

과학적 모델에 대한 중·고등학생들의 견해

차정호 · 김영희 · 노태희*
서울대학교 화학교육과
(2004. 3. 8 접수)

Middle and High School Students' Views on the Scientific Model

Jeongho Cha, Younghee Kim, and Taehee Noh*
Department of Chemistry Education, Seoul National University, Seoul 151-748, Korea
(Received March 8, 2004)

요 약. 본 연구에서는 과학적 모델에 대한 학생들의 견해를 조사하고, 학년과 성, 성취도에 따라 견해를 비교했다. 또한 과학적 모델에 대한 학생들의 견해와 인식론적 신념 간의 상관 관계도 조사했다. 연구 대상은 서울시에 소재한 중학교 2학년 137명과 고등학교 2학년 112명이었다. 학생들은 '모델의 실재성'을 제외하고, 전반적으로 모델에 대해 적절한 견해를 지니고 있었다. 성과 성취도에 따른 비교에서는 상위 수준 학생이나 남학생의 견해가 보다 현대적인 것으로 나타났으나, 학년에 따른 비교에서는 유의미한 차이가 없었다. 상관 분석에서는 모델에 대해 부적절한 관점을 가진 학생들이 전통적인 인식론적 신념을 가지고 있는 것으로 나타났다.

주제어: 과학적 모델, 인식론적 신념, 과학의 본성

ABSTRACT. The purpose of this study was to investigate students' views on the scientific model and to compare their views by grade, gender, and achievement. Relationships between students' views on the scientific model and epistemological beliefs were also investigated. Participants were 137 8th- and 112 11th-graders in Seoul. The results indicated that the students' views on the scientific model, on the whole, were adequate except the items concerning the 'models as exact replicas'. Male students or high-achieving students had more adequate views on the scientific model than female students or low-achieving students. However, there was no significant difference between 8th- and 11th-graders. In correlation analysis, students with inappropriate views on the scientific model were found to have traditional epistemological beliefs.

Keywords: Scientific Model, Epistemological Beliefs, Nature of Science

서 론

과학적 모델은 과학의 산물인 동시에 과학의 방법으로, 과학과 매우 밀접한 관계에 있다.¹ 특히 과학 수업에서 모델은 구체적으로 관찰할 수 있는 현상과 추상적인 이론을 연결하는 설명 도구로서, 사고와 활동을 통합하는 중요한 역할을 담당한다.² 예를 들어, 화학 교과에서 다루고 있는 대부분의 개념과 이론들은 직접 관찰할 수 있는 현상이나 실험을 통해 얻어진

결과를 원자와 분자 등의 모델을 사용하여 설명한다. 이와 같이 모델은 추상적이고 어려운 과학 개념을 시각화하여 구체적으로 표현하기 때문에, 직접 관찰할 수 없는 개념과 이론의 이해를 도울 수 있다는 측면에서 유용하다.³ 또한 과학 수업에서 모델은 어떤 현상에 대한 예측을 가능하게 하고, 현상의 기본적인 성질에 대한 통찰력을 제공할 수 있다고 제안되었다.⁴

이러한 모델의 다양한 기능을 제대로 파악하고 사용하기 위해서는 모델의 본성과 역할을 이해하는 것

이 필수적이다.⁵ 학생들이 모델에 대해 올바르게 못한 견해를 지니고 있다면 이는 모델의 기능을 이해하고 사용하는 데 장애물로 작용할 것이기 때문이다. 그러나 모델이 무엇을 표현하기 위한 것인지, 모델이 시대나 상황에 따라 바뀔 수 있는지, 한 대상을 설명하기 위해 여러 가지 모델이 사용될 수 있는지 등에 대한 우리 나라 학생들의 이해는 거의 알려져 있지 않다. 외국에서는 모델에 대한 학생들의 이해나 견해를 조사하기 위한 시도가 활발히 이루어지고 있다.^{6,7} 그러나 국내에서는 과학의 본성에 대한 연구^{8,9}에서 모델의 특정 측면에 대한 견해가 부분적으로 조사되었을 뿐이다.

