Journal of the Korean Chemical Society
2010, *Vol. 54, No. 5*
Printed in the Republic of Korea
DOI 10.5012/jkcs.2010.54.5.643

고등학생들의 이론과 자료에 대한 인식론적 관점과 과학 과정 기술, 선호하는 실험 학습 환경에 대한 인식, 실험 수업에 대한 태도 사이의 관계

한수진 · 이인혜 · 노태희*
서울대학교 화학교육과
(접수 2010. 5. 26; 수정 2010. 6. 21; 게재확정 2010. 7. 13)

The Relationships among High School Students' Epistemological Views on Theory and Data, Science Process Skills, Perceptions of Preferred Laboratory Learning Environment and Attitudes toward Laboratory Work

Sujin Han, Inhye Lee, and Taehee Noh*
Department of Chemistry Education, Seoul National University, Seoul 151-748, Korea. [*]*E-mail: nohth@snu.ac.kr*
(Received May 26, 2010; Revised June 21, 2010; Accepted July 13, 2010)

요약. 이 연구에서는 고등학생들의 이론과 자료에 대한 인식론적 관점과 과학 과정 기술, 선호하는 실험 학습 환경에 대한 인식, 실험 수업에 대한 태도 사이의 관계를 조사하였다. 연구 결과, 과학 과정 기술, 선호하는 실험 학습 환경에 대한 인식의 모든 하위 범주(응집성, 개방성, 통합성, 준칙성, 물리적 환경), 실험 수업에 대한 태도는 이론과 자료에 대한 인식론적 관점과 유의미한 상관이 있었다. 중다 회귀 분석 결과, 과학 과정 기술, 선호하는 실험 학습 환경에 대한 인식의 하위 범주 중 개방성과 물리적 환경, 실험 수업에 대한 태도가 이론과 자료에 대한 인식론적 관점을 유의미하게 예측하였다.

주제어: 인식론적 관점, 과학 과정 기술, 실험 학습 환경에 대한 인식, 실험 수업에 대한 태도

ABSTRACT. In this study, the relationships among high school students' epistemological views on theory and data, science process skills, the perceptions of the preferred laboratory learning environment and attitudes toward laboratory work were investigated. The results indicated that science process skills, all subcategories of the perceptions of the preferred laboratory learning environment (student cohesiveness, open-endedness, integration, rule clarity, and material environment) and attitudes toward laboratory work were significantly correlated with epistemological views on theory and data. The results of multiple regression analysis revealed that science process skills, open-endedness and material environment and attitudes toward laboratory work significantly predicted epistemological views on theory and data.

Keywords: Epistemological view, Science process skill, Perception of laboratory learning environment, Attitude toward laboratory work

서론

과학의 본성은 과학 개념이나 과정과 구분되는 과학 교육의 목표 중 하나로, 그 구성 요소로는 과학 지식의 속성, 과학 지식의 타당화 과정, 과학・기술・사회 사이의 관계 등이 있다.[1,2] 이 중에서 과학 지식의 속성이나 타당화 과정은 지식의 근원, 본성, 정당화 등을 다루는 인식론에 관한 것이다.[3] 이러한 인식론에 대해 적절한 관점을 갖도록 하는 것은 학생들이 과학 지식의 변화 가능성을 이해함으로써 자신의 선개념을 과학적 개념으로 바꾸도록 도울 수 있다.[4] 또한, 과학적 방법을 활용한 지식 형성의 과정을 이해함으로써 자료 수집 및 분석, 결론 도출 등의 과학 과정 기술에 숙달되도록 도울 수 있다.[5] 이는 과학에 대한 인식론적 관점이 과학 학습과 관련되어 있음을 보여 준다.

특히 과학에 대한 인식론적 관점과 과학 과정 기술의 관련성은 과학 과정 기술의 학습이 학생들에게 과학자의 활동을 직접 경험할 수 있는 기회를 제공한다[6]는 점에서 교육적 의미가 크다. 이에 많은 연구자들은 학생들이 가설 설정, 실험 설계 등의 과학 과정 기술을 수행하면서 과학 지식이나 방법에 내재된 가치나 신념을 자연스럽게 이해할 것으로 기대하고 이에 대한 연구를 진행하였다.[7-12] 그러나 과학 과정 기술과 과학에 대한 인식론적 관점과의 관계를 조사한 연구에서는 두 변인 사이에 유의미한 상관이 없다고 보고되었다.[7] 또한, 과학 과정 기술의 학습이 과학에 대한 인식론적 관점에 미치는 영향을 조사한 연구 결과,[8-12] 과학 과정 기술의 학습은 과학에 대한 인식론적 관점의 발달과 관계가 없거나 인식론적 관점

의 일부 측면만을 적절하게 변화시킨 것으로 나타나는 등 일관성이 없었다.

