‘앎의 정당화’를 중심으로 분석되어 왔다. 이 외에도 학습의 속성 및 지능에 대한 입장도 관심의 대상이 되어왔다(Schommer, 1994). 선행연구(원정애, 2006; 이주연, 백성혜, 2006)에 의하면, 형식적 과학교육을 처음 접하는 초등학생들도 과학 지식에 대한 인식론적 신념을 나름대로 형성하고 있으며, 인식론적 신념을 바탕으로 자연 현상을 이해하거나 새로운 개념을 습득하고 기존의 개념을 변화시킨다. 따라서 학생들의 인식론적 신념을 이해한다면 과학 현상이

*교신저자: 노태희(nohth@snu.ac.kr)

**2007.03.27(접수) 2007.04.18(1심통과) 2007.07.09(2심통과) 2007.07.13(최종통과)

나 개념에 대한 학생들의 이해를 해석하고 증진시키는데 도움을 줄 수 있다(Driver *et al.*, 1996; Songer & Linn, 1991). 이에 인식론적 신념이 학습 과정 및 결과에 미치는 영향을 조사하는 연구가 꾸준히 진행되고 있다(양미경, 2006; Mason, 2003).

인식론적 신념은 학업성취도, 개념이해, 결론 추론 능력 등과 밀접한 관련이 있다고 보고되고 있다. 예를 들어, Schommer는 현대적 인식론적 신념이 과학적 자료를 읽고 결론을 도출하는데 긍정적인 영향을 주고(Schommer, 1990), 인식론적 신념과 학업성취도 사이에 유의미한 상관성이 있다(Schommer, 1993)고 했다. 노태희와 최용남(1998)은 인식론적 신념이 증기 압력 내림과 끓는점 오름에 관한 화학 교재를 이해하는 정도에 직·간접적으로 영향을 준다고 했다. 지식이 변화 가능하다고 생각하는 학생들일수록 열에너지와 온도에 대한 개념들을 더 잘 이해하고 통합하며(Songer & Linn, 1991), 뉴턴의 운동 제1법칙에 대한 대안 개념을 잘 변화시키는 것으로 보고되기도 했다(Qian & Alvermann, 1995). 또한, 인식론적 신념은 과제에 대한 학생들의 흥미(Bråten & Strømsø, 2005)와 선개념에 불일치하는 현상인 변칙사례를 받아들이는 과정(Chinn & Brewer, 1993), 개념학습에 참여하는 정도 및 태도(원정애, 2006)에도 영향을 미쳤다. 인식론적 신념이 일반적 또는 특정 학습 상황에서의 학습전략 사용 및 선택에 영향을 미친다는 연구들도 있었다(김희백, 김도욱, 1999; 이주연, 백성혜, 2006; 조현철, 2003; Cano, 2005; Ravindran *et al.*, 2005). 그러나 지금까지는 학업 성취도, 개념변화, 인지갈등 등의 인지적 측면에 비해 흥미, 학습동기, 태도 등의 정의적, 동기적 측면과 인식론적 신념의 관계를 조사한 연구가 부족했다. 또한, 변칙사례의 수용 여부, 학습동기 및 전략, 개념변화 여부 등의 특정 변인과 인식론적 신념의 관계를 면담이나 상관 분석, 변량 분석 등의 연구 방법을 사용하여 단편적으로 조사하는 것에 치중되었다.

Spielberger(1983)는 개인의 특성에 대한 심리학적 속성을 시간이나 상황에 의존하지 않고 지속적인 특징

을 지닌 ‘특성(trait)’과 특성에 비해 상대적으로 시간이나 상황에 따라 그 세기가 다양하고 빠르게 변하는 특징을 지닌 ‘상태(state)’로 구분했다. 이런 관점에서 학습전략도 학생들이 평소 학습 상황에서 사용하는 특성 학습전략과 특정 개념변화 전략을 통해 학습하는 상황에서 사용하는 상태 학습전략으로 구분할 수 있다. 상태 학습전략은 특성 학습전략보다 개념변화에 더 직접적인 영향을 미치는 것으로 보고되고 있으나(이경호, 2000), 인식론적 신념과 학습전략의 관계를 조사한 대부분의 연구에서는 상태 학습전략보다는 주로 특성 학습전략을 고려했다(김희백, 김도욱, 1999; 노태희, 최용남, 1998; 이주연, 백성혜, 2006; 조현철, 2003; Cano, 2005). 한편, 일부 연구자들(강석진 등, 2006; 강훈식 등, 2007a; 이경호, 2000)은 개념변화를 학생들의 비과학적인 선개념이 과학적 개념으로 변하는 것으로 정의한 후, 변칙사례를 활용하는 인지갈등 전략을 통해 개념변화가 일어나는 과정에 대한 경로 모형을 조사했다. 그 결과, 변칙사례에 의해 유발된 인지갈등이나 상황흥미가 개념학습 과정에서의 주의집중이나 학습동기에 영향을 주고, 주의집중이나 학습동기는 직접적으로 또는 상태 학습전략을 매개로 개념변화에 영향을 주는 것으로 나타났다. 따라서 인식론적 신념이 개념변화 과정에 미치는 영향을 보다 심층적으로 이해하기 위해서는 인지갈등이나 상태 학습전략 등의 인지적 측면뿐만 아니라 상황흥미, 주의집중 등의 정의적, 동기적 측면을 모두 고려하여 그 경로 모형을 조사할 필요가 있다.