또한, 모델은 과학적 아이디어의 고안에 중요한 역할¹⁰을 하기 때문에 모델을 이용한 학습에 과학적 아이디어가 만들어지는 과정에 대한 학생들의 인식은 매우 중요하다. 이와 같이 과학 지식에 대해 알아가는 과정이나 과학적 아이디어가 만들어지는 과정에 대한 이해를 인식론적 신념¹¹이라고 하는데, 이러한 신념은 학생들의 성취나 학습 전략에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다.¹² 즉, 학생들이 지식을 사실의 단순한 집합체로 인식하면 과학 학습에서 단지 사실만을 단편적으로 암기하려고 할 것이며, 학습의 성취가 선천적인 능력에 의해 결정된다고 인식하면 학습을 위한 노력을 기울이지 않게 된다.

따라서 본 연구에서는 우리나라 중학생과 고등학생을 대상으로 과학적 모델에 대한 견해를 조사하고, 학년, 성, 성취도에 따른 차이를 비교했다. 또한, 인식론적 신념과 모델에 대한 견해 사이의 관계도 조사하였다.

연구 방법

연구 대상 및 절차. 본 연구의 대상은 서울시에 소재한 남녀 공학 중학교의 2학년 137명(남: 68, 여: 69)과 고등학교 2학년 112명(남: 63, 여: 49)이었다. 생활 수준이 유사한 인접 지역의 중학교 2개교, 고등학교 2개교에서 2학급씩 총 8학급을 표집했다. 검사는 2차시에 걸쳐 진행되었는데, 첫 시간에는 모델에 대한 견해 검사를, 두 번째 시간에 인식론적 신념 검사를 실시했다. 검사가 실시될 당시 중학교 2학년은 7차 교육과정기의 1, 2학년 과정을, 고등학교 2학년은 6차 교육과정기의 중학교 3년 및 공통과학을 수강한 상태였다.

검사 도구. 모델에 대한 학생들의 견해를 조사하기 위해 Treagust 등이 개발한 SUMS(Students' Understanding of Models in Science)¹³의 문항을 사용했다. SUMS는 모델의 다양성(Models as multiple representations), 모델의 실재성(Models as exact replicas), 설명 도구로서의 모델(Models as explanatory tools), 모델의 유용성(The uses of scientific models), 모델의 잠정성(The changing nature of models) 등의 5가지 범주로 구성되어 있으며, 범주별 문항 수는 각각 8, 8, 5, 3, 3개로 총 27문항이다. 각 문항은 5단계 리커트 척도로 구성되어 있다. 과학 교육 전문가 3인에게 번역의 적절성과 검사 문항이 조사하고자 하는 것을 잘 반영하고 있는지 등에 대해 안면 타당도를 검증 받았다. 또한 검사지에 사용된 과학적 용어 등이 학생들이 이해하기에 적절한지 알아보기 위해 중학교 2학년 학생 30여명을 대상으로 예비 연구(pilot study)를 실시하여 각 문항에 대한 이해 여부를 점검했다. 검사지의 내적 신뢰도(Cronbach's α)는 5개 영역의 순서대로 각각 .68, .76, .32, .34, .63으로 2개 영역의 신뢰도가 낮았으며, 전체 문항의 신뢰도는 .64였다. 따라서 이 두 영역의 해석에는 제한이 따르며, 본 연구의 통계 분석에는 전체 점수만 사용하였다.