최근 차정호 등[13]은 과학 지식의 본성과 개념 이해와의 관계를 탐색하는 연구에서 과학에 대한 인식론이 여러 측면으로 구성되어 있음에 주목하고, 과학에 대한 인식론적 관점과 과학 학습 사이의 관련성은 해당 학습에 관한 인식론 측면에 초점을 두고 분석할 필요가 있다고 주장하였다. 이에 따르면 과학에 대한 인식론적 관점과 과학 과정 기술의 학습 사이의 관련성을 조사하는 경우, 과학 과정 기술에 관한 인식론 측면에 대한 고려가 필요하다. 과학 과정 기술은 주로 지식을 생성하고 정당화하는 과정에 많이 사용되기 때문에, 학생들은 과학 과정 기술의 학습에서 과학 지식의 타당화 과정 측면에 대해 반성적으로 사고할 가능성이 크다.[14] 그러므로 과학 과정 기술은 과학 지식의 타당화 과정 측면의 인식론적 관점과 관련이 있을 것이라고 생각할 수 있다. 그러나 지금까지 이 두 변인 사이의 관계를 조사한 연구는 거의 없다. 따라서 과학 지식을 타당화할 때 사용하는 실험 설계, 자료 수집 및 분석 기술과 관련된 학생들의 이론과 자료에 대한 인식론적 관점을 조사하고, 과학 과정 기술과의 관계를 분석할 필요가 있다.

한편, 과학에 대한 인식론 중 지식의 속성 측면에 대한 관점은 개념 학습에서 학생들의 학습 유형과 관련이 있는 것으로 보고되었다.[15] 이에 비추어 볼 때 지식의 타당화 과정 측면에 대한 관점, 즉 이론과 자료에 대한 인식론적 관점은 학교 과학에서 지식 형성 과정을 경험할 수 있는 실험 학습에서 학생들이 지향하는 학습 형태를 결정하는데 영향을 줄 수 있다. 예를 들어, 과학자가 지닌 이론이 실험 설계 과정에 영향을 미칠 수 있다는 인식론적 관점을 지닌 학생들은 각자의 이론에 따라 실험을 다르게 계획할 수 있는 개방적인 실험 학습 환경을 선호할 수 있다. 반면에 실험 설계가 이론과 관계없다는 인식론적 관점을 지닌 학생은 개방적인 실험 학습 환경에 대한 선호도가 높지 않을 것이다. 선호하는 실험 학습 환경에 대한 인식과 과학에 대한 인식론적 관점과의 관련성을 조사한 선행 연구[16]에서는 과학에 대한 인식론적 관점이 선호하는 실험 학습 환경에 대한 인식의 하위 범주 중 개방성 및 응집성과 상관이 있었다. 그러나 이론과 자료에 대한 인식론적 관점은 실험 활동에 관한 것이므로 선호하는 실험 학습 환경에 대한 인식과의 관련성이 다른 양상으로 나타날 것으로 예상된다.

또한, McComas 등[17]은 과학에 대한 적절한 인식론적 관점은 과학 수업에 대한 태도에 긍정적인 영향을 줄 것이라고 주장하였다. 학생들이 과학을 암기해야 할 사실이 아니라 호기심에 의한 탐구의 결과로 받아들임으로써 과학 수업을 더 흥미롭게 느낄 것이기 때문이다. 일반적으로 수업에 대한 태도는 학습 내용이나 활동과 관련된 신념과 밀접하게 연관되어 있으므로[18] 과학 수업에서 지식을 정당화하는 대표적인 과정인 실험 활동에 대한 태도는 실험 활동에 관한 인식론적 관점과 관련이 있을 가능성이 높다. 그러나 이에 대한 연구는 매우 부족하므로 실험 수업에 대한 태도와 이론과 자료에 대한 인식론적 관점 사이의 관계를 조사할 필요가 있다.

따라서 이 연구에서는 학생들의 이론과 자료에 대한 인식론적 관점과 과학 과정 기술, 선호하는 실험 학습 환경에 대한 인식, 실험 수업에 대한 태도를 측정하고, 인식론적 관점과 나머지 변인 사이의 상관 관계를 조사하였다. 그리고 이 변인들이 이론과 자료에 대한 인식론적 관점에 관련되는 정도를 비교하기 위해 인식론적 관점에 대한 각 변인의 설명력을 조사하였다.

연구 내용 및 방법

연구 대상 및 절차

이 연구는 경기도에 소재한 인문계 고등학교 1학년 학생 228명(남 120명, 여 108명)을 대상으로 하였다. 모든 검사는 과학의 본성과 관련된 내용을 독립적으로 다룬 탐구 단원의 학습이 끝난 1학기 말에 실시하였다. 1가지 이상의 검사에서 무응답 또는 불성실한 응답을 한 학생들을 제외한 205명의 응답을 분석하였다.

