

# 학교 과학교육에서의 과학적 논증활동을 위한 탐구학습 지도방법 탐색

이효녕<sup>1</sup> · 조현준<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>경북대학교 · <sup>2</sup>병점초등학교

## An Exploration of Teaching Method for Scientific Inquiry including Scientific Argumentation in School Science

Hyon-yong Lee<sup>1</sup> · Hyun-jun Cho<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Kyungpook National University · <sup>2</sup>Byeong Jeom Elementary School

### ABSTRACT

The purpose of this study were to explore teaching method for scientific inquiry including scientific argumentation to increase students' scientific literacy. For this study, the detailed guideline including assessment frame for students' argumentation was developed and applied to seventh and ninth grade students. From this application, data were collected from the students' views by pre, post questionnaire and the teachers who had taught to their students by questionnaire including students' attitudes change and applicability. From this study, the result were following. The change of students' perceptions was revealed by questionnaire and the teachers' description. And the applicability of this teaching method was indicated by the teachers' opinion. From these findings, the method was found as applicable teaching method to teach scientific inquiry including scientific argumentation in school science.

**Key words** : scientific argumentation, objective of lab activity, credibility of data, interpretation of data, communication

## I. 서 론

과학적 소양은 주요 선진국은 물론 우리나라의 학교 과학교육의 주요 목표로 간주되고 있다(교육과학기술부, 2009; 교육인적자원부, 2007; AAAS, 1993; NRC, 2000; Minstrell & Van Zee, 2000). 과학적 소양의 증진을 위한 핵심 과학 교수(science teaching)에 대한 지침으로 과학 탐구활동이 제시되고 있으며(AAAS, 1993; Erduran et al., 2005; NRC, 2000), 이와 함께 좋은 과학 교수-학습이란 견해에는 이미 '탐구'가 깊이 반영되어 인식되고 있다(Anderson, 2002; Chiappetta & Adams, 2000). 이렇듯 과학교육에서 탐구가 강조되는 것은 과학에 대한 긍정적인 태도 형성에 기여하며, 사회적 상호작용의 질을 향상시키는데 효과가 있는 등(Veermans et al.,

2005) 과학적 소양 함양에 효과적이기 때문이다(Brickman et al., 2009).

그러나 1950년대부터 지금까지 과학탐구활동에 대한 막대한 투자와 관심, 그리고 과학교육 개혁에 이르기까지 많은 노력에 비해 그 효과에 대해 회의적인 견해가 높다. 그에 따라 과학교육 연구자들은 효과적인 탐구 수업이 실행되지 않는 것에 대한 원인을 교사요인, 학생요인 등으로 제기하여 왔다. 교사 요인으로 지적되고 있는 것은, 과학 수업에서 실제적 탐구 지도의 어려움 등으로 단순한 개념 등의 이해에 초점을 둔 낮은 인지적 사고를 요하는 수업을 운영한다거나, 학생들에게 과학 지식의 본성을 이해하기 위한 기회를 자주 부여하지 않는다거나, 학생들이 실험활동을 교사가 의도한 주어진 절차를 따르게 한다거나, 교사가 직접 학생들의 실험활동의

\* 교신저자 : 조현준(altair93@hanmail.net)

2012. 6. 25 (접수) 2012. 7. 31 (1심통과) 2012. 8. 18 (최종통과)

결과를 정리해준다는가 또는 결론을 도출해 준다는 것이다(양일호 등, 2006; 조현준 등, 2008b; Germann et al., 1996; Germann & Odom, 1996; Krajcik et al., 1998; Lunetta, 1998; Wellington, 1998). 왜냐하면 대부분의 교사들은 과학수업을 탐구활동보다는 ‘과학적 개념’에 더 중점을 둔 채 진행하고 있어 탐구활동에 소홀하기 때문이다(Cros et al., 1988; Gable과 Bunce, 1984; Gallagher & Tobin, 1987).

학생요인으로서는 탐구 문제를 제기하는 능력이 부족하고, 제기된 문제라 하더라도 실제 배우는 내용과는 관련이 낮았으며, 탐구 설계 또는 변인 통제 자체에 많은 어려움을 느끼고 있고, 탐구 문제를 해결하거나 결론을 도출하는 데에 도움이 되는 결과를 수집하기 보다는 단순하고 얻기 쉬운 자료 수집을 하는 경향이 나타났으며, 결론 도출을 위한 동료와의 상호작용에 어려움을 느끼고 있고, 탐구활동 자체에 대한 경험이 부족하다는 연구결과들이 제시되었다(김재우와 오원근, 1998, 2003; 신미영과 최승연, 2008, 2009; 조현준 등, 2008b; Krajcik et al., 1998; Moreira, 1980).

2000년대 접어들면서 이러한 문제점을 극복하기 위해 ‘과학자들과 같은 탐구활동’이 강조되고 있다(NRC, 2000). 또한 학생들이 과학자가 하는 것과 같이 탐구 활동을 통해 스스로 알아가는 방법(science as a way of knowing)을 이해하게 하고, 학생 상호간 또는 모둠 간 자신이 얻어낸 결과를 정당화하는 활동인 과학적 논증활동의 중요성과 가치가 강조되고 있다(박영신, 2006; Driver et al., 2000; Jimémex-Aleixandre et al., 2000; Kuhn, 1991; 1993; 2005). 이것은 과학의 발전이 관찰과 그 기록의 누적 자체보다는 커뮤니티 내·외와의 끊임없는 상호작용을 통해 발전하고, 논증으로서의 과학(Science as argument) 속에서 과학적 사고가 발현되고 있기 때문이다(Hogan & Maglienti, 2001; Kuhn, 1993; Zohar & Nemet, 2002). 또한 학교 과학 교수-학습 과정 속에서의 논증활동은 학생들 스스로 과학자와 같은 탐구활동을 경험하게 하며 과학 지식이 어떻게 만들어지는지와 만들어진 지식이 어떻게 과학자 사회에 수용되는지, 자신이 수행한 탐구과정 전반에 대해 반성하게 하는 평가적 기능을 가진다. 또한 조직 내에서 과학적 결과와 증거 확보를 위한 협력 활동을 하게 함으로써 조직 내 활동 참여를 유도하는 기능을 갖는 교육적 가치도 가지고 있다(Erduran et al.,

2005).

그러나 학교 현장에서는 논증활동이 수반되는 탐구활동이 좀처럼 활용되지 않고 있다(이효녕 등, 2009; Newton et al., 1999; Osborne et al., 2004). 그러나 이효녕 등(2009)의 연구에서도 알 수 있듯이, 현장 교사들은 논증활동의 중요성과 필요성을 인식하고 있으며, 논증활동 지도를 위한 자료 개발 및 보급이 필요하다고 강조하고 있다. 최근에는 논증활동의 중요성과 필요성을 바탕으로 소집단 토론활동을 다룬 연구들이 시도된 바 있다(김연기와 정구송, 2010; 김현경과 최병순, 2009; 문경원과 김영수, 2005; 양일호 등, 2009; 조현준 등, 2008a). 그러나 대부분의 연구들이 학교 현장에서 과학 수업에 적용되기 위한 실제적인 교수-학습 방법과는 거리가 멀며 대체로 학생들의 학습 개념 이해에 초점을 두거나 또는 온라인을 이용한 토론 지도방법을 제안하거나 사회과학적 이슈(socio-scientific issue; SSI)를 활용한 토론활동을 적용한 것들이 대부분이다. 특히 사회과학적 이슈를 활용한 논증은 최근 선진국에서 학생들의 합리적 사고력 향상을 위해 토론활동과 접목되어 연구되고 있다(Kelly & Takao, 2002; Osborne et al., 2004; Sandoval & Millwood, 2005).

