

# 학생의 논변활동을 강조한 개방적 과학탐구활동 모형의 탐색

김희경 · 송진웅  
(원목중학교) · (서울대학교)

## The Exploration of Open Scientific Inquiry Model Emphasizing Students' Argumentation

Heekyong Kim · Jinwoong Song  
(Wonmuk Middle School) · (Seoul National University)

### ABSTRACT

School science practical work is often criticized as lacking key elements of authentic science, such as peer argumentation or debate through which social consensus is obtained. The purpose of this paper is to review the recent studies about the argumentation and to explore the conditions and the model of argumentative scientific inquiry, which is specially designed open inquiry in order to facilitate students' peer argumentation. For this purpose, a theoretical discussion for the argumentative scientific inquiry as the way of authentic inquiry in schools was developed. The conditions for argumentative scientific inquiry were found to be the following: multiple arguments, students' own claims, opportunities for oral and written argumentation, equal status of debaters, and community of cooperative competition. For these conditions, the argumentative scientific inquiry was organized into experiment activities and argumentation activities. During argumentation activity, students should be guided to advance written argumentation through writing a group report for peer review and oral argumentation through a critical discussion. Through the argumentation between groups and in group, the students' arguments would be elaborated repeatedly. The feedback from argumentation links experiment activities to argumentation activities. Hence, the whole process of this inquiry model is circular.

**Key words:** argumentative scientific inquiry, argumentation, open scientific inquiry, argument, report for peer review, critical discussion

### I. 서론

자연과학이란 실험에 근거를 두고 있으며, 바로 그 실험에 종사하고 있는 사람들은 실험의 의미에 대해 서로 숙고하고 토론하는 과정에서 일정한 성과를 얻게 된다. (중략) 과학은 토론을 통해서 비로소 성립된다는 사실이 분명히 밝혀질 것이다. (Heisenberg, 1982)

과학학습에서 탐구는 다른 과목과 구분되는 특징적인 것이며, 핵심적인 활동이다. 최근 전 세계적으로 과학교육에서 탐구의 중요성에 대한 재인식이 이루어지면서 탐구의 중요성과 그 목적에 대한 다양한 논의들이 이루어지고 있다. 그 결과, 과학탐구는 단순한 실험 활동이 아니라 과학적 의사소통이 이루어지는 문제해결과정이라는 것이 강조되고 있다(Watson *et al.*, 2004). 즉, 기존의 탐구에 대

한 관점이 학생들의 '실험하기'와 자연 법칙의 '발견'에 초점을 두었다면, 최근에는 학생들이 탐구를 통해 공동으로 의미를 구성해나가는 '과학하기' 및 '과학 말하기'(Lemke, 1990) 측면에 강조를 둔다고 볼 수 있다(Driver et al., 2000; Jimenez-Alexandre et al., 2000; Newton et al., 1999; NRC, 1996; Zembal-Saul et al., 2002).

이러한 맥락에서 최근 주목을 받고 있는 과학적 의사소통의 한 형태가 바로 논변활동(argumentation)이다. 과학자들의 활동에 대한 여러 연구들에 의하면, 논변활동은 과학적 논쟁 해결의 중요한 특징이며(Fuller, 1997; Taylor, 1996), 과학자들의 활동에서 핵심적인 역할을 하고 있음이 밝혀졌다. 반면 과학교육에서는 논변활동의 중요성에 대한 인식이 이루어진 것은 최근이며, 우리나라의 경우 국어교육 분야에서 논변활동에 대한 연구가 시도되고 있으나(민병곤, 2000, 2001; 이선영, 2002) 과학교육에서는 관련 연구를 찾아보기 힘들다.

따라서 본 논문에서는 과학탐구의 목적과 형태에 대한 최근의 논의를 바탕으로, 과학탐구에서 논변활동의 역할 및 필요성에 대해 알아보고, 학생들의 논변활동을 강조한 탐구활동의 모형을 제안하고자 한다. 연구의 목적은 다음과 같다.

첫째, 이론적 고찰을 통해 과학학습에서 논변활동이 갖는 역할과 그 함의에 대해 알아본다.

둘째, 학교 과학탐구 활동에서 학생들의 논변활동을 촉진시킬 수 있는 개방적 과학 탐구의 조건에 대해 논의한다.

셋째, 위의 논의를 바탕으로 학생들의 동료간 논변활동을 강조한 개방적 과학 탐구 활동의 모형을 제안한다.

본 연구는 학교 과학에서 논변적 실재를 촉진시키기 위한 탐구 모형을 고안, 적용하고 그 특징 및 역할에 대해 탐색하는 일련의 연구 과정 중 이론적 논의가 중심이 되는 앞부분에 해당한다. 따라서 본 연구에서 제안한 모형의 실제 적용과 그에 따른 시사점에 대한 논의는 본 논문에서는 제외되었다.

## II. 과학학습에서 논변활동의 역할

### 1. 논변과 논변활동

논변활동은 집단이나 개인 사이에 존재하는 차이나 갈등을 해결하기 위해 일련의 명제들을 제시함으로써 자신의 입장을 정당화하는 과정의 하나이며(Walton, 1996), 이 과정은 언어적이며 사회적인 추론 활동으로 볼 수 있다(Krummheuer 1995; van Eemeren et al., 1996). 그리고 이때 제시되는 명제들을 논변(argument)<sup>1)</sup>이라고 한다. 논변의 표현 방식으로는 쓰기와 말하기의 형태가 가능하며, 논변의 유형은 분석적 논변, 변증법적 논변, 수사적 논변의 세 가지 유형으로 분류되기도 한다(van Eemeren et al., 1996).