이에 이 연구에서는 상관 분석 및 경로 분석을 통해 인식론적 신념과 인지갈등, 상황흥미, 주의집중, 상태 학습전략, 개념이해 사이의 인과관계를 조사했다. 선행 연구에 기초하여 다음과 같은 잠정적 경로 모형을 설정했다(Fig. 1).

(1) 인식론적 신념은 개념이해에 직접적인 영향을 미친다.

(2) 인식론적 신념은 변칙사례에 의해 유발된 인지갈등이나 상황흥미에 영향을 미치고, 인지갈등과 상황흥미는 직접적으로 또는 개념학습 과정에서의 주의집

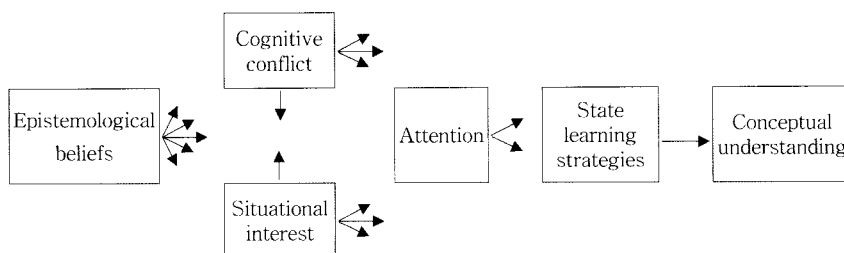


Fig. 1 A theoretical model of the influence of epistemological beliefs on conceptual change processes

중이나 상태 학습전략을 통해 개념이해에 영향을 미친다.

(3) 인식론적 신념은 개념학습 과정에서의 주의집중이나 상태 학습전략을 통해 개념이해에 영향을 미친다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 연구 대상 및 절차

이 연구는 수도권에 소재한 3개 중학교에서 밀도 개념을 학습하지 않은 1학년 학생 551명을 대상으로 했다. 인식론적 신념 검사를 실시한 후, 밀도 개념에 대해 오개념을 지닌 학생들을 선별하기 위한 선개념 검사를 실시했다. 변칙사례에 의한 인지갈등 및 흥미 정도를 측정하기 위해 변칙사례에 대한 반응 검사와 상황흥미 검사를 실시했다. 이후 학생들은 CAI 프로그램을 이용하여 15분 동안 밀도 개념을 개별적으로 학습했다. 사후 검사로 주의집중, 상태 학습전략, 개념 검사를 실시했다.

2. 검사 도구

인식론적 신념 검사는 Schommer-Aikins *et al.* (2000)의 인식론적 신념 검사지를 변안하여 사용했다. 이 검사는 ‘단순한 지식(simple knowledge)’과 ‘고정된 능력(fixed ability)’ 영역 각 9문항과 ‘빠른 학습(quick learning)’ 영역 7문항, ‘확실한 지식(certain knowledge)’ 영역 5문항으로 구성되어 있다. 단순한 지식 영역에서는 과학 지식을 개념들이 밀접하게 상호 연결된 것이 아니라 분절된 구체적 사실들이 누적된 것으로 인식하는 정도를 측정한다. 고정된 능력 영역에서는 과학을 공부하는 능력은 타고나는 것이라고 인식하는 정도를 측정한다. 빠른 학습 영역에서는 과학을 잘하는 학생은 과학 내용을 빨리 이해한다고 인식하는 정도를 측정한다. 확실한 지식 영역에서는 과학적 진리는 변하지 않는다고 인식하는 정도를 측정한다. 모든 문항은 5단계 리커트 척도로 구성되어 있으며, 점수가 낮을수록 현대적 인식론적 신념을 지님을 의미한다. 변안한 검사지는 과학 교육 전문가 3인과 과학 교사 3인의 검토 및 예비 연구를 통해 수정·보완했다. 문항의 예로는 각각 ‘일반적으로 과학 공부를 잘 하려면 과학적 사실들을 암기하는 것이 필요하다’, ‘과학자는 처음부터 과학에 대한 재능을 가지고 태어난 사람이다’, ‘과학을 배우는 데는 시간이 많이 걸린다’, ‘현재의 과학적 사실들이 미래에는 거짓이 될 지도 모른다’ 등이 있다. 이 검사의 내적 신뢰도(Cronbach's α)는 각각

.10, .53, .37, .51이었다. 내적 신뢰도가 매우 낮은 단순한 지식 영역은 분석에서 제외했다.

