

과학 관련 태도 측면에서 본 과학 교수 학습 방법별 교육 효과

김선희 · 정찬미 · 신동희
(이화여자대학교)

The Effect of Science Teaching and Learning Methods from the Perspectives of the Science-Related Attitude

Kim, Seon-Hee · Jung, Chan-Mi · Shin, Dong-Hee
(Ewha Womans University)

ABSTRACT

In this study, we summarized and analyzed domestic research papers including science-related attitude in science education over the past 30 years, mainly teaching & learning methods. We reviewed 240 papers of experimental design in Journal of the Korean Association for Research in Science Education and Journal of Korean Elementary Science Education until the last volume of 2014 with results of statistical significance. The results are that students preferred group compensation rather than individual compensation. Also, students' active participation in class activities were effective in promoting students' science-related attitude. On the other hand, students' attitudes related to science did not show significant effectiveness in science class focusing on conceptual understanding. The results of this study regarding the positive or negative influence of teaching & learning methods in science will be expected to be useful when science teacher makes a selection the proper teaching methods.

Key words : teaching & learning methods, science related-attitude, affective domain

I. 서 론

첨단 과학 기술의 영향이 커지고 있는 현대 사회 임에도 불구하고, 끊임없이 제기되는 학생들의 이공계로의 진출 회피 문제(Chung & Lee, 2004), 우리나라 학생들이 국제 학업 성취도 평가에서 줄곧 최상위권의 성적을 유지하는 반면, 정의적 영역에서의 만족도가 매우 낮은 현상(Kim & Cho, 2013) 등은 과학 교육 분야에서 정의적 측면의 연구를 통한 개선의 필요성을 시사한다. 이미 Lee *et al.*(1995), Lee and Kim(1996), Lee and Kim(2004), Yang *et al.*(2005) 등은 과학 교육에서 인지적 영역에 비하여 정의적 영역에 대한 관심이 적은 교육 현장에서의 실태를 지적하며 정의적 영역과 관련된 교육과 연구의 중요성을 강조한 바 있다. 또한 정의적 측면

에서의 동기 유발은 인지적 측면에서 학생들의 학습을 촉진시키기 때문에, 균형 잡힌 과학 교육을 위해서 학생들이 과학에 대해 긍정적 태도를 가지고, 과학 학습에 자신감을 가질 수 있도록 도움을 줄 필요가 있다(Kim *et al.*, 2007). 정의적 측면에 영향을 주는 변인은 수업 내용, 교사, 교수·학습 환경 등 매우 다양하지만, 본 연구에서는 현재까지 이루어진 과학 교육 연구 결과를 교수 학습 방법에 따라 과학 관련 태도에서의 교육 효과를 분석하고자 한다.

넓은 의미의 수업에서 수업 모형, 방법, 전략 등은 수업의 핵심 요소다(Kim *et al.*, 2014). 수업 전략과 관련하여 Cho and Park(1999)은 어떤 주제나 내용에도 적절한 전략은 없다고 했으며, Cho(2003)는 교수·학습의 방법·전략·원리는 그와 관련 있는

이론, 교수 학습 내용, 그 목적 등에 따라 그 효과가 달라질 수 있음을 시사했다. 과학 교수 학습 방법은 학교 과학 교육을 실제적으로 구현하는 방법이라고 볼 수 있는데(Kang, 2010), 2009 개정 교육 과정에 따른 과학과 교육과정 목표에는 관찰, 실험, 조사, 토론 등 다양한 탐구 활동 중심의 학습이 이루어지도록 하며, 개별 활동뿐만 아니라, 모둠 활동을 통해 과학적 태도와 의사소통 능력을 기르도록 하는 것을 명시하고 있다. 교수·학습 방법 측면에서도 첨단 과학 자료나 과학사를 도입하여 과학에 대한 흥미와 호기심을 유발하고, 과학 글쓰기와 토론을 통해 창의적 사고력 등을 함양할 수 있도록 제시하고 있다(MOEST, 2011). 이는 교수·학습 방법에 따라 과학 관련 태도가 변화할 수 있음을 의미하며, 이와 관련된 예는 지금까지 이루어진 다양한 연구 결과를 통해 확인할 수 있다. 특정 교수·학습 프로그램의 투입 결과 Lim *et al.*(1999), Kang and Kim(2005), Kwon and Lee(2010) 등의 연구에서는 과학과 과학 학습에 대한 태도가 함양되었으며, Lee(2011), Lee and Choi(2014), Dong *et al.*(2010) 등의 연구에서는 과학적 태도의 향상이 나타났다. 반면, Park *et al.*(2000), Han *et al.*(2005a), Kang *et al.*(2006)과 같은 연구에서는 수업 처치가 과학 관련 태도 향상에 대체로 효과가 없음을 보고했다. 이상의 연구 결과들에 더하여 교수·학습 방법별 과학 관련 태도의 효과에 대하여 보다 체계적으로 파악하고, 그 결과를 분석하여 실제 과학 교육 실행에 적절히 반영하는 것은 매우 중요하다고 할 수 있다.

국외의 경우, 과학 관련 태도와 다양한 변인과의 관계에 관한 연구 및 특정 수업 처치가 과학 관련 태도에 미치는 영향에 관한 연구가 꾸준히 이루어져 왔으며(Haladyna *et al.*, 1982; Laforgia, 1988; Stake & Mares, 2005; Tomas *et al.*, 2011), 성별에 따른 정의적 영역의 교육 효과에 관한 연구(Haussler & Hoffmann, 2002; Britner, 2008)도 실행되었다. 다양한 교수 학습 방법 중 STS 수업, 협동학습, 체험 및 야외 활동, 능동적 학습, 탐구 프로젝트 등의 교수 학습 방법이 과학 관련 태도에 주는 긍정적 영향에 대한 연구도 진행되었다(Finson & Enochs, 1987; Lazarowitz *et al.*, 1988; Jarvis & Pell, 2005; Taraban *et al.*, 2007; Price & Lee, 2013). 또한 비공식적 과학 교육 촉진을 위한 정의적 학습 방법이 개발되기도

하였으며(Meredith *et al.*, 1997), 감정적 실행, 과학자-멘토 활동 등 참신한 교육 활동들이 정의적 영역에 미치는 영향에 관한 연구가 보고되었다(Zembylas, 2004; Scogin & Stuessy, 2015). 이렇듯 국외의 경우에도 새로운 교수·학습 방법의 적용에 관한 연구, Fortus(2014)의 분석과 같이 다수의 과학 교육 논문을 태도, 동기 부여, 흥미, 자기효능감, 자기 개념 등 정의적 영역의 요소를 중심으로 개괄적으로 살펴본 연구도 실행되어 왔다.

국내의 경우, 교육과정, 수업 현장, 학생들의 사회 문화적 배경 등의 측면에서 국외와는 다른 교육적 상황에 처해 있다. 즉, 국외 연구에서 과학 관련 태도의 함양에 도움을 준 교수 학습 방법이라고 해도 국내 교육 현장에서는 다른 결과가 나올 수 있을 가능성이 있으므로, 국내의 연구 결과를 체계적으로 분석할 필요성이 제기된다. 최근 이루어진 Jho (2012)의 과학 관련 태도에 대한 문헌 분석 연구는 초등학생을 대상으로 한 선행 연구 논문에 한정하여 분석한 바 있지만, 초중등 전체에서 과학 교수 학습 방법에 따라 과학 관련 태도에 어떤 영향을 미치는 지에 대한 연구 결과 분석도 필요하다. 이와 같은 상황에 비추어 볼 때 과학 교육에서의 정의적 영역에 영향을 미치는 교수·학습 방법에 대한 지난 30여 년 간의 국내 연구 결과를 광범위하게 살펴보는 것은 정의적 영역에 대한 최근의 교육적 요구를 충족시키는 동시에 과학 교육 측면에서 중요한 시사점을 제공해 줄 수 있다는 점에서 의의가 있다. 또한 분석 결과를 바탕으로 교수·학습 방법이 적절하게 적용되어 학생들의 과학 관련 태도를 포함한 정의적 영역 함양된다면, 이는 학업 성취도 향상과 과학 관련 진로 선택과도 자연스럽게 이어질 수 있을 것이다. 본 연구는 교수·학습 방법별로 과학 관련 태도측면에서의 효과를 분석 및 종합하여 그 결과를 제시하는 것에 목적이 있다. 과학 관련 태도 함양에 긍정적 또는 부정적으로 영향을 미친 각 교수·학습 방법에 관한 분석 결과를 통해 일선의 수업 현장에서 과학 교사들이 학습 방법을 활용할 때 많은 도움을 줄 수 있을 것으로 기대한다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 과학 관련 태도의 범주

과학 교수 학습 방법에 따른 과학 관련 태도의

Table 1. Categories of science-related attitude in this study

Category	Elements
Attitude toward science	Social implications of science, awareness of the nature of science, attitude to scientists, attitude related to science careers, attitude to environmental protection/life/nature, etc.
Attitude toward science learning	Attitude to science teachers and science classes, perceptions of learning environment, learning motivation, difficulties and anxiety in science-related activities, self-efficacy, etc.
Scientific attitude	Openness, objectivity, continuity, critical thinking, prudence, voluntarily, honesty, readiness, cooperation, curiosity, patience, creativity, judgment reserved, etc.

효과 분석에 앞서, 먼저 과학 관련 태도가 무엇인지 명확하게 정의할 필요가 있다. Myeong(1996)이 과학 교육에서 태도 관련 연구가 갖는 약점 중 하나로 용어 정의의 불명확성을 지적했듯이, 과학 관련 태도에 대한 정의는 연구자에 따라 매우 다양하다. Lim(1995)과 Lee *et al.*(1995), Yang *et al.*(2005)은 과학에 관련된 태도를 과학에 대한 태도, 과학의 사회적 의미, 과학 교과에 대한 태도, 과학적 태도로 분류하여 연구했다. 최근에 Jho(2012)는 인지적, 정의적, 행동적 영역으로 구성된 요인으로 과학 관련 태도를 정의하여 관련 문헌을 분석했다. 본 연구에서는 선행 연구에서 분석 대상 논문에서 도출된 태도 관련 항목들과 과학 관련 태도를 분류하는 다양한 기준(Park, 2004; Lee, 2009)을 바탕으로 과학 관련 태도를 과학에 대한 태도, 과학 학습에 대한 태도, 과학적 태도의 세 가지 범주를 포괄하는 개념으로 정의했으며, 각각의 세부 항목은 Table 1과 같다. 과학에 대한 태도는 과학에 대한 느낌, 신념 등 과학이나 과학과 관련된 문제에 대한 긍정적 혹은 부정적 성향을 의미하고, 과학 학습에 대한 태도는 과학을 배우는 것에 대한 흥미와 호기심 등을 의미한다. 과학적 태도는 일반적으로 훌륭한 과학자의 특징을 말한다(MOE, 2015).

2. 분석 대상

본 연구는 국내에서 이루어진 다양한 과학 교수 학습 방법 연구에서 과학 관련 태도 측면에서 어떤 효과가 있었는지 결과를 밝힌 논문을 분석하여 과학 관련 태도 함양을 위한 과학 교수 학습 방법의 시사점을 찾고자 했다. 이를 위해 한국연구재단 등재지로서 국내 과학 교육 분야에서 최고의 권위를 인정받고 있는 한국과학교육학회지(Journal of the Korean Association for Research in Science Education: JKARSE)와 초등과학교육(Journal of Korean Elementary Science Education: JKESE) 등 2종의 과학 교과 교육 전문 학술지에 게재된 전체 논문을 분석 대상으로 했다. 1차 검토 대상은 JKARSE 1권 1호부터 34권 7호까지의 전체 논문 1,697편과 JKESE 1권 1호부터 33권 4호까지의 전체 논문 828편으로, 총 2,525편이었다(Table 2). 이들 1차 검토 대상 논문 중 과학 관련 태도의 결과를 제시함과 동시에, 과학 교육 프로그램을 개발하고 적용하여 교육 효과를 제시한 324편의 논문을 추출했다. 이 중, 초·중·고등학생을 대상으로 교육 프로그램을 적용하고, 프로그램의 적용 효과 여부와 직접적으로 관련되며, 과학 관련 태도에 대하여 통계적 유의미성을 검증한 240편의 논문을 최종 분석 대상으로 선정했다.

Table 2. Research articles analyzed in this study

Publisher	JKARSE Korean Association for Research in Science Education	JKESE Korean Elementary Science Education	Total
Publication period (volume/number)	1978(1/1)~2014(34/7)	1983(1/1)~2014(33/4)	
Number of total articles	1,697	828	2,525
Number of articles with results about affective domain	510	310	820
Number of experimental research articles with results about affective domain	177	147	324

3. 교수 학습 방법 유형

본 연구는 교수 학습 방법별로 과학 관련 태도에 서 어떤 효과가 있는지 파악하는 데 목적이 있다. 이를 위해 240개 논문에 제시된 교육 프로그램의 교수 학습 방법을 귀납적으로 범주화하는 과정을 거쳤다. 여기서 교수 학습 방법은 수업 모형 및 수업 전략을 포함한 넓은 의미로 정의하고, 이를 기준으로 분석했다. 범주들은 2인의 연구자가 각자 논문을 읽으며, 추출한 구체적 교수·학습 방법을 기술한 후, 과학 교육 전문가 1인과 함께 모여 소영역 및 대영역의 체계를 갖춘 범주들을 개발했다. 이를 초등학생들의 과학 관련 태도에 영향을 주는 수업 처치의 수업 모형 및 수업 전략에 대한 분류(Jho,

2012)와 비교했을 때, 영역별 요소와 적용 빈도를 제시한 것은 전체적으로 유사하지만, 분류 기준 면에서 차이가 있다고 할 수 있다. Jho(2012)의 경우, 활동 형태와 교수 지도 방법을 2개의 대영역으로 설정한 후, 활동 형태에 따라서는 개인, 소집단 활동, 학급 전체로, 교수 지도에 따라서는 강의, 실험/탐구, 관찰/조작, 토론 등 10개의 소영역으로 분류했다. 분석 대상 논문에 포함된 다양한 교수 학습 방법을 유사한 유형으로 범주화 하는 귀납적 과정을 거쳐 분류한 본 논문과 달리, Jho(2012)는 활동 형태와 교수 방법을 정한 후 해당 논문들을 범주화했다.