인식론적 신념의 조사에는 Schommer의 인식론적 신념 검사지¹⁴를 사용했다. 인식론적 신념 검사지는 과학에서 대부분의 단어들은 하나의 분명한 의미를 지니고 있다는 '단순한 지식', 과학 선생님이 가르쳐 주신 답을 제대로 이해할 수 없다 하더라도 그것을 받아들여야 한다는 '전능한 권위', 과학적 진리는 변하지 않는다는 '확실한 지식', 과학을 공부하는 능력은 타고나는 것이라는 '선천적인 능력', 과학을 잘하는 학생은 과학 내용을 접했을 때 바로 이해한다는 '빠른 학습'의 5가지 범주에 대해 12개의 하위 영역으로 구성되어 있다. 검사지는 총 63문항으로, 각 문항은 5단계 리커트 척도로 구성되어 있으며, 점수가 낮을수록 적절한 인식론적 신념을 나타낸다. 검사지의 내적 신뢰도(Cronbach's α)는 .73이었다. 이 검사지는 이미 선행 연구¹⁵에서 사용되었으므로 예비 검사는 실시하지 않았으며, 번역의 적절성을 과학 교육 전문가 2인에게 다시 검토 받았다.

분석 방법. 모델에 대한 학생들의 견해와 인식론적 신념에 대한 견해 모두 '전혀 그렇지 않다'에 1점, '그렇지 않다'에 2점, '보통이다'에 3점, '그렇다'에 4

점, '매우 그렇다'에 5점을 배당하여 채점했다. 모델의 실재성에 대한 문항은 '그렇지 않다'가 현대적 견해에 해당하므로 역으로 채점했다. 학생들의 1학기말 과학 성적을 표준점수로 변환하여 상·하위로 성취 수준을 구분한 후, 모수 통계 분석을 위한 기본 가정을 점검하였다. 학년, 성, 성취 수준에 따라 모델에 대한 이해 수준의 차이를 t -검정으로 확인했다. 단, 일선 학교에서 통용되는 과학 성적은 타당도와 신뢰도를 제시하지 못하므로 해석에 제한이 따른다. 정상성이 만족되었으므로(모델에 대한 견해: $Z=0.932$, $p=.350$; 단순한 지식: $Z=1.231$, $p=.097$; 전능한 권위: $Z=1.189$, $p=.118$; 확실한 지식: $Z=1.020$, $p=.249$; 선천적인 능력: $Z=1.242$, $p=.092$; 빠른 학습: $Z=1.060$, $p=.211$) 모델에 대한 견해와 인식론적 신념 간의 상관 관계를 Pearson의 상관 계수로 검증했다.

결과 및 논의

과학적 모델에 대한 학생들의 견해

과학적 모델에 대한 각 문항별 평균과 표준편차를 조사하였다(Table 1). 또한, 현대적 인식론의 관점에서 학생들의 응답을 분류하였던 선행 연구⁷와 비교하기 위하여 각 문항별로 '전혀 그렇지 않다(1)'와 '그렇지 않다(2)'를 동의하지 않는 것으로, '보통이다(3)'는 미결정으로, '그렇다(4)'와 '매우 그렇다(5)'를 동의하는 것으로 구분하여 빈도를 조사하였다.

모델의 다양성 영역에 대한 견해. '한 대상에 대한 과학적 모델은 다양하다'라는 현대적 견해에 대해 학생들은 전반적으로 현대적인 견해를 가지고 있었다. 하나의 과학 현상을 설명하기 위해 여러 가지 모델들이 사용될 수 있다는 문항(MR/1)에 대하여 83%의 학생들이 동의하였고, '모델은 여러 생각들 사이의 관계를 분명하게 보여준다'는 문항(MR/3)을 제외하고는 모두 과반수 이상의 학생들이 현대적 견해에 동의하였다. 즉, 많은 학생들이 하나의 현상을 설명하기 위해 여러 가지 모델이 사용될 수 있으며, 같은 모델을 통해서도 여러 가지 방식으로 설명할 수 있다고 생각하였다. 이와 같은 결과는 다양한 모델의 사용이 한 모델에서 다른 모델로의 사용을 유도하여 학생들이 모델의 본질적인 특징에 대해 알도록 도왔기 때문⁸인 것으로 볼 수 있다. 따라서 과학 수업에 다양한 모델을 도입·사용하여 모델이 만들어진 이유나 모델

의 역할과 같은 모델의 본질적인 특징에 대해 알 수 있는 기회를 제공할 필요가 있다.