검사 도구

이 연구에서는 이론과 자료에 대한 인식론적 관점 검사지, 과학 과정 기술 검사지, 선호하는 실험 학습 환경에 대한 인식 검사지, 실험 수업에 대한 태도 검사지를 사용하였다. 이론과 자료에 대한 인식론적 관점 검사지는 실험 설계, 자료의 수집 및 분석, 결론 도출 과정에서 이론과 자료 사이의 관계에 대한 인식론적 관점을 측정하는 Theory and Data[19]를 번역하여 사용하였다. 이 검사지는 총 7개의 문항으로, 각 문항은 이론과 자료의 관계에 대한 진술 쌍을 읽고, 어느 것에 동의하는지 응답하도록 구성되어 있다(*Fig.* 1). 각 진술 쌍은 검사지 개발 과정에서 조사된 학생들의 대표적인 인식론적 관점인 자료 중심 관점과 관련성 중심 관점에 대한 것이다. 예를 들어, '과학자들은 데이터를 해석할 때, 자신이 세운 가설의 영향을 받지 않는다'와 '과학자들은 데이터를 해석할 때, 자신이 세운 가설의 영향을 받는다'이다. 전자는 실험 자료는 실제 세계를 그대로 묘사하며 결론은 자료에서 자동으로 드러난다고 믿는 자료 중심 관점을 표현한 것이며, 후자는 실험 자료와 과학자들이 지닌 이론은 서로 영향을 주고받는다고 믿는 관련성 중심 관점을 표현한 것이다. 이 검사지는 과학 교육 전문가 3인 및 현직 교사 2인으로부터 번역의 적절성과 안면타당도를 검증받았으며, 이 연구에서의 내적 신뢰도 계수(Cronbach's α)는 0.55였다.

과학 과정 기술 검사지는 실험 설계, 자료의 수집 및 분석에 요구되는 통합적 과학 과정 기술을 측정하기 위해 MIPT(Middle Grades Integrated Science Process Skills Test)[20]를 노태희 등[21]이 번역한 검사지를 사용하였다. 이 검사지는

연구 가능한 문제의 인식, 가설 설정, 변인 파악, 실험 설계, 자료 변환, 자료 해석 및 일반화 능력을 측정하는 총 40개의 4지 선다형 문항으로 구성되어 있다(*Fig.* 2). 원래 6학년에서 9학년을 대상으로 개발되었지만 10학년～12학년에서도 사용되고 있으므로,[22,23] 이 연구의 대상인 고등학교 1학년의 통합적 과학 과정 기술을 측정하기에 무리가 없을 것으로 생각된다. 이 연구에서의 내적 신뢰도 계수(Cronbach's α)는 0.92였다.

선호하는 실험 학습 환경에 대한 인식 검사지는 SLEI(Science Laboratory Environment Inventory)[24]의 선호형(preferred form)을 번역하여 사용하였다. 이 검사지는 응집성, 개방성, 통합성, 준칙성, 물리적 환경 하위 범주 별로 7문항씩 총 35개의 문항으로 구성되어 있다. 각 범주에서는 실험 학습에서 학생 간 협력, 실험 방법의 다양성, 이론과의 연계, 규칙 인식, 실험실 시설 및 기구 개선에 대한 학생들의 선호도를 5단계 리커트 척도로 측정한다. 이 연구에서는 검사지 개발 과정에서 개방성 범주의 타당도를 저해하는 것으로 보고된[24] 27번 문항을 제외하고 총 34개의 문항을 사용하였다. 이 검사지는 과학 교육 전문가 3인으로부터 번역의 적절성과 안면타당도를 검증받았으며, 이 연구에서의 내적 신뢰도 계수(Cronbach's α)는 응집성, 개방성, 통합성, 준칙성, 물리적 환경 하위 범주별로 각각 0.77, 0.62, 0.73, 0.69, 0.58이었다.

실험 수업에 대한 태도 검사지는 실험 수업에 대한 학생들의 태도와 흥미를 측정하는 ALWSS(Attitude toward Laboratory Work Scale: Science)[25]에서 실험 학습 경험에 대한 전반적인 태도 범주의 16개 문항을 번역하여 사용하였다. 모든 문항은 5단계 리커트 척도로 구성되어 있다. 이 검사지는 과학 교육 전문가 3인으로부터 번역의 적절성과 안면타당도를 검증받았으며, 이 연구에서의 내적 신뢰도 계수(Cronbach's α)는 0.86이었다.