본 연구에서는 탐구/체험 중심 활동, 협동학습/상

Table 3. Teaching & learning methods in science education program from the perspectives of science-related attitude

Category	Subject(%)			Elements(number)
	T	E	S	
Inquiry/experience-focused activities	36 (15.0)	24 (18.2)	12 (11.1)	Extracurricular experience-focused activities(10), Inquiry/experiment(6), Free inquiry(5), Experiment using real life material(4), Small-scale chemistry(4), Curriculum-based field experience(2), Others(5)
Cooperative learning/Small group activity -based interaction	36 (15.0)	14 (10.6)	22 (20.4)	Cooperative learning model(12), Emphasizing social interaction(9), Difference from types of grouping(6), Application with other strategy(4), Generate cooperative learning(3), Others(2)
Introduction of new learning materials	28 (11.7)	17 (12.9)	11 (10.2)	Literature and comics(6), History of science(5), Video(4), Portfolio(3), Newspaper(2), Girl-friendly science content(2), Others(5)
Utilizing specific teaching-learning model	28 (11.7)	13 (9.8)	15 (13.9)	STS learning model(7), Concept change learning model(6), Learning cycle model(5), Problem solving learning model(5), Others(2)
Learning with computer	19 (7.9)	8 (6.1)	11 (10.2)	Computer-assisted instruction(9), Web-based learning(4), Microcomputer-based laboratory(4), Others(2)
Graphic organizer/drawing activity	16 (6.7)	8 (6.1)	8 (7.4)	Concept map(6), Mind map(2), Systematic drawing(2), Small group drawing(2), V diagram(1), Visual note(1), Multiple external representations(1), Others(1)
Specific strategies for affective characteristics	16 (6.7)	9 (6.8)	7 (6.5)	Self-regulation(5), Harmonizing cognitive & affective domain(3), ARCS model(3), Leadership training(2), Others(3)
Brain/cognitive function and metacognitive strategies	12 (5.0)	11 (8.3)	1 (0.9)	Brain/cognitive functions(6), Metacognition(5), Multiple intelligence(1)
Writing activity	10 (4.2)	9 (6.8)	1 (0.9)	Science writing heuristic(2), Science diary, journal(2), Science writing using newspaper articles(1), Creative science writing(1), Science writing using 3 step strategy(1), Others(3)
Application of various assessment method	9 (3.8)	3 (2.3)	6 (5.6)	Performance assessment(5), Formative assessment(4)
Analogy	8 (3.3)	1 (0.8)	7 (6.5)	Handling analog/role play(3), Generating analogies(3), Linguistic analogy(1), Others(1)
Others	22 (9.2)	15 (11.4)	7 (6.5)	STEAM(8), Projects(2), Career-related activities(2), Others(10)
Total	240 (100)	132 (100)	108 (100)	

* T: total, E: elementary school, S: secondary school

호작용 중심 소집단 활동 등 12개의 대영역과 각 영역을 세분화한 61개의 소영역으로 범주화했다(Table 3). Table 3에 보여지듯이, 연구 대상의 학교급(초등, 중등)에 따라 교수 학습 방법의 활용 정도에 차이가 있다. 특히 초등을 대상으로 한 과학 교육 프로그램에서는 탐구/체험 중심 활동, 뇌/인지 기능 관련 수업 및 초인지 전략, 글쓰기 활동을 중등을 대상으로 한 경우보다 5.9~7.1% 더 높게 선호했다. 중등을 대상으로 한 과학 교육 프로그램에서는 협동학습/상호작용 중심 소집단 활동 및 비유를 초등을 대상으로 한 경우보다 각각 9.8%, 5.7% 더 높게 선호했다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 태도 범주별 교수 학습 방법의 효과 비교

총 12가지 교수 학습 방법 유형별 과학 관련 태도 범주에서의 효과는 Fig. 1과 같다. 학교급을 초등과 중등으로 구별했는데, 최종 분석 대상 논문 중 연구 대상이 중복되는 경우는 없었다. 최종 분석 대상 논문에서 결과로 제시한 프로그램의 효과 유무를 과학 관련 태도 3범주로 구별했는데, 각 범주의 세부 요소별로 효과 유무가 다른 경우에는 세부 요소의 절반 이상이 효과가 있을 때에 ‘효과 있음’으로 최종 판단했다. 하나의 논문에서 여러 범주의 과학 관련 태도의 효과를 언급한 경우, 중복 집계했다. 태도별 효과율은 다음과 같이 산출했다.

$$\text{효과율}(\%) = \frac{N(\text{효과있음})}{N(\text{효과있음}) + N(\text{효과없음})} \times 100$$

각 교수 학습 방법에 따른 태도별 효과율은 ‘효과 있음’과 ‘효과 없음’ 논문을 합쳐 5개 이상인 경우에만 의미 있는 통계치로 고려해 해석했으며, 그 값은 Fig. 1에서 회색 음영으로 표시되어 있다¹⁾.

1) 과학에 대한 태도

태도 범주 중 과학에 대한 태도의 효과 유무를 확인한 빈도는 중등(55회)이 초등(34회)보다 21회 더 많았는데, 효과율은 중등(69.1%)과 초등(67.6%)이 비슷했다. 교수 학습 방법별 효과율을 비교해

보면, 초등의 경우 과학에 대한 태도를 증진하는데 특정 학습 모형 적용(85.7%)이 가장 높았고, 기타(75.0%), 탐구/체험 중심 활동(71.4%), 새로운 학습 자료 도입(70.0%)이 그 뒤를 이었으며, 협동학습/상호작용 중심 소집단 활동(66.7%)은 비교적 효과적이지 않았다. 중등의 경우, 과학에 대한 태도를 향상시키는 데 새로운 학습 자료 도입(87.5%)이 가장 높은 효과율을 보였고, 탐구/체험 중심 활동(75.0%)이 그 뒤를 이었으며, 특정 학습 모형 적용(66.7%)은 비교적 효과적이지 않았다.

2) 과학 학습에 대한 태도

태도 범주 중 과학 학습에 대한 태도의 효과 유무를 확인한 빈도는 중등(89회)이 초등(70회)보다 19회 더 많았고, 효과율은 반대로 초등(80.0%)이 중등(70.8%)보다 9.2% 더 높았다. 교수 학습 방법별 효과율을 비교해 보면, 초등의 경우 과학 학습에 대한 태도에서는 정의적 특성 향상 전략을 활용한 수업이 효과율 100%였고, 다음으로 새로운 학습 자료 도입(87.5%), 컴퓨터 활용(83.3%), 뇌/인지 기능 관련 수업 및 초인지 전략(83.3%), 특정 학습 모형 적용(80.0%), 탐구/체험 중심 활동(77.8%), 협동학습/상호작용 중심 소집단 활동(75.0%) 등의 순으로 효과적이었다. 중등의 경우, 정의적 특성 향상 전략을 활용한 수업이 효과율 100%로 초등과 마찬가지로 가장 높았고, 새로운 학습 자료 도입(83.3%), 비유 활용(83.3%), 컴퓨터 활용(81.8%), 이미지 활용 및 그리기 활동(80.0%), 기타(80.0%)가 그 뒤를 이었으며, 다양한 평가 방법 적용(66.7%), 특정 학습 모형 적용(60.0%), 협동학습/상호작용 중심 소집단 활동(59.3%), 탐구/체험 중심 활동(50.0%)은 비교적 효과적이지 않았다.

3) 과학적 태도

태도 범주 중 과학적 태도의 효과 유무를 확인한 빈도는 초등(72회)이 중등(19회)보다 53회 더 많아 매우 차이가 컸고, 효과율은 중등(68.4%)과 초등(69.4%)이 비슷했다. 교수 학습 방법별 효과율을 비교해 보면, 초등의 경우 과학적 태도를 향상시키는 데 글쓰기 활동(88.9%), 뇌/인지 기능 관련 수업 및 초인지 전략(87.5%)이 가장 효과적이었다. 글쓰기 또는

1) 교수 학습 방법별 효과율에서 유의미함을 판단하는 기준은 교수 학습 방법별로 ‘효과 있음’과 ‘효과 없음’ 논문 개수 합에 평균이 4.7개임에 비롯한다.

교수 학습 방법 (대영역)	학교급	태도 범주											
		전체 합계			과학에 대한 태도			과학 학습에 대한 태도			과학적 태도		
		N(효과 있음)	N(효과 없음)	효과율(%)	N(효과 있음)	N(효과 없음)	효과율(%)	N(효과 있음)	N(효과 없음)	효과율(%)	N(효과 있음)	N(효과 없음)	효과율(%)
탐구/체험 중심 활동	초등	20	8	71.4	5	2	71.4	7	2	77.8	8	4	66.7
	중등	12	5	70.6	3	1	75.0	3	3	50.0	6	1	85.7
협동학습/상호작용 중심 소집단 활동	초등	14	7	66.7	4	2	66.7	9	3	75.0	1	2	33.3
	중등	17	13	56.7	1	1	50.0	16	11	59.3	0	1	0.0
새로운 학습 자료 도입	초등	20	7	74.1	7	3	70.0	7	1	87.5	6	3	66.7
	중등	12	2	85.7	7	1	87.5	5	1	83.3	0	0	-
특정 학습 모형 적용	초등	15	4	78.9	6	1	85.7	4	1	80.0	5	2	71.4
	중등	13	9	59.1	6	3	66.7	6	4	60.0	1	2	33.3
컴퓨터 활용	초등	10	3	76.9	4	0	100	5	1	83.3	1	2	33.3
	중등	12	3	80.0	2	1	66.7	9	2	81.8	1	0	100
이미지 활용 및 그리기 활동	초등	5	8	38.5	1	3	25.0	1	2	33.3	3	3	50.0
	중등	6	2	75.0	1	1	50.0	4	1	80.0	1	0	100
정리적 특성 향상 전략	초등	12	0	100.0	2	0	100	6	0	100	4	0	100
	중등	6	1	85.7	0	0	-	6	0	100	0	1	0.0
뇌/인지 기능 관련 수업 및 초인지 전략	초등	14	3	82.4	2	1	66.7	5	1	83.3	7	1	87.5
	중등	1	0	100.0	0	0	-	0	0	-	1	0	100
글쓰기 활동	초등	12	2	85.7	1	0	100	3	1	75.0	8	1	88.9
	중등	2	0	100.0	1	0	100	1	0	100	0	0	-
다양한 평가 방법 적용	초등	3	4	42.9	0	2	0.0	2	1	66.7	1	1	50.0
	중등	6	3	66.7	1	1	50.0	4	2	66.7	1	0	100
비유 활용	초등	0	2	0.0	0	1	0.0	0	0	-	0	1	0.0
	중등	6	1	85.7	0	0	-	5	1	83.3	1	0	100
기타	초등	19	5	79.2	6	2	75.0	7	1	87.5	6	2	75.0
	중등	6	4	60.0	1	2	33.3	4	1	80.0	1	1	50.0
총계	초등	144	53	73.1	38	17	69.1	56	14	80.0	50	22	69.4
	중등	99	43	69.7	23	11	67.6	63	26	70.8	13	6	68.4
	전체	243	96	71.7	61	28	68.5	119	40	74.8	63	28	69.2

Fig. 1. The effect of teaching & learning methods on science-related attitude

보고서 제출과 같은 과제 중심의 활동이 초등학생들의 과학 관련 태도의 유의미한 차이가 없었다는 Jho(2012)의 연구와는 다소 다른 결과일 수 있으나, 글로 표현하는 과제의 유형, 학생에게 주는 부담 정도나 교사의 지도 상황에 따라 다른 결과가 나타날 수 있음을 보여주는 예로 생각할 수 있다. 이외에 특정 학습 모형 적용(71.4%)이 비교적 효과적이었으며, 탐구/체험 중심 활동(66.7%), 새로운 학습 자

료 도입(66.7%), 이미지 활용 및 그리기 활동(50.0%)은 비교적 효과적이지 않았다. 중등에서는 과학적 태도의 효과를 언급한 논문이 많지 않아서 의미 있는 통계치가 1명역뿐이었는데, 탐구/체험 중심 활동이 85.7%로 과학적 태도를 향상시키는 데 높은 효과를 나타냈다.

4) 교수 학습 방법별 과학 관련 태도에 대한 효과

Fig. 1을 토대로 교수 학습 방법별 과학 관련 태도에 대한 효과의 정도를 ‘높음(high)’과 ‘낮음(low)’으로 구별하면 Table 4와 같다. 효과의 정도를 구분하는 기준은 효과율 70%였으며, 해당 학교급의 교수 학습 방법별 효과율을 산출하는 근거가 되는 연구가 5개 미만인 경우, 통계치의 의미가 없다고 판단하여 ‘-’로 표기했다.

모든 태도 범주와 학교급에 대한 통계치가 도출된 교수 학습 방법은 탐구/체험 중심 활동으로 유일했다. 탐구/체험 중심 활동은 과학 관련 태도의 효과율이 초등 71.4%, 중등 70.6%로 전반적으로 높았다. 이는 실험 및 탐구를 포함한 수업 이후 초등 학생의 과학 관련 태도가 유의미하게 향상된 결과를 보여주었다는 선행연구와 일치한다(Jho, 2012). 태도 범주별로 자세히 살펴보면, 탐구/체험 중심 활동은 과학에 대한 태도를 향상시키는 데 초·중등에서 공통적으로 효과적이지만, 다른 태도 범주에 대해서는 초·중등에서 상대적으로 상반된 결과를 나타냈다. 과학 학습에 대한 태도의 경우, 중등보다는 초등에서 보다 효과적이었으며, 과학적 태도의 경우, 반대로 중등에서 비교적 더 효과가 있는 것으로 나타났다. 특정 학습 모형 적용은 중등 대상 과학적 태도의 효과 여부를 알 수 없는 것을 제외하고, 탐구/체험 중심 활동과 유사한 형태의 범주별 효과를 나타냈다.

새로운 학습 자료 도입은 과학에 대한 태도 및

과학 학습에 대한 태도를 향상시키는 데 초·중등에서 동일하게 효과적인 유일한 교수 학습 방법이었다. 이 방법을 제외하고는, 동일한 교수 학습 방법인 경우에도 대상의 학교급에 따라 과학 관련 태도의 효과의 정도에 차이가 나타났다. 이는 어떤 과학 관련 태도를 향상하고자 할 때, 대상의 수준에 맞게 교수 학습 방법이 계획되어야 함을 시사한다. 각각의 교수 학습 방법별 효과에 대한 자세한 질적 분석은 2~13번에 기술되어 있다.

2. 탐구/체험 중심 활동

탐구, 체험 중심의 과학 활동은 1996년부터 2014년까지 총 36회 적용되었고, 통계적 유의미도를 검증한 교육 프로그램들 중 가장 많았다. 1990년대 후반에는 실험 수업에서 특정 수업 모형의 적용 효과(Noh *et al.*, 1997a; Kim & Chung, 1996)를, 2000년대 초반에는 확장적 과학 탐구 활동 도입의 효과를 보았는데(Yoon & Pak, 2000), 2000년대 중반부터 본격적으로 탐구, 체험 중심의 과학 활동 관련 연구가 다양화되어, 교과 시간 밖 체험 중심 활동, 교과 내용 관련 야외 활동, 실생활 소재 및 도구를 활용한 실험, SSC(small-scale chemistry) 실험 활동, 자유 탐구, 탐구 중심 활동 등의 유형으로 분류할 수 있다.

교과 시간 밖 체험 중심 활동은 2000년대 이후 적용되었는데, 모두 수업에 대한 즐거움을 높이고, 과학적 태도를 신장시키는 데 효과가 있었다. 과학

Table 4. The degree of effect of teaching & learning methods on science-related attitude

Category	Attitude toward science		Attitude toward science learning		Scientific attitude	
	E	S	E	S	E	S
Inquiry/experience-focused activities	high	high	high	low	low	high
Cooperative learning/small group activity-based interaction	high	-	high	low	-	-
Introduction of new learning materials	high	high	high	high	-	-
Utilizing specific teaching-learning model	high	high	high	low	low	-
Learning with computer	-	-	high	high	-	-
Graphic organizer/drawing activity	-	-	-	high	-	-
Specific strategies for affective characteristics	-	-	high	high	-	-
Brain/cognitive function and metacognitive strategies	-	-	high	-	high	-
Writing activity	-	-	-	-	high	-
Application of various assessment method	-	-	-	-	-	-
Analogy	-	-	-	high	-	-
Others	-	-	-	-	-	-

* E: elementary school, S: secondary school

적 태도 전반 혹은 하위 영역 일부에 유의미한 향상을 보인 것은 과학 탐구 및 체험 활동에 기반한 과학반 활동(Shin *et al.*, 2011), 학부모와 학생이 가정에서 수행하는 가족 활동 프로그램(Jee & Park, 2013), 계발 활동에 실시한 과학 놀이 활동(Kim *et al.*, 2004) 등이 있었다. 과학 학습에 대한 태도를 유의하게 향상시킨 것은 전통 문화재 탐방 프로그램(Jo & Kim, 2001), 과학관 교육 프로그램(Lee *et al.*, 2010a) 등이 있었으며, 특히 저소득 초등학생을 대상으로 한 과학 체험 교실(Kim *et al.*, 2009) 및 과학 실험 프로그램(Lee *et al.*, 2010b)은 참여 학생의 자아 존중감과 자기 유능감을 유의하게 향상시켰다. 또한 환경 관련 체험 활동은 환경 소양 및 정서를 유의미하게 향상시켰다(Ju *et al.*, 2013; Lyu & Shin, 2014; Hwang & Park, 2014). 야외 학습의 효과를 본 연구는 많지 않았지만, 모두 과학적 태도 함양에 효과적이었다. 초등 4학년 식물 내용과 관련하여 자연 나눔 학습 방법을 적용하거나(Choi & Kim, 2011), 초등 4학년 지질 내용에 STEAM을 적용한 야외 학습(Kim & Hong, 2014)는 모두 과학적 태도를 유의하게 향상시켰다.