모델의 실재성에 대한 견해. 모델의 실재성에 대한 학생들의 인식은 현대적인 견해와는 거리가 멀었다. 즉, 학생들은 모델이 실제 대상에 매우 가까워야 한다고 생각했다(ER/9, ER/10, ER/11). 현대적 견해가 가장 적은 문항은 '모델은 실제 대상이 무엇이고, 그 모습이 어떠한지를 보여준다(ER/15)'는 문항으로 현대적 견해에 동의한 학생들은 7%에 불과했다. 동일한 검사지로 호주 학생들을 대상으로 조사한 연구에서 모델의 실재성 영역에 대한 현대적 견해의 비율이 49~75%였던 결과⁷와 비교하면 우리나라 학생들의 현대적 견해가 매우 적은 것을 알 수 있다. 이는 과학을 여러 가지 '사실'을 모으는 활동이라고 생각하여¹⁵ 모델도 실제의 복사물이라고 생각했던 것으로 보인다. 과학적 모델에 대한 학생들의 생각은 일차적으로 일상 생활의 모델과 관련된 그들의 경험에서 온다.¹⁰ 즉 학생들이 일상 생활에서 접하는 인형이나 지구본과 같은 모델은 실제 대상을 구체적이고 세부적으로 묘사하기 때문에,¹⁶ 이런 경험들이 과학적 모델에 대한 학생들의 견해에 영향을 미쳤던 것으로 보인다. 그러나 과학적 모델은 실제의 모습이 알려지지 않은 대상에 대해 만들어지는 경우가 많으며, 어떤 대상에 대한 정확한 묘사가 아닌 현상에 대한 설명력을 추구한다. 따라서 과학 수업에서 과학적 모델을 효과적으로 사용하기 위해서는 일상 생활에서 접하는 모델과 과학적 모델의 차이점을 언급하는 것이 필요할 것이다.

설명 도구로서의 모델에 대한 견해. 학생들은 설명 도구로서의 모델의 기능에 대해 잘 이해하고 있었다. 학생들은 모델이 시각적으로 어떤 사물을 표현하고(ET/17) 과학 현상을 설명하는데 사용된다(ET/19)고 응답하여, 모델이 과학 개념의 이해를 도울 수 있다고 생각하는 것으로 나타났다. 특히 모델이 과학 현상에 대한 이미지를 머리 속에 떠올릴 수 있도록 돕는다는 문항(ET/18)의 현대적 견해 비율은 82%로 매우 높았다. 설명 도구로서의 모델에 대한 호주 학생들의 견해도 다른 영역에 비하여 높았던 결과와 유사하다. 과학적 모델은 사물을 시각적으로 형상화하는데, 이러한 모델의 시각적 측면은 학생들이 아는 것과 모르는 것, 익숙한 것과 익숙하지 않은 것을 연결할 수 있도록 돕는 것으로 제안된다.¹⁷