그러나 이미 살펴보았듯이, 학생의 실험 운영 능력 및 토론 참여의 어려움, 논증활동이 수반된 과학 탐구활동 지도를 위한 효과적인 교수 방법의 부재로 인해 학교 현장에서의 과학적 논증활동 지도는 매우 어렵다(이효녕 등, 2009). 학생과 학생 사이의 과학 논증활동이 제공되고 장려될 경우, 그들의 과학 논증활동 능력이 더욱 향상된다는 연구(Kuhn et al., 1997)가 있지만, 과연 과학적 논증활동이 교실수업에서 어떻게 적용할 수 있는가 하는 문제점이 제기되고 있다. Eichinger et al.(1991)과 Herrenkohl et al.(1999)은 과학적 논증활동이 과학 수업을 설계하고 운영해야 하는 과정에서 해결해야 할 과제가 있다고 지적하고 있다. 특히 Herrenkohl et al.(1999)은 절차적 운영에 대한 안내의 중요성을 지적하고 있다. 이 운영 안내는 교실 수업 운영 과정에서 학생들에게 인식론적 지침과 동시에 학습운영이라는 사회적 구조로서의 틀이라는 역할을 함께 수행하여야 한다는 것이다.

따라서 이 연구에서는 학교 과학수업에서 논증활동이 수반되는 과학적 탐구활동을 운영하기 위한 교수-학습 운영 방법을 제안하고, 실제 수업에 적용

함으로써 과학적 논증활동이 수반된 탐구활동에 참여한 학생들의 태도 변화와 적용 가능성에 대한 교사의 인식을 토대로 과학 교수-학습 상황 하에서의 활용가능성을 확인하고자 한다.

## II. 연구 방법 및 절차

### 1. 연구 절차 개요

과학 수업 상황에서 논증이 수반되는 탐구활동 운영 방법은 학생들의 실험활동과 그 실험 결과에 대한 논증활동으로 구성된다. 특히 논증활동에서는 상호간의 실험 과정과 결과를 평가하기 위한 평가요소가 문헌 연구를 통해 추출되었다. 이렇게 개발된 교수-학습 운영 방법은 현장 교육에 투입함으로써 적용가능성을 검토하였다.

### 2. 연구 참여자

이 연구에 참여한 교사는 강원도교육청 소속 A교사(남)와 부산광역시 교육청 소속 B교사(여)이다. A교사는 경력 10년차 교사이며, B교사는 경력 8년차 교사로, 두 교사 모두 학부 과정에서 지구과학교육을 전공하였다. 특히, B교사는 현재 과학교육학 박사과정을 전공하고 있다. 이 두 교사는 모두 해당 교육청에서 학생 지도를 위해 다양한 일들을 해왔다고 응답했으며, 열정적인 교사로서 평소 새로운 교수 방법에 대해 깊은 관심을 보여 왔고, 이 연구를 위한 참여 요청에 흔쾌히 동의하였다.

수업에 참여한 학생 규모는 표 1과 같다. A교사는 면단위 소재 시골학교에 근무하여 각 학년이 한 학급으로 구성되어 있었다. 참여교사들에 따르면, 학생 수준은 강원도에서 중간수준 정도이며, 타 교과에 비해 과학에 대한 관심과 흥미가 매우 높은 학생들이다. B교사는 시내 학교로서 적용학급은 2개 학급이었으며, 학생 수준은 중간수준 정도로 과학에 대한 관심은 다른 교과에 비해 높지 않은 보통 학생

표 1. 참여 학생 수

지역	학년	남	여	계
강원	7	11	16	27
부산	9	35	34	69

들이다.

### 3. 논증활동이 수반된 과학 탐구활동 지도방법 개발

#### 1) 논증활동 교수-학습 운영 방법

과학 교과는 학생들에게 과학자와 같은 탐구활동을 경험하게 할 필요가 있으므로(NRC, 2000), 과학자들의 연구과정을 토대로 개발된 Reiff et al.(2002)의 탐구과정 wheel 모형을 토대로 운영 체제를 개발하고자 하였다. 실제 과학실험 결과를 통한 논증이 유발되기 위해서는 과학 실험활동 이후 그 실험결과를 토대로 한 논증활동의 결합이 필요했기 때문이다. 따라서 학교 과학교과의 주제를 통한 실험활동을 한 후(1번째 차시) 그 결과를 토대로 한 논증활동(2번째 차시)의 체제로 개발하였다.

1차시의 실험활동은 교육과정 상의 주제 또는 교과서에 제시된 실험활동을 자유롭게 운영할 수 있게 하였으며, 2차시는 모든 학생이 누락되지 않고 모두 논증활동에 참여할 수 있는 방법을 모색하였다. 이를 위해 전상길(2008)의 Round Tour Method를 활용하였다. Round Tour Method 기법은 모든 학생이 논증활동에 참여할 수 있는 운영상의 장점이 있으나, 과학 실험활동 결과의 정당화하고 평가하는 구체적인 평가요소가 누락되어 있기 때문에 과학적 논증활동 지도를 위한 운영방법으로는 부족한 측면이 있다. 따라서 과학적 논증활동을 위한 교수 전략으로 활용성을 갖추기 위해 Reiff et al.(2002)의 연구 결과를 기초로 탐구 활동이 진행된 후, 그 결과에 대해 정당화하도록 하는 절차를 따랐으며, 정당화 과정에서 다른 모듈의 탐구과정에 대해 평가하도록 평가요소를 활용하게 하였다.

다시 말하면, 1단계(1차시) 활동으로 교사가 제시한 실험수업 소재에 대하여 모듈별로 실험을 진행하며, 실험과정 속에서 모듈 내 학생들이 실험 목표를 확인하고, 신뢰로운 결과를 수집하고, 수집된 결과에 따른 해석을 통해 결론을 내리는 일련의 내용들 진행하게 하였다. 그리고 1단계 마무리 시간에는 모듈 간 논증을 위해 모듈별로 나눠준 전지에 탐구 내용을 요약하여 전략적으로 적게 하였다. 2단계(2차시)에서는 1단계(1차시) 수업이 진행되는 동안 이뤄진 결과물을 서로 다른 모듈 구성원들끼리 모여, 자신이 속한 모듈의 결과를 발표하고 자신의 탐구 결과에 대한 정당화를 하도록 하며, 다른 모듈원은 그 내용에 대한 질의와 비평을 갖도록 하였다. 정당

평가대상: (발표학생의 이름 기재)			모둠1 (학생 명)	모둠2 (학생 명)
평가 영역	하위 평가 항목	배점		
수집된 결과	결과가 신뢰롭다고 생각한다.	3		
	결과가 신뢰롭지 않다고 생각한다.	0		
결론	실험결과에 의한 결론을 도출하고 있으며, 결론이 타당하다.	3		
	실험결과에 의한 결론을 도출하고 있으나, 결론이 타당하지 않다.	2		
	결론이 실험 결과에 의한 것이 아니다.	0		
목표와 결론	실험 목표와 결론이 일관성이 있다.	3		
	실험 목표와 결론이 일관성이 없다.	1		
	결론을 도출하지 못하고 있다.	0		
의사소통	설명에 일관성이 있다.	1		
	질의응답에 적극적으로 임한다.	1		
	성량이 충분하며 자신감이 있다.	1		
총 점			/12	/12

그림 1. 학생 상호간 논증활동 평가표

화와 비평 과정에서 그림 1의 평가표를 활용해 발표자의 내용과 자세를 평가하게 하였다.

이 지도 방법은 전상길(2008)의 기본 운영방법이 가지는 무임승차를 막는 효과를 유지하면서, Reiff et al.(2002)의 과학적 탐구 과정 전반을 거침으로써, 과학 실험과 그 결과에 대한 논증활동을 동시에 지도할 수 있도록 하여 학교 과학교육과정 운영 형편에 맞게 체계화 한 것으로써 과학적 탐구를 위한 개선된 지도 방법이라 할 수 있다.