분석 방법

고등학생들의 이론과 자료에 대한 인식론적 관점 검사 점수와 과학 과정 기술 검사 점수, 선호하는 실험 학습 환경에 대한 인식 검사의 하위 범주별 점수, 실험 수업에 대한 태도 검사 점수의 평균과 표준편차를 구하였다. 이 때 이론과 자료에 대한 인식론적 관점 검사 문항은 자료 중심 관점에 동의하는 경우, '매우 동의한다'는 1점, '동의하는 편이다'는 2점, 관련성 중심 관점에 동의하는 경우, '매우 동의한다'는 5점, '동의하는 편이다'는 4점, 두 관점에 모두 동의하지 않는 경우는 3점으로 채점하였다. 또한, 변인들 사이의 관련성을 조사하기 위해 각 검사 점수 사이의 상관 관계를 분석하였다. 그리고 이론과 자료에 대한 인식론적 관점에 대한 나머지 변인들의 설명력을 조사하기 위해 이론과 자료에 대한 인식론적 관점을 준거 변인으로 하고 과학 과정 기술, 선호하는 실험 학습

position				
Strong agreement with statement A	Agreement with statement A	No strong opinions or that some merit was seen in both statement	Agreement with statement B	Strong agreement with statement B
1	2	3	4	5

	position					
Scientists interpret data without being influenced by their theoretical assumptions	1	2	3	4	5	Scientists' theoretical assumptions influence their interpretation of data

***Fig.* 1.** An example of items at Theory and Data

5. Mark is studying how heat affects how fast oil flows. He guesses that as the oil gets hotter, it flows faster. How could he test this?

a. Heat oil to different temperatures. Then weigh it after it flows out of the can.
b. Observe how fast oil at different temperatures flows down a smooth surface.
c. Let oil flow down smooth surfaces at different angles. Observe its speed.
d. Measure the time it takes for oil of different thicknesses to pour out of the can.

***Fig.* 2.** An example of items at the MIPT

환경에 대한 인식의 각 하위 범주, 실험 수업에 대한 태도를 예언 변인으로 하는 단계적 중다 회귀 분석(stepwise multiple regression analysis)을 실시하였다.

연구 결과 및 논의

이론과 자료에 대한 인식론적 관점과의 상관 관계

이론과 자료에 대한 인식론적 관점, 과학 과정 기술, 선호하는 실험 학습 환경에 대한 인식, 실험 수업에 대한 태도 검사 점수의 평균과 표준편차는 *Table* 1과 같다.

이론과 자료에 대한 인식론적 관점 검사 점수의 평균(27.20)은 적절한 인식론적 관점인 관련성 중심 관점을 나타내는 28점에 근접하였다. 즉, 고등학생들의 이론과 자료에 대한 인식론적 관점은 관련성 중심에 가깝다고 볼 수 있다. 과학 과정 기술 검사 점수의 평균은 40점 만점에 25.16으로 높지 않았다. 선호하는 실험 학습 환경에 대한 인식 검사의 하위 범주별 점수의 평균은 모두 총점의 중앙값보다 높게 나타났다. 즉, 고등학생들은 동료 간 협의와 다양한 실험 방법이 허용되고 이론 수업과 연계되며 지켜야 할 규칙이 명확하며 양질의 물리적 시설이 갖춰진 실험 학습 환경을 선호하는 것으로 나타났다. 실험 수업에 대한 태도 검사 점수의 평균도 총점의 중앙값보다 높았으며, 이는 학생들의 실험 수업에 대한 태도가 긍정적임을 보여준다.

이론과 자료에 대한 인식론적 관점 검사 점수와 과학 과정 기술, 선호하는 실험 학습 환경에 대한 인식, 실험 수업에 대한 태도 검사 점수 사이의 상관 분석 결과는 *Table* 2와 같다.

과학 과정 기술 검사 점수는 이론과 자료에 대한 인식론적 관점 검사 점수와 유의미한 상관이 있었다($r = .331$, $p < .01$). 즉, 실험 설계, 자료 분석, 결론 도출 등을 수행할 수 있는 능력인 과학 과정 기술과 과학 지식의 타당화 과정 측면에 초점을 둔 이론과 자료에 대한 인식론적 관점은 상호 관련성이 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 실험 자료에서 결론이 자동으로 나타난다고 믿는 자료 중심 관점이 수집한 자료를 증거로 활용하여 결론을 도출하는 실험 학습 과정을 방해할 수 있다는 주장[26]을 뒷받침한다.