모델의 유용성에 대한 견해. 모델의 유용성에 대해

Table 1. Results of students' understanding of models

Factor ¹ Item Number	Item	Mean (SD)	% ₀		
			Disagree ²	Not sure	Agree ³
MR/1	Many models may be used to express features of a science phenomenon by showing different perspectives to view an object.	4.00 (0.66)	2	15	83
MR/2	Many models represent different versions of the phenomenon.	3.52 (0.85)	12	33	56
MR/3	Models can show the relationship of ideas clearly.	3.33 (0.90)	16	40	44
MR/4	Many models are used to show how it depends on individual's different ideas on what things look like or how they work.	3.67 (0.94)	12	26	62
MR/5	Many models may be used to show different sides or shapes of an object.	3.78 (0.75)	6	25	69
MR/6	Many models show different parts of an object or show the objects differently.	3.74 (0.76)	4	32	64
MR/7	Many models show how different information is used.	3.63 (0.78)	6	35	59
MR/8	A model has what is needed to show or explain a scientific phenomenon.	3.76 (0.80)	5	26	69
ER/9	A model should be an exact replica.	2.65 (1.13)	45	29	25
ER/10	A model needs to be close to the real thing.	2.35 (0.98)	64	22	14
ER/11	A model needs to be close to the real thing by being very exact, so nobody can disprove it.	2.58 (1.08)	53	25	22
ER/12	Everything about a model should be able to tell what it represents.	2.69 (0.98)	43	36	20
ER/13	A model needs to be close to the real thing by being very exact in every way except for size.	2.29 (1.09)	64	19	17
ER/14	A model needs to be close to the real thing by giving the correct information and showing what the object/thing looks like.	2.45 (1.00)	56	30	14
ER/15	A model shows what the real thing does and what it looks like.	2.12 (0.89)	71	22	7
ER/16	Models show a smaller scale size of something.	3.04 (1.14)	33	28	39
ET/17	Models are used to physically or visually represent something.	3.87 (0.78)	6	20	74
ET/18	Models help create a picture in your mind of the scientific happening.	4.00 (0.83)	6	12	82
ET/19	Models are used to explain scientific phenomena.	3.61 (0.90)	11	27	62
ET/20	Models are used to show an idea.	3.34 (1.00)	21	33	46
ET/21	A model can be a diagram or a picture, a map, graph or a photo.	3.57 (1.08)	17	24	59
USM/22	Models are used to help formulate ideas and theories about scientific events.	3.70 (0.95)	10	25	64
USM/23	Models are used to show how they are used in scientific investigations.	3.38 (0.83)	13	42	45
USM/24	Models are used to make and test predictions about a scientific event.	3.53 (0.90)	13	31	56
CNM/25	A model can change if new theories or evidence prove otherwise.	3.76 (0.93)	10	24	67
CNM/26	A model can change if there are new findings.	3.91 (0.85)	6	20	73
CNM/27	A model can change if there are changes in data or belief.	3.65 (0.93)	12	26	62

¹MR (Models as multiple representations); ER (Models as exact replicas); ET (Models as explanatory tools); USM (The uses of scientific models); CNM (The changing nature of models).

²Disagree = Strongly Disagree and Disagree

³Agree = Strongly Agree and Agree

서도 학생들은 대체로 잘 이해하고 있었다. 절반 이상의 학생들이 모델이 생각이나 이론을 잘 정리할 수 있도록 돕고(USM/22), 과학적 사건을 예측하거나 그 예측을 검증하는데 사용될 수 있다고 생각했다(USM/24). 그러나 설명 도구로서의 모델에 대한 학생들의 이해 수준과 비교해 볼 때, '모델이 사물을 형상화하고 현상을 설명한다'는 측면에 비해 '어떤 현상에 대한 예측과 추측을 가능하게 한다(USM/24)'는 측면에

대한 이해 수준은 다소 낮은 경향이 있었다. 모델의 시각적 형상화와 현상에 대한 설명력은 과학 교수에 중요한 요소이므로 과학 수업에서 광범위하게 다루어지고 있다.² 반면, 모델의 예측력과 추측력의 측면에 대해서는 상대적으로 잘 다루어지지 않으므로 여기에 원인이 있는 것으로 생각된다. 교사는 과학 수업에서 모델이 어떤 현상을 예측하고 추측하는데 사용될 수 있다는 측면에 대해서도 강조해야 할 것이다.

모델의 잠정성에 대한 견해. 학생들은 모델의 잠정성에 대해 잘 이해하고 있는 것으로 나타났다. 모델의 잠정성과 관련된 모든 문항에서 60% 이상의 학생들이 모델은 바뀔 수 있다고 생각했다. 모델의 잠정성에 대한 이해는 과학 이론의 잠정성, 즉 과학의 본성에 대한 이해에 영향을 줄 수 있으므로,⁵ 올바른 인식이 요구되는 중요한 측면이다. 그러나 선행 연구를 보면 많은 학생들이 과학 이론은 바뀐다고 응답했지만, 바뀌는 이유에 대해서는 어떤 현상에 대해 설명하는 방식이 바뀌었기 때문이라는 현대적 견해가 아닌 예전 이론이 틀렸기 때문이라는 반증주의적 견해를 지니고 있었다.⁸ 즉, 학생들은 모델이 바뀔 수 있다고 인식하고 있을지라도, 모델이 바뀌는 이유에 대해서는 적절하지 않은 견해를 지니고 있을 가능성이 있다. 본 연구에서 사용한 검사지로는 모델이 바뀌는 이유에 대한 학생들의 정확한 생각을 알 수 없으므로, 학생들이 모델의 잠정성에 대해 올바른 견해를 지니고 있다고 결론을 내리기에는 부족한 점이 있다.