## 2) 과학 논증활동 평가 요소 추출

기본적으로 탐구 과정은 문제 인식을 토대로 연구자가 선정한 연구 문제를 해결하기 위해 적절한 실험 설계를 바탕으로 얻은 자료를 해석하고 해석을 통해 결론에 이르는 일련의 과정을 거친다. 그 과정에서 연구자는 연구문제 해결에 도움이 되는 결과를 수집하며 수집된 결과의 타당한 해석을 통해 결론에 이르게 되는데, 연구자 자신이 수집된 결과의 신뢰성 확보가 매우 중요한 역할을 한다(이효녕과 조현준, 2010). 따라서 학생이 모둠 내 실험활동을 통해 얻은 결과가 신뢰로운가에 대한 항목을 추출하였다. 그리고 실험목표와 결론을 명확히 인식하지 못한다는 연구(김재우와 오원근, 1998)를 토대로 모둠에서 실시한 실험 목표가 무엇이고 모둠의 결론이 무엇인지, 목표와 일관성 있는 결론인지를 평가하는 항목을 제시하였다. 또한 결과에 따른 결론 도출이 미흡하다는 연구(신미영과 최승언, 2009; 유진상과 심규철, 2007)를 토대로 모둠 내에서 얻은

결과를 토대로 제시된 결론인지에 대한 항목을 제시하였다. 특히 결론 영역은 다른 영역에 비해 3단계로 구분하였는데, 이것은 실험을 통해 얻은 결과를 결론과 잘 구분하지 못하는 경우가 많고 결론의 형식을 갖추지 못한다는 연구(신미영과 최승언, 2009)와 결과가 교재 등과 다르게 나올 경우에 모둠 내 결과를 무시하고 우세한 증거에 기초하여 결론을 도출하거나 모둠 내 결과와 상관없이 선지식에 기초하여 결론을 도출하는 형태가 있다는 연구(김선자와 최병순, 2005)를 토대로 실험결과에 의한 결론인가를 큰 축으로 하였으며, 실험결과에 의한 결론이 타당한지 또는 그렇지 못한지 세 단계로 구분하였다. 그리고 마지막으로 모둠 내 실험 내용을 자신이 속한 커뮤니티인 학급에 보고하는 활동인 의사소통 영역을 제시하였다. 이것은 증거기반 의사소통은 과학의 과정의 핵심과정이며 커뮤니티와의 상호작용을 통해 과학적 사고와 과학적 소양이 발달할 수 있다고 알려져 있으므로(Hogan & Maglienti, 2001; Kuhn, 1993) 과학적 의사소통 영역은 본 프로그램의 핵심영역으로 다루진다. 특히 이 영역은 과학 실험의 과정이 논리적 일관성을 갖추고 있는지에 대한 영역과 다른 모둠 원들과의 원활한 상호작용을 이루고 있는지를 하위 영역으로 제시하였고, 언어적 표현능력의 향상을 위한 영역으로 발표자의 설명이 제대로 전달되고 있는지에 대한 영역을 포함시켰다. 이러한 의사소통 능력은 과학탐구능력을 구성하는 기본적인 핵심 탐구과정 요소이다(AAAS, 1990).

이러한 선행연구를 기초로 추출된 항목은 그림 1에서 보는 바와 같이, 결론 영역, 결론 영역, 목표와 결론 영역, 의사소통 영역으로 모두 네 영역으로 선정하였다. 네 영역으로 선정한 배경에는 제한된 학교 수업시간 내에서 운영되어야 한다는 데에 따른 것으로, 평가 영역과 항목의 수에 따라 학생들의 채점시간이 늘어남으로 교사의 중요도에 따라 평가 영역을 달리하거나, 평가 항목의 수는 학생들의 능숙도에 따라 증감할 수도 있을 것이다. 각 결과, 결론, 목표와 결론 영역은 모두 내 실험 과정과 관련된 것으로 하나 또는 두 개의 평가 관점을 가지고 있다. 의사소통 영역은 모두 간 의사소통과 관련된 것으로 세 개의 하위 평가 항목을 가지고 있다.

그림 1을 보면, 각 하위 평가 항목에 배점이 기재되어 있으나, 교사의 의도에 따라 배점의 간격을 달리할 수도 있으며 또는 상, 중, 하의 정성적 급간을 적용할 수도 있다. 이 연구에서는 이러한 내용을 참여 교사에게 알렸으며, 두 교사 모두 그림 1의 배점을 사용하였다. 그리고 각 모둠별 논증활동이 끝나면 교사는 모둠별로 획득 점수를 집계하여, 가장 높은 점수를 얻은 모둠을 알리고 잘된 점을 한두 가지 정도 학생들에게 제시하도록 하였다.

#### 4. 자료수집 및 분석

연구 참여 교사에게 수업 운영을 위한 방법을 제공하고 실제 수업 상황에 적용하도록 요청하였다. 교사로서 실제 수업에 적용한 후 표 2와 표 3에서와 같이 두 개의 영역에서 모두 10개의 주관식 설문지에 답하도록 요청하였다. 교사용 설문 내용은 교사

들은 자신의 수업을 적용한 이후, 이 교수-방법의 활용 가능성에 대해 자신의 의견을 기술하도록 요청하였다. 또한 자신의 학생들이 어떻게 변화하였는지 관찰된 사실을 기술하도록 요청받았다. 학생용 설문 내용은 지도 방법 개발의 목적에 따라 실험 목표 영역, 결과 영역, 의사소통 영역, 논증 전반 영역으로 나누어 표 3과 같이 총 10문항을 작성하였다. 설문 내용은 자신의 생각을 표현하도록 5단계 리커트척도로 제시하였으며, 동일한 문항에 대한 설문 결과를 수업 이전과 이후에 받았으며, 인식의 차이를 대응 표본 t 검정을 통해 확인하였다.

### III. 연구 결과 및 논의

#### 1. 학생의 인식 변화 분석

먼저 논증활동 수업 전후, 학생들의 인식에 변화가 나타났는지를 알아보았다.

첫째로, 과학 논증활동이 수반되는 수업 전후 과학 논증활동에 참여하는 것이 부담스러운 정도가 어떻게 달라졌는지에 대해서는 표 4에서와 같이, 7학년과 9학년에서 각각 평균 2.67에서 3.29로, 3.32에서 3.79로 변화가 나타났다( $p < 0.01$ ). 즉 학생들의 부담이 다소 감소한 것으로 확인되었다.

둘째, 실험 목표 인식 부분에 대한 설문 결과는 표 5와 표 6, 표 7에서 보는 바와 같다.

학생들은 실험에 임하기 전에 무엇을 해야 하는지 목표를 확인하는가에 대해 사전 설문에서 7학년

표 2. 학생관찰 및 지도 방법의 교수 가능성에 대한 교사 설문 내용

영역	구체적인 내용
학생 태도의 변화의 관찰 내용	실험결과에 대한 신뢰성 판단 과정상에서의 변화
	실험결과 해석상의 변화
	실험목표(문제) 인식에 대한 변화
	발표 자세에 대한 변화
	다른 사람과의 토론 자세 변화
이 지도 방법의 실제 교수-학습 과정에서의 활용 가능성	매 실험수업이 아니더라도, 제공된 운영방법에 적합한 실험주제가 과학 교과서(교육과정 상)에 있다고 보는가?
	제공된 운영방법은 과학수업에서 활용가능성에 대해 어떻게 보는가?
	이 운영 과정에서 가장 어렵거나 불편한 점은 무엇인가?
	선생님께서서는 이 운영방법이 학교 과학수업에서 논증의 기회를 제공하는데 기여할 것으로 생각하는가?
	이 교수-학습 활동 운영방법을 학교에 보급하기 위한 발전방안은?