분석적(analytical) 논변은 형식 논리학에서 주로 다루는 것으로 전제에서 결론에 이르는 논리 과정에 관한 이론에 바탕을 둔다. 변증법적(dialectical) 논변은 토론이나 논쟁 등의 상황에서 벌어지는 의견 차이를 해결하려는 목적을 가지며 비형식 논리학의 영역에서 다루어진다. 한편 수사적(rhetorical) 논변은 청중을 설득할 목적으로 제시되는 논변 형태이며 앞의 두 가지 논변 형태에 비해 설득에 강조점이 있다. Driver et al.(2000)은 변증법적 논변을 대화적(dialogical) 논변으로 지칭하면서 수사적(rhetorical) 논변과 함께 과학교육에서 주목해야 할 논변 형태로 소개하였다. 특히 대화적 논변은 한 가지 문제에 대해 다양한 주장과 대안제시가 가능한 상황에서 발생하는 것으로, 학교교육에서 학생들에게 이러한 맥락을 제공해야 함을 주장하였다.

논변의 개념을 좀 더 명확히 하기 위하여 Johnson(2000)은 논리, 추리 및 설득, 비판적 사고 등의 개념과 대비하여 설명하였다. 논변은 사람들이 어떤 입장을 취하고 그것을 옹호하는 방법과 관련되나, 논리는 입장을 옹호보다는 전제에서 결론을 이끌어내는 방법과 관련된다. 논변은 상황을 있는 그대로 다루지만, 논리는 주로 추론의 '형식적 타당성'만을 다룬다.

추리(inference)는 알려진 정보를 바탕으로 하여 알려지지 않은 정보를 이끌어 내는 정신 작용 또는 그 결과이다. 추리는 논변의 과정에서 필요한 정신 작용 또는 논변의 요소인 전제나 결론이 될 수 있으나 논변 그 자체는 아니다. 논변이나 추리는 모두 합리적 추론(reasoning)의 유형들이라고 볼 수 있다.

논변은 설득(persuasion)을 위한 수단이 될 수 있다. 설

1) argument에 대한 번역어는 '논증', '논변' 등으로 연구자마다 다르다. 논증으로 번역되어 있는 것이 다수이긴 하지만, 논증이라는 표현은 청자와 화자, 필자와 독자 간의 역동적 상호작용을 드러내지 못하고, '객관적 사실에 대한 증명'이라는 의미로 이해되기 쉽다는 점에서 재고의 여지가 있다(민병곤, 2000). 따라서 본 논문에서는 논변이라는 표현을 사용하였다.

득에는 논변 이외의 다양한 방법들이 동원될 수 있다. 설득을 위해서는 비합리적인 수단이 동원될 수도 있다. 논변은 이성적이고 합리적인 사고의 과정을 통한 설득을 의미한다. 또 설득이라는 용어가 설득자로부터 피설득자로의 일방성을 강하게 함의하는 반면 논변은 의견이 대립하는 당사자들 간의 상호작용을 더 강하게 함의한다.

비판적 사고(critical thinking)는 설득력이라는 관점에서 어떤 정신적인 결과물을 평가하는 능력이다. 비판적 사고의 많은 부분이 논변결과에 초점을 맞추고 있고 논변의 기능을 요구하지만, 비판적 사고의 초점이 더 넓다. 비판적으로 사고하기 위해서는 논변뿐만 아니라 추리, 의미의 명료화, 증거의 탐색 등이 필요하다(민병곤, 2001).

## 2. 학교 과학 탐구와 논변활동

과학학습에서 실험활동은 학생들에게 실제 자연현상과 만날 수 있는 기회를 제공한다는 점에서 중요하다. 그러나 실험활동에 대한 여러 연구들에 따르면, 학교 과학실험활동은 종종 학생들에게 의미 있는 학습을 제공하고 있지 못하며, 오히려 과학에 대한 왜곡된 관점을 조장한다는 비판이 제기되기도 하였다(Hodson, 1998; Hodson & Bencze, 1998; Wellington, 1998). 학교 과학의 실제 활동에 대한 이러한 비판과 반성은 학교 과학 실험의 초점을 변화시켜 왔다.

전통적인 학교 실험에서 가장 많은 비중을 차지한 것은 확인 실험인데, 이것은 과학 개념이나 법칙을 학습한 후 그에 대한 구체적인 경험을 얻기 위한 실험이다(Collette & Chiappetta, 1989). 그러나 확인 실험에서 학생의 행동은 이미 예정된 결과를 얻는 수단이 되기 쉽고, 이는 과학교육 연구자들의 비판의 대상이 되었다. 즉, 많은 학생들은 교사의 지시를 맹목적으로 따르며, 자신이 무엇을 하고 있고 왜 하고 있는지 진지하게 생각해보는 기회를 갖지 못하였다.

확인 실험으로 인한 학교 실험의 한계를 극복하기 위해 강조된 탐구는 학생들에게 일련의 탐구과정을 제공하고, 자율권을 줌으로써 그 한계를 극복하려고 노력했다. 그러나 이러한 과정적 접근 즉 탐구 학습은 그 바탕에 깔고 있는 인식론적 가정 때문에 비판을 받았다. 탐구학습은 관찰과 실험이 세계에 대해 확실하고 정확한 지식을 제공한다는 소박한 경험주의를 바탕으로 하였다(Millar, 1998). 지식은 관찰에서 직접 유도된다고 생각하기 때문에 '생각

하기' 보다는 '해보기'를 강조하고, 의미를 토론하고 논쟁하고 합의하는 데에는 시간을 거의 할애하지 않았다. 실험을 통해 얻게 되는 증거에 아무 문제가 없다고 여기고, 이를 다르게 해석할 가능성에 대해 거의 관심을 기울이지 않았다(Hodson, 1998). 따라서 예정된 결과와 일치하지 않는 실험 결과를 얻거나 실험 장치가 교사의 설명대로 작동하지 않으면 학생들은 어떻게 행동해야 할지 혼란스러워 하게 된다. 학생들은 자신들의 실험 결과가 이미 확립된 이론에 도전이 되지 못한다는 것을 너무나 잘 알고 있다(Millar, 1998). 또한 교사들은 이렇게 실험이 잘못되지 않게 하려고 '실험 기구를 사전에 조작'하거나 '속임수를 쓰는' 행동을 하기도 한다(Nott & Wellington, 1996). 그러나 실험은 내용과 무관하고 일반화 가능하고 전이 가능한 단계들로 구성된 다용도 알고리즘을 적용하는 과정이 아니다(Wellington, 1989). 과학 탐구는 통합적이고 유동적이며 반성적이고 상황 의존적인 활동이다(Hodson, 1993, 1998).