선개념 검사와 변칙사례에 대한 반응 검사는 Kang *et al.*(2004)의 검사를 사용했다. 이 검사는 ‘물에 뜨는 구슬과 재질은 같으나 질량이 더 큰 구슬이 물에 뜨는가?’에 대한 답을 선택하고, 그 이유를 자세히 서술하도록 구성되어 있다. 변칙사례에 대한 반응 검사는 초기 이론 제시부, 변칙사례 제시부, 반응 조사부의 세 부분으로 되어 있다. 초기 이론 제시부는 학생들이 흔히 지니고 있는 ‘가벼운 물체는 물에 뜨고, 무거운 물체는 가라앉는다’는 주장을 제시하고, 이에 대한 학생들의 동의 여부를 조사하는 부분이다. 변칙사례 제시부는 중학생이 자신의 실험 결과를 설명하는 방식으로 초기 이론과 모순되는 실험 결과를 제시하는 부분이다. 반응 조사부는 변칙사례의 타당성 인정 여부, 초기 이론과 변칙사례의 불일치성 인정 여부, 초기 이론에 대한 신념의 변화 정도를 각각 표시하고 그 이유를 자세히 설명하는 부분이다.

변칙사례에 의해 유발된 상황흥미 정도를 측정하기 위한 상황흥미 검사는 Chen *et al.*(2001)이 개발한 Situational Interest Scales의 전체 흥미(total interest) 4 문항에서 ‘활동’을 변칙사례 상황인 ‘이수환의 실험 결과’로 수정하여 사용했다. 문항의 예로는 ‘나에게 이수환의 실험 결과는 흥미롭다’가 있다. 모든 문항은 5단계 리커트 척도로 구성했으며, 이 연구에서의 내적신뢰도(Cronbach's α)는 .85였다.

개념학습에 주의를 집중한 정도를 측정하기 위한 주의집중 검사는 Keller(1993)의 학습동기 검사(Instructional Materials Motivation Survey) 중 학습 과정에 주의를 집중한 정도를 측정하는 주의집중 영역 12문항을 변안하여 사용했다. 모든 문항은 5단계 리커트 척도로 구성되어 있고, ‘지난 시간에 나는 주어진 내용에 계속 주의를 기울일 수 있었다’ 등의 문항이 있다. 이 연구에서의 내적 신뢰도(Cronbach's α)는 .87이었다.

상태 학습전략은 이경호(2000)의 연구에서 사용한 수업 중 학습전략 검사로 측정했다. 이 검사는 개념학습 과정에서 학생들이 사용한 학습전략을 측정하는 검사로, 이 연구에서는 ‘물리 시간’ 또는 ‘물리 수업’을 ‘과학 시간’ 또는 ‘과학 수업’으로 수정하여 사용했다. 즉, CAI 프로그램을 활용한 개념학습 과정에서 새로운 학습 내용을 기존 지식이나 경험과 연관 지으려고 노력한 정도를 측정하는 ‘상태 심층적 학습전략’ 영역 9문항과 의미 추구보다는 내용의 단편적 암기에 중점을 둔 정도를 측정하는 ‘상태 피상적 학습전략’ 영역 9문

항으로 구성했다. ‘나는 지난 과학 시간에 공부하는 동안 배우는 내용의 의미를 스스로 이해하려고 노력하였다’, ‘나는 지난 과학 수업에서 공부하는 동안 배우는 내용 중 많은 부분을 외워야 한다고 생각하였다’가 각 영역에 대한 문항의 예이다. 모든 문항은 5단계 리커트 척도로 구성했으며, 이 연구에서의 내적 신뢰도(Cronbach’s α)는 상태 심층적 학습전략이 .81, 상태 피상적 학습전략이 .58이었다.

학생들이 자신의 비과학적인 선개념을 과학적 개념으로 변화시킨 정도를 의미하는 개념변화 정도는 강석진 등(2006)의 연구에서 사용한 개념 검사로 측정했다. 이 검사는 학습 내용을 다른 상황에 적용하는 형태의 문항들로 구성되어 있으며, 총 4개의 문항이 모두 4개의 답지 중 하나를 선택하고 그 이유를 자세히 설명하는 방식으로 구성되어 있다. 이 연구에서의 내적 신뢰도(Cronbach’s α)는 .75였다.

3. 밀도 개념학습

교사와 학습 환경이 개념학습 과정에 미치는 영향을 통제하기 위해, Kang *et al.*(2004)이 사용한 CAI 프로그램을 학생들이 개별적으로 학습하도록 했다. 이 프로그램의 내용은 개념변화 수업 모형에서 일반적으로 제안되고 있는 요소들을 고려하여 구성되었으며, 물체가 뜨고 가라앉는 현상을 거시적 수준에서 설명하는데 중점을 두고 있다. 즉, 도입부에서는 물체가 무거울수록 물에 가라앉을 것이라는 학생들의 오개념을 지지하는 주장을 제시한 후, 그 주장과 상반된 실험 결과인 변칙 사례를 보여주고 있다. 전개부에서는 동일한 부피에서 질량을 비교해야 할 필요성을 인식시키기 위해 나무와 철 등의 실생활에서의 예를 통해 질량이 크면서도 물에 가라앉지 않는 현상이 있음을 보여주고 있다. 그 후 밀도 개념을 도입하여 질량 및 부피와의 차이를 이해시킨 후, 어떤 물체가 물에 뜨고 가라앉는지를 밀도 개념으로 예측하고 설명해보도록 하고 있다. 정리부에서는 도입부에서 제시되었던 변칙사례를 밀도 개념으로 설명하고 간단한 정리 문제를 풀어보도록 하고 있다.