**표 3.** 영역별 학생들의 인식에 대한 설문 내용

영역	문항 내용
논증 일반	나는 과학 논증활동에 참여하는 것이 부담스럽다.*
실험 목표에 인식	나는 실험을 하기 전에 나는 결과를 통해 무엇을 확인해야 하는지 알고 실험에 들어간다.
	나는 실험에 들어가기 전에 무엇을 어떻게 해야 하는지 동료와 충분히 토의한다.
	나는 실험 목표 보다는 결과에 더 관심이 있다.*
결과 영역	나는 실험 결과가 교재에 나온 결과와 다를 경우, 실험값보다는 교재에 나온 결과를 선호한다.*
	나는 가능한 한 반복해서 믿을만한 실험값을 얻으려고 노력한다.
	나는 적극적으로 자료 수집에 참여한다.
의사소통	나는 다른 사람의 발표내용이 나의 발표 내용과 무엇이 어떻게 다른지 주의 깊게 들으려고 노력한다.
	우리의 실험결과와 다른 모둠의 실험결과가 다를 경우 호기심을 갖고 물어보려 한다.

\*부정 문항

**표 4.** ‘과학 논증활동에 참여하는 것이 부담스럽다.’에 대한 응답 결과

학년	항목	전혀 부담되지 않는다.	부담되지 않는다.	보통이다.	부담된다.	매우 부담된다.	평균	t 값 (양측)
		(매우 긍정)	(긍정)	(중간)	(부정)	(강한 부정)		
7학년	사전	0	5	9	12	1	2.67	-3.25**
	사후	2	11	8	5	1	3.29	
9학년	사전	1	24	40	4	0	3.32	-5.23**
	사후	12	32	24	1	0	3.79	

\*\*p < 0.01

**표 5.** ‘실험 전 결과를 통해 무엇을 확인해야 하는지 알고 실험에 임한다.’에 대한 응답결과

학년	항목	매우 그렇다.	그렇다.	보통이다.	아니다.	매우 아니다.	평균	t 값 (양측)
		(매우 긍정)	(긍정)	(중간)	(부정)	(강한 부정)		
7학년	사전	0	9	13	5	0	3.15	-2.76*
	사후	2	15	9	1	0	3.67	
9학년	사전	9	12	39	7	2	3.28	-4.04**
	사후	9	29	24	5	2	3.55	

\* p < 0.05, \*\*p < 0.01

**표 6.** ‘실험 전 무엇을 어떻게 해야 하는지 동료와 충분히 토의한다.’에 대한 응답결과

학년	항목	매우 그렇다.	그렇다.	보통이다.	아니다.	매우 아니다.	평균	t 값 (양측)
		(매우 긍정)	(긍정)	(중간)	(부정)	(강한 부정)		
7학년	사전	1	5	12	9	0	2.93	-4.00**
	사후	0	14	9	4	0	3.37	
9학년	사전	3	14	41	9	2	3.10	-3.39**
	사후	9	18	32	8	2	3.35	

\*\*p < 0.01

과 9학년 모두 평균이 각각 3.15와 3.28의 보통 수준의 의견을 보였으나, 수업 이후 평균이 3.67과 3.55로 긍정 수준에 가까운 반응을 보였다. 이러한 변화는 99% 신뢰수준에서 통계적으로 의미 있는 것으로

확인되었다. 즉 학생들은 수업 이후 실험 목표에 대해 확인하려는 태도가 늘어난 것으로 확인되었다. 또한 실험을 행하기 전 무엇을 어떻게 해야 하는지 동료와 충분한 토의를 하는지에 대해서는 표 6과 같

**표 7.** ‘실험 목표보다는 결과에 대한 더 관심이 있다.’에 대한 설문결과

학년	항목	매우 그렇다.	그렇다.	보통이다.	아니다.	매우 아니다.	평균	t 값 (양측)
		(매우 긍정)	(긍정)	(중간)	(부정)	(강한 부정)		
7학년	사전	1	4	11	10	1	2.77	-2.16*
	사후	2	8	12	5	0	3.26	
9학년	사전	1	13	55	0	0	3.22	-4.71**
	사후	8	26	35	0	0	3.61	

\* p < 0.05, \*\*p < 0.01

이, 수업 전에는 7학년은 2.93, 9학년 3.10의 중간정도의 의견을 보였으나 수업 이후에는 평균이 3.37과 3.35로 나타나 통계적으로 유의미한 차이를 나타내어 수업 이후 실험 전 토의의 필요에 대한 긍정적인 인식의 변화가 나타난 것으로 확인되었다. 그리고 표 7과 같이, 실험 목표보다는 결과 수집에 더 관심을 갖는가에 대한 의견에서는 수업 전 각각 2.78, 3.22의 보통의 의견을 나타냈으나 수업 이후 설문에서는 3.26과 3.61로 95%의 신뢰수준에서 모두 긍정적인 변화가 나타났다. 따라서 학생들은 실험 목표에 대해 보다 분명하게 인식하게 된 것으로 확인되었다.

셋째, 결과 영역에 대한 설문 결과는 표 8, 표 9, 표 10에서 보는 바와 같다.

먼저 학생의 실험결과가 교재에 제시된 값과 다르게 나올 경우, 교재에 제시된 값을 선호하는가에 대해서는 표 8에서와 같이 수업 이전에는 평균이 각

각 2.78, 3.38로 보통 수준에 가까운 의견을 보였으나 수업 이후 평균이 각각 3.22, 3.75로 상승하여 통계적으로 유의한 긍정적인 변화를 보여 논증활동 이후 학생들은 실제값과 이론값이 다를 경우, 실제값을 선택하려는 태도가 늘어난 것으로 확인되었다. 그리고 학생들은 자료 수집 시, 신뢰로운 자료를 얻고자 노력하는지에 대한 의견에서는 수업 전 설문에서 표 9에서와 같이 각각 2.96, 3.20으로 나타나 보통 수준의 의견을 나타냈으나 수업 이후 설문에서는 각각 3.56과 3.39로 통계적으로 유의미한 긍정적 변화를 보였다. 또, 적극적으로 자료수집에 참여하는가에 대해 두 학년 모두 2.96과 3.00으로 보통 수준의 의견을 나타냈으나, 수업 이후 표 10에서 보는 바와 같이, 각각 3.33과 3.20으로 통계적으로 유의미한 긍정적 변화를 나타냈다.

넷째, 논증에 참여할 경우 의사소통에 대한 태도 변화는 표 11과 표 12에서 보는 바와 같다.

**표 8.** ‘이론값과 실험값이 다르게 나올 경우, 교재에 제시된 값을 선호하는가’에 대한 응답결과

학년	항목	매우 아니다.	아니다.	보통이다.	그렇다.	매우 그렇다.	평균	t 값 (양측)
		(강한 부정)	(부정)	(중간)	(긍정)	(매우 긍정)		
7학년	사전	0	3	16	7	1	2.78	-2.47*
	사후	1	8	14	4	0	3.22	
9학년	사전	2	22	45	0	0	3.38	-4.18**
	사후	11	31	26	1	0	3.75	

\* p < 0.05, \*\*p < 0.01

**표 9.** ‘신뢰할만한 실험값을 얻기 위해 노력하는가’에 대한 응답결과

학년	항목	매우 그렇다.	그렇다.	보통이다.	아니다.	매우 아니다.	평균	t 값 (양측)
		(매우 긍정)	(긍정)	(중간)	(부정)	(강한 부정)		
7학년	사전	0	7	13	6	1	2.96	-2.94**
	사후	2	14	8	3	0	3.56	
9학년	사전	4	19	35	9	2	3.20	-2.61*
	사후	7	21	35	4	2	3.39	