실험에서 실생활 관련 주제 및 도구를 활용한 경우, 모두 정의적 영역에 긍정적 영향을 주었다. 페트병, 종이 상자 등 생활 주변 자료의 활용은 과학적 태도(Yun & Moon, 2007) 혹은 과학 학습에 대한 태도(Jin & Lee, 1998)를 향상시켰고, 실생활 소재 과학 탐구 모듈(Kim & Kim, 2005)과 외부 지원의 생활 과학 교실 프로그램(Kim & Jang, 2009) 또한 과학 학습에 대한 흥미를 유의하게 증진시켰다. 이러한 일관적 결과는 학생들이 흥미롭게 학습에 참여하도록 하기 위하여 실생활과 관련된 맥락을 구성하는 것이 유용하고 적절한 접근이 될 수 있음을 의미한다.

SSC(small-scale chemistry) 실험 활동과 다양한 형태의 자유 탐구의 경우, 모두 활발히 연구되던 특정 시기가 있었고, 수업 효과의 유무가 연구에 따라 달랐다. SSC 실험은 중·고등 학생들을 대상으로 2007~2009년에 진행되었고, 자유 탐구는 초등학생을 대상으로 주로 2010년에서 2012년 사이에 실행되었다. SSC 적용 결과, 과학에 관련된 태도에 좋은 영향을 끼쳤던 연구 결과들(Yun *et al.*, 2007; Yun & Moon, 2007)이 있는 반면, 전반적으로 SSC에 대한 긍정적인 인식에도 불구하고, 전체적인 과학 관

련 태도에 유의미한 효과가 없는 연구 결과들(Yoo *et al.*, 2009; Park & Hong, 2007)도 있었다. 자유 탐구 활동 중 과학 탐구 노트를 활용한 경우, 모두 과학적 태도의 긍정적 변화에 효과가 있었으나(Lee, 2011; Lee *et al.*, 2012), 그렇지 않은 경우 정의적 영역과 관련된 특성에서 통제 집단과 유의미한 차이를 나타내지 않았다(Park *et al.*, 2001; Chang & Jhun, 2010; Lim *et al.*, 2012). 이러한 결과는 2007 개정 과학 교육과정에서 자유 탐구를 도입한 목적, 즉 학생들의 과학에 대한 흥미를 제고하고 창의력을 신장시키도록 하기 위한 목적에 부합되는 추가 연구가 필요함을 시사한다.

반면, 탐구 중심의 활동 중 자기 주도적 문제 생성 탐구(Kim *et al.*, 2014), 문제 인식을 강조한 탐구(Shin *et al.*, 2010), 가설-연역적 탐구(Park & Kang, 2007)가 정의적 영역에 미치는 효과는 긍정적이었다. 이는 교사나 교과서에서 제시한 탐구 문제를 수동적으로 받아들이지 않고, 스스로 문제를 생성, 인식하고, 동료와 함께 토의하는 자기 주도적 탐구 활동을 통해 과학적 태도가 향상될 수 있음을 의미한다.

이상과 같이, 과학 교육에서 탐구, 체험 중심 활동의 정의적 영역에 대한 효과를 보는 국내 연구는 1990년대 중반에 시작되어 2000년대 중반부터 확대되어 왔다. 대체로 과학 관련 태도에서 효과가 있다고 밝혀진 연구가 그렇지 않은 연구보다 2.5배 정도 많았다. 학생들이 교실 또는 과학실에서 다양한 형태로 직접적 활동을 수행하는 것에 대한 만족감이 큰 만큼 탐구, 실험, 제작 중심의 활동의 효과가 두드러질 수 있었던 것으로 보인다. 연구 결과들을 종합하면 단순히 수공적 기능(hands-on activity)을 강화하는 것만으로는 과학 관련 태도 함양에 한계가 있는 것으로 밝혀졌다(Hong *et al.*, 2006; Lee, 2009).

3. 협동학습/상호 작용 중심 소집단 활동

협동학습 및 상호 작용을 중심으로 한 소집단 활동은 1997년부터 2012년까지 총 36회 적용되어 탐구/체험 중심의 과학 활동 적용 횟수와 같이 가장 많았다. 협동학습 수업 모형은 다양하게 개발되어 이용되어 왔으며, 정의적 영역과 관련해서는 1990년대 후반부터 10여 년 간 그 효과에 대한 검증이 이루어져 왔다. 특히 함께 학습하기 모형(learning together: LT), 모둠 성취 분담 모형(student teams-achievement

divisions: STAD), 모둠 게임 토너먼트 모형(team games tournament: TGT), 직소우 모형(Jigsaw)이 주로 적용되었다. LT 모형을 적용한 수업은 과학에 대한 태도 전반의 향상 혹은 과학 학습 동기의 부분적 향상에 효과가 있었으며(Noh *et al.*, 1997b; Lee & Kwon, 2001), 특히 저성취 학생들의 과학 학습에 대한 태도를 고취하는 데 효과적이었다(Lee & Park, 2002). STAD 모형은 본래 모형대로 적용되었을 때에는 과학 학습에 대한 태도를 향상시키는 데 효과적이었으나(Noh *et al.*, 1997c; Chung & Lee, 2003a; Lee, 2006), 보상 방식 등 일부가 변형된 경우에는 학습 태도를 부분적으로 향상시키거나 향상시키지 못했다(Koh *et al.*, 2010; Kim & Choi, 2002). TGT 모형은 ICT 활용 모듈 프로그램에 적용되었을 때에는 과학 및 과학 학습에 대한 태도를 증진시켰으나(Koh *et al.*, 2003), 일상 수업에 적용되었을 때에는 학습에 대한 태도를 유의하게 향상시키지 못했다(Park & Shin, 2010). Jigsaw II 및 Jigsaw III 적용 수업 후에는 학생들의 과학 흥미도, 학습 태도 혹은 과학 관련 자기 효능감이 증진되었다(Choi & Ahn, 2001; Park & You, 2001).

위의 4가지 협동학습 수업 모형은 전통적 모둠 학습과 비교하여 모둠의 공동 목표와 개별적 책무성을 함께 강조한다는 공통점을 지닌다. 특히, Jigsaw 모형은 각 학생에게 전문가 역할을 부여함으로써 개별적 책무성을 더욱 부여할 수 있다(Jeong *et al.*, 2010). 이러한 설계는 모둠 내에서 자신에게 부여된 역할로부터 학생의 소속감과 책임감 등을 고취함으로써 대부분의 경우 과학 학습에 대한 태도에 전반적 혹은 부분적으로 긍정적 영향을 미친 것으로 보인다. 그러나 모둠 간 경쟁을 추가한 STAD나 TGT 모형은 긍정적 영향을 주지 않는 때가 상대적으로 많았던 점과 집단 보상과 개별 보상을 함께 제공했을 때보다 집단 보상만 제공했을 경우, 학습에 대한 태도에 긍정적 영향을 미쳤다는 일관된 연구 결과로부터, 모둠 간 혹은 모둠 내의 지나친 경쟁이 협동학습의 강점인 정의적 영역에서 효과를 퇴색시킬 수 있으므로 적용 시 주의가 필요하다고 볼 수 있다.

특정 모형을 적용하지 않고 협동학습을 실시한 경우, 교사 주도의 강의식 수업 혹은 전통적 소집단 실험과 비교하여 과학 학습에 대한 태도의 향상에 유의하거나(Park *et al.*, 1997; Han *et al.*, 2000), 유

의하지 않은(Lim *et al.*, 1999) 등 결과가 일관적이지 않았다. 문제 해결 전략, 대본 사용, 개념 변화 등 다른 전략과 함께 사용된 협동학습의 효과 또한 학습 동기 및 수업 참여에 대한 인식 향상에 유의했다는 결과(Noh *et al.*, 2001a; Koh *et al.*, 2004; Han *et al.*, 2005a)와 그렇지 않다는 결과(Noh *et al.*, 1999a)가 발표되는 등 다양했다.

집단 구성 방식에 따른 효과의 차이를 밝히고자 하는 연구 결과, 성취 수준 혹은 유효성을 기준으로 한 동질 집단과 이질 집단 간에는 대부분 유의미한 차이가 없었다(Noh *et al.*, 1998a; Noh *et al.*, 1999b; Noh *et al.*, 2002; Han *et al.*, 2002; Lee *et al.*, 2008). 흔히 협동학습의 효과는 성취 수준이 이질적인 집단일수록 높아진다고 알려져 있으나(Cho *et al.*, 2011), 정의적 영역에서의 효과는 그렇지 않은 것으로 나타난 것이다. 그러나 최근의 연구에서 소집단을 집단주의 성향 수준에 따라 이질적 혹은 동질적으로 구성한 결과, 집단 구성 방식과 과학 학습에 대한 태도 중 일부 사이의 상호 작용 효과가 밝혀지기도 했다(Joo *et al.*, 2012).

사회적 상호 작용을 강조한 수업은 과학에 대한 태도 및 과학적 태도를 일부만 향상시키거나, 향상시키지 못한 경우가 많았다. 2000년대 초반의 연구들은 대부분 소집단 토론을 적용했는데, 학습 동기, 의사소통 불안 해소, 과학에 대한 태도 혹은 과학 관련 태도에 그다지 긍정적 영향을 미치지 못했다는 결과를 보였다(Kim *et al.*, 2002; Kang & Noh, 2000; Kang *et al.*, 2002). 2000년대 중반 들어 동료 간 교사와 학생 역할을 교대로 수행하는 상호 동료 교수 전략(reciprocal peer tutoring: RPT)의 정의적 영역에 대한 효과를 보는 연구가 진행되었는데, 상반되는 연구 결과로 인해 과학에 대한 태도의 향상을 이끄는지에 대하여 여전히 논란의 여지가 있다(Noh *et al.*, 2005; Kim & Noh, 2006; Kim *et al.*, 2007). 반면, Bae and Ok(2009)은 사회적 상호작용 강화 학습이 과학 학습 동기 전반에 유의미한 향상을 가져왔다고 보고했다.

과학 교육에서 소집단 학습과 관련하여 정의적 영역에 대한 효과를 보는 대한 국내 연구는 1990년대 후반 이후 꾸준히 이루어졌고, 국내뿐 아니라 해외에서도 장기간 연구되어 왔다. 이에 효과적인 협동학습이 되기 위한 집단 구성, 역할 분담, 보상 방법, 수업 모형 등에 대하여는 일정한 수준의 합

의가 되어 있다. 이에 따라 최근으로 들수록 협동 학습 관련 연구는 감소하는 추세다.

4. 새로운 학습 자료 도입

새로운 학습 자료를 도입한 수업 프로그램의 형태로는 동시, 동화와 같은 문학 자료나 신문 활용, 과학사 도입, 만화나 영화와 같은 영상 자료 도입 수업, 신문이나 포트폴리오 활용 수업 등이 있었다. 다양한 유형의 새로운 자료 도입 교육 프로그램은 총 28회 적용되어 세 번째로 적용 횟수가 많았다. 문학은 다방면에 있어서 과학 학습을 향상시키며, 어린이들의 탐구를 향상시키고, 자신의 생각을 촉진하는 데 이용될 수 있다. 문학 작품은 다양한 방법으로 과학에 통합될 수 있는데, 학습 도입에서는 흥미 유발, 질문 고취, 사전 정보 제공 등에 활용 가능하며, 결론 분석, 연습 사례 제공, 과학적 탐구 기능의 발달, 다양한 경험의 제공이 가능하다(Martin, 2009). 따라서, 과학 수업 시간에 동화, 동시, 만화와 같은 문학 자료를 도입하는 것은 학생들이 과학을 더 가깝게 느낄 수 있도록 하는 방법 중 하나일 것이다. 과학 동시를 활용한 수업은 과학 탐구에 대한 태도보다는 과학 수업에 대한 즐거움, 과학의 취미적 관심 영역의 향상을 이끌었으며, 동화를 활용한 수업 또한 과학적 태도 향상에 효과가 있었다(Jeong & Kwon, 2008; Kwon & Lee, 2010). 최근 많은 학생들이 흥미를 가지는 과학 만화 독서를 활용한 수업 또한 과학적 태도와 과학 흥미도를 향상시켰다. 그러나, 문학 자료를 활용한 통합 과학 탐구 수업은 과학적 태도 중 끈기성에만 유의미한 효과가 있었으며(Han & Lee, 2005), 개념 만화를 사용한 수업은 과제 집착력 향상에만 다소 효과적이었다(Kim & Kim, 2001).

Matthews(1994; quoted in Cho & Choi, 2008)는 과학의 본성에 대한 이해를 위해 과학사가 필요하며, 특히 과학자의 생애와 시대를 분석함으로써 과학의 교과 내용을 인문학화하여 학생들을 더욱 가깝게 끌어들이고 주장했다. 또한 과학사 및 과학 철학이 여학생들에게 과학과 공학 교육과정을 더욱 흥미 있게 만들어 과학 학습 개선에 기여할 수 있음을 시사했다(Matthews, 2014). 정의적 영역에서의 과학사 활용 효과 분석 결과는 이러한 논의와 일치하는 점이 많았다. 과학사는 읽기 자료나 토론 수업의 소재로 활용되었으며, 과학 관련 태도 중 과

학의 본성에 대한 이해 향상과 과학 수업의 즐거움, 과학 학습 동기 향상에 대체로 효과적이었다. 이 중 남성 과학자 자료를 도입한 집단보다 여성 과학자 자료를 도입한 집단이 과학에 대한 태도 향상에 효과적이었으며, 특히 여학생의 변화가 두드러졌다는 연구 결과로부터(Jeon *et al.*, 2002), 과학사 자료가 주로 남성 과학자를 많이 접하는 학생들의 과학자에 대한 이미지와 과학 관련 직업 선호에 변화를 가져온 것으로 보인다. 이와 유사하게 여학생들에게 친근한 과학 교수-학습 프로그램을 적용한 경우는 모두 과학 학습 태도를 긍정적으로 변화시켰다. 그러나 과학사 소재를 활용한 명시적, 반성적 과학의 본성 수업은 과학 관련 태도에 미치는 효과가 전통적 수업과 큰 차이가 없었는데, Kim *et al.*(2008)은 통제 집단에 비해 추가된 활동들이 학생들에게 다소 부담으로 작용했을 가능성을 지적했다.

Byun *et al.*(2007a)은 시청각 매체의 장점으로 과정의 제시, 문제 해결 학습, 정의적 영역의 학습 등을 제시했으며, 이와 관련하여 영상물이 과학 수업에 도입되어 긍정적인 효과를 가져온 사례는 다음과 같았다. 도입된 자료는 과학 원리를 찾아볼 수 있는 영화, 신기한 스쿨버스, 앤더슨의 요술 안경, 다큐멘터리 등 다양했다. 그 중 과학 기술이 직업 세계와 사회 속에서 어떻게 요구되고 있는가를 보여주는 다큐멘터리를 보여준 수업에서 이 영상 자료를 시청한 학생들의 경우, 과학 진로 지향도에 유의미한 증가가 없었으나, 영상과 관련된 과학 지식, 원리에 대한 설명을 보완한 경우, 유의미한 향상이 있었다(Yoon *et al.*, 2006). “신기한 스쿨버스” 애니메이션을 도입한 수업에서는 전체적으로 흥미 향상에 효과가 없었으나, 개념 이해 수준이 높은 학생들에게는 효과적이었다(Choi & Kim, 2013). 과학에 대한 태도 전반에 유의미한 향상을 가져온 영화를 활용한 수업 또한 수업 단계별로 학생이 알게 된 지식을 확인하고, 관련 문제를 풀어볼 수 있는 학습지를 함께 제공했다(Kwon & Lee, 2010). 이는 과학 수업에 영상물을 도입할 경우, 단순한 시청을 넘어서 적절한 인지 수준과 영상과 관련된 과학 원리, 지식 등에 대한 자료 제시가 필요함을 말해준다. Weidenmann(1994; quoted in Moon, 2006)은 학습자의 지식 전제 조건에 따른 영상의 기능을 4가지 제시했는데, 그 중에 촉진적 기능과 초점 기능이 과학 수업에서의 효율적인 영상 자료 활용에 대

한 위의 분석 결과와 연관된다고 볼 수 있다.