4. 분석 방법

선개념 검사에서 ‘가벼운 물체는 물에 뜨고, 무거운 물체는 가라앉는다’는 오개념을 지니고, 초기 이론에도 동의한 218명의 학생들만을 대상으로 결과를 분석했다. 변칙사례에 의한 인지갈등 유발 정도는 변칙사례에 대한 반응 검사에 나타난 학생들의 반응을 7가지 반응 유형으로 분류하고, 이를 초기 이론에 대한 신념 포기

정도를 기준으로 4단계(0~3점)로 점수화했다(Kang *et al.*, 2004). 개념 검사는 각 문항을 학생들의 개념이해 수준에 따라 과학적 개념 2점, 불완전한 개념 1점, 비과학적 개념 0점으로 구분하여 총 8점 만점으로 채점했다. 변칙사례에 대한 반응 유형 분류와 개념 검사 채점에서는 2인의 분석자간 일치도가 90% 이상에 도달한 후, 분석자 중 1인이 모든 검사지를 분류하고 채점했으며 애매한 부분은 분석자간 논의를 통해 결정했다.

상관 분석 결과와 이론적 모형을 토대로 인식론적 신념이 개념변화 과정에 미치는 영향에 대한 잠정적 경로 모형을 설정한 후, 가능한 경로를 모두 포함시켜 경로 분석을 실시했다. 경로 모형의 적합도 지수를 고려하여 유의미하지 않은 경로를 제외하고 경로모형을 수정하는 과정을 반복하여 최종 모형을 결정했다. 상관 분석에는 SPSS 12.0 통계 프로그램을 사용했고, 경로 분석에는 AMOS 5.0 통계 프로그램과 공분산 구조분석에서의 계수 추정 방법인 최대우도법(maximum likelihood method)을 사용했다(김계수, 2004). 구축된 경로모형의 적합도는 χ^2 , AGFI(Adjusted Goodness of Fit Index), GFI(Goodness of Fit Index), NFI(Normed Fit Index), RMSEA(Root-Mean-Square Error of Approximation) 등의 적합도 지수를 사용하여 평가했다. 이 연구에서 χ^2 (21, N=218) 값은 22.87(p=.35)이었고, AGFI, GFI, NFI, RMSEA 값은 각각 .95, .98, .93, .02였으므로, 최종 경로 모형은 적합했다(김계수, 2004).

III. 연구 결과 및 논의

1. 기술 통계 분석 결과

각 검사 점수들의 평균 및 표준편차를 Table 1에 제시했다. 인식론적 신념의 요소 중에서 고정된 능력(2.17), 빠른 학습(2.51) 검사 점수의 평균은 중립값보

Table 1
Means and standard deviations of the test scores

	Measures	Means	SD
Epistemological beliefs	Fixed ability (5)	2.17	0.45
	Quick learning (5)	2.51	0.46
	Certain knowledge (5)	3.16	0.59
Cognitive conflict (3)		1.65	1.27
Situational interest (5)		3.22	0.94
Attention (5)		3.31	0.67
State deep learning strategy (5)		3.16	0.57
State surface learning strategy (5)		2.50	0.49
Conceptual understanding (8)		4.23	2.45

Note. The number in each bracket is a full mark.

다 낮았던 반면, 확실한 지식 검사 점수의 평균(3.16)은 중립값보다 조금 높았다. 이는 연구에 참여한 학생들이 과학을 배우는 능력과 과학을 학습하는 속도 측면에서는 현대적 인식론에 가까운 신념을 지니고 있지만, 과학 지식의 확실성 측면에서는 전통적 인식론에 가까운 신념을 지니고 있음을 의미한다. 또한, 한 사람의 신념 체계 속에 다양한 인식론적 관점들이 공존할 가능성이 있다는 주장(곽영순, 2002)을 지지한다. 인지갈등 점수의 평균(1.65)과 상황흥미 검사 점수의 평균(3.22)이 모두 중립값보다 높게 나타나 학생들이 변칙 사례를 접한 후에 비교적 인지갈등을 겪고 흥미를 느꼈음을 알 수 있다. 주의집중(3.31)과 상태 심층적 학습전략(3.16) 검사 점수의 평균은 모두 중립값 이상이었고, 상태 피상적 학습전략 검사 점수의 평균(2.50)은 중립값보다 낮았다. 이는 학생들이 대체적으로 개념학습에 적극적이고 능동적으로 참여했음을 의미한다. 개념 검사 점수의 평균(4.23)이 중립값보다 조금 높은 것으로 보아 밀도에 대해 오개념을 지닌 학생들이 CAI 프로그램 학습을 통해 밀도 개념을 이해하는데 큰 어려움이 없었음을 알 수 있다.