\* p < 0.05, \*\*p < 0.01

**표 10.** ‘자료 수집에 적극적으로 참여하는가’에 대한 응답결과

학년	항목	매우 그렇다.	그렇다.	보통이다.	아니다.	매우 아니다.	평균	t 값 (양측)
		(매우 긍정)	(긍정)	(중간)	(부정)	(강한 부정)		
7학년	사전	0	7	12	8	0	2.96	-2.43*
	사후	4	7	10	6	0	3.33	
9학년	사전	0	12	48	6	3	3.00	-2.89**
	사후	2	21	35	11	0	3.20	

\* p &lt; 0.05, \*\* p &lt; 0.01

**표 11.** ‘모둠의 실험결과가 다른 모둠과 다를 경우, 호기심을 갖고 물어 보는가’에 대한 설문결과

학년	항목	매우 그렇다.	그렇다.	보통이다.	아니다.	매우 아니다.	평균	t 값 (양측)
		(매우 긍정)	(긍정)	(중간)	(부정)	(강한 부정)		
7학년	사전	1	5	14	6	1	2.96	-3.84**
	사후	4	14	6	2	1	3.67	
9학년	사전	5	8	45	8	3	3.06	-3.02**
	사후	10	14	32	10	3	3.26	

\*\*p &lt; 0.01

**표 12.** ‘다른 사람의 발표 내용을 자기의 발표 내용과 비교하려 하는가’에 대한 응답결과

학년	항목	매우 그렇다.	그렇다.	보통이다.	아니다.	매우 아니다.	평균	t 값 (양측)
		(매우 긍정)	(긍정)	(중간)	(부정)	(강한 부정)		
7학년	사전	0	8	14	5	0	3.11	-2.75*
	사후	4	13	7	3	0	3.67	
9학년	사전	3	17	42	5	2	3.20	-2.08*
	사후	7	22	33	5	2	3.39	

\* p &lt; 0.05

먼저 학생들은 다른 학생의 발표를 들을 때 나의 발표 내용과 무엇이 다른지 주의 깊게 듣는가에 대한 설문에서, 표 11에서 보는 바와 같이, 평균이 각각 2.96과 3.06으로 보통 수준의 의견을 보였으나, 수업 이후에는 평균이 각각 3.67과 3.26으로 상승하여 7학년과 9학년 모두 통계적으로 유의미한 긍정적 변화를 보였다.

또 자신(소속 모둠)의 실험 결과가 다른 이(다른 모둠)의 실험결과와 다를 때 호기심을 가지고 확인하려 하는가에 대한 의견에는 표 12에서 보는 바와 같이, 수업 전에는 각각 3.11과 3.20으로 보통 수준의 의견을 나타내었으나, 수업 이후에는 각각 3.67과 3.39로 상승하여 통계적으로 유의미한 긍정적인 변화를 나타냈다. 따라서 학생들은 실험이후, 서로 다른 결과에 대해 호기심을 가지고 물어보고 확인하려는 태도가 증가한 것으로 확인되었다.

지금까지 논증이 수반되는 과학 탐구 수업 이후 학생들의 태도에는 긍정적인 변화가 확인되었다.

## 2. 학교 수업에의 적용 가능성에 대한 교사 인식 분석

학생들에게 실제 수업을 적용해 봄으로써, 교사들로부터 학생들의 태도 변화를 관찰한 결과와 실제 수업 적용 가능성에 대한 의견을 설문을 통해 수집하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

### 1) 토론에 참여하는 학생들의 태도 변화에 대한 의견

먼저, 토론에 참여하는 학생들의 태도에 대해 어떤 변화가 관찰되었는가에 대해 A 교사와 B 교사 모두 학생들이 경청하려는 태도가 늘어났다는 것이 공통된 의견이며, 활동 이후 질의응답이 활발해졌다



는 긍정적인 변화를 제시하였다.

질문: 다른 사람(모둠)과 토론할 때의 태도에 어떤 변화가 관찰되었나?

A 교사의 의견: 경청하려 들고 및 논리적 오류가 있는지 확인하려 하는 것이 늘었다.

B 교사의 의견: 발표자 발표 시 평가를 해야 한다는 의무감이어서 그런지 학생들의 경청 태도가 향상되었고, 발표 후 토론 시간에 예전보다는 활발한 질의응답이 이루어졌다.

그리고 학생들이 그림 1의 평가 영역에 대해 적절히 이해하는지 지속적인 활동 이후 태도는 어떻게 변화하였는지에 대한 개괄적인 의견을 요청하였으며, A 교사와 B 교사는 다음과 같이 응답하였다.

질문: 학생들은 학생 평가표의 각 영역에 대해 학생들은 적절히 이해하고 평가하는가? 초기 학생들의 태도와 지속적인 활동 이후 학생들의 태도는 어떻게 변하였다고 보는가?

A 교사의 의견: 처음에는 학생들이 가지고 있는 (평가표에 의한 평가보다는) 교우관계에 우선해서 평가하는 면이 있었으나, 두 번째 활동에서는 좀 더 심도 있게 평가하려고 노력하는 것이 보였다. 계속적인 활동이 이루어진다면 학생 스스로 적절한 평가가 이루어질 거라 생각이 든다.

B 교사의 의견: 솔직히 학생 평가표의 항목들의 수준이 높아서 대부분의 학생들이 제대로 이해하고 평가하지 못했지만, 그래도 두 번째 활동을 통해 학생들의 태도가 적극적으로 바뀌었다. 수업에 대한 학생들의 평가는 논증활동을 부담스러워하는 쪽과 즐기는 쪽으로 둘로 나누어졌다.

두 교사는 학생들의 태도에 대해 비교적 적극적으로 태도 변화를 나타냈다고 하였다. 두 교사의 이러한 의견은 앞서 학생들의 의견을 통해 확인한 바와 같이 학생 스스로의 의견과 함께 교사의 관찰된 의견이 일치하고 있어, 실제로 이 과학 논증 모듈을 통한 활동은 긍정적인 효과가 있는 것으로 보인다.

보다 구체적으로 학생들은 각 영역에서 어떤 변화가 보였는지를 요청하였으며, 각 질문에 대한 의견은 다음과 같다. 신뢰로운 결과인가와 신뢰로운 결과를 얻으려 노력하는가에 대한 학생들의 변화에 대해 A 교사는 실험 과정을 중시하려 한다는 것과

실험과정에 대해 구체적으로 질문하고 의견을 구하려는 태도변화를 나타냈다는 의견을 제시한 반면, B 교사의 경우, 어떻게 하면 신뢰로운가와 어떤 자료가 신뢰로운 자료인가에 대해 학생들이 고민하고 어려워한다는 의견을 보였다. 이는 A 교사가 적용한 학생들이 7학년인데 반해 B 교사가 적용한 학생들은 9학년이어서 좀 더 성숙한 고민을 한 것으로 이해된다. 이러한 고민은 직접적인 실험활동과는 거리가 있으나 과학의 본성 중 측정의 불확실성 영역과 관련되어 높은 수준의 탐구 영역에 해당된다고 볼 수 있다. 이효녕과 조현준(2010)의 연구에서 역사 속 과학자들이 그들 스스로 얻은 자료가 신뢰로운가에 대한 비판적 판단 과정이 누락되어 스스로 잘못된 결론을 도출하는 사례를 보고하였듯이, 우연적으로 얻은 자료인지, 대표성이 있는 자료인지 판단하는 과정은 중요한 과정으로 이해된다. 따라서 학생들에게는 실험 결과에 대한 심도있는 평가보다는 실험 전반에 대한 한 과정으로서 학생 스스로 얻은 자료가 우연에 의한 자료인가 대표적인 자료인가에 대한 고민의 기회를 주는 정도로 제한할 것으로 제안한다.

질문: 실험결과에 대한 신뢰성 확인 과정상에서는 어떤 변화가 관찰되었나?

A 교사의 의견: 활동 이후 실험과정을 중시하며, 다른 이의 발표를 경청하려 한다.