신문 활용 교육은 학생의 비평 능력 개발, 정보 이해력 신장, 문장력의 증대를 도우며, 학생들의 인격을 키우고 자부심을 느끼게 해주는 효과가 있다 (Jung *et al.*, 2004). 이에 더하여 Kim and Noh(2002)는 살아 있는 지식의 습득과 학습 동기 유발, 집단 학습의 효율성, 교과 연계 수업 등을 신문 활용 교육의 장점으로 꼽았다. 그러나 신문 활용 수업은 대체로 학업 성취 수준이 하위권 학생들보다는 중·상위권 학생들에게 긍정적 영향을 주는 것으로 나타났다(Shin & Lee, 2003; Park *et al.*, 2006). 포트폴리오 활용 수업은 과학 관련 태도 측면에 부분적으로 효과가 있는 경우가 더 많았는데, 이는 학생들이 자료를 직접 조사·수집하는 활동이나 수행해야 할 많은 단계로 인하여 과제에 대한 어려움 발생 가능성과 연결 지을 수 있다. 이와 관련하여 Kim *et al.*(2000) 또한 포트폴리오가 학생 중심적, 과정 중심적이며 학생의 노력에 따라 성취가 좌우될 수 있음이 확인될 때 학생의 학습 동기도 강화될 수 있지만, 실행 과정에 많은 시간이 소요된다는 현실적인 문제를 지적하기도 했다.

새로운 자료는 그 자체로 학생들의 관심과 흥미를 유발한다는 점에서 효과적일 수 있다. 일차적으로 학생들의 흥미가 유발되면 이는 학습 동기의 향상이나 과학에 대한 긍정적인 태도로의 유도가 가능하다. 하지만 정의적 영역에서의 효과는 일관되지 않았으므로, 교과서 내용에 더하여 새로운 자료를 도입할 경우, 그 필요성에 대하여 신중히 검토한 후, 학생의 학습 부담이 늘어나지 않도록 교육 과정을 적절하게 조정하여 계획할 필요가 있다. 또한 수업 내용과 효과적으로 결합할 수 있는 방안을 마련하여 흥미 유발에만 그치지 않도록 해야 할 것이다.

5. 특정 학습 모형 활용

학습 모형의 효과에 관한 연구는 28회에 걸쳐 1990년대 중반부터 최근까지 꾸준히 이루어졌다. 순환학습 모형, STS 수업 모형, 문제 해결 모형, 개념 변화 모형 등이 주로 적용되었으며, 각 모형의 특성에 따라 수업 후 정의적 영역의 결과가 다소 다르게 나타났다. 순환학습 모형은 초기 피아제 이론에 기반한 3단계가 제시된 이후, 30년이 지난 지금까지도 4E, 5E, 7E 모형 등과 같이 다양한 형태로 개선 및 발전되고 있다(Cho *et al.*, 2011). 이렇게 과

학 교육에서의 꾸준한 관심에 부응하듯이, 이 모형을 적용한 수업은 학생들의 흥미와 태도 등 과학 관련 태도 향상에 대체로 효과가 있었다. 여러 과학 학습 모형 중 순환학습모형과 발견학습모형이 학생들의 태도 목표 성취에 효과가 있다는 연구 결과(Chung *et al.*, 1996)와 일맥상통하게, 기본적인 3단계 순환학습모형 적용 수업에서 학생들의 과학 및 과학 학습에 대한 태도가 유의하게 향상되었다(Chung & Jung, 1995; Wi & Paik, 1997; Chung & Lee, 2003b). 4E 모형에서는 과학 학습에 대한 인식 중 친화성만이 부분적으로 향상되었지만(Koh *et al.*, 2005), 5E 모형은 전반적 과학적 태도 향상에 효과적이었다(Dong *et al.*, 2010).

과학, 기술, 사회의 상호작용에 대한 이해가 과학 교육에서 다루어야 할 중요한 목표가 되면서, STS 교육이 시작되었다. STS 수업 모형 중 가장 널리 알려진 ‘문제로의 초대-탐색-설명과 해결 방안 제시-실행’ 4단계의 모형을 그대로 혹은 일부 변형하여 적용한 경우, 한 사례를 제외하고는(Chung *et al.*, 1995) 대부분 과학에 대한 태도 및 과학 학습에 대한 태도가 긍정적으로 변화했다(Lee & Choi, 1996; Nam *et al.*, 2002; Hong, 2001; Kang & Kim, 2005; Hwang & Park, 2014). 찬·반 토론을 강조하며, 새롭게 개발된 법률학적 모형에 의한 STS 프로그램은 제한적이지만, 학습 부진아들의 과학에 관한 태도를 향상시키는데 긍정적 영향을 미쳤다(Kang *et al.*, 1999).

문제 해결을 강조한 수업은 주로 Treffinger *et al.* (1994; quoted in Won *et al.*, 2002)의 창의적 문제 해결 모형을 그대로 혹은 일부 수정하여 적용하는 형태로 이루어졌고, 주로 창의성을 포함한 과학적 태도의 효과를 보았다. 창의적 문제 해결 수업 적용 결과, 처치 집단의 과학적 태도가 유의하게 향상된 경우(Won *et al.*, 2002; Lee & Choi, 2014)와 그렇지 않은 경우(Hong & Lee, 2008; Choi & Kim, 2011b)의 연구 결과 수가 비슷했다. 한편, Noh *et al.*(1997c)은 문제 해결식 교수 방법이 과학 수업 중의 활동에 대한 인식에 긍정적 영향을 미쳤다고 보고했다.

인지 갈등을 기반으로 한 개념변화 모형을 적용한 수업은 예외적인 결과도 있었으나(Park, 1999a), 대부분 학생들의 과학 학습 동기 및 과학에 대한 태도를 유의하게 향상시키지 못했다(Noh *et al.*, 1997a; Kwon & Kwon, 1998; Chae *et al.*, 1999). 뿐만 아니

라 학생의 정의적 변인에 따른 개념 변화 여부도 차이가 없었다(Noh *et al.*, 2001). 수업 후 개념 변화가 잘 일어난 성취 상위 수준의 학생들에게만 자기 효능감 등에 제한적으로 효과가 있었던 결과(Kwon & Kwon, 1998; Jeong & Han, 2006)에 비추어 보면, 개념변화 모형을 적용한 수업은 성취 수준 중하위 학생들의 과학 관련 태도 향상에 효율적이지 않다고 볼 수 있다.

개념변화 모형과 순환학습 모형은 모두, 학습자가 능동적으로 사고 과정을 경험하며 개념을 형성한다는 구성주의적 관점에 기반하고 있기 때문에 학습자의 선개념을 드러내고, 이것을 과학적 개념으로 변경하고자 하는 학습 단계가 구성되어 있다. 가장 큰 차이점은, 발생한 인지 갈등 해소를 위한 학생의 능동적 활동이 포함되는지의 여부다. 순환학습 모형은 본래 탐구 기능의 신장에도 목적을 두고 있기 때문에(Abraham, 1992; quoted in Cho *et al.*, 2011), 학생 스스로 다양한 학습 활동을 계획하고 수행하는 ‘탐색’ 단계가 포함되어 있지만, 개념변화 모형은 그렇지 않다. 순환학습 모형이 개념변화 모형보다 학생의 정의적 영역에 더 긍정적인 영향을 미친 결과는, 정의적 영역에서의 향상을 위해서는 수업에서 학생의 자율성과 능동성이 보장하는 것이 효과적임을 시사한다.

STS 수업 모형과 문제 해결 모형은 모두 어떠한 문제를 해결하는 것을 목적으로 한다는 공통점이 있다. 그러나 STS 수업 모형은 일상적·사회적 경험과 관련이 있는 문제를 중심으로 의사결정력과 문제 해결력을 향상시키는 것을 강조함에 반해(Yager & Roy, 1993; quoted in Kim *et al.*, 2014), 창의적 문제 해결 모형은 과학 문제를 인식하고 다양한 가설들을 설정하고, 이를 검증하기 위해 탐구 과정을 거쳐서 결론을 이끌어내는 창의적 문제 해결력의 향상을 목표로 한다(Jeong & Kang, 2014). 학생들은 과학적 문제를 과학 탐구 과정을 통해 해결해야 하는 수업에서는 과학적 태도 및 창의성을 향상하는데 어려움을 겪었지만, 과학, 기술과 관련된 사회의 실제적 문제를 해결하고자 하는 수업을 통해 과학 및 과학 학습에 대한 태도를 증진시킬 수 있었다. 이는 정의적 영역의 향상을 위해서는 보다 일상적이고 실제적인 문제의 도입이 효과적임을 시사한다.

과학 학습 모형 적용 시 정의적 영역에서의 효과

와 관련하여 1990년대 후반부터 2000년대 중반까지 주로 연구되어 왔으며, 주로 적용되는 모형에 대한 효과성은 일정 정도 수준의 합의가 되어 있다. 과학 학습 모형 중 학생의 자율성과 능동성을 보장한 순환학습모형 및 일상과 관련된 과학 내용을 다루는 STS 수업 모형이 과학 교육에서 정의적 영역과 관련된 태도 전반의 향상에 긍정적 경향이 있었다. 따라서 향후에는 기존에 존재하는 모형의 효과를 보는 연구보다는 기존 모형을 개선하는 모형의 개발 연구가 필요하다.

6. 컴퓨터 활용

컴퓨터 활용 수업은 1991년부터 2013년까지 총 19회 적용되었다. 다른 교수-학습 방법에 비해 시대에 따라 뚜렷하게 변화하며, 초반에는 컴퓨터 보조 수업(computer-aided instruction: CAI)이, 이후 웹기반 학습(web-based learning: WBL)과 컴퓨터 기반 실험(microcomputer-based laboratory: MBL)의 순으로 주로 연구가 진행되었다. 최근에는 멀티미디어 게임을 활용하거나(Lee, 2013) 스마트러닝의 형태로 STEAM 교육 프로그램에 도입(Park *et al.*, 2013) 되고 있다. 컴퓨터 활용 수업은 규모가 너무 작거나 커서 실제 눈으로 보거나 실험하기 어려운 화학 및 지구과학 분야에서 많이 활용되었다.

정보화 시대의 도래에 따라 과학 교육에서도 수업 매체로서 컴퓨터를 활용하고, 그 효과를 검증하고자 하는 시도가 있었다. 국내에서는 1990년대 초반부터 CAI가 정의적 영역에 미치는 영향을 보는 연구들이 진행되었는데, CAI는 학생 2~3명이 한 집단으로 학습 내용에 대한 그림과 애니메이션을 이용한 설명, 퀴즈 등으로 구성된 일련의 소프트웨어 프로그램을 통해 학습하는 형태였다. CAI의 경우, 과학 관련 태도에 유의한 효과가 있는 경우가 없는 경우보다 약 3배 정도 많았다. 수업 후 과학 교과 혹은 수업에 대한 태도 및 과학적 태도에 유의미한 효과가 없었다는 연구도 일부 있었으나(Chae, 1997; Seong *et al.*, 1998), 과학 수업에 대한 태도나 학습 동기 등 과학 학습에 대한 태도를 유의하게 향상시켰다는 결과가 다수였다(Yang & Jeong, 1991; Jeong, 1992; Noh *et al.*, 1998b; Noh *et al.*, 1998c; Noh *et al.*, 1999c; Noh & Kim, 1999).

인터넷의 발달과 함께 학습자가 다양한 정보에 접근할 수 있도록 해주는 하이퍼텍스트 학습 환경

을 조성하는 WBL이 등장했고, 국내에서 정의적 영역과 관련해서는 1990년대 후반부터 2000년대 초반까지 연구되었다. WBL은 사이버 재택 수업을 운영하거나(Song *et al.*, 2002), 웹을 활용한 모의 실험(Noh *et al.*, 1997a), 웹 기반 자료를 활용한 컴퓨터 실에서의 자기 주도적 학습(Park *et al.*, 2001), WBL의 투입 시기 다양화(Back & An, 2004) 등 다양한 방법으로 적용되었다. WBL이 영향을 미치는 정의적 영역은 프로그램마다 각각 달랐는데, 과학 관련 태도의 하위 영역인 과학적 탐구에 대한 태도(Park *et al.*, 2001) 혹은 학습 동기의 하위 영역인 만족감(Noh *et al.*, 1997a) 등 부분적인 향상에 주로 효과가 있었다.

2000년대 중후반 들어 MBL을 도입한 수업의 과학 관련 태도 효과를 보는 연구가 진행되었다. MBL은 온도, 빛의 강도나 pH와 같은 성질을 측정하기 위한 센서와 표나 그래프 같은 것을 즉각적으로 나타낼 수 있는 디지털 분석기를 결합한 것으로, 빠른 자료 수집과 분석을 가능하게 함으로써 학생들에게 지루한 측면을 제거해 줄 수 있는 것이 장점이라고 알려져 있다(Yoo, 2006), MBL을 활용한 수업에서 과학과 관련된 태도(인식, 흥미, 태도)가 통제 집단에 비해 유의하게 높았다는 결과(Park *et al.*, 2008), 과학에 대한 인식, 흥미 면에서 효과가 있었지만 과학적 태도는 유의미하게 향상되지 못했다는 결과(Park *et al.*, 2006) 및 과학 학습 동기에 변화가 없다는 결과(Lim *et al.*, 2010) 등이 있어 결과가 일관되지 않았다.

컴퓨터 활용 수업은 과학 관련 태도 중 과학적 태도보다는 과학 및 과학 수업에 대한 인식, 흥미와 학습 동기에 주로 긍정적 영향을 미쳤다. 컴퓨터라는 새로운 기기의 도입으로 학생들의 수업에 대한 인식과 만족감이 긍정적으로 변화하고, 결과적으로 과학 개념의 습득과 파지에도 도움을 주는 경우가 많았다. 최근에는 SNS 및 모바일 애플리케이션, 태블릿 PC, 스마트폰과 같은 기기를 이용하여 과학 학습에서 사용하는 예가 늘어나고 있으며(Lee, 2013), 이러한 다양한 형태의 첨단 기술이 컴퓨터 활용 교육의 새로운 지평을 열고 있다. 그러나 멀티미디어의 활용이 과다하여 학습자의 집중을 오히려 방해한다거나, 자료 수집과 해석의 자동화로 인해 과학의 본성 및 탐구기능의 학습 기회를 앗아간다는 지적도 함께 제기되고 있다.

7. 이미지 활용 및 그리기 활동

이미지 활용 수업은 개념도, 마인드맵, V도, 시각적 노트(이미지화) 작성이 주로 사용되었으며, 그림 그리기 활동은 다중 표상 활용 학습, 체계적 그림 그리기, 소집단 그림 그리기, 짝과 함께 과학 상상화 그리기 등의 형태로 이루어졌다. 이미지 활용과 그리기 활동은 정의적 영역에 대한 효과 유무가 비슷한 정도로 나타났다. 개념도 활용 연구는 주로 1990년대 중반에서 2000년대 초반에 이루어졌으며, 최근에는 개념도만을 활용한 관련 연구는 활발하지 않은 편이다. 개념도는 학생의 인지 구조의 변화를 쉽고 정확하게 조사할 수 있고, 지식의 조직과 학습 및 회상, 평가의 도구로서 유용하며, 창의력 함양에 효과적이다(Mintzes & Wandersee, 1997; quoted in Park & Cho, 1999). 또한 교육과정 내용의 논리적 구조와 서열을 조직하여 제시하거나, 학생의 개념을 평가하는 수단으로 활용된다(Cho *et al.*, 2014). 대체로 학생의 인지 구조 파악 및 평가 도구로서의 활용 가치에 중점을 둔 관련 이론과는 달리 개념도를 활용한 수업에 대한 분석 결과, 정의적 영역의 향상 면에서도 효과가 있었다. 창의력 향상(Kang *et al.*, 1996) 및 과학 교과에 대한 선호도 향상에 긍정적이었으며(Hur & Lee, 1995), 순환학습 모형과 개념도를 결합한 수업 또한 과학에 대한 태도를 향상시키는 데 효과적이었다(Chung & Lee, 2003). 반면, 학생들이 개념도 작성을 어렵다고 인식하여 과학에 대한 태도 향상에 큰 차이가 없는 경우(Kang *et al.*, 2004)도 있었다. 개념도 활용은 특정한 성취 수준 학생에게 효과가 있기 보다는 각 수업마다 성취 수준별로 효과가 다르게 나타났다(Kang *et al.*, 1996).