따라서 관찰이나 실험을 통해 얻은 증거를 이론이나 설명과 연결짓는 활동을 강조하기 위한 여러 가지 시도가 있었는데, 그 중 하나가 탐구에 있어서 증거개념(concept of evidence)의 강조이다(Duggan & Gott, 2002; Roberts & Gott, 2002). 즉 기존의 탐구가 실험의 과정적인 측면에 초점을 두고 '실험하기'에 집중하는 경향을 보였다면 이제 증거와 이론을 연결짓는 활동으로 강조점이 옮겨진 것이다. 그러나 이러한 시도들도 역시 탐구활동에서 주로 개인적인 과정에 초점을 두었다는 한계를 가졌다(Watson et al., 2004).

결국, 학교 실험이 실제 과학의 본성을 제대로 반영하고 있지 않다는 비판과 반성의 목소리가 계속되고 있으며, 특히 과학적 의사소통, 토론이나 논변적 실체가 부족하다는 것이 지적되고 있다(Chinn & Malhotra, 2002; Driver et al., 2000; Hodson, 1998). 실제로 많은 학교 과학 실험활동이 '생각하기' 보다는 '수행하기'에 초점을 두고 있으며, 토론이나 의미의 협상, 논변활동에 대한 기회는 거의 제공되고 있지 못하다는 연구결과들이 있다. 영국의 과학수업을 관찰한 연구 결과, 실험활동 시간의 대부분이 실험과정을 수행하는데 소요되고 있었다(Newton, Driver, & Osborne, 1999). 또한 실험을 하는 학생들의 주된 관심사는 과제를 끝마치는 것 자체에 집중되어 있다는 연구결과도 있다(Berry et al., 1999; Edmondson & Novak, 1993).

우리나라의 상황이 크게 다르지 않았다. 중학교 교과서 교과서 물리 단원 실험들의 특징을 조사한 결과, 전반적으로 ‘가설검증’, ‘관찰설명’, ‘대안이론 고려하기’, ‘결론을 뒷받침하기 위해 자료를 이용하기’ (3%), ‘실험결과 의사소통하기’ (9.5%) 등의 의사소통 관련 (과학자 활동과 유사한) 탐구 활동은 매우 적은 것으로 나타났다(김희경 등, 2003). 우리나라 실정상 학교 과학교육에서 교사와 학생 모두 교과서의 의존도가 높다(최경희, 1996)는 것을 고려할 때, 교과서 실험의 이러한 경향은 학교 과학 실험의 특징에 영향을 줄 수 있다. 또한, 실제 과학 수업에서 토론 비율에 대해 설문 조사한 이범홍(1998)의 연구에 의하면, 277명의 중학교 과학 교사 중 70% 이상의 교사들이 45분 수업 중 6분 이하로 토론을 사용한다고 보고하였다.

과학에 대해 생각하고 의사소통하는 것이 빠진 탐구활동은 여러 문제점을 야기할 수 있다. 그러한 탐구활동은 학생들에게 과학이란 의심할 수 없는 사실들의 모음이라는 잘못된 인상을 줄 수 있으며, 학생들로 하여금 과학적 주장을 비판적으로 점검하는 능력을 갖추게 하는 데 기여하지 못한다(Driver et al., 2000). 과학이 하나의 문화로 자리 잡은 현대 사회에서, 학생들은 과학적 주장을 비판적으로 점검하고 평가할 수 있으며, 과학적 논변이 지닌 강점과 한계를 인식할 수 있어야 한다. 따라서 과학교육에서 학생들의 논변활동에 대한 기회의 제공과 질의 향상은 중요한 과제이다.

과학 학습에서 언어의 중요성에 대한 인식은 새로운 것은 아니지만 교육에서 언어적, 사회적 접근에 대한 강조(Lemke, 1988, 1990; Sutton, 1992; Vygotsky, 1978)는 최근의 중요한 흐름이라고 볼 수 있다. 예를 들면 Lemke(1990)는 “과학을 학습하는 것은 과학 말하기를 학습하는 것이다”라고 주장한 바 있다. 즉, 과학을 배우기 위해서는 실험실과 일상생활의 맥락 모두에서 읽기, 쓰기, 추론하기, 문제 해결하기를 통해 과학의 언어를 사용하는 것이 필수적이라는 것이다. 이는 학습자가 어떤 학문에 대해 학습한다는 것은, 그 학문에서 사용되는 언어의 규칙과 사용법을 배우고 적용할 수 있다는 것을 의미하기 때문이다. 따라서 과학학습을 위해서는 학습자가 적극적으로 과학적 언어를 사용하기 위한 환경을 제공해줄 필요가 있다. 이를 위해서는 학생들에게 자신의 주장을 펼치고, 다른 이의 주장에 대해 도전하기, 예측하기 등을 가능케 하는 대화의 기회가 요구된다. 예를 들면, 실험을 수행할 때 학생들은 증거와 주장의 관계를 따져보고, 자신의 주장을 정당

화하며 다른 입장에 대해 의문을 제기하고 대안을 제시할 수 있어야 할 것이다. 그런데 이러한 과학적 의사소통의 형태는 기본적으로 논변의 과정으로 볼 수 있으며(Kuhn, 1993), 이러한 관점은 과학교육에서 학생과 교사의 논변활동에 대한 중요성을 뒷받침한다고 할 수 있다.