B 교사의 의견: 이 활동 전후로 신뢰성 확인 과정상의 큰 변화를 관찰할 수 없었다. 신뢰로운 데이터 …… 아이들 힘들어하는 모습을 보니 중학생들에게는 어려운 의미인 것 같다.

또한 학생들은 실험 결과 해석 과정에서 어떠한 변화가 관찰되었는지에 대한 질문에 두 교사는 다음과 같이 비교적 부정적인 의견을 제시하였다. 학생들은 표 8, 표 9, 표 10에서 긍정적인 태도로 변화하였다고 응답하였으나, A 교사의 경우 적극적인 논증보다는 다른 학생(다른 모둠)의 지적에 대해 오히려 수용하려는 태도가 관찰되었다고 하였다. 또한 B 교사는 결과 해석이 타당하지 않았으며, 이 부분에 대해서는 변화가 관찰되지 않았고, 오히려 효과적이지 않은 것으로 보고 있으며 교사의 내용 정리가 더 효과적일 것이라는 의견을 제시하였다. 이 의견은 학생들이 결과에 대한 타당한 해석이 어렵다

는 기존의 연구들(김재우와 오원근, 2003; 신미영과 최승언, 2009)과 맥락을 같이 한다. 특히 김재우와 오원근(2003)은 학생들이 실험결과에 대한 해석상에서 실험 결과의 이면에 반영된 과학적 원리를 적용하여 올바른 설명을 이끌어 내는데 어려워한다는 연구결과와 B 교사의 의견은 그 맥을 같이 한다. 그러나 B 교사와 두 연구들은 학생들이 과학적 지식을 정확히 이해하고 해석과정에 적용하여 타당한 결론을 도출하는가에 초점을 두고 있다. 즉 과학적 지식의 해석과정에서의 결합을 이루어지는가에 대한 부분으로 해당 주제에 대한 충분한 지식과 실험에 대한 훈련이 이뤄져야 하는 것으로 특정 주제에 학습하는 학생들에게는 다소 어려움이 있는 것은 당연한 결과일 수 있다.

따라서 이 활동은 학생들에게 과학적 탐구과정을 통해 타당한 결론을 이끌고 정당화하는 기회를 제공하고, 그 과정에 필요한 태도를 갖게 하는 데 주목적이 있으므로, Kim과 Song(2005)가 관찰한 내용과 같이, 학생 상호간 논증을 통한 평가 기회를 제공함으로써 자발적인 반성적 사고가 일어난다는 것처럼 학생들에게 점차 과학적 사고를 통해 보다 정밀한 과학 실험이 이뤄질 수 있도록 기회를 마련할 필요가 있다고 여겨진다. 이는 학생들에게 이러한 비형식적 평가 기회의 제공이 학생들에게 과학적 탐구에 임하는 태도와 자신감 증진에 효과적이라는 연구(Brickman et al, 2009; Ruiz-Primo & Furtak, 2006)와도 그 맥을 같이 한다. 따라서 학생들에게 특정 지식의 습득과 적용 능력 향상보다는 과학적 탐구와 탐구 결과에 대한 의사소통에 참여하는 데 보다 더 능숙하게 참여하려는 견지에서 접근할 필요가 있다.

질문: 실험 결과 해석상에 어떤 변화가 관찰되었나?

- A 교사의 의견: 자기 모둠의 실험결과에 대한 비판에서 수렴으로 변화가 나타났다.  
 B 교사의 의견: 모둠 내의 실험 결과 해석이 타당하지 못한 경우가 많았으므로 ..... 해석상의 큰 변화는 관찰할 수 없었다. .... 교사의 자세한 과학적 개념 설명이 더 효과적이라 판단된다.

실험 목표 인식에 대해서는 어떤 변화가 관찰되었는가에 대해서 두 교사 모두 긍정적인 변화를 관

찰하였다고 진술하였다. 이는 표 5, 표 6, 표 7에서 확인한 학생들의 태도변화와도 일치한다.

질문: 실험 목표 인식에 대해 어떤 변화가 관찰되었나?

- A 교사의 의견: 점차 실험 목표에 대해 확인하려는 태도가 늘었다.  
 B 교사의 의견: 학생들이 여러 번의 논증활동을 통해 실험목표와 문제인식을 정확히 하게 되었다.

마지막 영역인 의사소통 과정에서는 어떤 변화가 관찰되었는가에 대해서 두 교사 모두 긍정적인 변화를 관찰하였다고 진술하였다. 비록 소극적인 학생일 경우, 꼭 발표해야 한다는 부담감도 있지만 점차 자신감을 갖게 되어 발표에 적극적인 참여를 관찰하였다고 진술하였다.

질문: 발표 자세에 대한 어떤 변화가 관찰되었나?

- A 교사의 의견: 소극적 또는 전혀 발표하지 않으려는 태도에서 적극적인 의지를 갖고 발표하려는 태도로 바뀌었다.  
 B 교사의 의견: 모둠별 대표학생만 발표하는 것이 아니라 모두가 발표를 해야 하는 상황에 대해 설명하자 처음에는 부담스러워 하였지만, 각자가 책임감을 가지고 ..... 점점 자신감을 가지면서 또 일부는 흥미를 가지고 발표에 임하는 모습을 관찰할 수 있었다.

지금까지 두 교사의 의견을 확인한 바와 같이, 교사들은 실험 목표 인식, 실험 결과의 신뢰성 판단, 결과 해석, 발표 태도에 긍정적인 변화를 관찰한 것으로 보여 이 교수-학습 지도 운영방법을 통한 과학적 탐구활동은 긍정적인 효과가 있는 것으로 보인다.

## 2) 학교 과학 수업에 적용가능성에 대한 의견

과학 수업을 통해 학생들에게 과학적 논증활동 기회를 제공하고자 개발된 이 방법이 교수 방법으로서 적용가능한가에 대한 의견을 알아보았다. 먼저 이 방법은 실제로 일선학교에서 활용가능한가라는 질문에 대해 A 교사와 B 교사는 긍정적인 의견을 제시하였다. 다만 연속차시에 대한 부담으로 단원 정리에 적절하다는 의견을 보여 제한적 활용 가능성을 시사하였다.

질문: 과학수업에서 이 매뉴얼의 활용가능성에 대해 어떻게 보는가?

- A 교사의 의견: 현재 교과서에서 제시되고 있는 실험주제들은 교과내용 이해 위주로 접근하고 있는데, 단원 마무리에 이 매뉴얼을 활용한다면 심화학습의 효과 및 단원정리 내용의 많은 도움이 될 것 같다
- B 교사의 의견: 9학년 학생에 한하여 매 단원 당 한 번 정도는 활용 가능하다고 본다.

이 교수 방법의 적용의 제한점에 대해 A 교사는 2시간의 운영도 충분하지 않다는 의견을 보여 활용되는 시간적 측면에서 제한점을 제시하였으며, 적절한 소음 통제가 필요하다는 의견을 제시하였다. 또한 주제 선정에서도 어려움이 있을 것이라 하여 제한적일 수 있음을 제시하였다. 한편, B 교사는 학생 평가표의 산술적 점수화가 오히려 논증활동의 몰입에 방해가 된다는 의견을 제시하였다. 이 교수 방법은 적절한 시간이 확보된다면, 실험이 수반되는 모든 활동에 가능할 것으로 이해되며, 산술적 평가는 정성적 평가를 대안적으로 적용하는 것도 대안일 것이다.

질문: 이 매뉴얼 운영 과정에서 가장 어렵거나 불편한 점은 무엇인가?