모델에 대한 학년별, 성별, 성취 수준별 견해 비교

과학적 모델에 대한 인식 검사의 결과를 학년별, 성별, 성취 수준별로 분석하였다(Table 2). 먼저 모든 하위 집단들의 평균이 리커트 중간 점수인 3점 이상으로 나타나 학생들이 대체로 현대적 견해에 근접한 것을 알 수 있었다. 학년별 비교에서는 중학교 2학년이 3.32, 고등학교 2학년이 3.34로 점수가 유사하였으며, *t*-검증 결과 유의미한 차이가 없었다. 즉 과학의 본성에 대한 레바는 학생들의 견해가 학년에 따라 차이가 없었던 것¹⁸과 유사하게, 과학의 본성의 한 측면인 모델에 대한 학생들의 견해도 학년과 상관없이 그대로 유지되는 것으로 나타났다. 학생들은 과학 수업을 통

해 지구, 분자, 인체, 태양계 등과 같은 다양한 과학적 모델을 접하게 된다. 그러나 학교 수업에서 과학적 모델의 본성이나 역할에 대한 내용이 거의 다루어지지 않았을 수 있다. 또한, 학생들이 모델에 대해 이미 가지고 있는 생각이 변화되기 어려울 수 있다는 것을 의미하는 것으로 볼 수 있다.

성별에 따른 비교에서는 남학생의 평균이 3.37, 여학생의 3.28로 남학생의 평균이 높았다. 이 차이는 *t*-검증 결과 .05 수준에서 유의미한 것으로 나타났다. 즉, 남학생의 과학적 모델에 대한 관점이 여학생에 비하여 보다 현대적인 것으로 나타났다. 일반적으로 과학의 본성에 대한 견해에 대해서는 남학생¹⁹ 혹은 여학생²⁰이 다소 우세하다고 보고된 경우도 있으나 전반적으로 성별에 따른 차이가 크게 나타나지는 않는다.⁸ 이에 비해 모델은 3차원의 구성물로, 모델의 효과적인 사용에는 공간 지각 능력이 중요한 요소로 작용하는 것으로 제안되었다.²¹ 남학생은 여학생보다 공간 지각 능력이 뛰어난 경향이 있으므로,²² 남학생들이 모델에 대해 더 잘 이해할 가능성도 있을 것이다.

학생들의 성취 수준을 상위 수준과 하위 수준으로 구분하여, 모델에 대한 견해 차이를 *t*-검증으로 확인하였다. 분석 결과 상위 수준 학생들의 평균(3.38)이 하위 수준 학생들의 평균(3.27)에 비하여, .01 수준에서 유의미하게 높았다. 과학의 본성에 대한 학생들의 견해는 과학 성적이나 과학 지식과는 무관하다고 보고된 경우가 많았으나,^{18,23} 모델에 대한 학생들의 이해는 과학 성적에 따라 어느 정도 달라지는 것으로 나타났다. 모델은 과학 수업에서 과학 내용의 이해를 위해 사용되는 구체적인 대상이라는 점을 고려할 때, 모델을 사용하여 과학 내용을 설명하는데 좀더 익숙한 학생들이 모델에 대해서도 잘 이해했던 것으로 해석할 수 있다.