### 3. 과학 탐구와 논변활동

그동안 교과서 등에 등장하는 과학자들의 활동이 주로 개인적인 지적활동으로 그려졌던 것과 대조적으로, 과학사 및 과학철학 분야의 연구 성과에 따르면 과학자들의 탐구활동은 사회적 의미 구성 과정으로 인식되고 있다. 과학은 사회적 활동이며 과학 지식은 집단의 생성물이다. 이러한 사회적 의미 구성에서 중요한 역할을 하는 과학적 의사소통 방식으로 논변활동이 주목받고 있으며, 과학 활동에 핵심적인 담화의 장르이며 인식론적 틀로 인식되고 있다(Fuller, 1997; Taylor, 1996).

비록 교과서나 저널에 실린 보고서 등이 전형적으로 객관적이며 논리적인 과학의 이미지를 제공하고 있고 과학자들은 자연에서 진리를 발견하는 것처럼 그려지고 있지만, 실제로 진행중인 과학(science in the making)에 대한 여러 연구들에 의하면 과학활동 즉 글쓰기, 연구, 지식의 생성 등의 과정은 변증법적이고 수사적인 논변을 수반한다는 것이 밝혀졌다(Latour & Woolgar, 1986; Pera, 1994; Suppe, 1998; Yore, Hand, & Florence, 2004). 과학자들은 그들의 해석과 주장이 중요하고 타당하다는 것을 인정받기 위해 자신은 물론 동료 과학자들을 설득하는데 많은 노력을 쏟는다(Dunbar, 1995; Latour & Woolgar, 1986). 새로운 지식은 과학의 다양한 기관을 통해 점검되기 전까지는 공적인 지식이 되지 않는다. 예를 들어, 과학 논문이 출판되는 과정을 살펴보면, 논문이 저널에 출판되기 전에는 연구 집단 내의 동료에 의해 검토 받게 되며, 출판된 논문에서 하는 주장은 폭 넓은 과학자 집단에 의해 비판 받고, 꼼꼼히 점검된다. 때로는 실험이 반복되고, 점검되고, 대안적인 해석이 나오기도 한다. 비판적 점검은 과학 활동의 중요한 특징이며, 과학의 질을 높이는 데 기여하게 된다(Cunningham & Helms, 1998). 이러한 과정에서 증거와 주장을 합리적으로 연결짓고 평가하는 논변활동은 중요한 역할을 한다. 과학자 공동체에서 논변활동은 비판적이며 설득적인 지식 주장의 과정에서 핵심적인 의사소통의 형태이며, 관찰과 실험은 지식

주장을 뒷받침하는 논변을 만드는 합리적인 활동을 보충하는 역할을 한다. 과학자들이 경쟁하는 지식 주장을 판단하여 그것을 수용할지 거부할지 결정하는 것은 논변과 논변을 지지하는 자료의 설득력에 바탕을 둔다.

논변활동의 과정은 개인에서부터 과학자 집단의 수준까지 다양하게 일어날 수 있다. 첫째, 개인 과학자의 사고 안에서 실험을 설계하고 자료를 해석하기 위해 시도할 때, 둘째, 연구 그룹 내에서 집단의 이론적 약속과 실험적 근거를 토대로 연구의 대안적 방향이 고려될 때, 셋째, 대규모 과학적 집단 내에서 저널이나 학회를 통한 경쟁 의견 사이에 상호작용이 일어날 때, 넷째, 미디어를 통해 과학자들이 그들의 이론을 노출시키고 논쟁이 벌어질 때 논변활동의 과정이 일어날 수 있다(Driver *et al.*, 2000). 결국 개인 과학자의 과학지식은 논변활동을 거쳐 공적인 과학지식으로 인정받는 과정을 거치게 된다고 할 수 있다.

Pera(1994)는 과학사의 사례를 통해 과학자들의 담화는 곧 논변의 과정임을 주장하였다. 그의 주장에 따르면, 성공을 보장해주는 일반적이고 정확하고 엄밀한 과학적 방법은 존재하지 않는다. 그럼에도 불구하고 과학이 여전히 인지적이고 합리적인 활동일 수 있는 이유는 결론을 정당화하기 위해서 수사적 논변(rhetorical argument)을 사용하기 때문이라고 하였다. 이러한 관점에서 그는 과학자들이 하는 일련의 활동, 즉 적절한 방법 선택하기, 규칙 해석하기, 실제 경우에 규칙을 적용하기, 전제 정당화하기, 가설 제안하기, 경쟁 가설 비판하기, 가설에 반하는 것을 거부하기 등에서 수사적 논변을 사용한다고 주장하였다.

과학 저널에 실리는 논문들과 같은 과학적 글에서도 논변은 주된 글쓰기 방식이다. Suppe(1998)는 사례 연구를 통해 과학 논문은 표준이 되는 기능적 단위들로 구성되며, 논변의 구성을 따르고 있음을 보여주었다.

반대로 사회적으로 구성된 과학 지식을 개인이 받아들이는 과정에서도 논변활동이 일어날 수 있을 것이다. 과학자들이 다른 과학자들의 이론을 받아들이는 과정이 이에 해당하며, 과학교육에서 이루어지는 학습의 과정 또한 이러한 특징을 반영해야 할 것이다. 즉 공적인 지식이 개인에게 의미 있는 개인적 지식으로 자리 잡기 위해서도 논변활동은 필수적이다.

그러나 과학자들의 탐구(authentic inquiry)의 특징에 대해 논의한 연구들에 의하면, 과학자들의 탐구 활동은 복잡한 추론 과정과 다양한 논변제시가 가능한 문제, 전문가 검토 및 지식의 사회적 구성을 특징으로 가지는 반

면, 학교 과학은 이러한 특징을 적절히 반영하고 있지 못함이 지적되었다(Roth, 1995; Chinn & Malhotra, 2002).