2. 상관 및 경로 분석 결과

각 검사 점수 사이의 상관계수는 Table 2와 같다. 고정된 능력, 빠른 학습, 확실한 지식 검사 점수 사이에 유의미한 상관관계가 있었다. 고정된 능력 검사 점수는 상황흥미($r=-.15$), 주의집중($r=-.21$), 상태 심층적 학습전략($r=-.15$) 검사 점수와, 빠른 학습 검사 점수는 주의집중($r=-.16$), 상태 심층적 학습전략($r=-.18$) 검사 점수와 유의미한 부적 상관이 있었다. 확실한 지식 검사 점수는 상황흥미($r=.20$), 주의집중($r=.27$) 및 상태

심층적 학습전략($r=.30$) 검사 점수와 유의미한 정적 상관이 있었으나, 개념($r=-.18$) 검사 점수와는 유의미한 부적 상관이 있었다. 인지갈등은 강훈식 등(2007a)의 연구 결과와 유사하게 상황흥미와는 유의미한 관련이 있었으나($r=.17$) 그 외의 변인들과는 큰 관련이 없었다. 상황흥미, 주의집중, 상태 심층적 학습전략 사이와 주의집중, 상태 피상적 학습전략, 개념변화 사이에 밀접한 연관성이 있었다.

각 변인들 사이의 인과관계를 밝히기 위해 상관 분석 결과와 이론적 모형에 기초하여 실시한 경로 분석 결과를 Fig. 2에 제시했다. 고정된 능력, 빠른 학습은 다른 변인들에 직접적인 영향을 주지 못하고, 확실한 지식만이 다른 변인에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉, 확실한 지식은 개념이해에 직접적으로 부정적인 영향($\beta=-.25$)을 주었다. 이런 결과는 지식이 확실하여 변하지 않는다고 믿는 학생일수록 개념변화가 잘 일어나지 않음을 의미한다. 이는 지식의 확실성에 대한 믿음이 중등학생의 개념이해(Songer & Linn, 1991; Qian & Alvermann, 1995), 중등학생이나 대학생의 학업성취도(Hofer, 2000; Schommer, 1993), 대학생의 결론추론 능력(Kardash & Scholes, 1996; Schommer, 1990)에 부정적인 영향을 주었다는 결과와 유사하다. 또한, 지식의 확실성을 믿는 학생은 자신의 선개념을 바꾸거나 이론을 재고하는 것이 어렵다는 주장(Chinn & Brewer, 1993)과 일치하는 결과라 할 수 있다.

확실한 지식은 직접적으로($\beta=.19$) 또는 상황흥미를 경유($\beta=.20, \beta=.44$)하여 주의집중에 영향을 줌으로써 개념이해에 긍정적인 영향($\beta=.27$)을 주기도 했다. 이는 지식이 변하지 않는다고 생각하는 학생일수록 변칙 사례에 대해 흥미를 느끼거나 개념학습에 주의를 집중함

Table 2
Correlation coefficients among the test scores

	Fix	Quick	Certain	CC	SI	AT	S_DLS	S_SLS	CU
Fix	1.00								
Quick	.37**	1.00							
Certain	-.33**	-.16*	1.00						
CC	-.04	-.08	.00	1.00					
SI	-.15*	-.07	.20**	.17*	1.00				
AT	-.21**	-.16*	.27**	.02	.47**	1.00			
S_DLS	-.15*	-.18**	.30**	.01	.42**	.65**	1.00		
S_SLS	.02	.07	.09	-.00	-.06	-.14*	.00	1.00	
CU	.07	-.04	-.18**	.10	.10	.22**	.11	-.15*	1.00

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

Note. Fix = fixed ability; Quick = quick learning; Certain = certain knowledge; CC = cognitive conflict; SI = situational interest; AT = attention; S_DLS = state deep learning strategy; S_SLS = state surface learning strategy; CU = conceptual understanding.

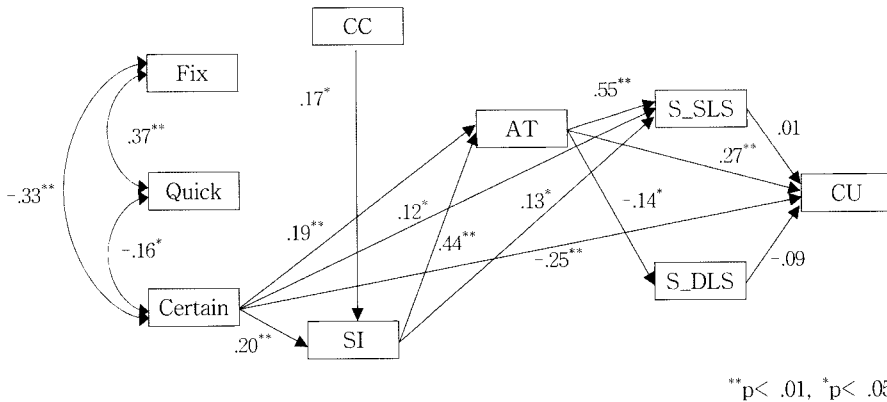


Fig. 2 The path model predicting conceptual change from epistemological beliefs, cognitive conflict, situational interest, attention, and state learning strategies