선호하는 실험 학습 환경에 대한 인식 검사도 응집성, 개방성, 통합성, 준칙성, 물리적 환경의 모든 하위 범주 점수가 이론과 자료에 대한 인식론적 관점 검사 점수와 유의미한 상관이 있었다($r = .141 \sim .312$, $p < .05$). 즉, 동료 간 협력과 다양한 실험 방법이 허용되고 이론 수업과 연계되며 지켜야 할 규칙이 명확하며 양질의 물리적 시설이 갖춰진 실험 학습 환경을 선호하는 학생들은 이론과 자료와의 관계에 대해 관련성 중심 관점을 지니는 경향이 있었다. 이러한 결과는 넓은 의미의 과학에 대한 인식론적 관점과의 관계를 조사한 선행 연구[16]에서 응집성과 개방성 범주에서만 유의미한 상관이 나타난 것과 차이가 있다. 이는 이론과 자료에 대한 인식론적 관점이 통합성, 준칙성, 물리적 환경 등을 포함한 실험 학습 환경에 대한 인식 전반에 영향을 미치고 있음을 보여준다.

***Table* 1.** Means and standard deviations of the test scores

Variable		Maximum score possible	Mean	SD
Epistemological views on theory and data (TAD)		35	27.20	3.99
Science process skills (MIPT)		40	25.16	9.19
Perceptions of preferred laboratory learning environment (SLEI-p)	Student cohesiveness (SC)	35	26.91	4.78
	Open-endedness (OE)	30	21.95	3.71
	Integration (IN)	35	23.65	5.13
	Rule clarity (RC)	35	24.50	4.53
	Material environment (ME)	35	28.47	3.97
Attitudes toward laboratory work (ALWSS)		80	56.84	9.80

***Table* 2.** Correlation coefficients among the test scores

		TAD	MIPT	SLEI-p					ALWSS
				SC	OE	IN	RC	ME	
TAD		-							
MIPT		.331**	-						
SLEI-p	SC	.291**	.177*	-					
	OE	.306**	.078	.334**	-				
	IN	.141*	.009	.328**	.016	-			
	RC	.160*	.116	.365**	.233**	.254**	-		
	ME	.312**	.232**	.332**	.231**	.172*	.136	-	
ALWSS		.365**	.386**	.294**	.428**	.098	.134	.262**	-

$^{**}p < .01$ $^{*}p < .05$

***Table* 3.** Summary of multiple regression analysis for the variables predicting epistemological views on theory and data

Step	Variables entered	Standardized coefficient	R	R^2	R^2 change
1	ALWSS	.158	.365	.133	.133**
2	ME (SLEI-p)	.179	.428	.184	.050**
3	MIPT	.214	.463	.214	.031**
4	OE (SLEI-p)	.180	.490	.240	.026*

$^{**}p < .01$ $^{*}p < .05$

실험 수업에 대한 태도 검사 점수도 이론과 자료에 대한 인식론적 관점 검사 점수와 유의미한 상관이 있었다(r = .365, $p < .01$). 즉, 실험 수업에 대해 긍정적인 태도를 지닌 학생들은 이론과 자료에 대한 적절한 인식론적 관점을 지니고 있는 것으로 나타났다. 이는 과학 과정 기술에 관한 인식론 측면 중 하나인 과학적 방법에 대해 적절한 인식론적 관점을 지닌 예비 교사가 실험 수업에 대한 태도도 긍정적이었다는 선행 연구[27]의 결과와 일관된다.

이론과 자료에 대한 인식론적 관점에 대한 중다 회귀 분석 결과

학생들의 이론과 자료에 대한 인식론적 관점을 설명하는 예측 변인을 탐색하기 위해 단계적 중다 회귀 분석을 실시한 결과는 *Table* 3과 같다. 분석 결과, 유의미한 설명력을 지닌 변인은 실험 수업에 대한 태도, 선호하는 실험 학습 환경에 대한 인식 중 물리적 환경 범주, 과학 과정 기술, 선호하는 실험 학습 환경에 대한 인식 중 개방성 범주였으며, 전체 변량의 24.0%를 설명하였다.

실험 수업에 대한 태도는 이론과 자료에 대한 인식론적 관점 전체 변량의 13.3%를 설명하였다. 최근 학생들의 과학의 본성에 대한 이해를 향상시키기 위해 과학 자체에 대해 반성적으로 생각할 수 있는 기회를 제공해야 한다는 주장[10]이 설득력을 얻고 있다. 이에 따르면 학생들이 이론과 자료가 서로 영향을 준다는 것을 이해하기 위해서는 실험 활동에 대한 반성적인 사고가 요구된다. 그러므로 실험 수업에 대한 태도가 긍정적인 학생들은 부정적인 학생들보다 실험 활동에 진지하게 임함으로써, 이론과 자료의 관계에 대한 반성적 사고가 촉진되어 관련성 중심의 인식론적 관점이 발달하는 것으로 해석할 수 있다.