#### 4. 과학교육에서의 논변활동의 역할 및 관련 연구 동향

과학에서 위치하는 논변활동의 중요성에도 불구하고 학교 과학실험은 논변활동의 기회를 거의 제공하고 있지 않다. 그러나 최근 과학적 소양에 대한 필요성과 당위성의 목소리가 높아지면서 학생들의 논변활동에 대한 관심이 증가하고 있다. 과학적 소양에 대한 정의는 학자마다 차이를 보이지만, 과학과 과학 활동에 대한 올바른 이해, 과학적 추론과 비판적 태도의 계발 등은 공통적 요소로 포함된다. 연구자들은 이러한 과학교육의 목적을 논변활동을 통해 성취할 수 있다고 주장한다(Driver *et al.*, 2000; Kuhn, 1992; Newton, 1999; Simon *et al.*, 2002).

과학 학습에서 논변활동의 역할에 대한 연구자들의 주장을 살펴보면 과학 개념의 이해, 탐구 능력의 계발, 과학의 본성 이해 측면으로 구분할 수 있다.

첫째, 논변활동을 통해 과학 개념의 이해를 도울 수 있다고 주장하는 연구자들은 학생들의 개념 변화에 주의를 기울인다. 오랫동안 교사들은 학생들이 실험 활동을 통해 올바른 개념을 가지게 될 것이라는 소박한 믿음을 가지고 있었다. 그러나 학생들의 개념은 그들의 개념과 불일치하는 실험 자료를 제시하는 것만으로 변화하지 않았다(박종원, 1998; Chinn & Brewer, 1993, 1998; Dreyfus, 1990). 학생들의 개념 변화를 위한 갈등 상황을 겪기 위해서는 자신의 주장과 한계를 노출시키고 명확하게 드러낼 필요가 있으며(Driver, 1989, 1996; Hodson, 1998), 논변활동은 학생들이 그러한 기회를 갖도록 하는 데 효과적이다(Driver *et al.*, 2000; Newton *et al.*, 1999).

둘째, 논변활동을 통해 종합적인 탐구 능력을 계발시켜야 한다는 주장이 있다. 최근 학교 과학 수업에 대한 관찰 결과, 학생들의 목적은 주로 실험 과제의 완수에 초점을 두고 있었으며 학생들에 의한 대화 내용은 실험의 과정에 관한 것에 한정되어 있었다(Berry *et al.*, 1999; Newton *et al.*, 1999). 학교 과학 실험에서 학생들이 실험을 하면서 단순히 수공적 조작에만 머무르는 것에 대한 많은 비판들이 있었다(Hodson, 1998; Wellington, 1998). 학생들이 실험을 하면서 실험과 이론을 의미 있게 연결짓기 위해서는, 학생들이 실험의 목적과 설계, 방법, 실험 결과에

대한 해석에 대하여 반성적으로 사고하며 자료가 자신의 해석을 뒷받침하는지 다른 해석이 가능한지 등에 대한 고려가 필요하다. 이러한 과정에서 다른 학생들과 혹은 자신 내부에서 벌이는 논변활동은 의사소통의 핵심적인 역할을 하게 되므로 탐구에 대한 학생들의 논변활동은 탐구 능력의 계발에 중요하다.

셋째, 과학의 인식론에 대한 올바른 이해를 위해서는 학생들의 논변활동의 기회를 늘리고 효과적으로 조직해야 한다는 주장이 있다. 연구자들이 초점을 두는 과학의 본성의 측면은 주로 과학의 방법에 관한 것과 과학의 사회성에 관한 측면이다. 과학을 학습한다는 것은 과학 내용에 대한 학습만이 아니라 과학에 대한 학습도 포함한다. 이를 위해 학생들은 과학 지식만이 아니라 그 지식이 어떻게 구성되고, 왜 중요하며, 어떻게 사용되는지에 대해서도 학습할 필요가 있다. 이러한 교육적 목적을 위해서는 과학 활동에서 지식 구성의 과정에서 중심적인 역할을 하는 논변활동을 학생들이 스스로 경험하고 그것을 위한 준거를 익히는 것이 중요하다. Monk & Osborne(1997)은 과학 지식 구성의 과정에서 경쟁하는 주장들 사이에 어떻게 결정이 이루어지는지 학생들이 직접 평가해보게 하려면, 학생들이 스스로 다양한 해석이 가능한 경우에 벌어지는 경쟁 이론 사이의 논변을 경험하게 해야 한다고 주장한다.

과학의 사회성에 대한 측면을 강조하는 연구자들은 과학을 사회적 실체로 보고 과학 지식은 자연에서 일찌지는 진리의 모음이 아니라 과학자들이 공동체 활동을 통해 구성하는 산물로 본다. 그러나 현재 학교 과학에서 전달되는 과학의 모습은 이러한 실제 과학의 모습을 제대로 반영하고 있지 못하다는 비판을 받아왔으며, 그러한 이유 중의 하나는 학교 과학에서 다루는 영역이 이미 확립된 과학이라는 것에 원인을 찾을 수 있다. 과학 지식은 공동체 안의 검증과 수정을 거치면서 확립된 과학으로 인정받는 동안 점차 탈맥락화되어 인간적이며 사회적인 면이 가려지기 때문이다(Collins, 1985; Cunningham & Helms, 1998). 반면 역사적 사례나 현재 진행 중인 과학자들의 활동을 살펴보면, 과학의 사회성은 효과적으로 드러날 수 있다. 그러므로 이러한 사례나 이슈에 대한 학생들의 논쟁이나 논변활동의 경험은 학생들이 과학의 사회성에 대한 이해를 촉진시키며 시민으로서 의사 결정에 필요한 기능 향상에 도움을 줄 수 있을 것이다.

이러한 과학교육의 목적을 위해 최근 학교 과학에서 논

변과 논변활동에 대한 다양한 연구들이 진행되었다.