으로써 개념변화가 잘 일어남을 의미한다. 일반적으로 새롭거나 탐구 의지와 집중도를 불러일으키는 상황에서 학생들의 흥미가 잘 유발된다고 알려져 있다(강훈식 등, 2007a; Chen et al., 2001). 또한, 과학 지식의 확실성에 대해 전통적 인식론을 지닌 초등학생들이 학습 활동에 적극적으로 참여하는 경향이 있다는 결과도 있다(원정애, 2006). 따라서 이런 결과는 지식이 변하지 않는다고 생각하는 학생들이 자신의 선개념과 상반되는 변칙사례를 보고 흥미를 느껴, 개념학습에 적극적으로 참여했기 때문에 나타났다고 해석할 수 있다. 그러나 간접효과의 크기는 경로계수들의 곱이므로(김계수, 2004), 상황흥미 또는 주의집중 등을 통한 긍정적인 영향력은 직접적으로 미치는 부정적인 영향력에 비해 상대적으로 작음을 알 수 있다. 하지만, 확실한 지식에 대한 전통적 인식론과 개념변화의 부적 관계뿐만 아니라, 전통적 인식론이 학생들의 정의적, 동기적 측면에 영향을 미쳐 개념변화에 긍정적인 영향을 줄 가능성을 보여준 점에서 의미가 있다고 할 수 있다.

확실한 지식은 직접적으로($\beta=.12$) 또는 상황흥미($\beta=.20$, $\beta=.13$)와 주의집중($\beta=.19$, $\beta=.55$)을 매개로 상태 심층적 학습전략에는 긍정적인 영향을, 주의집중을 통해 상태 피상적 학습전략에는 부정적인 영향($\beta=.19$, $\beta=-.14$)을 주었다. 이는 지식이 확실하다고 생각하는 학생일수록 변칙사례를 보고 흥미를 느끼거나 학습 과정에 주의를 집중함으로써 개념학습 과정에서 보다 능동적인 학습전략을 사용했음을 의미한다. 이런 결과는 확실한 지식에 대한 신념이 예비 교사들이 학습 과정에 인지적으로 의미 있게 참여하도록 하는데 긍정적인 영향을 주었던 Ravindran et al.(2005)의 연구 결과와 일관된다. 또한, 상황흥미에 의해 학생들의 학습동기만 유발되는 것이 아니라 심층적인 인지 과정이 촉진된다

는 주장(Hidi, 2001)과도 일맥상통하다.

상태 심층적 학습전략과 상태 피상적 학습전략 검사 점수는 개념 검사 점수와 유의미한 상관이 있었으나 각 학습전략이 개념이해에 미치는 영향은 유의미하지 않았다. 이런 결과는 밀도 개념을 대상으로 한 강훈식 등(2007b)의 연구 결과와는 일치하나, 고등학생의 작용·반작용 개념학습 과정에서 상태 학습전략이 개념변화에 직접적으로 영향을 주었던 이경호(2000)의 연구 결과와는 일치하지 않는다. 이는 대상 학생이나 목표 개념의 특성, 수업 방법의 차이에 기인한 것이라 생각된다. 즉, 이경호(2000) 연구에 비해 인지수준이 낮은 중학교 1학년 학생들이 상대적으로 쉬운 밀도 개념을 CAI 프로그램을 통해 학습하는 과정에서 학습전략을 사용하는 경향이 불안정하거나 효과적이지 못했을 수 있다(강훈식 등, 2007b). 한편, 목표 개념의 요소가 포함된 대안가설을 도입한 상황에서 상태 심층적 학습전략과 상태 피상적 학습전략 사이에 밀접한 관련이 나왔던 것과 달리(강훈식 등, 2007b), 이 연구에서는 두 학습전략 사이에 유의미한 관련성이 없었다. 개념학습 전에 변칙사례와 함께 대안가설을 먼저 접한 학생들이 긍정적인 목적을 가지고 학습에 참여하여 두 학습전략을 함께 사용했을 것이라는 주장(강훈식 등, 2007b)에서 볼 때, 이 연구에서는 변칙사례만 제시되어 다양한 학습전략의 사용이 유발되지 않았다고 볼 수 있다.

인식론적 신념은 인지갈등을 매개로 개념이해에 영향을 주지 못했다. 인지갈등은 선행연구(강훈식 등, 2007a)와 유사하게 단지 상황흥미에만 영향을 주었고($\beta=.17$), 상황흥미는 주의집중을 통해($\beta=.44$, $\beta=.27$) 개념이해에 긍정적인 영향을 주었다. 이는 인식론적 신념이 변칙사례에 대한 수용이나 선개념 포기 여부를 결

정하는데 영향을 미친다는 주장(Chinn & Brewer, 1993; Qian & Alvermann, 1995)과는 상반되는 결과로, 인식론적 신념과 인지갈등의 관련성이 기대만큼 크지 않을 가능성을 시사한다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 인식론적 신념이 개념변화 과정에 미치는 영향에 대한 경로 모형을 규명하기 위한 노력의 일환으로, 인식론적 신념, 인지갈등, 상황흥미, 주의집중, 상태 학습전략, 개념이해 사이의 인과관계를 조사했다.