마인드맵은 주어진 주제에 대한 창의적 가능성을 탐구하고, 새로운 개념의 틀을 만들어내는 것 등을 목적으로 하며(Buzan & Buzan, 2010), 보다 창의적이고, 신속하고 효과적인 학습에 도움이 됨에 대하여 제시한 이론(Buzan, 2008)과 마찬가지로, 수업 활용 결과, 창의력의 하위 요소 중 유창성, 융통성, 독창성 향상에 긍정적 영향을 주었다(Jung & Chung, 2009). 그러나 V도는 정의적 영역보다는 탐구 능력과 인지 능력 향상에 보다 효과적이었는데(Jeong *et al.*, 1994), 이는 V도가 과학적 문제 해결이나 과정 이해와 탐구적 실험 중심의 과학 수업에서 효율적으로 이용될 수 있다는 점에서(Park & Cho, 1999)

정의적 영역에 대한 영향은 크지 않음을 말해준다. 이외에 드로잉, 아이디어 스케치, 낙서장, 도표적 표현 등 다양한 시각화 기법을 활용한 노트 작성 수업은 학생들의 창의성을 유의미하게 향상시켰으며, 시각 선호 집단의 학생들에게 특히 효과가 있었다(Woo *et al.*, 2004).

체계적 그림 그리기는 그림 그리기, 오개념 삽화 분석하기, 그림 수정하기 단계로 이루어지는 학습 방법으로 학습 동기와 과학 수업에 대한 태도 면에서 효과가 있었으며(Noh *et al.*, 2003a), 시각적 학습 양식을 선호하는 학생들의 학습 동기가 보다 높은 것으로 나타났다(Han *et al.*, 2006). 그러나 같은 수업 방법을 활용한 다른 연구에서는 학생 특성이나 같은 동료와의 반복되는 활동 때문에 학습 동기의 변화가 나타나지 않았다(Han *et al.*, 2005). 2인 1조로 과학 상상화를 그리는 수업은 과학에 대한 흥미와 친근감 유발 등 동기 면에서 유의미한 효과가 있었으나, 그림의 종류 이해하기, 그림 따라 그리기, 보고 나타내기의 3단계 단계적 그림 그리기 활동은 프로그램 종료 후 과학 선호도의 뚜렷한 차이로 연결되지 않았다.

정보의 시각화가 인지를 극대화시킬 수 있다는 점에서 시각의 역할과 이미지 활용은 의미가 있다(Larkin & Simon, 1987; Norman, 1993). 시각적 학습 양식을 선호하는 집단에서 이미지 및 그리기 활용 수업의 효과가 크다는 연구 결과들은 학생들이 보다 선호하는 학습 양식을 바탕으로 한 수업 방법이 수업의 즐거움과 만족도를 향상시킬 수 있음을 말해준다. 이미지로 나타내거나 그리기를 하는 경우, 일정한 규칙 없이 자유롭게 표현하는 것을 넘어서, 인지 및 파지 과정을 촉진하는 동시에 학생들의 학습에 대한 동기를 증진시킬 수 있도록 수업 주제에 따라 적절한 수업 방법을 활용해야 할 것이다.

8. 정의적 특성 향상 전략

지식의 구조를 강조했던 제3차 학문 중심 교육과정 하에서 학생들의 학습에 대한 흥미와 호기심이 위축되었다는 반성에 따라, 국내 제4차, 제5차 인간 중심 교육과정은 인지적 영역과 정의적 영역이 조화롭게 발달한 전인적 인간을 키우는 것을 목표로 했다(Cho *et al.*, 2011). 이러한 흐름에 맞추어 과학 교육에서도 정의적 영역에 대한 관심이 높아졌으며, 기존의 수업 전략 투입이 학생들의 정의적

특성에 미치는 영향을 보는 연구에서 나아가, 정의적 영역의 향상을 목표로 한 수업을 의도적으로 계획하고, 그 효과를 보는 연구가 등장하게 되었다. 의도적으로 정의적 영역의 향상을 목표로 명시한 수업은 ARCS(attention, relevance, confidence, satisfaction) 동기 설계 모형 적용, 정서 지능(emotional quotient: EQ) 향상 프로그램, 리더십 향상 프로그램 등의 형태로 1995년부터 2014년까지 16회 적용되었으며, 대체로 학습 동기 및 과학에 대한 태도 면에서 효과가 컸다.

초기에는 과학 교육에서 지적 교육과 감정 교육의 조화를 추구하는 방법을 개발하는 시도가 있었다. 초등학교 자연 수업에 상상놀이, 역할놀이, 만화 그리기, 노래 부르기 등을 첨가하고, 수업 후 느낌을 표현하도록 하는 ‘합류 학습’(Lee & Kwak, 1994), 정의적 영역 목표 달성에 역점을 둔 환경 교재(Park & Chang, 1995), 수업과 관련된 감정적 정보를 솔직하게 표현하고 개방적으로 피드백하도록 조성된 수업 환경(Chang & Park, 1996) 등은 학생들의 과학에 대한 태도 및 과학 학습에 대한 태도 및 과학적 태도를 유의하게 향상했다고 밝혔다. 이후 Chung and Lee(2004)는 인지적 능력을 발휘하거나 제한하는 감정 능력인 EQ 향상 프로그램이 학생들의 EQ와 과학 수업에 대한 즐거움을 높이고, 과학 불안도를 낮출 뿐만 아니라, 학업 성취를 향상하는 데 효과적임을 보고했다.

국내 및 미국에서 학생들이 과학 학습에 대한 부정적인 태도를 가지고 있음이 지속적으로 보고됨에 따라, 학습 동기를 향상하기 위한 수업 설계를 계획하는 경우도 있었다. 대표적으로 Keller(1984)의 ARCS 모형, 즉 주의(attention) 포착과 유지, 관련성(relevance) 높임, 자신감(confidence) 심기, 만족감(satisfaction) 생성의 네 가지 동기 유발 조건을 충족시키는 전략(Driscoll, 2007)을 도입한 경우가 있었다. 이러한 전략 투입 결과, 초등 및 고등학생들의 과학 학습 동기 전반 및 과학 학습에 대한 태도가 유의하게 향상되었다(Park *et al.*, 1996; Lee & Paik, 2005; Kim *et al.*, 2006).

리더십에 대한 사회적 관심이 증가함에 따라, 과학 교육에서도 리더십 관련 교육이 진행되었다. 주로 향후 리더로 자라날 가능성이 높은 과학 영재를 대상으로 이루어졌는데, 과학 내용과 관련 없는 일반 리더십 프로그램(Jang & Jhun, 2010)과 과학 교

수 · 학습 과정에서의 리더십 프로그램(Chung *et al.*, 2009) 모두 인간 관계, 의사소통 등을 포함한 리더십 영역의 유의한 향상을 나타냈다.

학습 동기를 포함한 과학 학습에 대한 태도, 리더십 등 과학 관련 태도를 포함한 정의적 영역 특성 향상을 목표로 명시한 수업은 대부분 목표한 바를 달성했다. 이러한 결과는 분명한 목적성을 가지고 수업을 설계한다면 과학 교육에서 정의적 영역의 성취가 크게 어려운 일이 아님을 나타냈으며, 과학 교육계에서 과학 관련 태도 향상을 위한 더 많은 교수 학습 방법을 개발해야 하는 의미를 보여주었다.

9. 뇌/인지 기능 관련 수업 및 초인지 전략

뇌 및 인지 기능 관련 수업 및 초인지 전략 프로그램 적용 연구의 90% 이상이 초등학생을 대상으로 이루어졌다. 수업 형태는 좌·우뇌, 전뇌 중심 학습, 뇌 기반 학습, 다중지능 활용, 다양한 초인지(메타인지) 전략 학습 등이 있었다. 대체로 과학적 태도 중 창의력 향상에 영향을 미쳤으며, 초인지 전략 중 일부는 자기 효능감 향상에 유의미한 효과가 있었다.

뇌 기반 학습은 창의적 문제 해결과 적용에 익숙해지도록 과학적으로 모니터링하고, 적용시켜 나가는 전략이라고 할 수 있는데(Kwon, 2013), 다양한 뇌 기반 학습 활동이 대체로 학생들의 창의력 향상에 효과적으로 나타났다. 수업 효과는 학년, 성별에 따라 다소 차이가 나기도 했는데, 좌·우뇌 인지 기능의 특성을 포함하는 4MAT 전뇌 학습 프로그램은 5, 6학년 모두 창의력 계발에 효과가 있었으나, 과학 관련 태도는 6학년에만 유의한 효과가 있었다(Choi & Kang, 2003). 다양한 뇌 기반 교육 프로그램을 적용한 연구에서는 좌·우뇌 균형 발달이 집단에는 전뇌 학습 프로그램이, 좌뇌 우세아 집단에서는 우뇌 학습 프로그램이, 그리고 전뇌 학습은 남학생보다는 여학생의 창의력 향상에 효과가 있었다(Kang & Cho, 1992). 여학생에게 특히 긍정적 반응을 일으킨 프로그램으로는 각각의 학생이 두각을 나타내는 지능에 따라 적합한 활동이 이루어진 다중지능 활용 수업이 있었다. 그러나, 뇌 기반 친화적 과학 수업 모형을 적용한 자유 탐구 활동 후 과학 관련 태도는 계속성과 개방성 외에는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다(Lim *et*

al., 2012).

자아 효능감 향상에 효과적인 교육 프로그램으로는 V도와 조절적 메타인지 전략을 함께 사용한 수업, 메타인지 학습 전략, 초인지 개념 변화수업모형 적용 수업이 있었다. 이러한 수업 전략들과 관련하여 Zimmerman(1995; quoted in Gredler, 2006)은 주제나 영역에 대한 학습자의 지식, 성취 목표 지향성, 그리고 어떤 상황에서 자신이 얼마만큼 성공적일 수 있는지의 능력에 대한 믿음이 초인지적 기술의 수행과 상호작용하거나, 그 수행에 영향을 미치는 학습자의 내적 상대라고 했다. 바꾸어 말하면 본 연구의 분석 결과에서는 스스로 수업 계획을 세우고, 자신의 사고 과정과 학습 행동을 되돌아보는 등의 의식적이고 계획적인 수업 전략들이 자아 효능감 향상에 긍정적인 영향을 주는 것으로 보인다. 이 외에 신/구 개념을 인식, 비교, 검증 후 신개념을 적용하는 초인지 전략과 인지 조절, 동기 조절 등이 이루어지는 자기 조절 학습은 과학적 태도 향상에 도 유의미한 효과가 있었다(Kim *et al.*, 2003b; Jeong *et al.*, 2010).

최근에는 좌뇌와 우뇌를 구분하여 교육프로그램의 효과를 파악하는 연구는 거의 이루어지지 않고 있으나, 초인지 전략을 활용한 수업은 현재까지도 다양한 분야에서 적용되고 있다. 교육 여건이나 개인적 상황에 따라 달라질 수 있겠지만, 인간의 뇌가 좌·우 두 개로 되어 있는 이상 어느 한 쪽에 치우친 발전보다는 좌·우 두 개의 뇌를 고루 발달시키는 것이 필요할 것이다(Park, 2007). 뇌 기반 학습은 과학 교수 학습 모형으로도 설계되어 적용 연구가 이루어지고 있고, 뇌과학 이론에 기반한 협동학습, 글쓰기 등에 관한 연구도 꾸준히 전개되고 있다(Lim *et al.*, 2012; Kim & Song, 2010). 본 연구의 분석 결과, 다양한 뇌 기반 교육 프로그램이 창의력과 자아 효능감 향상 면에서 효과가 두드러졌는데, 이 외의 정의적 영역의 구체적인 효과도 다양한 교육프로그램을 통해 검증할 필요가 있을 것이다.

10. 글쓰기 활동

학습하기 위한 과학 글쓰기는 과학 지식의 획득, 과학적 소양 계발(Hand & Prain, 2002; quoted in Cho, 2014), 비판력, 분석력, 종합력 등 높은 수준의 과학적 사고력 향상에 효과적인 수단이다(Lee, 2001).

이러한 과학 글쓰기의 특성을 바탕으로 다양하고 적절한 형태로 글쓰기가 이루어진 경우, 전반적으로 과학 관련 태도 향상에 효과가 있었다. 과학 글쓰기 방식은 신문 기사 활용 글쓰기, 창의적 글쓰기, 탐구적 글쓰기, 과학 일지 및 일기 쓰기, 독후 활동과 연관된 글쓰기 등으로 다양했으며, 주로 과학적 태도 면에 긍정적인 영향을 주었다.

신문 기사를 활용한 과학 글쓰기는 개방성, 비판성, 끈기성에 긍정적 영향을 주었으며(Lee & Park, 2014), 브레인스토밍, 과학 만화 말풍선 채우기 등의 창의적 과학 글쓰기는 창의성 요소 중 특히 추상성과 정교성을 향상시켰다(Moon & Chung, 2012). SWH(science writing heuristic)와 지식, 해석, 정교화의 3단계 전략을 활용한 글쓰기는 과학 교과에 대한 태도와 과학적 태도 모두에 유의미한 향상을 가져왔다(Lee et al., 2011; Koo & Park, 2010). 특히 과학적 태도 향상에 효과가 있었던 SWH는 학생들이 과학적 증거를 바탕으로 지식을 구성하고, 개념을 획득하며(Kelly et al., 2002; quoted in Kwon et al., 2013), 과학자의 연구 과정을 경험할 수 있는(Kwon et al., 2013) 학습 방법으로 알려져 있다. 또한 다양한 형식의 과학 일기 쓰기와 과학 관련 도서 독후 활동 후 여러 유형의 과학 글쓰기 활동은 과학적 태도 향상에 효과가 있었다(Jang & Shin, 2009; Park & Kwon, 2008). 공책의 왼쪽 부분에는 주제 및 주요 개념을 필기하고, 오른쪽 부분에는 수업 내용과 그에 대한 요약을 정리하는 코넬식 과학 일기 쓰기 활동은 과학에 관련된 태도에 전체적으로는 유의미한 효과가 없었다. 그러나, 과학에 대한 태도의 하위 영역에서 성별로 나타난 효과가 달랐으며, 학업 성취 상위 수준의 학생들에게는 제한적으로 효과가 나타나기도 했다(Yeo & Lee, 2014).

과학 글쓰기는 다양한 자료, 방법과 결합하여 여러 유형으로 개발, 적용되고 있다. 글쓰기 방법이 논문의 수만큼이나 다양했는데, 대체로 초등학생을 대상으로 이루어졌다는 특징이 있었다. 과학 글쓰기는 중·고등학교에서도 의사소통, 학습, 설득 등을 목적으로 다양하게 적용될 수 있으므로(Cho, 2014), 이에 대한 연구적 접근이 필요하다. 또한 학생의 성취 수준이나 성향에 따른 효과적인 과학 글쓰기 방법에 대한 효과 연구가 이루어진다면, 학생의 개별적 특성을 바탕으로 한 과학 관련 태도 향상에 유용하게 활용될 수 있을 것이다.

11. 다양한 평가 방법 적용

다양한 평가 방법을 적용하여 정의적 영역에서의 변화를 본 연구는 1999년부터 2014년까지 9회 있었다. 적용된 평가 방법은 교사에 의한 실험 관찰 평가 혹은 과제물 및 포트폴리오를 도입한 수행 평가와, 모바일 및 만화를 도입한 지필 평가형 형성 평가, 상호 작용하는 형성 평가 등이 있었는데, ‘평가’라는 과정의 특성상 과학 관련 태도에 긍정적인 영향만을 주지는 않았다.

1990년대부터 전통적 평가 방법으로는 측정하기 어려운 문제를 해결하기 위한 대안으로 수행평가가 대두되었다. 포트폴리오를 활용한 수업과 평가는 과학적 태도만 부분적으로 향상시키거나(Kim & Kim, 1999), 사회 심리학적 교실 환경에 대한 인식에 긍정적인 영향을 주었다(Cho et al., 2001). 실험 실습 중간에 교사가 관찰하는 형태의 수행평가는 비교 집단에 비해 과학에 대한 학습 태도에 긍정적 영향을 미쳤다(Lee et al., 2003). 현역 과학 기술자와의 면담 과제를 부과한 수행평가는 과학 진로 지향도에는 유의미한 효과가 없었으나, 과학자에 대한 정형화된 이미지를 변화시켰다(Jeon et al., 2008).