선호하는 실험 학습 환경에 대한 인식 중 물리적 환경 범주는 이론과 자료에 대한 인식론적 관점을 추가적으로 5.0% 설명하였다. 학생들이 원하는 학습 환경은 학습을 통해 무엇을 달성할 것인지에 대한 기대와 관련이 있으므로,[24] 선호하는 실험 학습 환경은 학생들이 실험 학습의 목적을 어떻게 인식하는지에 따라 달라질 수 있다. 즉, 실험의 목적을 타당성있는 자료를 얻는 것으로 생각하는 학생들은 실험을 통해 도출할 결론의 근거가 되는 자료의 신뢰성를 중요시하므로[28] 실험실의 물리적 환경의 개선이 필요하다고 인식할 수 있다. 이러한 인식은 실험에서 자료의 역할에 대한 이해를 높임으로써 이론과 자료에 대한 관점의 발달에 기여할 것으로 해석된다. 그러나 실험 학습의 목적을 알려진 지식을 재현하는 것으로 인식하는 경우에도 오류 없는 자료를 얻기 위해 물리적 환경의 개선을 희망할 수 있으므로,[16] 명확한 해석을 위해서는 추후 연구로 실험 학습의 목적 인식 유형에 따른 물리적 환경에 대한 선호를 조사할 필요가 있다.

과학 과정 기술은 이론과 자료에 대한 인식론적 관점을 추가적으로 3.1% 설명하였다. 이러한 결과는 대학생들이 측정 및 자료의 통계적 분석 등의 과정 기술을 학습한 후 과학자가 알고 있는 이론이 자료 분석 과정에 영향을 줄 수 있다는 적절한 인식론적 관점을 갖게 되었다는 선행 연구 결과[29]와 일관된다. 이는 학생들이 자료 해석, 결론 도출 등의 과학 과정 기술에 숙달되는 과정이 이론과 자료와의 관련성에 대한 반성적인 사고를 자극하여 이에 대한 이해를 발달시키기[30] 때문으로 해석된다.

선호하는 실험 학습 환경에 대한 인식 중 개방성 범주는 이론과 자료에 대한 인식론적 관점을 추가적으로 2.6% 설명하였다. 개방적인 실험 학습 환경을 선호하는 학생들은 실험의 목적을 탐구 문제에 대해 깊이있게 탐색하거나 더 설득력있는 설명을 제안하는 것으로 여기는 경향이 있다.[16] 이와 같이 실험을 지식의 생성 및 타당화 수단으로 인식하는 것은 실험 활동이 이를 통해 형성되는 지식과 관련되어 있다는 것을 전제하므로, 이론과 자료에 대한 관련성 중심의 인식론적 관점의 발달에 기여할 것으로 생각된다.

한편, 선호하는 실험 학습 환경에 대한 인식의 하위 범주 중에서 응집성, 통합성, 준칙성은 이론과 자료에 대한 인식론적 관점을 유의미하게 설명하지 못하였다. 응집성, 통합성, 준칙성 범주는 모두 이론과 자료에 대한 인식론적 관점과 유의미한 상관이 있었다. 그러나 이 변인들과 유의미한 상관이 있는 과학 과정 기술, 선호하는 실험 학습 환경에 대한 인식 중 개방성 범주, 물리적 환경, 실험 수업에 대한 태도의 설명력에 가려져 인식론적 관점을 설명하는 데 독자적인 기여를 하지 못하였을 것으로 판단된다.

결론 및 제언

과학 지식의 타당화 과정 측면에 대한 인식론적 관점은 학

생들의 실험 학습 과정에 영향을 줄 것이라고 제안되고 있다.[31] 이에 이 연구에서는 학생들의 이론과 자료에 대한 인식론적 관점과 과학 과정 기술, 선호하는 실험 학습 환경에 대한 인식, 실험 수업에 대한 태도 사이의 관계를 조사하였다.