- A 교사의 의견: 연속차시 운영 속에서도 발표안 작성 시간이 부족하여 3차시 분이 적절하다고 생각된다. 또한 전체 모듈에서 발표가 진행되므로 소음관리에 어려움이 있고, 적절한 주제 선정에도 어려움이 있을 것 같다.
- B 교사의 의견: 학생 평가표 작성이었다. 평가표가 산술적으로 점수화하도록 되어 있어서 오히려 활발한 논증활동에 방해가 되었다.

마지막으로 이 교수 방법이 학교 과학수업에서 논증 기회를 제공하고 확대하는데 기여할 것으로 보이는데 대해 두 교사 모두 매우 긍정적인 반응을 보였다. 시간적 여유 확보와 평가 방법의 수정을 통해 직접 활용하고자 하는 의지를 보여주어 비교적 제한적이거나 논증활동 지도를 위한 교수 방법으로 적절한 것으로 보인다.

질문: 선생님께서는 이 매뉴얼이 학교 과학수업에서 논증 기회를 제공하는데 기여할 것으로 생각하는가?

- A 교사의 의견: 강의식과 요리책식 실험보다는 학생들이

주도적으로 하는 활동이라 매우 유의미하다고 생각된다. 다양한 주제와 함께 제공되거나 학교에서의 시간적 여유만 주어진다면, 꼭 적용해보고 싶다.

- B 교사의 의견: 1차시 때 전지를 활용하여 모듈별 실험결과와 결과해석을 쓰게 하였더니 학생들이 매우 흥미로워했고 (수업 종료를 알리는) 종이 찢는데도 끝까지 완성하고 가는 모습, 그리고 2차시 때 처음에는 부담스러워하였지만 각자 열심히 발표하고 평가하는 모습에서 앞으로도 종종 이런 방식을 활용하면 좋겠다는 생각이 든다. 다만, 평가방법은 수정하여 사용할 것이다.

그리고 기타 의견으로 교과 단원별 실험 주제를 적용하는 방법을 제시해 주면 좋겠다는 의견과 평가 항목을 학생들이 이해하기 쉬운 표현으로 진술 되었으면 한다는 의견, 모듈별 학생 구성 시 모듈 내 학생 상호 간 친분도에 유의해야 한다는 의견도 제시하였다.

#### IV. 결론 및 제언

이 연구는 학교 과학수업에서 과학적 논증활동이 수반되는 탐구활동 지도를 위한 적절한 교수 방법을 탐색하는데 목적이 있으며, 개발된 교수 방법의 효과와 제한점을 확인하기 위해 7학년과 9학년 학생들에게 적용하고 각각 지도교사와 학생들의 인식을 조사하였다.

지금까지 살펴본 바와 같이, 충분한 활용 시간의 확보, B 교사의 지적에서와 같이 산술적 평가의 논증활동 몰입 방해라는 제한된 범위 안에서 논증활동 매뉴얼을 통한 교수 방법은 학생들에게 과학적 탐구가 수반되는 논증활동을 제공함으로써 논증활동 참여에 대한 태도 형성에 긍정적인 효과가 관찰되었다. 학교 과학수업에서 논증활동이 수반되는 과학적 탐구활동을 운영하기 위한 교수-학습 운영 방법은 학교 현장에서 효과적으로 활용될 수 있는 방법이다.

다만 두 가지 측면에서 나타난 제한점을 다음과 같이 극복하여 활용할 것을 제안하고자 한다. 먼저 시간적 측면에서는 다음과 같이 극복할 수 있을 것으로 보인다. 올해부터 2009 개정 교육과정이 1차년도 도입되었으며, 창의적 체험활동은 교과활동과 연계하여 주당 3(4)시간 의무적으로 수행하여야 한다. 운영 형태 또한 각 교과에 연결하거나 만나질 또는 만나질 주기로 몰아서 운영할 수 있게 하는 등 운영

에 자율성을 나타내고 있다. 따라서 과학 교과와 각 단원에서 실험과 논증활동 연결에 적절한 주제를 따로 선정하여 활용한다든지 또는 과학 단원에 연결되는 창의적 과학 실험활동과 연계된 논증활동을 운영할 수 있을 것이다. 둘째, 학생들의 산술적 평가를 최대한 지양하고, 수업 종료 후 평가표를 수집하여 따로 집계해서 다음 시간에 우수한 모둠에 대한 의견을 제시하는 것도 방법이며, 또한 학생들이 발표할 때 작성한 차트 등을 포트폴리오화 한 것과 별도의 교사주도의 정성적 관찰 기록부 작성도 고려해 볼만할 것이다. 그리고 앞서 제시한 ‘충분한 시간’의 범주를 평가표 집계 및 교사 의견 제시 활동도 포함하여 운영하는 것도 한 방법이라 하겠다.

이 연구는 초·중등 과학교육 현장에서 과학적 논증활동의 중요성은 이미 알고 있으나, 실제로 과학적 논증활동이 활발히 나타나지 않는 실정이다. 이에 현장 교사들은 논증활동의 중요성을 바탕으로 논증활동 지도 자료의 필요성이 제기되고 있는 상황 속에서 비교적 제한적이거나 구체적으로 활용 가능한 지도 방법을 개발하였다는데 의미가 있다고 하겠다. 이 방법을 적용하고자 하는 교사는 그림 1의 평가 영역이 갖는 의미와 운영을 위한 방법을 충분히 숙지하고 수업에 적용할 것을 권고한다.

이 연구는 학생들의 과학에 대한 흥미와 학생들의 과학 지식수준과 무관하게 연구되었으며, 이 부분에 대한 확대 해석을 경계한다. 따라서 과학적 논증활동에 관련된 태도와 관련한 구체적인 연구가 수행될 필요가 있다 하겠다.

## 국문 요약

이 연구의 목적은 학생들의 과학적 소양 향상을 위한 과학적 논증활동이 수반된 과학 탐구학습 지도방법을 탐색하는데 있다. 연구 목적 해결을 위해, 문헌 연구를 통해 학생들의 논증활동을 평가 틀이 포함된 지도 방법을 개발하였다. 그리고 이 지도방법을 7학년 학생과 9학년 학생들에게 시범적으로 적용하고 사전, 사후 설문지를 통해 학생들의 견해에 변화가 있는지 조사하였다. 교사들에게 참여한 학생들의 과학적 논증활동에서 태도 변화가 관찰되는지와 지도방법의 적용가능성에 대해 물어보았다. 그 결과, 학생들의 태도가 통계적으로 유의미하게

변화되었으며, 교사들로부터도 학생들의 태도 변화가 관찰되었다는 의견을 얻었다. 또한 교사들은 지도방법이 학교현장에서 적용가능하다는 의견을 제시하였다. 따라서 이 방법은 학생들의 과학적 논증활동을 수반한 과학 탐구학습 지도방법으로 적용가능하다는 것이 확인되었다.