### 1) 논변활동의 실태

기존의 학교 과학에서 논변활동의 기회 여부와 유형에 대한 연구들은 그 대상에 따라 교사, 학생, 일반 성인으로 나눌 수 있으며, 대상 활동에 따라 강의 수업, 실험 활동 등으로 구분할 수 있다.

Russell(1983)은 교사의 교실 담화 분석을 통해 교사의 논변이 주로 전통적 권위에 의존하고 증거나 이유에 대해 간과하는 경향이 있음을 보였다. 즉 교사는 과학적 주장을 학생들에게 설득시킬 때, 지식 주장의 이유와 근거를 제공하는 합리적 권위(rational authority)에 의존하기보다는 그들의 제도적 위치에 바탕을 둔 전통적 권위(traditional authority)에 의존하는 경향이 있다는 것이다. 학생들의 논변 유형이 교사의 특징을 흉내 내려는 경향이 있다는 연구(Kelly *et al.*, 2001)를 고려할 때, 교사들의 논변활동은 개선의 필요성이 있다.

9학년부터 성인까지 160명을 대상으로 참가자들의 논변활동을 분석한 Kuhn(1992)은 참가자 대부분의 논변 사용에서 드러난 인식론적 수준이 낮음을 주장하였다. 또한 이러한 인식론적 미숙함이 중학교 교육 이후에도 변함이 없음을 지적하면서, 이는 학교 교육이 학생들의 논변활동에 대한 기회를 거의 주지 않기 때문이라고 해석하였다.

반면 Koslowski(1996)는 Kuhn의 주장을 비판하면서, 학생들도 성공적으로 논변을 구성하고 제안할 수 있음을 주장하였다. 그러나 그의 연구에서도 역시 학생들의 논변 능력의 향상을 위해서는 논변활동의 기회가 중요함이 강조되었다.

학교 과학에서 논변활동의 부족함은 여러 연구자들에 의해 비판을 받았으며, Newton *et al.*(1999)은 조사 연구를 통해 이를 구체적으로 뒷받침하였다. 이들은 영국의 중등학교 과학 수업 관찰을 통해, 학교 과학 수업은 학생들의 논변활동에 대한 기회를 거의 주지 않음을 확인하였고, 실험 활동에서 이루어진 학생들의 대화를 분석한 결과 대화 내용의 대부분이 실험 과정 절차에 관한 것으로 실험에 대한 반성적 토론과 논변활동은 거의 나타나지 않았다고 보고하였다.

### 2) 논변 유형의 분석

기존의 연구에서 논변 분석을 위한 틀은 기본적으로 논변의 구성 요소를 나누어 분석하는 Toulmin(1958)의 분석

틀에 바탕을 둔 것이 대부분이다. Toulmin의 모형에 의존하지 않으며 담화 분석을 시도했던 연구로는 논변의 분석적 형태의 적용에 초점을 맞춘 Kuhn(1993)의 연구와 언어학 이론을 이용한 Lemke(1990), Gee(1994)의 연구가 주목할 만 하다(예를 들면, Bell & Linn, 2000; Kelly, Chen, & Crawford, 1998; Simon et al., 2002; Sunal et al., 2001). Toulmin은 논변을 판단하기 위한 절차의 하나로 논변의 구성 요소를 도해하는 방법을 제시한다(Fig. 1). 그는 대전제, 소전제, 결론으로 이루어지는 삼단 논법의 형식적 구성 요소를 대신하여, 논변의 요소를 주장(또는 결론, claim), 근거(또는 자료, data), 추론 규칙(warrant)의 세 가지로 제시하였다. 그의 도식에 따르면 논변의 건전성은 이 세 요소 간의 관련성과 추론 규칙을 뒷받침하는 지원(backing), 예상되는 예외조건(또는 반박, rebuttal)을 고려한 양상연산자(qualifier)에 의해서 결정된다. 이 모형에서 주장은 근거를 통해 뒷받침되고, 근거에서 주장에 이르는 단계는 추론 규칙을 통해서 정당화된다. 추론 규칙이 허용될 수 있는지는 지원(backing)을 통해 증명한다. 그리고 가설의 개연성 정도를 이른바 양상연산자, 예외조건을 통해 제시할 수 있다(민병곤, 2001).

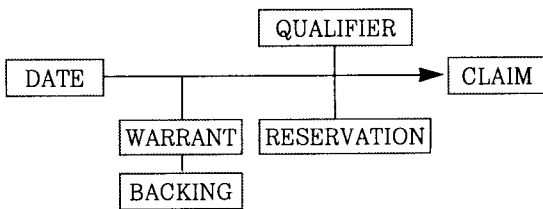


Fig. 1. Toulmin's layout of arguments(Toulmin, 1958)

과학교육 분야에서 Toulmin의 모형에 의존하는 연구들은 공통적으로 논변의 구조적 특징(전제, 추론규칙, 지원 등)과 학습자에 의해 제시된 증거에 초점을 둔다.

Bell & Linn(2000)은 Toulmin의 모형에 기반하여, 컴퓨터 기반 환경에서 드러나는 학생들의 논변을 증거의 설명, 논변틀, 증거라는 세 가지 측면에서 분석하였다. 증거의 설명에서는 길이, 명확성, 유형, 추론 규칙의 출처, 지원에 대하여 분석하였으며, 논변틀에 관한 요소로는 유형, 출처에 대해 분석하였고, 증거의 특성으로는 출처를 분석하였다. Kelly et al.(1998)은 전기에 대한 학생들의 추론을 연구하기 위해 논변 분석을 시도하였으며 이를 통해 수행 평가에의 가능성을 알아보았다.