모델에 대한 견해와 인식론적 신념 사이의 상관 관계

모델에 대한 견해와 인식론적 신념 사이의 상관 관계를 조사하여 Table 3에 제시했다. 인식론적 신념의 모든 하위 영역과 모델에 대한 인식 사이에 유의미한 부적 상관이 나타났다($p < .01$). 단순한 지식, 권위, 빠른 학습 등 인식론적 신념 검사의 점수가 낮을수록 현대적 견해를 의미하므로, 본 연구의 결과는 모델에 대해 올바르게 못한 견해를 지니고 있는 학생일수록, 지식의 구성과정에 대하여 적절하지 못한 신념을 가지고 있음을 나타낸다. 즉, 모델에 대해 잘못된 견해

Table 2. Students' understanding of models by grade, gender, and achievement level

	Mean (SD)	t	p
Grade			
8th graders (n=137)	3.32 (.30)	-.45	.655
11th graders (n=112)	3.34 (.28)		
Gender			
Male (n=131)	3.37 (.28)	2.48	.014*
Female (n=118)	3.28 (.29)		
Achievement level			
High (n=136)	3.38 (.28)	2.80	.006**
Low (n=113)	3.27 (.29)		

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

Table 3. Correlation between views on the model and epistemological beliefs

	Simple knowledge	Omniscient authority	Certain knowledge	Innate ability	Quick learning
Views on the model	-.207*	-.174*	-.235*	-.181*	-.207*

*p<.01

를 지닌 학생들일수록 과학 지식이 단순하게 구성되어 있고 확실한 것이라고 생각했다. 또 배움에 있어서 교사의 권위가 절대적이고 학습 능력은 타고나는 것이며, 학습은 빠르게 일어난다고 생각하는 것으로 나타났다. 이와 같이 모델에 대해 전통적 견해를 지니는 학생들이 과학 지식을 습득하는 과정이나 과학 이론이 만들어지는 과정에 대해서도 전통적인 관점을 가지고 있음을 알 수 있다. 따라서 모델의 본성이나 역할에 대한 학생들의 이해 수준을 향상시킨다면, 이를 통해 과학 지식을 습득하는 과정에 대한 이해도 향상시킬 수 있다는 가능성을 제안할 수 있다.¹⁹⁾

결론 및 제언

본 연구에서는 모델에 대한 학생들의 견해를 조사하고, 학년과 성, 성취도에 따라 견해를 비교했다. 또한 학생들이 지니고 있는 모델에 대한 견해가 인식론적 신념에 대한 통찰을 줄 수 있을 것이라는 가정에 기초하여 모델에 대한 인식과 인식론적 신념 사이의 상관 관계를 조사했다.

학생들은 모델이 시각적으로 형상화된 설명 도구라는 것을 잘 이해하고 있었으며, 모델의 다양성과 유용성, 잠정성 등에 대해서도 비교적 잘 이해하고 있었다. 그러나 모델의 실재성에 대한 학생들의 견해는 현대적 견해와 거리가 먼 것으로 나타났다. 과학 수업에서 모델의 역할과 의미, 제한점 등에 대한 자세한 설명 없이 모델이 사용되는 것에 한 원인이 있을 수 있으므로,¹⁰⁾ 교과서에서 모델에 대한 설명이 적절하게 제시되어 있는지, 설명이 생략되어 있지는 않은지 등에 대한 분석이 이루어져야 할 것이다.

모델에 대한 학생들의 견해는 학년이 올라가도 변함이 없었다. 또한 모델에 대한 남학생과 여학생의 견해 비교에서는 남학생이 여학생보다 모델에 대해 더 잘 이해하였으며, 성취 수준에 따른 비교에서는 모델의 사용에 좀더 익숙한 상위 수준 학생들이 하위 수준 학생들보다 모델에 대해 더 잘 이해하는 것으로 나타났다. 따라서 과학 수업에서 모델의 본성에 대한

이해 측면에서 과학 수업이 진행될 필요가 있다. 특히, 여학생이나 하위 수준 학생들이 모델의 사용에 대해 가지고 있는 어려움을 파악하여 모델의 사용에 좀더 익숙해지도록 해야 할 것이다.