## 참고 문헌

- 김선자, 최병순(2005). 변인통제 문제해결 과정에서 나타난 초등학생의 실험설계 및 증거제시 특성. 한국과학교육학회지, 25, 111-121.
- 김연귀, 정구송(2010). 지구과학 천문 영역에서 개념스케치를 활용한 소집단 토론 수업의 효과. 한국과학교육학회지, 30, 170-180.
- 김재우, 오원근(1998). 중학생의 교과서 실험 수행에서 나타난 문제점: 실험 목표와 관련 변인 인식 및 인식한 목표와 도출된 결론의 관련성. 한국과학교육학회지, 18, 35-42.
- 김재우, 오원근(2003). 빛의 직진성에 대한 탐구질문 토론 후 실험 집단과 귀납적 실험 집단의 실험관찰 결과 차이. 새물리, 47, 373-379.
- 김현경, 최병순(2009). 과학고 토론수업을 위한 수업모형 개발과 적용과정에서 나타난 언어적 상호작용의 특징. 한국과학교육학회지, 29, 359-372.
- 교육인적자원부(2007). 과학과 교육과정, 교육인적자원부 고시 제 2007-79호[별책 9]. 교육인적자원부.
- 교육과학기술부(2009). 교육과학기술부 고시 제 2009-41호에 따른 고교 과학과 교육과정 해설서. 교육과학기술부.
- 문경원, 김영수(2005). 생물 교육에서의 가치탐구를 위한 웹 기반 토론 수업 모형의 개발. 한국생물교육학회지, 331, 358-369.
- 박영신(2006). 교실에서의 실질적 과학 탐구를 위한 과학적 논증 기회에 대한 이론적 고찰. 한국지구과학회지, 27, 401-415.
- 신미영, 최승연(2008). 8학년 학생들의 탐구 보고서에 나타난 과학방법의 특징. 한국지구과학회지, 29, 341-351.
- 신미영, 최승연(2009). 8학년 학생들의 자기주도적 과학탐구 보고서에 제시된 결론의 특징. 한국지구과학회지, 30, 759-772.
- 양일호, 정진우, 김영신, 김민경, 조현준(2006). 중등학교 과학 실험 수업에 대한 실험 목적, 상호작용, 탐구과정의 분석. 한국지구과학회지, 27, 509-520.
- 양일호, 이효정, 이효녕, 조현준(2009). 과학적 논증과정 평가를 위한 루브릭 개발. 한국과학교육학회지, 29, 203-220.
- 유진상, 심규철(2007). 과학탐구대회에서 나타난 중학생의 과학탐구능력에 대한 분석 연구. 과학영재교육학회지, 1, 109-116.
- 이효녕, 조현준(2010). 두 천문학자의 논증과정 분석. 한

- 국과학교육학회지, 30, 402-411.
- 이효녕, 조현준, 손정주(2009). 학교과학교육에서의 논증 활동 활용에 대한 교사들의 인식. 한국과학교육학회지, 29, 666-679.
- 전상길(2008). 지식창출관점에서 본 경영교육의 참여적 토론기법으로서의 Round Tour Method. 지식연구, 6, 165-188.
- 조현준, 양일호, 송윤미, 이효녕(2008). 초등과학 영재의 논증활동에서 사용된 증거의 수준 분석. 한국과학교육학회지, 28, 495-505.
- 조현준, 한인경, 김효남, 양일호(2008b). 초등학교 과학 탐구 수업 실행의 저해 요인에 대한 교사들의 인식 분석. 한국과학교육학회지, 28, 901-921.
- Anderson, R. D. (2002). Reforming science teaching: What research says about inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13, 1-12.
- American Association for the Advancement of Science (1990). *Science ... A process approach (SAPA II)*. Delta Education, Inc.
- American Association for the Advancement of Science (1993). *Benchmarks for science literacy*. NY: Oxford University Press.
- Brickman, P., Gormally, C., Armstrong, N., & Hallar, B. (2009). Effects of inquiry-based learning on students' science literacy skills and confidence. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 3, 1-22.
- Chiappetta, E. L. & Adams, A. D. (2000). Towards a conception of teaching science and inquiry: The place of content and process. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, April 28-31, 2000. New Orleans, LA.
- Cros, D., Chastrette, M., & Fayol, M. (1988). Conceptions of second year university students of some fundamental notions of chemistry. *International Journal of Science Education*, 10, 331-336.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84, 287-312.
- Eichinger, D. C., Anderson, C. W., Palincsar, A., & David, Y. M. (1991). An illustration of the roles of content knowledge, scientific argument, and social norms in collaborative problem solving. Paper presented at the American Educational Research Association, Chicago.
- Erduran, S., Osborne, J., & Simon, S. (2005). The role of argumentation in developing scientific literacy. In K. Bosersma, M. Goedhart, O. De Jong, & H. Eijkelhof. (eds.). *Research and the quality of science education*, Springer, Dordrecht, 381-394.
- Gallagher, J. J. & Tobin, K. (1987). Teacher management and student engagement in high school science. *Science Education*, 71, 535-555.
- Gable, D. & Bunce, D. (1984). Research on problem solving in chemistry. In D. Gabel (ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. Macmillan, NY, 301-326.
- Germann, P. J., Aram, R. A., & Burke, G. (1996). Identifying patterns and relationships among the responses of seventh-grade students to the science process skills of designing experiments. *Journal of Research in Science Teaching*, 33, 79-99.
- Germann, P. J. & Odom, A. L. (1996). Student performance on asking questions, identifying variables, and formulating hypotheses. *School Science & Mathematics*, 96, 192-201.
- Herronkohl, L. R., Palincsar, A. S., DeWater, L. S., & Kawasaki, K. (1999). Developing scientific communities in classrooms: A sociocognitive approach. *Journal of the Learning Science*, 8(3&4), 451-493.
- Hogan, K. & Maglienti, M. (2001). Comparing the epistemological underpinnings of students' and scientists' reasoning about conclusions. *Journal of Research in Science Teaching*, 38, 663-687.
- Jimémex-Aleixandre, M. P., Rodríguez, A. B., & Duschl, R. (2000). "Doing the lesson" or "doing science": Argument in high school genetics. *Science Education*, 84, 757-792.
- Kelly, G. & Takao, A. (2002). Epistemic levels in argument: An analysis of university students' use of evidence in writing. *Science Education*, 86, 314-342.
- Kim, H. & Song, J. (2005). The features of peer argumentation in middle school students' scientific inquiry. *Research in Science Education*, 36, 211-233.
- Krajcik, K., Blumenfeld, P. C., Marx, R. W., Bass, K. M., Fredricks, J., & Soloway, E. (1998). Inquiry in project-based science classrooms: Initial attempts by middle students. *The Journal of the Learning Science*, 7, 313-350.
- Kuhn, D. (1991). *The skills of argument*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kuhn, D. (1993). Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, 77, 319-337.
- Kuhn, D. (2005). *Education for thinking*. Harvard University Press.
- Kuhn, D., Shaw, V., & Felton, M. (1997). Effects of dyadic interaction on argumentative reasoning. *Cognition & Instruction*, 15, 287-315.
- Lunetta, V. N. (1998). The School Science Laboratory: historical perspectives and context for contemporary teaching. In B. Fraser & K. Tobin (eds.), *International handbook of science education*, part 1. Kluwer Academic Publishers, BV, 249-262.
- Minstrell, J. & Van Zee, E. (2000). Inquiring into inquiry learning and teaching in science. American Association for the Advancement of Science, Washington, DC, 496 p.
- Moreira, M. A. (1980). A non-traditional approach to the evaluation of laboratory instruction in general physics courses. *European Journal of Science Education*, 2, 441-448.
- National Research Council (2000). *Inquiry and the national science education standards*. National Academy of

- Science Press, Washington, DC, 224 p.
- Newton, P., Driver, R., & Osborne, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, 21, 553-576.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 994-1020.
- Reiff, R., Harwood, W. S., & Phillipson, T. (2002). A scientific method based upon research scientists' conceptions of scientific inquiry. *Proceedings of the 2002 Annual International Conference of the Association for Education of Teachers in Science*, Charlotte, NC, 546-556, ED 465 602.
- Ruiz-Primo, M. A. & Furtak, E. M. (2006). Informal formative assessment and scientific inquiry: Exploring teachers' practices and student learning. *Educational Assessment*, 11, 205-235.
- Sandoval, W. A. & Millwood, K. A. (2005). The quality of students' use of evidence in written scientific explanations. *Cognition & Instruction*, 23, 23-55.
- Wellington, J. J. (1998). Practical work in school: Time for a re-appraisal, In J. J. Wellington (ed.), *Practical work in School Science*. Routledge, NY, 3-15.
- Veermand, M., Lallimo, J., & Hakkarainen, K. (2005). Patterns of guidance in inquiry learning. *Journal of Interactive Learning Research*, 16, 179-194.
- Zohar, A. & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 35-62.