Sunal et al.(2001)은 중학생들의 논변활동의 특징을 알아보기 위해 논변의 특징, 증거의 사용과 한계인식, 그룹 내 과정이라는 세 가지 측면에서 특징을 분석하였다. 연구자들은 Toulmin의 모형에 근거하여 논변에 사용된 근거와 주장의 관계에 대하여 주목하고 5가지 수준으로 논변의 특징을 평가하였다. 증거의 사용과 한계인식 측면에서는 증거의 배경을 검토하고, 한계를 인식하며, 반증을 고려하는 활동 등으로 유형화하였다. 한편 학생들의 그룹 내 작용에 대한 측면으로는 정보 확인하기, 이유 질문하기, 주장의 일치 검토하기, 주장 내세우기, 그룹원의 참여 모니터링하기, 다른 아이디어 제시를 격려하기, 과학적 주장과 아닌 것 구별하기 등의 활동으로 구분하였다.

그러나 Toulmin의 모형에 따른 분석은 대화적 논변에 적용하기 어렵다는 한계를 가진다. 그는 자신의 모형을 담화 전체가 아니라 개개의 문장들에만 적용하였기 때문에 실제 담화, 특히 텍스트가 아닌 발화 분석에 적용할 때 한계에 부딪히게 된다. 문장 차원의 논변 구조는 주어진 문장 사이의 관계를 바탕으로 파악할 수 있지만, 실제 담화 차원으로 확대되면 다루어야 하는 논변의 양상이 상당히 복잡하게 전개되고 수많은 변인들이 개입하게 되므로 논변의 양상이 상당히 복잡하게 되므로 Toulmin의 모형으로는 실제 토론 담화의 논변 구조를 파악하는 것이 어렵다는 한계를 가진다(이선영, 2002).

Duschl et al.(1999)은 Toulmin의 분석틀을 적용했던 그들의 초기 연구에서 Toulmin의 모형이 학생들의 대화적 논변을 분석하기에 효과적이지 못함을 지적하고, Walton(1996)의 논변 분류틀을 이용하여 학생들의 토론에서 드러나는 논변을 평가하였다. 이 분석틀은 Walton(1996)의 추정추론을 위한 논변 분류틀(argumentation schemes for presumptive reasoning)을 바탕으로 논변의 추론 특징에 따라 분류하였다(Table 1).

연구자들은 이 분석틀이 학생들이 생성하는 증거와 전제의 종류, 그룹 면담의 구조에 적절함을 주장하였다. 한편 Duschl et al.(2002)이 수행한 최근의 연구에서는 컴퓨터 기반 환경과 면대면 환경에 따른 학생들의 논변의 질을 평가하고 비교하기 위하여, 논변활동의 폭과 깊이를 기준으로 분석하였다.

담화 분석의 틀이 연구자마다 다르며 그 연구 상황에 따라 다양한 양상을 보이는 것(Kelly et al., 2001)과 마찬가지로, 논변의 유형과 논변활동의 분석에 대해서도 일치된 분석틀은 보이지 않는다. 연구자들은 학생들의 논변에

Table 1. Argumentation schemes for presumptive reasoning (Duschl *et al.*, 1999)

Categories	Argument From	Look for
Request for Information	Sign	References to the project. "look at this"
	Commitment	Look for a request for action. "should.."
	Position to Know	Look for opposition statement.
Expert Opinion	Expert Opinion	"the book says"
Inference	Evidence to Hypothesis	"I think..." "it probably would..."
	Correlation to Cause	Often based on plausibility rather than probability
	Cause to Effect	"it will..."
	Consequences	"then it would be better"
Analogy	Analogy	"like" or use of a metaphor

포함되는 증거와 추론, 그리고 논변활동의 특징이 논변의 주제가 되는 과제의 장르 특성이나 내용, 논변활동 상황에 의존한다는 것(Toulmin, 1958)을 인식하고 이러한 상황 의존적인 특징을 고려한 논변의 분석틀을 제안하기 위해 노력하고 있다(Kelly & Takao, 2002).

### 3) 논변활동에서의 사회적 상호작용

논변의 유형을 분석한 대부분의 기존 연구들은 학생들의 인지적 과정에 초점을 둔 경향이 있었다. 그러나 공동체에서 학생들의 지식 구성에 영향을 주는 것으로는 학생들의 인지적 과정뿐만 아니라 사회적 과정이 중요하다는 증거가 있다. 논변활동을 심도 있게 분석하기 위해서는 학생들의 인지적 작용뿐 아니라 사회적 상호작용에 대한 것도 고려해야 한다.

소집단 학습 상황에서 학생들의 담화를 분석한 여러 연구들은 학생들이 논변을 형성하는 상호작용적 상황에서 사회적 요소의 중요성을 보여주었다. 소집단 활동에서 학생들의 논변 구성 과정은 조를 구성하는 성별과 조원의 수(Alexopoulou & Driver, 1996, 1997), 학생들이 맡은 사회적 역할과 리더십 유형(Richmond & Shriley, 1996)에 따라 영향을 받았다. 학생들의 소집단 담화에 대한 Alexopoulou & Driver(1996)의 분석에 의하면 조원의 수가 2명보다는 4명일 때 의견 중재의 과정이 원활하여 학습에 더 효과적인 것으로 나타났다. 2명이 한 조를 이루었을 때는 그들의 시각이나 의견이 일치되지 않았을 때 협상하는 데 어려움을 겪은 반면, 4명이 한 조를 이룬 경우에는 그룹의 합의를 이끌어내기 위해 자신의 생각을 표현하고 이의를 제기하는 데 좀 더 수월하였다. 또한 연구자들은(Alexopoulou & Driver, 1997) 소집단 활동에서

여학생과 남학생이 보이는 상호작용에 중요한 차이점이 있다는 점에 주목하였다. 여학생의 경우에는 합의를 추구하는 반면, 남학생들은 대결적 논쟁을 통해 논의를 진행시켜나가는 경향을 보였다. 그러나 이러한 성별의 차이는 집단 크기나 리더십 유형 같은 다른 사회적 요소에 종속적임을 언급하였다.