이 연구의 대상 학생들은 인식론적 신념의 요소인 고정된 능력, 빠른 학습 측면에서는 현대적 인식론에, 확실한 지식 측면에서는 전통적 인식론에 가까운 신념을 지니고 있었다. 인식론적 신념의 요소들 사이에는 밀접한 상호관련성이 있는 반면, 확실한 지식만이 개념이해에 직접적으로 부정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 또한, 비록 이 경로에 비해 그 영향은 상대적으로 작았지만, 확실한 지식에 대해 전통적 인식론을 지니는 것이 오히려 상황흥미와 주의집중을 불러일으켜 개념변화를 촉진하는 것으로 나타나기도 했다. 이런 결과들은 인식론적 신념의 요소들 간에 관련성이 있으면서도, 각각이 독립적으로 평가될 수 있는 요소라는 Elder(1999)의 주장을 뒷받침하는 결과라 할 수 있다. 그러나 확실한 지식에 대한 신념이 개념변화에 미치는 두 경로의 영향이 상반되어, 이 연구의 결과만으로 단정적인 결론을 내리기에는 한계가 있다. 따라서 이에 대한 보다 심층적인 추후 연구를 진행하여 확실한 지식에 대한 신념이 개념변화에 영향을 미치는 경로가 혼재되어 나타나는 원인을 보다 명확하게 규명할 필요가 있다.

한편, 기대와는 달리 상태 학습전략이 개념변화에 미치는 영향은 매우 작았으며, 인식론적 신념이 인지갈등을 통해 개념변화 과정에 미치는 영향은 나타나지 않았다. 이는 인지갈등이나 학습 과정에서 사용하는 학습전략 등의 인지적 변인보다는 상황흥미나 주의집중 등의 정의적·동기적 변인이 인식론적 신념과 개념변화 사이를 중재하는데 있어 더 중요한 역할을 담당할 가능성을 시사한다. 또한, 선행연구(강훈식 등, 2007a; Duit & Treagust, 2003)에서 주장한 것처럼 정의적·동기적 변인이 개념변화 과정에서 고려해야 하는 중요한 변인임을 보여준다.

개념변화와 관련된 연구들은 초기에는 인지갈등 유발 측면에만 초점을 두었지만, 최근에는 정의적·동기

적 측면에 대해서도 많은 관심을 두고 있다. 그러나 지금까지 인식론적 신념과 인지적·정의적·동기적 변인 간의 관계를 고려하여 인식론적 신념이 개념변화 과정에 미치는 경로 모형을 총체적으로 밝히기 위한 시도는 거의 없었다. 이런 점에서 볼 때, 인식론적 신념의 여러 요소 중 확실한 지식에 대한 신념만이 개념변화 과정에서 중요한 역할을 담당할 가능성과 이 과정에서 인지적 변인보다 정의적·동기적 변인이 더 중요한 매개 역할을 담당할 가능성을 확인한 이 연구의 결과는 의의가 있다. 따라서 학생들의 효과적인 개념변화를 위해서는 기존에 관심을 두었던 학습자의 인지적·정의적 변인뿐만 아니라 인식론적 신념과 같은 학습자의 신념 구조, 특히 이것이 개념변화 과정에 미치는 경로 모형을 밝히는데 보다 많은 관심을 가질 필요가 있다.

한편, 인지발달 수준(이주연, 백성혜, 2006; Basseches, 1980), 학년 및 성별(조현철, 2005; Schommer, 1993) 등의 학습자 특성에 따라 인식론적 신념의 발달 정도가 다르다고 보고되고 있다. 또한, 목표 개념의 난이도나 구조화 정도에 따라 인식론적 신념이 인지갈등 정도와 개념변화 여부, 학습 과정에서의 태도나 사용 전략 등에 미치는 영향이 다르다고 주장되고 있다(양미경, 2006). 따라서 다른 학년이나 목표 개념을 대상으로 인식론적 신념이 개념변화 과정에 미치는 영향에 대한 경로 모형을 조사할 필요가 있다.