연구 결과, 과학 과정 기술은 이론과 자료에 대한 인식론적 관점과 유의미한 상관이 있었다. 또한, 중다 회귀 분석을 실시한 결과, 과학 과정 기술은 인식론적 관점을 유의미하게 예측하였다. 이는 과학 과정 기술이 과정 기술 자체에 대한 반성적인 사고를 유도하여 이론과 자료의 관계에 대한 인식론적 관점의 발달에 영향을 줄 수 있음을 의미한다. 그러나 과학 과정 기술의 학습이 모든 측면의 인식론을 발달시키지는 않는다는 연구들[8-10]을 고려할 때, 과학 과정 기술은 인식론 중에서도 특히 과학 과정 기술과 직결된 측면에 대한 관점과 관련성이 높을 가능성이 있다. 예를 들어, 학생들이 가설을 세우고 실험을 통해 이를 수용 또는 기각하는 과정은 가설의 특성에 대한 인식론적 관점의 발달에는 영향을 주지만, 과학 지식의 잠정성에 대한 인식론적 관점에는 영향을 주지 않을 수 있다.[9] 선호하는 실험 학습 환경에 대한 인식의 경우, 모든 하위 범주가 이론과 자료에 대한 인식론적 관점과 유의미한 상관이 있었다. 그러나 각 범주의 설명력을 조사한 결과, 개방성 및 물리적 환경 범주만이 인식론적 관점을 유의미하게 예측하였다. 선호하는 실험 학습 환경에 대한 인식 중 개방성 및 물리적 환경 범주는 학생들이 생각하는 실험의 목적에 따라 달라질 수 있다.[16] 연구 결과, 이러한 학습 환경에 대한 인식은 이론과 자료에 대한 인식론적 관점에 영향을 주므로, 결과적으로 실험의 목적에 대한 학생들의 인식은 이론과 자료에 대한 인식론적 관점에 간접적인 영향을 주는 것으로 해석할 수 있다. 또한, 실험 수업에 대한 태도도 이론과 자료에 대한 인식론적 관점과 유의미한 상관이 있었다. 중다 회귀 분석 결과, 실험 수업에 대한 태도는 이론과 자료에 대한 인식론적 관점을 가장 잘 설명하는 것으로 나타났다. 이는 이론과 자료에 대한 인식론적 관점의 발달에 실험 수업에 대한 긍정적인 태도의 기여가 상대적으로 크다는 것을 시사한다. 즉, 학생들이 실험 활동에 대해 반성적으로 사고하도록 하는 데에 수업에 대한 감정이나 흥미와 같은 정의적 변인의 역할이 중요할 수 있다.

이와 같이 실험 학습과 관련된 과학 과정 기술, 선호하는 실험 학습 환경에 대한 인식, 실험 수업에 대한 태도가 이론과 자료에 대한 인식론적 관점과 밀접한 관계가 있는 것으로 나타났다. 특히, 이론과 자료에 대한 인식론적 관점과 과학 과정 기술과의 관련성은 과학 과정 기술이 강조된 실험 수업이 이론과 자료의 관계를 포함한 과학 지식의 타당화 과정에 대한 과학의 본성 교수・학습에 적합할 가능성을 보여준다. 그러나 실험 수업을 통해 과학 과정 기술을 학습하는 것만으로는 학생들이 이론과 자료의 관계에 대해 적절한 인식론적 관점을 갖는 데 충분하지 않을 수 있다.[10] 실험 수업에 대한 태도가 이론과 자료에 대한 인식론적 관점을 설명하는 정도가 상대적으로 높았던 이 연구 결과는, 학생들의 실험 수업에 대한 태도를 증진시키는 것이 이론과 자료의 관계 등에 대한 인식론의 이해 향상을 위한 실험 수업의 효과를 높이는 효율적인 방안이 될 수 있음을 보여준다. 예를 들어, 교사가 실험을 통해 과학 과정 기술과 이와 관련된 인식론적 측면을 가르칠 때, 학생들의 흥미를 고려하여 실험의 소재나 내용을 선정한다면, 학생들이 과학 과정 기술과 관련된 인식론적 측면에 대해 깊이 있게 생각하도록 촉진할 수 있을 것이다. 또 다른 방안으로, 이론과 자료의 관계에 대한 인식론을 과학 과정 기술 등과 동등하게 과학 수업의 목표로 삼고 명시적으로 다루는 것도 과학의 본성 이해 향상을 위한 실험 수업의 효과를 높이는 한 가지 방법이 될 수 있다.[10] 고등학교 1학년 과학의 '탐구'는 현행 과학 교육 과정에서 유일하게 과학에 대한 인식론을 명시적으로 제시하는 단원이므로, 이 단원에서 과학 과정 기술과 직결된 인식론에 대해 학습할 때 실험 활동을 병행하는 것을 고려할 필요가 있다.

한편, 이론과 자료의 관계 등의 과학 과정 기술과 직결된 인식론 측면에 관한 연구는 부족한 실정이므로, 기초 연구로서 과학 과정 기술과 직결된 인식론의 세부적인 측면을 구체화하고 이에 대한 학생들의 관점을 조사하는 등의 연구가 요구된다. 또한, 지금까지 정의적 변인이 과학에 대한 인식론적 관점에 미치는 영향에 대해서는 그 가능성만 제기되었을 뿐 실증적인 연구 결과는 부족한 면이 있었다. 이 연구에서 다른 변인들에 비해 정의적 변인인 실험 수업에 대한 태도의 인식론적 관점에 대한 설명력이 크게 나타났던 결과로 볼 때, 실험 학습에 영향을 주는 다양한 정의적 변인과 이론과 자료에 대한 인식론적 관점 사이의 관계를 탐색하는 연구도 이루어져야 할 것이다.

이 논문은 2009년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2009-327-B00641).