학습 결과뿐 아니라, 과정에 대한 평가, 즉 형성 평가가 강조되면서 그 형성 평가의 방식을 변화시키려는 시도도 있었다. 지필 평가에서 TV와 유인물의 만화를 활용한 형성 평가는 평가에 대한 부정적 인식과 태도를 긍정적으로 변화시켰고(Lee et al., 2008), 모바일을 이용한 단답형 형성 평가는 흥미성, 자기 주도성을 유의하게 향상시켰다(Kwak & Shin, 2014). 그러나 미리 계획된 형성 평가가 아니라, 학습 상황에서 학생과 교사의 질문과 피드백 등을 통한 ‘상호작용하는 형성 평가’(Bell, 2008; quoted in Kim et al., 2014)에서 학생의 과학 및 과학 학습에 대한 태도에 유의한 향상이 없었다(Park et al., 2000).

학생의 평가에 대한 부정적 인식, 전통적 평가 방법의 한계 등으로부터 평가 방법 변화 요구가 있어 왔고, 이에 부응하여 다양한 평가 방법을 적용하는 연구들이 시도되어 왔다. 그러나 이러한 연구는 상대적으로 부족한 실정이며, 그마저도 인지적 특성 평가에 초점이 맞춰져 있다.

12. 비유 활용

과학 교수 학습에서 비유는 추상적 개념을 이해시키기 위해 유사한 구체적 현상 또는 친숙하고 쉬운

개념을 이용하여 설명하는 것이다(Kim *et al.*, 2014). 비유는 추상적인 대상의 교수·학습에서 필수적이므로 과학 수업에서 중요하고 빈번하게 사용된다. 그러나 비유는 주로 개념 학습을 위한 목적으로 활용되기 때문에, 정의적 영역에서의 효과를 본 비유 활용 연구는 많지 않아, 1997년부터 2010년까지 총 8회 적용되었다. 비유 활용 수업은 생물, 화학 분야를 중심으로 언어적 비유, 시각적 비유, 역할놀이 비유 등 다양한 유형으로 진행되었다. 교사가 언어적 비유를 제시하고 학생이 수동적으로 받아들이는 경우, 처치 집단의 학습 동기 점수에 유의한 차이가 없었으나(Noh *et al.*, 1997d), 학생들이 직접 비유물을 조작하거나(Byun *et al.*, 2007b), 추상적인 과학 개념을 이해하기 위해 학생들이 실제적으로 그 목적물이 되어 보는 역할놀이 비유 수업(Noh *et al.*, 2003; Kim, 2009)은 자기 효력감, 자신감 등과 같은 학습 동기 및 과학 수업 환경에 대한 인식을 유의하게 향상시켰다. 학생 스스로 비유물을 만들어 보는 수업 또한 수업에 대한 참여도 혹은 학습 동기 전반을 긍정적으로 변화시켰고(Byun & Kim, 2010; Kim, 2008), 창의력을 신장시키기도 했다(Choi *et al.*, 2006), 그러나 학생들이 언어적 비유를 이용한 짧은 글짓기 활동으로 학습 내용을 정리하도록 한 경우, 처치 집단의 과학적 태도에는 유의한 영향을 미치지 못했고, 과학에 대한 태도에는 오히려 부정적 영향을 미치기도 했다(Yeo *et al.*, 2009).

일련의 정의적 영역과 관련된 비유 활용 연구의 결과는 다른 수업과 마찬가지로 비유를 중심으로 한 수업에서도 교사 위주의 강의보다는 학생의 능동성과 주도성이 강화되는 형태가 과학 학습에 대한 태도를 신장하는 데 효과적임을 보여준다.

13. 기타

기타 교수 학습 활동에는 특정 교수·학습 방법에 포함되지 않는 것으로 판단한 다양한 형태의 프로젝트형 수업, STEAM, 논의 과정 활용 수업, 논증 과제 제시 수업, 윤리적 특성 교육 등을 포함했다. 이 활동 중 수업 적용이 매우 적은 활동을 제외하고, 프로젝트 수업과 최근 많은 연구가 이루어지고 있는 STEAM에 대하여 살펴보고자 한다.

프로젝트형 수업의 구체적인 수업 방법은 각 연구마다 다르게 이루어졌으며 대체로 과학적 태도 향상에 효과적이었다(Kwon & Kim, 2004; Han & Yang,

2009). 프로젝트는 주로 협동학습과 문제 해결 활동, 자료를 수집·분석하여 결과물을 만드는 활동, 학습 중심의 자율적인 활동, 학습자의 성찰과정 등을 강조한다(Lim *et al.*, 2004; quoted in Byun *et al.*, 2007a). 이러한 과정 중심의 시행 과정을 통해 정교성, 독창성, 비판성과 같은 과학적 태도가 효과적으로 향상될 수 있었던 것으로 여겨진다. 또한 프로젝트 학습은 과제를 함께 수행하는 팀원 간의 의사소통이나 협력, 공동체 의식을 어떻게 형성할 것인가가 중요하기 때문에(Byun *et al.*, 2007a), 앞으로는 프로젝트 학습의 인성적 측면에서의 효과도 심도 있게 연구할 필요가 있을 것이다.

2010년대부터 집중 연구가 이루어진 STEAM은 과학 관련 태도에 효과가 있는 경우가 없는 경우보다 약 3배 더 많았다. STEAM은 대체로 초등학생을 대상으로 이루어졌는데, 이는 담임교사가 대부분의 교과를 지도하는 초등학교 수업에서 프로그램 개발과 적용의 용이함과 일부 관련이 있다고 볼 수 있다. STEAM에는 문제 상황 제시, 창의적 설계, 감성적 체험/성공 경험의 과정이 포함되어 있었으며(Lee & Lee, 2013; Bae *et al.*, 2013), 수업 방법은 ‘융합’이라는 방법적 특성상 매우 다양했다. STEAM은 학생들이 수학·과학에 대하여 흥미를 가지고 보다 능동적으로 참여하며, 스스로 문제를 정의하고 해결할 수 있는 능력을 길러줌으로써 학생들을 창의성을 지닌 인재를 키우는 것을 목적으로 한다(MOE, 2015). 이러한 목적을 성취할 수 있도록 수업을 설계했기 때문에, 적용 후 과학에 대한 태도, 과학적 태도, 과학 학습 동기 면에서 유의미한 효과가 드러날 수 있었을 것이다. 반면에 효과가 뚜렷하지 않았던 STEAM에서도 통계적 차이는 없었으나, 정의적 영역의 사후 평균은 대체로 향상되었고, 부분적인 효과가 나타났으며, 학생들이 수업에 대해 대체로 긍정적이었다(Kim & Choi, 2012; Bak & Kim, 2014).

IV. 결론 및 제언

인지적 위계성이 강하고 개념 이해에 대한 어려움이 다른 어느 과목보다도 중요한 과학 과목에 대한 교육적 연구에서 인지적 측면의 강조는 당연한 현상이다. 이에 과학 교육 연구는 대부분 학생들의 지적 이해를 돕거나, 탐구 과정을 개발하는 등에

초점이 맞추어져 왔다. 그러나, 과학 지식이나 탐구 능력 향상의 전제가 되는 과학에 대한 태도와 과학에 대한 흥미 등의 정의적 측면은 보다 근본적인 것이고, 사회 문화적 영향을 많이 받는 것이기도 하다. 따라서, 과학 교육에서 정의적 측면의 논의는 국외에서 이루어진 연구 외에 국내에서 이루어진 연구 결과가 시사하는 바는 더욱 크다. 이런 점에서 지난 30여 년간 국내에서 이루어진 과학 교육 연구에서 드러난 과학 교수 학습 방법별 과학 관련 태도에서의 효과를 검토한 본 연구의 의미를 찾을 수 있다.

본 연구에서는 지난 30여 년 간의 한국과학교육 학회지와 한국초등과학교육학회지에서 출간된 2,525 개의 논문 중, 과학 관련 태도에서의 연구 결과가 제시된 과학 교수 학습 프로그램 적용 연구 논문 240개를 분석했다. 분석 결과, 학생들의 과학 관련 태도 함양에 전반적으로 효과가 있었던 교육 프로그램의 특징은 다음과 같다. 탐구/체험 중심 활동은 과학 관련 태도 향상에 전반적으로 효과적이었으나, 과학 학습에 대한 태도에서는 초등에서 보다 효과적이었으며, 과학적 태도의 경우, 중등에서 좀 더 효과가 있는 것으로 나타났다. 소집단 활동의 유형에 따라 다르지만, 학생들은 대체적으로 집단 별로 보상을 받는 것을 개별적 보상보다 선호했다. Jigsaw II, III 모형과 초인지 전략의 적용은 학생들의 자기 효능감 향상에 긍정적 영향을 주었으며, 일상적인 재료 또는 최신의 자료나 도구, 소재의 활용은 학생들의 과학에 대한 인식과 흥미, 학습 동기를 높이는데 대체로 효과적이었다. 이러한 다양한 유형의 새로운 자료의 활용은 단순한 제시가 아니라, 관련된 과학 개념과 원리를 학습할 수 있는 활동과 결합하였을 때 효과가 뚜렷했다. 또한, 학생들이 보다 능동적으로 수업에 참여하도록 이끄는 구성주의적 수업 모형, 자기 주도적으로 문제를 인식·생성해 나가는 탐구 수업이 과학 관련 태도 향상에 도움을 주었다. 특히 정서와 학습 동기 향상 등 정의적 특성 함양을 목표로 설정한 교육 프로그램의 경우, 초, 중등 학생 모두의 과학에 대한 태도 및 과학 학습에 대한 태도를 향상시키는데 유의미한 효과가 있었다. 학업 성취 중하위권 학생들의 학습 동기 및 수업 참여도 향상에 효과적이었던 수업은 LT모형이나 놀이 기반 탐구 학습이 있었다. 하지만 특정 교육 프로그램의 성별에 따른

효과 유무를 판단하기 어려웠다.

한편, 과학 관련 태도에 다소 효과가 없었던 프로그램의 특징은 개념 위주의 과학 수업인 경우가 많았다. 개념변화 수업 모형은 학습 동기나 성취 수준 상위의 학생들에게 효과적일 수 있으나, 과학 관련 태도 향상을 주요 목표로 한다면 다소 비효율적이라고 볼 수 있다. 다양한 유형의 학습 과제 활동은 수업 내·외의 시간에 학생의 부담을 증가시키거나, 수행 단계가 복잡한 경우, 수업 자체에 대한 어려움이 커질 수 있는 것으로 나타났으며, 이는 과제 활동 시 교육과정 분석 후 적절한 양과 수준의 조정이 필요함을 말해 준다.

지난 30여 년 간 국내에서 이루어진 과학 교육 프로그램 중 과학 관련 태도에서의 효과를 살펴본 본 연구 결과, 학생들은 새로운 교수 학습 방법, 새로운 교수 학습 자료, 새로운 학습 모형을 제공했을 때 인지적 영역과 더불어 정의적 영역인 과학 관련 태도에서도 교육 효과가 나타났다는 것을 알 수 있었다. 이는 모든 교육 프로그램이 보이는 “새로움의 효과”에 해당하는 것으로 과학 교육자들이 항상 새로운 교육 방법과 새로운 교육 내용을 개발하고자 노력해야 함을 시사한다. 같은 교육 프로그램도 대상에 따라 효과가 다르게 나타나는 경우도 있었는데, 이는 교사의 경험, 지도 방법, 학생들과의 의사소통 과정 등이 적지 않은 영향을 미쳤기 때문이다. 따라서, 학생들의 과학 관련 태도 목표 함양을 위해서 과학 교사의 태도와 역량을 증대시킬 수 있는 교사 교육 프로그램의 개발·적용도 함께 이루어져야 한다. 특히 학생들의 과학 관련 태도 요소별 수준을 정확하게 진단하여 개별 상황에 적합한 수업을 실행할 때 그 효과가 보다 극대화 될 수 있을 것이다.

참고문헌

- Back, N. G. & An, Y. H. (2004). The effects on science inquiry ability, scientific attitude and science achievement of the elementary school students according to the input time of web-based instruction programs. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 23(2), 123-130.
- Bae, J. H. & Ok, S. K. (2009). The effects of elementary science lessons emphasizing social interactions on the metacognition, learning motive and academic achievement.

- Journal of Korean Elementary Science Education*, 28(4), 519-527.
- Bae, J. H., Yun, B. H. & Kim, J. S. (2013). The effects of science lesson applying STEAM education on science learning motivation and science academic achievement of elementary school students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 32(4), 557-566.
- Bak, A. & Kim, Y. K. (2014). The effects of STEAM program on the scientific communication skills and the learning flow of elementary gifted students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 33(3), 439-452.
- Britner, S. L. (2008). Motivation in high school science students: A comparison of gender differences in life, physical, and earth science classes. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(8), 955-970.
- Buzan (2008). Ultimate book of mind maps [생각의 지도 위에서 길을 찾다]. Seoul: JoongAngBooks & Buzan Korea.
- Buzan, T. & Buzan, B. (2010). Mind map book [토니 부잔의 마인드맵 북]. Seoul: BusinessMap. (Original work published in 2007).
- Byun, C. S. & Kim, H. B. (2010). The effects of student-centered instruction using analogy for middle school students' learning of the photosynthesis concept. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 30(2), 304-322.
- Byun, S. H., Kim, K. S., Choi, S. Y., Noh, T. H. & Cha, J. H. (2007b). The influences of student-centered analogical instruction using physical analogies in chemistry concept learning. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 27(7), 631-638.
- Byun, Y. G., Kim, Y. H. & Shon, M. (2007a). Teaching methods and educational technology [교육방법 및 교육공학]. Seoul: Hakjisa.
- Chae, D. H. (1997). The effects of the computer assisted instruction about elementary science contents on students science achievement and science attitude: Focused on astronomy section. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 16(2), 225-241.
- Chae, W. K., Kwon, K., Paik, S. H., Kim, H. K. (1999). Effects of students learning motivations on concept change. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 19(1), 91-99.
- Chang, J. A. & Jhun, Y. S. (2010). Development and application of open inquiry program: Focusing on the students' traits of science inquiring ability and repeated feedback. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 29(2), 207-218.
- Chang, N. K. & Park, J. H. (1996). Effects of affective participation and feedback in environmental unit achievement. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 16(1), 97-102.
- Cho, H. H. & Choi, K. H. (2008). Theory and practice of science education (2nd Ed.) [과학교육의 이론과 실제]. Gyeonggi: Kyoyookkwahaksa.
- Cho, H. H. & Park, S. J. (1999). Science teaching and learning [과학 교수-학습]. Gyeonggi: Kyoyookkwahaksa.
- Cho, H. H. (2003). General science education [일반과학 교육학]. Gyeonggi: Kyoyookkwahaksa.
- Cho, H. H. (2014). Science writing: Methods and functions [자연과학 글쓰기: 방법과 기능]. Gyeonggi: Kyoyookkwahaksa.
- Cho, H. H., Kim, H. K., Yun, H. S. & Lee, K. Y. (2011). Theory and practice of science education (4th Ed.) [과학 교육의 이론과 실제]. Seoul: Kyoyookbook.
- Cho, H. H., Kim, H. K., Yun, H. S. & Lee, K. Y. (2014). Teaching materials and instructional methods in science [과학교재연구 및 지도법]. Gyeonggi: Kyoyookkwahaksa.
- Cho, S. H., Kim, C. J., Kim, B. K., Kim, C. Y. & Kim, H. J. (2001). The effects of a portfolio system on elementary school students' socio-psychological classroom environment. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 21(3), 529-536.
- Choi, S. & Kim, H. B. (2013). The effects of animation-based instruction using "magic school bus" on elementary students' level of understanding and interests on plant's structure and function. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 32(4), 379-392.
- Choi, S. Y. & Kang, H. K. (2003). Effects of the 4MAT system on creativity, science achievement and science-related attitudes of elementary students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 22(2), 156-162.
- Choi, S. Y. & Kim, H. R. (2011a). The effects of sharing nature learning program in elementary science class -Focused the plants units of the 4th grade. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 30(1), 83-92.
- Choi, S. Y. & Kim, J. I. (2011b). The effects on students' leaning types through the creative problem solving teaching model in elementary science class. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 30(4), 615-623.
- Choi, S. Y., Lee, E. J. & Kang, H. K. (2006). The effects of the visual-analogical learning on student creativity and science achievement in elementary school science. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 26(2), 167-176.
- Choi, Y. J. & Ahn, M. K. (2001). The effects of jigsaw