국문 요약

이 연구에서는 인식론적 신념이 개념변화 과정에 미치는 영향을 인지갈등, 상황흥미, 주의집중, 상태 학습전략을 고려하여 조사했다. 사전 검사로 인식론적 신념 검사를 실시한 후, 선개념 검사를 통해 밀도에 대한 특정 오개념을 지닌 중학교 1학년 218명을 선발했다. 변칙사례에 대한 반응 검사와 상황흥미 검사를 실시하고, CAI 프로그램을 통해 밀도 개념학습을 진행했다. 사후 검사로 주의집중, 상태 학습전략, 개념 검사를 실시했다. 연구 결과, 인식론적 신념의 요소인 고정된 능력, 빠른 학습, 확실한 지식들 사이에는 밀접한 관련성이 있었으나, 확실한 지식만이 개념이해에 직접적으로 부정적인 영향을 주었다. 이 영향력보다 상대적으로 영향력은 작았지만, 확실한 지식은 직접적으로 또는 상황흥미를 매개로 주의집중에 영향을 줌으로써 개념이해에 긍정적인 영향을 미치기도 했다. 그러나 인식론적 신념이 인지갈등과 상태 학습전략을 통해 개념이해에 미치는 영향은 매우 작았다.

참고 문헌

강석진, 이정민, 강훈식, 차정호, 노태희 (2006). 변칙사례의 제시 방법이 개념변화 과정에 미치는 영향: 인지적, 정의적, 동기적 측면을 고려하여. *교육과정평가연구*, 9(2), 77-93.

강훈식, 김민경, 노태희 (2007a). 인지갈등과 비인지적 변인이 개념변화에 미치는 영향 및 변칙사례에 의해 유발된 상황 흥미의 근원. *한국과학교육학회지*, 27(1), 18-27.

강훈식, 최숙영, 노태희 (2007b). 대안가설이 도입된 인지갈등 전략에서 인지갈등 및 상황흥미와 학습 과정 변인이 개념변화에 미치는 영향. *대한화학회지*, 51(3), 279-286.

곽영순 (2002). 구성주의 프로파일로 표현된 예비교사들의 신념변화. *한국지구과학학회지*, 23(3), 242-258.

김계수 (2004). AMOS 구조방정식 모형 분석. 서울: (주) 테이터솔루션.

김희백, 김도욱 (1999). 과학 및 학교과학에 대한 신념과 학습 전략과의 관계-초등학교 예비교사를 대상으로. *초등과학교육*, 18(2), 119-130.

노태희, 최용남 (1998). 인식론적 신념과 화학 교재 이해도와와의 관계. *대한화학회지*, 25(4), 189-195.

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

원정애 (2006). 초등학생들의 과학에 대한 인식론적 신념에 따른 과학 개념변화 과정. *한국교원대학교 대학원 박사 학위 논문*.

이경호 (2000). 고등학생의 물리 개념변화에 미치는 인지갈등, 학습동기와 학습전략의 영향. *한국교원대학교 대학원 박사 학위 논문*.

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

조현철 (2003). 대학생들의 지식-학습관과 공부전략 사용간의 관계. *교육심리연구*, 17(4), 1-26.

조현철 (2005). 성 학년 및 전공영역에 따른 대학생들의 인식론적 신념. *청소년학연구*, 12(4), 263-282.

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

Basseches, M. (1980). Dialectical schemata: A framework for the empirical study of the development of dialectical thinking. *Human Development*, 23, 400-421.

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.

Chen, A., Darst, P. W., & Pangrazi, R. P. (2001). An examination of situational interest and its sources. *British Journal of Educational Psychology*, 71(3), 383-400.

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.

Duit, R., & Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671-688.

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.

Hidi, S. (2001). Interest, reading, and learning: Theoretical and practical considerations. *Educational Psychology Review*, 13(3), 191-209.

Hofer, B. K. (2000). Dimensionality and disciplinary differences in personal epistemology. *Contemporary Educational Psychology*, 25(4), 378-405.

Hofer, B. K., & Pintrich, P. R. (1997). The development of epistemological theories: Beliefs about knowledge and knowing and their relation to learning. *Review of Educational Research*, 67(1), 88-140.

Kang, S., Scharmann, L. C., & Noh, T. (2004). Reexamining the role of cognitive conflict in science concept learning. *Research in Science Education*, 34(1), 71-96.

Kardash, C. M., & Scholes, R. J. (1996). Effects of preexisting beliefs, epistemological beliefs, and need for cognition on interpretation of controversial issues. *Journal of Educational Psychology*, 88(2), 260-271.

Keller, J. M. (1993). IMMS: Instructional material motivation survey. Florida State University.

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.

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.

Ravindran, B., Greene, B. A., & DeBacker, T. K.

(2005). Predicting preservice teachers' cognitive engagement with goals and epistemological beliefs. *The Journal of Educational Research*, 98(4), 222-232.

Schommer, M. (1990). Effects of beliefs about the nature of knowledge on comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 82(3), 498-504.

Schommer, M. (1993). Epistemological development and academic performance among secondary students. *Journal of Educational Psychology*, 85(3), 406-411.

Schommer, M. (1994). Synthesizing epistemological belief research: Tentative understandings and provocative confusions. *Educational Psychology Review*, 6(4), 293-319.

Schommer-Aikins, M., Mau, W., Brookhart, S., & Hutter, R. (2000). Understanding middle students' beliefs about knowledge and learning using a multidimensional paradigm. *The Journal of Educational Research*, 94(2), 120-127.

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.

Spielberger, C. D. (1983). *Manual for the state-trait anxiety inventory (Form Y)*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologist Press.