REFERENCES

1. Ministry of Education, Science and Technology. *National Curriculum of Science*; Ministry of Education, Science and Technology: Seoul, Korea, 2009.
2. National Research Council. *Inquiry and the National Science Education Standards*; National Academy Press: Washington, DC, 2000.
3. Lederman, N. G.; Abd-El-Khalick, F.; Bell, R. L.; Schwartz, R. S. *J. Res. Sci. Teach*. **2002**, *39*, 497.
4. Driver, R.; Leach, J.; Millar, R.; Scott, P. *Young Peoples' Images of Science*; Open University Press: Buckingham, U. K., 1996; p 20.
5. Vhurumuku, E.; Holtman, L.; Mikalsen, O.; Kolsto, S. D. *J. Res. Sci. Teach*. **2006**, *43*, 127.
6. Park, J. W. *J. Korea Assoc. Sci. Edu.* **2008**, *28*, 749.
7. Jeung, H. S. The Relationship between Middle School Students'

Understanding of the Nature of Science and Science Process Skills. M. S. Thesis, Ewha Womans University, Seoul, Korea, August, 2001.
8. Kim, M. K.; Kim, H. B. *Korean Journal of Biology Education* **2007**, *35*, 521.
9. Kim, J. Y.; Kang, S. H. *J. Korea Assoc. Sci. Edu.* **2007**, *27,* 169.
10. Khishfe, R.; Abd-El-Khalick, F. *J. Res. Sci. Teach.* **2002**, *39*, 551.
11. Meichtry, Y. J. *J. Res. Sci. Educ*. **1992**, *29*, 389.
12. Moss, D. M.; Abrams, M. D.; Kull, J. A. *J. Sci. Educ. Tech.* **1998**, *7*, 149.
13. Cha, J. H.; Yun, J. H.; Noh, T. H. *J. Korea Assoc. Sci. Edu.* **2005**, *25*, 563.
14. Bell, R. L.; Blair, L. M.; Crawford, B. A.; Lederman, N. G. *J. Res. Sci. Teach*. **2003**, *40*, 487.
15. Edmondson, K. M.; Novak, J. D. *J. Res. Sci. Teach.* **1993**, *30*, 547.
16. Tsai, C. C. *Sci Educ.* **1999**, *83*, 654.
17. McComas, W. F.; Clough, M. P.; Almazroa, H. In *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies*; McComas, W. F., Ed.; Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, Netherlands, 1998; p 3.
18. Ajzen, I.; Fishbein, M. *Understanding Attitudes and Predicting Social Behavior*; Prentice Hall: Englewood Cliffs, NJ, 1980.
19. Leach, J.; Millar, R.; Ryder, J.; Sere, M. G. *Learning and Instruction* **2000**, *10*, 497.
20. Cronin, L. L.; Padilla, M. J. *The Development of a Middle Grades Integrated Science Process Skills Test*; Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, San Francisco, CA, 1986.
21. Noh, T. H.; Kim, D. Y.; Kim, H. K.; Hong, U. K.; Kang, S. J.; Chae, W. K. *J. Korea Assoc. Sci. Edu.* **1997**, *17*, 45.
22. Radford, D. L. *J. Res. Sci. Teach.* **1998**, *35*, 73.
23. Bektasli, B. The Relationships between Spatial Ability, Logical Thinking, Mathematics Performance and Kinematics Gragh Interpretations Skills of 12^{th} Grade Physics Students. Ph.D. Thesis, The Ohio State University, Columbus, Ohio, 2006.
24. Fraser, B. J.; Giddings, G. J.; McRobbie, C. J. *J. Res. Sci. Teach.* **1995**, *32*, 399.
25. Kelly, V. B. The Effect of Student Attitude toward Laboratory Activities on the Role of the Laboratory in Introductory Physics Education. M. S. Thesis, University of Wyoming, Laramie, WY, December, 1993.
26. Rowe, M. B.; Holland, C. In *What Research Says to the Science Teacher: The Process of Knowing*; Rowe, M. B. Ed.; National Science Teachers Association: Washington, DC, 1990; p 87.
27. Martin-Dunlop, C.; Hodum. P. *J. College Sci. Teach.* **2009**, *39*, 66.
28. Ibrahim, B.; Buffler, A.; Lubben, F. *J. Res. Sci. Teach.* **2009**, *46*, 248.
29. Pillay, S.; Buffler, A.; Lubben, F.; Allie, S. *Eur. J. Phys*. **2008**, *29*, 647.
30. Ryder, J.; Leach, J. *Int. J. Sci. Educ.* **1999**, *21*, 945.
31. Lunetta, V. N.; Hofstein, A.; Clough, M. P. In *Handbook of Research on Science Education*; Abell, S. K., Lederman, N. G., Eds.; Lawrence Erlbaum Associates: Mahwah, NJ, 2007; p 393.