한편, 모델에 대한 인식과 인식론적 신념 간에 상관관이 나타나, 모델에 대한 학생들의 견해는 학생들이 지니고 있는 인식론적 신념에 대한 정보를 주는 것으로 확인되었다. 즉, 과학 지식이 구성되는 과정이나 학습의 본성에 대하여 바른 견해를 지닌 학생일수록 모델에 대해서도 현대적 견해를 지니고 있었다. 이에 모델의 본성이나 역할에 대한 이해 향상을 통해 인식론적 신념에 대한 적절한 이해를 얻을 수 있는지도 조사해 볼 필요가 있다.

본 연구는 객관식 설문지를 통해 조사했으므로 학생들의 모델에 대한 견해를 정확하게 밝히기에는 제한이 뒤따른다. 따라서 인터뷰나 주관식 문항 등을 통해 학생들의 견해를 심도있게 조사할 필요가 있다. 또한 외국에서는 수업에서 모델을 사용할 때의 제한점, 모델과 관련한 교과서 분석 등에 관한 다양한 연구들이 진행된 반면, 국내에서는 모델에 대한 연구가 거의 이루어지지 않았다. 모델은 과학 수업에서 매우 중요한 위치를 차지하고 있으므로, 여러 측면에서 모델에 대한 연구가 이루어져야 할 것이다.

인용문헌

- Harrison, A. G.; Tregust, D. F. *International Journal of Science Education* **2000**, 22, 1011.
- Gilbert, J. K.; Boulter, C. J. In *International Handbook of Science Education*. Fraser, B. J.; Tobin, K. G., Eds.; Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, 1998; p 53-66.
- Tregust, D. F.; Harrison, A. G. In *Researching Teaching: Methodologies and Practices for Understanding Pedagogy*. Loughran, J., Ed.; Falmer Press: London, 1999; p 28-43.
- Bhushan, N.; Rosenfeld, S. *Journal of Chemical Education* **1995**, 72, 578.
- Gilbert, J. K. *Models in science and science education. Exploring models and modeling in science and tech-*

- nology education*, The University of Reading: Reading, UK, 1997.
6. Harrison, A. G.; Treagust, D. F. *Science Education* **1996**, *80*, 509.
 7. Treagust, D. F.; Chittleborough, G.; Mamiala, T. *International Journal of Science Education* **2002**, *24*, 357.
 8. 노태희; 김영희; 한수진: 강석진 *한국과학교육학회지* **2002**, *22*, 882.
 9. 조정일: 주동기 *한국과학교육학회지* **1996**, *16*, 200.
 10. Treagust, D. F.; Chittleborough, G.; Mamiala, T. *Students concept of models: An epistemological and ontological perspective*; Proceeding Western Australian Institute for Educational Research Forum 2000, 2001.
 11. Simpson, J. A.; Weiner, E. S. C. *The Oxford English Dictionary*; Clarendon Press: Oxford, 1989.
 12. 노태희: 최용남 *화학교육* **1998**, *25*, 189.
 13. Schommer, M. *Journal of Educational Psychology* **1990**, *82*, 498.
 14. Kozma, R. B.; Russell, J. *Journal of Research in Science Teaching* **1997**, *34*, 949.
 15. Duveen, J.; Scott, L.; Solomon, J. *School Science Review* **1993**, *75*, 19.
 16. Hardwicke, A. J. *School Science Review* **1995**, *77*, 59.
 17. Gilbert, J. K.; Boulter, C.; Rutherford, M. *International Journal of Science Education* **1998**, *20*, 187.
 18. Khishfe, R.; Abd-El-Khalick, F. *Journal of Research in Science Teaching* **2002**, *39*, 551.
 19. Flegg, R. B.; Burke, C.; Burroughs-Lange, S. G.; Cook, A. *Australian Science Teachers Journal* **1995**, *41*, 74.
 20. Solomon, J.; Scott, L.; Duveen, J. *Science Education* **1996**, *80*, 493.
 21. Barnea, N.; Dori, Y. J. *Journal of Science Education and Technology* **1999**, *8*, 257.
 22. Pittman, K. M. *Journal of Research in Science Teaching* **1999**, *36*, 1.
 23. Mbajioru, N. M.; Ali, A. *Science Education* **2003**, *87*, 31.