- II expert groupings on student's knowledge, inquiry ability and attitudes at elementary school science study. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 20(2), 177-186.
- Chung, D. H., Park, S. H., Yee, Y. H., Lee, J. W. & Lee, K. H. (2009). Development of leadership program for the gifted and talented, and it's application. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 29(6), 639-652.
- Chung, W. H. & Jeong, J. S. (1995). The effects of the learning cycle model by learner's characteristics in junior high school. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 15(3), 284-290.
- Chung, W. H., Kwon, J. S., Choi, B. S., Jeong, J. W. & Kim, H. N. (1996). The identification and comparison of science teaching models and development of appropriate science teaching models by types of contents and activities. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 16(1), 13-34.
- Chung, W. H., Kwon, J. S., Choi, B. S., Jeong, J. W., Kim, H. N. (1996). The identification and comparison of science teaching models and development of appropriate science teaching models by types of contents and activities. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 16(1), 13-34.
- Chung, Y. L. & Lee, E. P. (2003b). Integrating concept mapping and the learning cycle to teach genetics and reproduction to high school students. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 23(6), 617-626.
- Chung, Y. L. & Lee, H. W. (2003a). The effects of cooperative learning to study the unit 'metabolism' in high school: Application of STAD model. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 23(1), 35-46.
- Chung, Y. L. & Lee, K. H. (2004). The effect of the emotional intelligence improvement program in middle school science class. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 24(2), 258-266.
- Dong, H. K., Song, M. Y. & Shin, Y. J. (2010). Effects of 5E learning-cycle model on science academic achievements, science process skill and scientific attitude of elementary school students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 29(4), 567-575.
- Driscoll, M. P. (2007). Psychology of learning for instruction (3rd Ed.) [수업설계를 위한 학습심리학]. Gyeonggi: Kyoyookkwahaksa. (Original work published in 2005).
- Finson, K. D. & Enochs, L. G. (1987). Student attitudes toward science-technology-society resulting from visitation to a science-technology museum. *Journal of Research in Science Teaching*, 24(7), 593-609.
- Fortus, D. (2014). Attending to affect. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(7), 821-835.
- Gredler, M. E. (2006). Learning and instruction: Theory into practice [교수-학습의 이론과 실제]. Gyeonggi: Pearson (Academy Press) (Original work published in 2000).
- Haladyna, T., Olsen, R. & Shaughnessy, J. (1982). Relations of student, teacher, and learning environment variables to attitudes toward science. *Science Education*, 66(5), 671-687.
- Han, J. Y., Han, S. J. & Noh, T. H. (2002). The effect of grouping by students' agreeableness in cooperative learning. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 22(4), 717-724.
- Han, J. Y., Jeong, E. H. & Noh, T. H. (2005a). The Effect of cooperative learning environments in conceptual change instruction on students' cognitive and affective outcomes. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 25(5), 555-562.
- Han, J. Y., Kang, H. S., Kim, B. K. & Noh, T. H. (2005b). The effects of small group drawing in learning the particulate nature of matter. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 25(7), 721-727.
- Han, J. Y., Lee, J. Y., Kwack, J. H. & Noh, T. H. (2006). The effects of drawing and analyzing pictures in concept learning of the particulate nature of matter: A comparison based on student visual learning style. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 26(1), 9-15.
- Han, K. S. & Yang, T. Y. (2009). Analysis of the effectiveness of a university affiliated science-gifted educational program: The case of C gifted education center. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 29(2), 137-155.
- Han, Y. W. & Lee, W. K. (2005). An effect of integrated science inquiry learning method through literature materials on the elementary science. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 24(1), 9-20.
- Han, Y. W., Park, S. K. & Kim, D. H. (2000). The effect of cooperative skill training on elementary school students' learning in science. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 19(1), 29-39.
- Haussler, P. & Hoffmann, L. (2002). An intervention study to enhance girls' interest, self-concept, and achievement

- in physics classes. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(9), 870-888.
- Hong, J. E., Han, M. J., Chung, J. S., Choi, J. H. & Shin, Y. J. (2006). The effect of HASA Program on the science related attitudes, science knowledge and scientific inquiry skills. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 25(2), 206-216.
- Hong, J. L. (2001). The effects of decision-making centered-STS (science-technology-society) classes on the students' attitudes towards science and perceptions about STS. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 21(2), 422-432.
- Hong, S. W. & Lee, Y. S. (2008). The effects of the science process skill and scientific attitudes by creative problem solving. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 27(3), 233-243.
- Hur, M. & Lee, J. Y. (1995). The effect of concept mapping strategies on the achievement and attitude change in science in science learning. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 15(2), 223-232.
- Hwang, Y. H. & Park, J. K. (2014). The effects of creative hands-on activities using effective microorganisms on elementary school students' environmental literacy. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 33(3), 524-535.
- Jang, E. J. & Jhun, Y. S. (2010). The effects of the teaching and learning program to improve leadership for the gifted in science. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 29(3), 252-261.
- Jang, H. J. & Shin, Y. J. (2009). Effect of the activity after reading books on science toward creativity. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 28(2), 187-196.
- Jarvis, T. & Pell, A. (2005). Factors influencing elementary school children's attitudes toward science before, during, and after a visit to the UK National Space Centre. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 53-83.
- Jee, K. J. & Park, J. W. (2013). Development and application of the family activity for improving scientific creativity (FAISC) program. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 33(1), 114-131.
- Jeon, H. Y., Yeo, S. I. & Woo, K. W. (2002). Focusing on gender differences = effects of reading materials about scientists on the attitude toward science and images of scientists. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 22(1), 22-31.
- Jeong, H. S. & Han, Y. W. (2006). Effects of metacognitive learning strategy on elementary school students' conception acquisition of seasonal change and self-efficacy. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 25(1), 39-50.
- Jeong, J. W. (1992). The influence of CAI (computer-assisted instruction) programs on learner's attitudes toward computer and science. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 12(1), 47-60.
- Jeong, J. W., Song, B. Y. & Kim, H. N. (1994). A study on the application of vee diagram instruction in the elementary science. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 13(2), 177-193.
- Jeong, M. S., Cho, S. T. & Seo, W. C. (2010). Cooperative learning [협동학습]. Seoul: Njoy School.
- Jeong, S. & Kang, S. H. (2014). Teaching strategy of the general chemistry laboratory using the making hypotheses by activities of substituting and combining variables in college. *Journal of Research in Curriculum Instruction*, 18(4), 1201-1224.
- Jeong, S. A. & Kwon, N. J. (2008). The development and application of strategies using children's science verses in elementary science teaching. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 28(8), 814-822.
- Jeong, S. H., Kim, B. G., Koo, I. S. & Park, J. K. (2010). Effects on scientific inquiry, scientific attitudes, and scientific achievements of experimental classes for kinetics unit using self-regulated learning strategy. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 30(6), 681-692.
- Jho, H. K. (2012). A review of the literature on primary students' science-related attitudes. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 31(4), 436-449.
- Jin, S. W. & Lee, J. Y. (1998). The effects of daily commodities on students' scientific knowledges, inquiring abilities and scientific attitudes. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 17(2), 113-121.
- Jo, O. G. & Kim, Y. M. (2006). Development and implementation of physics inquiry learning materials in the context of play-based inquiry. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 26(1), 143-154.
- Joo, Y., Kim, K. S. & Noh, T. H. (2012). The effects of grouping by middle school students' collectivism in science cooperative learning and their perceptions. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 32(10), 1551-1566.
- Ju, E. J., Lee, J. A. & Jang, S. H. (2013). Effects of

- pre-service teacher's scaffolding in environmental camp about climate change. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 32(1), 82-94.
- Jung, J. H. & Chung, Y. L. (2009). The effect of mind mapping applied in science classes on middle school students' creativity. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 29(4), 388-399.
- Jung, M. S., Koo, J. H. & Park, M. Y. (2004). School NIE reality and strategies for improving [학교 NIE 실태와 개선 방안]. Seoul: Korea Association of Newspapers.
- Kang, H. G., Ha, C. W. & Kim, N. I. (1996). The effect of learning through concept mapping on elementary school science achievement and creativity - 5th grade elementary school science. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 15(2), 191-206.
- Kang, H. K. & Cho, B. H. (1992). A study on cognitive specialization and effective teaching strategies for the nurture of creativity. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 11(32), 111-121.
- Kang, K. H. (2010). The trend and the issues of domestic studies in relation to science teaching-learning methods. *Journal of Science Education*, 34(1), 22-31.
- Kang, S. H. & Kim, E. S. (2005). The effect of STS Instruction through science to enhance hypothetical deductive thinking skills for creativity - water section of chemistry 1. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 25(3), 327-335.
- Kang, S. J. & Noh, T. H. (2000). Effect of concept learning strategy emphasizing social consensus during discussion. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 20(2), 250-261.
- Kang, S. J., Kwon, J. H. & Yeau, S. H. (1999). The effect of jurisprudential inquiry model-oriented STS Program on the high school underachievers. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 19(2), 248-255.
- Kang, S. M., Kwak, J. H. & Nam, J. H. (2006). The effects of argumentation-based teaching and learning strategy on cognitive development, science concept understanding, science-related attitude, and argumentation in middle school science. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 26(3), 450-461.
- Kang, S. J., Han, S. J., & Noh, T. H. (2002). The effect of cooperative small group discussion in science concept learning. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 22(2), 93-101.
- Kang, S. J., Lee, Y. Y., Go, H. J., Jeon, G. M. & Noh, T. H. (2004). The effects of using concept mapping as an instructional tool in elementary school science classes. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 23(1), 37-43.
- Kim, D. H. & Hong, S. H. (2014) the development and application effects of convergence program for field trip and STEAM education related geology. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 33(2), 364-379.
- Kim, D. L. & Noh, S. H. (2002). After-school NIE for elementary school students [초등학생을 위한 방과후 신문활용교육]. Seoul: Yangeowon.
- Kim, D. R. (2008). The effects of applying instruction using high school students' self-generated analogies for concepts in genetics. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 28(5), 424-437.
- Kim, D. R. (2009). Effect of the analogical role-playing activity on the "cellular respirations" unit in biology 2 class. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 29(4), 463-476.
- Kim, D. R., Moon, D. H. & Son, Y. A. (2006). The effects Of a semantic network program instruction for the learning achievement and learning motivation in high school biology class: Centering the unit of heredity. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 26(3), 393-405.
- Kim, E. J. & Jang, S. H. (2009). The effects of "hands-on science class at school" program on participants' scientific attitudes, interest and satisfaction. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 28(4), 495-506.
- Kim, G. S. & Choi, S. Y. (2012). The effects of the creative problem solving ability and scientific attitude through the science-based steam program in the elementary gifted students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 31(2), 216-226.
- Kim, H. J. & Kim, C. H. (1999). The effects of portfolio assessment on elementary school students' science knowledge, inquiry ability and science attitudes. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 19(1), 19-28.
- Kim, H. N., Chung, W. H. & Jeong, J. W. (1998). National assessment system development of science-related affective domain. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 18(3), 357-369.
- Kim, H. R., Choi, S. Y. & Lee, K. J. (2014). The effect of question-generating strategy for science inquiry instruction in elementary science class. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 33(4), 700-709.
- Kim, H. S., Jhun, Y. S., Hong, J. E, Shin, Y. J., Choi, J. H. & Lee, I. H. (2007). The effects of human-oriented

- alternative science activities on elementary school students and their teacher. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 26(2), 171-180.
- Kim, J. Y., Seong, S. J., Park, J. Y. & Choi, B. S. (2002). The effects of scientific inquiry experiments emphasizing social interaction. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 22(4), 757-767.
- Kim, K. S. & Chung, W. H. (1996) Effects of application hypothesis verification learning model in biology experiment teaching. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 16(4), 365-375.
- Kim, K. S. & Noh, T. H. (2006). The effects of CAI using reciprocal peer tutoring strategy in concept learning on the motion of molecules. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 26(2), 298-306.
- Kim, K. S., Noh, J. A., Seo, I. H. & Noh, T. H. (2008). The effects of explicit and reflective instruction about nature of science using episodes from the history of science in “composition of material” unit of middle school science. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 28(1), 89-99.
- Kim, K. S., Wang, H. N. & Noh, T. H. (2007). The influences of grouping method on science achievement and self-efficacy in middle school science instruction using reciprocal peer tutoring strategy. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 27(3), 180-189.
- Kim, M. Y. & Cho, J. M. (2013). An analysis of the properties of affective achievement in science based on timss and science teachers' perception. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 33(1), 879-889.
- Kim, S. H. & Song, K. S. (2010). Expertise-related EEG alpha deactivation of the left temporal lobe during creative writing improvisation. *Korean Journal of Cognitive Science*, 21(3), 409-427.
- Kim, S. K. & Kim, J. B. (2005). Application effect of experimental inquiry modules based on everyday life materials for improving middle school student science process skills. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 25(7), 811-819.
- Kim, S. S. & Choi, D. S. (2002). The effect of the complex reward in STAD learning on academic achievement and learning attitudes. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 21(1), 101-109.
- Kim, S. W., Kim, M. S., Kang, T. Y. & Jung, H. Y. (2000). Theory and practice of portfolio assessment [포트폴리오 평가의 이론과 실제]. Seoul: Hakjisa.
- Kim, W. H., Kim, E. J. & Lee, S. H. (2009). Effects of science inquiry, science attitude, self-esteem, and self-competence on children in low-income family through science experience class. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 28(4), 415-424.
- Kim, Y. G., Lee, C. H. & Lee, S. H. (2004). An effectiveness of science-play activity on the scientific attitudes and the scientific inquiry skills of elementary school students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 23(1), 17-26.
- Kim, Y. K., Kim, B. Y. & Lee, S. H. (2003). The effect of metacognitive teaching strategy on the elementary school children. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 22(2), 181-191.
- Kim, Y. M., Park, Y. B., Park, H. J., Shin, D. H., Jeong, J. S. & Song, S. S. (2014). World of science education [과학교육학의 세계]. Seoul: Bookshill.
- Koh, H. J., Yang, S. K., Han, J. Y. & Noh, T. H. (2003a). The effects of teams games tournaments cooperative learning in elementary school science instruction. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 22(3), 304-312.
- Koh, H. Joong., Kim, Y. S. & Kang, S. J. (2010). The effects of cooperative learning by students' performance goal orientation in elementary science classes. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 29(3), 307-315.
- Kwak, H. S. & Shin, Y. J. (2014). The effects of formative assessment using mobile applications on interest and self-directedness in science instruction. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 34(3), 285-294.
- Kwon, C. S. & Kim, Y. R. (2004). The effects of the project approach on scientific knowledge and attitudes of elementary school students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 23(2), 110-115.
- Kwon, N. J. & Kwon J. S. (1998). Application of the cognitive conflict process model to middle school science course. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 18(3), 261-271.
- Kwon, N. J. & Lee, J. Y. (2010). The effect of instruction using movies on the attitude toward science and learning achievements in elementary students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 29(2), 113-123.
- Kwon, Y. J., Nam, J. H., Lee, G. Y., Lee, H. N. & Choi, K. H. (2013). Science education: From thought to learning [과학교육: 사고에서 학습까지]. Seoul: Bookshill.
- Laforgia, J. (1988). The affective domain related to science education and its evaluation. *Science Education*, 72(4),

- 407-421.
- Larkin, J. H. & Simon, H. A. (1987). Why a diagram is (sometimes) worth ten thousand words. *Cognitive Science*, 11(1), 65-100.
- Lazarowitz, R., Hertz, R. L., Baird, J. H. & Bowlden, V. (1988). Academic achievement and on-task behavior of high school biology students instructed in a cooperative small investigative group. *Science Education*, 72(4), 475-487.
- Lee, C. Y. & Park, J. K. (2014). The development and application of instructional strategy for science writing using newspaper articles. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 33(4), 710-723.
- Lee, H. C. & Choi, J. S. (1996). The effect of STS approach on environmental education related to the water quality in elementary school. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 15(2), 223-232.
- Lee, H. C., Moon, J. Y. & Bae, J. H. (2008). The effects of different grouping in elementary science cooperative learning. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 27(4), 446-454.
- Lee, J. C. & Kim, B. K. (1996). Structural analysis among science achievement, science process skills and affective perception toward science of high school students. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 16(3), 249-259.
- Lee, J. H., Nam, J. H. & Moon, S. B. (2003). The effects of a performance assessment based on the experimental practice on student's science achievement and affective domain in the middle school science. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 23(1), 66-74.
- Lee, J. K. (2009). Students salivary cortisol level and emotional intensity vary by teachers teaching style in secondary school science class. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 29(7), 783-791.
- Lee, J. S. (2001). Principles and methods of writing education: Process-centric approach [글쓰기 교육의 원리와 방법: 과정중심접근]. Gyeonggi: Kyoyookkwahaksa.
- Lee, M. A. & Park, Y. B. (2002). Effects of a treatment program by types of underachiever on the science achievement and attitude toward science in junior high school students. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 22(4), 750-756.
- Lee, M. H. & Paik, S. H. (2005). The effects of the Keller's arcs strategies on the improvement of elementary school students' motivation. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 24(4), 380-390.
- Lee, M. K. & Kim, K. H. (2004). Relationship between attitudes toward science and science achievement. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 24(2), 399-407.
- Lee, O. H., Kim, J. O., Sohn, S. R., Song, N. H., Song, M. S., Lim, C. H. & Choi, J. H. (1995). Survey on attitudes related to the science of elementary school students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 14(1), 17-34.
- Lee, S. G. (2011). The effects of using science notebooks in the open inquiry activities by cognitive levels. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 30(2), 242-254.
- Lee, S. G., Kim, S. S. & Choi, S. B. (2012). The effect development and application of ASI module using science notebooks in open inquiry activity: Focused on earth and space. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 31(1), 40-56.
- Lee, S. H. & Choi, S. Y. (2014). Development and application of teaching strategy focused on problem solving process in the "separation of mixture" unit of third grade elementary school. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 33(1), 105-114.
- Lee, S. H. & Kwon, C. S. (2001). Effects of cooperative learning on scientific knowledge, inquiry ability and science related attitudes of primary. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 20(2), 165-175.
- Lee, S. H. (2013). Development of eco-STEAM educational programs based on smart learning. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 32(3), 250-259.
- Lee, S. H., Kim, E. J. & Kong, J. Y. (2010b). The effects of science experiment program for low-income family children on science attitude, self-esteem, self-competence, and creativity. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 29(3), 538-551.
- Lee, S. K., Shin, H. J., Myeong, J. O. & Kim, C. J. (2010a). The effect of science museum educational program on primary school students' science learning motivation. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 29(1), 47-55.
- Lee, S. S. (2009). A study on science-related attitudes of the elementary school students in local environments. Master's thesis, Graduate School of Daegu National University of Education.
- Lee, W. H. & Kwak, H. W. (1994). Based on energy topics in elementary school = The influence of the program of confluent education on scientific attitude.

- Journal of Korean Elementary Science Education*, 13(2), 151-176.
- Lee, Y. S. (2006). The effects of cooperative learning through STAD model on elementary school students' learning achievements and science related attitudes in the field of astronomy. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 25(2), 141-148.
- Lim, C. H. (1995). A study on attitudes related to the science of elementary and middle school students. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 15(2), 194-200.
- Lim, C. S., Kim, J. Y. & Baek, J. Y. (2012). Analyses on elementary students' science attitude and topics of interest in free inquiry activities according to a brain-based evolutionary science teaching and learning model. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 31(4), 541-557.
- Lim, H. J., Choi, K. S. & Noh, T. H. (1999). The effects of cooperative and individualistic learning strategies by the level of achievement. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 19(1), 137-145.
- Lyu, K. H. & Shin, Y. J. (2014). The effects of out-of-class environmental experience learning on elementary students' environmental literacy. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 33(1), 69-81.
- Martin, D. J. (2009). Elementary science methods: A constructivist approach with infotrac [초등과학교육: 구성주의적 접근]. Seoul: Sigmappress Delmar Publishers. (Original work published in 2005).
- Matthews, M. R. (2014). Science teaching: The role of history and philosophy of science [과학교육: 과학사와 과학철학의 역할]. Seoul: Bookshill. (Original work published in 1994).
- Meredith, J. E., Fortner, R. W. & Mullins, G. W. (1997). Model of affective learning for nonformal science education facilities. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(8), 805-81.
- Ministry of Education [MOE]. (2015). Science teacher's guides for elementary school. Ministry of Education.
- Ministry of Education and Science Technology [MOEST]. (2011). 2009 revised curriculum-science education curriculum [과학과 교육과정]. Ministry of Education and Science Technology.
- Moon, H. S. (2006). Media didactics [미디어 교수법]. Seoul: Korea Broadcasting Institute.
- Moon, J. Y., Bae, J. H. & So, K. H. (2014). Effects of strategies to encourage modulation of overexcitability on the task commitment and creative personality of elementary scientific gifted. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 33(3), 536-548.
- Myeong, J. O. (1996). Proposing LISREL for statistical analyses = Suggestions to improve attitude research in science education. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 15(2), 327-345.
- Nam, C. W., Choi, C. H., Kim, J. K., Kim, S. J., Song, P. S., Han, K. L. & Choi, D. S. (2002). The effect of STS teaching-learning method on the scientific attitude of the elementary school students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 21(2), 159-170.
- Noh, T. H. & Kim, C. M. (1999). The effect of cooperative computer - assisted instruction on middle school students learning in science. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 19(2), 266-274.
- Noh, T. H., Byun, S. H., Jeon, K. M. & Kwon, H. S. (2003b). The influences of role- playing analogy in chemistry concept learning. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 23(3), 246-253.
- Noh, T. H., Cha, J. H. & Kim, C. M. (1999c). The effect of computer - assisted instruction using molecular - level animation and worksheet in high school chemistry class. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 19(1), 128-136.
- Noh, T. H., Cha, J. H. & Lim, H. J. (1997c). The instructional influences of cooperative learning strategies: Applying the STAD model to high school chemistry course. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 17(3), 251-260.
- Noh, T. H., Cha, J. H., Jeon, K. M., Jeong, T. H., Han, J. Y. & Choi, Y. N. (1999b). The effect of grouping method in cooperative learning strategy applied to concept learning. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 19(3), 400-408.
- Noh, T. H., Cha, J. H., Kim, C. M. & Choi, Y. N. (1998). The effect of computer - assisted instruction using molecular - level animation in middle school science class. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 18(2), 161-171.
- Noh, T. H., Cha, J. H., Park, H. Y. & Kim, K. Y. (2002). The influences of group composition in cooperative CAI. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 22(3), 508-516.
- Noh, T. H., Jeong, Y. S., Kim, C. M. & Kang, S. J. (2001). The instructional effects of problem - solving

- strategy emphasizing planning and checking stages and think - aloud paired problem solving. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 21(4), 738-744.
- Noh, T. H., Kang, S. J., Kim, H. K., Chae, W. K. & Noh, S. G. (1997a). Development and application of a conceptual change model for effective laboratory teaching. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 17(2), 179-189.
- Noh, T. H., Kim, C. M., Cha, J. H. & Jeon, K. M. (1998). The influences of computer - assisted instruction emphasizing the particulate nature of matter and problem - solving strategy on high school students learning in chemistry. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 18(3), 337-345.
- Noh, T. H., Kim, D. Y., Kim, H. K., Hong, E. K., Kang, S. J., Chae, W. K. & Noh, S. G. (1997c). Instructional effects of a problem solving model on students' achievement, science process skills, and perception of science activities. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 17(1), 45-53.
- Noh, T. H., Kim, S. Y. & Kim, K. S. (2005). The effect of reciprocal peer tutoring strategy for inducing structured students' interaction in middle school science instruction. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 25(4), 465-471.
- Noh, T. H., Kwon, H. S. & Lee, S. U. (1997d). The effect of an instruction using analog systematically in middle school science class. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 17(3), 323-332.
- Noh, T. H., Lim, H. J., Cha, J. H., Noh, S. G. & Kwon, E. J. (1997b). The instructional influences of cooperative learning strategies: Applying the LT model to middle school physical science course. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 17(2), 139-147.
- Noh, T. H., Park, S. Y., Lim, H. J. & Cha, J. H. (1998a). The effects of grouping in cooperative learning strategy. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 18(1), 61-70.
- Noh, T. H., Yeo, K. H. & Jeon, K. M. (1999a). Instructional effect of cooperative learning in problem solving strategy. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 19(4), 635-644.
- Noh, T. H., You, J. Y. & Han, J. Y. (2003a). The effect of molecular level drawing-based instruction. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 23(6), 609-616.
- Norman, D. A. (1993). Things that make us smart: Defending human attributes an analysis of science magazine in the view of infographic 611 in the age of the machine. New York, NY: Basic Book.
- Park, E. M. & Kang, S. H. (2007). The influence of hypothetico-deductive teaching programs on creative thinking, critical thinking and scientific attitude. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 27(3), 225-234.
- Park, H. J. & Kwon, N. J. (2008). The patterns and the effects of science journal writing of elementary school students. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 28(6), 519-526.
- Park, J. H. & Chang, N. K. (1995). Development of an instructional material for high school environmental education to achieve balanced objectives. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 15(1), 39-53.
- Park, J. H., Kim, J. Y. & Bae, J. H. (2001). The effect of free inquiry activities on the science process skills and scientific attitudes of elementary school students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 20(2), 271-280.
- Park, J. W., Kim, S. H., Lim, H. J. & Noh, T. H. (1997). The instructional influences of a cooperative learning strategy in the elementary science. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 16(2), 277-290.
- Park, J. Y. & Hong, J. H. (2007). The effects of small-scale chemistry laboratory programs in high school chemistry 2 class. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 27(4), 318-327.
- Park, J. Y. & You, H. S. (2001). The effects of jigsaw cooperative learning strategy applied to the middle school science class. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 21(3), 635-647.
- Park, J. Y., Nam, J. H. & Yoo, H. S. (2000). The effects of a teaching strategy based on the interactive formative assessment in middle school science class. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 20(3), 468-478.
- Park, K. H., Ku, Y. S., Choi, B. S., Shin, A. K., Lee, K. H. & Ko, S. B. (2008). The effects of microcomputer-based laboratory on science classes in middle school. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 28(4), 331-339.
- Park, K. S. (2004). Highschool students' perception on psychological learning environments generated by science

- teachers and their attitude changes related to science. Master's thesis, Graduate School of Korea National University of Education.
- Park, M. A., Oh, C. H., Kim, H. N. & Park, K. T. (2006). Effects of discussion using newspapers on 5th grade elementary school students' scientific academic achievement and affective characteristics. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 25(1), 59-69.
- Park, M. S. (2007). Create brilliant brain [충명한 두뇌 만 만들기]. Seoul: Jisiksanupsa.
- Park, S. H. & Shin, Y. J. (2010). The effects of the pre-learning program applied by ICT-based TGT (teams-games-tournaments) cooperative module for science museum excursion regarding of the earth and the moon on the science related attitude according to gender. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 29(3), 326-340.
- Park, S. J. & Cho, H. H. (1999). Teaching and learning theory and science education [교수-학습 이론과 과학 교육]. Gyeonggi: Kyoyookkwahaksa.
- Park, S. K. (1999). The effects of the constructivist instructional model on the acquisition of atmospheric pressure conceptions and learning motivation. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 19(2), 217-228.
- Park, S. K., Kang, M. J. & Kim, S. D. (2001). The development of web based instruction program on oceanography unit and the analysis of its effects in earth science class. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 21(2), 265-278.
- Park, S. K., Kim, Y. N. & Kim, S. D. (1996). The effects of the ARCS model for learners' achievement and motivation in highschool earth science. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 16(4), 429-440.
- Park, S. Y., Park, J. K. & Yeo, S. I. (2006). The effects of MBL programs on academic achievement and science-related affective characteristics of elementary school students in laboratory instructions. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 25(4), 454-464.
- Price, C. A. & Lee, H. S. (2013). Changes in participants' scientific attitudes and epistemological beliefs during an astronomical citizen science project. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(7), 773-801.
- Scogin, S. C. & Stuessy, C. L. (2015). Encouraging greater student inquiry engagement in science through motivational support by online scientist-mentors. *Science Education*, 99(2), 312-349.
- Seong, S. K., Kim, J. R., Han, I. O., Lee, J. S., Jeong, D. H. & Suh, J. S. (1998). The effects of cai on achievement and attitudes in high school chemistry in chemical equilibrium. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 18(3), 303-312.
- Shin, A. K., Jang, C. H. & Hyun, D. G. (2011). Effects of science club activity on science-related attitudes of female elementary school students. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 31(4), 505-512.
- Shin, D. H. & Lee, J. S. (2003). Effect of NIE program on high school students' environmental knowledge, attitude, and behavior. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 23(6), 599-607.
- Shin, M. K., Kim, H. S. & Lee, H. S. (2010). Changes in problem recognition and perceptions of learning environments of elementary students through inquiry questioning activity. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 29(2), 124-133.
- Song, Y. W. & Kim, B. K. (2010). The development of an instrument for scientific attitudes in school, home and social situations and selection of scientific attitude elements. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 30(4), 375-388.
- Stake, J. E. & Mares, K. R. (2005). Evaluating the impact of science-enrichment programs on adolescents' science motivation and confidence: The splashdown effect. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(4), 359-375.
- Taraban, R., Box, C., Myers, R., Pollard, R. & Bowen, C. W. (2007). Effects of active-learning experiences on achievement, attitudes, and behaviors in high school biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(7), 960-979.
- Tomas, L., Ritchie, S. M. & Tones, M. (2011). Attitudinal impact of hybridized writing about a socioscientific issue. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(8), 878-900.
- Wi, S. B. & Paik, S. H. (1997). The effects of learning cycle model on science concepts, inquiry ability and scientific attitude of elementary school students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 16(1), 11-24.
- Won, Y. J., Choi, S. Y. & Kang, H. K. (2002). Development of creativity through creative problem solving model to elementary school science. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 21(1), 71-80.
- Woo, J. H., Choi, S. Y. & Kang, H. K. (2004). The effects of visual note making for creativity and science achievement in elementary science class. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 23(3), 173-181.

- Yang, I. H. & Jeong, J. W. (1991). An analysis of the effectiveness of tutorial CAI programs according to the learner's characteristics in science teaching. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 11(1), 37-50.
- Yang, T. Y., Park, S. W., Park, I. H. & Han, K. S. (2005). Relationships and changes of science related attitudes and science anxiety through specialized gifted education programs in science. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 25(2), 284-296.
- Yeo, S. I., Lee, J. Y. & Shin, M. K. (2009). The effects of verbal analogy activities as scaffolding on the science achievement and science attitude of elementary students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 28(4), 507-518.
- Yoo, M. H., Kim, M. Y. & Hong, H. G. (2009). The effect of small-scale chemistry (SSC) lab program with respect to high school students' extroversions and introversions. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 29(2), 179-192.
- Yoo, P. K. (2006). The effect of microcomputer-based laboratory teaching on elementary school students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 25(1), 1-7.
- Yoon, H. G. & Pak, S. J. (2000). The change of middle school students' motivation for investigation through the extended science investigations. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 20(1), 137-153.
- Yoon, H. G., Kim, H. S., Jung, H. S., Kim, J. Y. & Kim, M. S. (2006). Development and application of science career education materials using TV programs in junior high school. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 26(4), 518-526.
- Yun, J. Y. & Moon, S. B. (2007). The effects of experimental learning using small-scale chemistry on scientific achievement, durability and scientific attitude of high school students. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 27(9), 787-795.
- Yun, J. Y., Lee, J. H. & Moon, S. B. (2007). The effects of science-related and scientific attitudes in small-scale science experimental learning on 3rd grade middle school students. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 27(1), 1-8.