이러한 사회적 상호작용 속에서 토론 참여자는 갈등 상황을 조율하고 협력을 도모하기 위해 여러 가지 언어적 전략을 사용하고 있다는 것도 밝혀졌다. 토론활동을 강도 높은 논변활동으로 규정하고 토론 구성원들의 논변구성과 사회적 상호작용을 살펴본 이선영(2000)의 연구에 의하면, '안락사'에 대한 대학생들의 토론에서, 토론자들은 갈등 상황을 해소하기 위해 의견차 최소화하기, 주제 바꾸기, 갈등 상황 전환하기의 언어적 전략을 사용하고 있었다.

### 4) 논변활동에 대한 장애물과 어려움

학생들의 과학적 소양에 관한 연구 결과, 학생들은 한 관점에 대해 지지하거나 반대하는 논변을 만들고 제시하는 데 서툴다. 이를 위해 교사들은 서로 상반되는 입장에 설 수 있는 과제를 학생들이 경험하도록 하는 것이 필요하다. 논쟁이나 비판적인 토론을 벌이게 안내하는 것이 그 예이다. 그러나 이러한 대립 구조에서는 사용되는 언어의 특징이 개인적 요소, 예를 들면 성별에 의해 영향을 받음으로써 학생들이 자신의 생각을 편하게 이야기하기 어렵게 한다는 반대 주장도 있다(Boulter & Gilbert, 1995).

또한 학생들은 논변을 구성하는 데에도 어려움을 겪는다. Zeidler(1997)은 학생들이 과학에서 논변을 구성할 때 범하는 5가지 오류를 다음과 같이 명시하였다: 타당성의



문제, 논변 구조에 대한 단순한 개념, 논변활동에 대한 신념의 영향, 부적당한 증거 사례, 논변 및 증거에 대한 표현의 변화.

근본적으로 학생들의 논변활동에 대한 가장 큰 장애물은 기회의 부족이다. 과학 수업에서 대부분의 담화는 교사에 의해 지배되며, 대화의 형식은 IRF(initiation-response-feedback)로 대표되는 단답형 질문에 의존해 수업이 진행된다(Lemke, 1990; Wellington & Osborne, 2001). 이러한 대화 형식에서 학생들이 자신의 논변을 구성하고 깊이 있는 토론을 나눌 수 있는 가능성은 거의 없다. 게다가 학생들 간의 의미 있는 상호작용도 거의 불가능하다. 이러한 상황은 실험 활동에서도 다르지 않다. 학생들 간의 대화가 존재하지만, 그 대화의 내용은 실험 과제 수행 자체를 위한 것들로 이루어진다. 교사들은 이렇게 논변기회가 부족한 이유로 교과과정과 시험의 압력, 교사의 레파토리 부족, 토론 진행의 어려움, 교사의 기술 부족 등을 언급하였다(Newton *et al.*, 1999).

한편 학생들의 논변의 수준과 기술은 단순히 논변의 기회를 제공해 주는 것만으로는 쉽게 향상되지 않는다는 여러 연구 결과들(Koslowski, 1996; Kuhn, 1992) 또한 중요한 시사점을 제공한다. 학생들의 논변의 수준이 향상되길 원한다면, 학생들의 논변 구성을 보다 적극적이고 명시적으로 촉진시킬 수 있는 의도적이며 계획적인 방략이 요구된다고 할 수 있다.

결론적으로 과학교육에서 인식되고 있는 논변활동의 중요성에 비해 실제 현장에서 논변활동이 차지하는 비중은 아직 미미하며 여러 장애물이 존재한다. 이러한 장애물과 어려움을 극복하기 위해서는 논변활동의 중요성에 대해 교사와 학생이 인식을 공유하고 논변의 기회를 늘릴 수 있도록 노력해야 할 것이다.

### Ⅲ. 논변활동을 강조한 과학탐구활동의 조건과 모형

#### 1. 학생들의 논변활동을 촉진시키기 위한 조건

논변활동을 촉진시키는 탐구 활동을 고안하기 위해서는 인지적 구조와 사회적 구조가 모두 고려되어야 한다. 학생들의 논변 구성은 인지적 활동인 동시에 다른 사람과의 상호작용 속에서 벌어지는 사회적 활동이기 때문이다. 기존 논변 관련 연구들이 학생들의 인지적 측면에 초점을

둔 경향이 있었으나, 소그룹 토론 활동을 분석한 여러 연구들은 학생들이 논변을 형성하는 상호작용적 상황에서 성별, 사회적 역할, 리더쉽 유형 등의 사회적 요소의 중요성을 보여주었다(Alexopoulou & Driver, 1997; Richmond & Shriley, 1996). 따라서 학생들에게 논변 구성의 기회를 주고 이를 촉진하려면 인지적 측면과 사회적 측면을 모두 고려해야 한다. 그러므로 이번 절에서는 논변활동을 촉진하는 탐구 활동의 구체적인 조건에 대해 논의하고자 한다.

#### 1) 인지적 조건

과학에서 위치하는 논변활동의 중요성에 비해 과학교육에서 학생들의 논변과 논변활동에 대한 연구는 아직 부족한 편이다. 기존 연구들의 경우, 학생들의 논변과 논변활동의 유형 분석이 전반적인 경향이다(예를 들면 Bell & Linn, 2000; Duschl *et al.*, 1999; Kelly *et al.*, 1998 & 2000; Simon *et al.*, 2002). 논변의 주제에 대해서는 사회과학적 이슈에 관련된 것이거나(Jimenez-Alexandre, 2004; Simon *et al.*, 2002), 기존에 이미 확립된 과학 지식을 대상으로 한 내용(Bell & Linn, 2000; Kelly *et al.*, 1998; Niaz *et al.*, 2002)이 많다. 사회과학적 이슈에 대한 논변활동의 기회는 그 자체로도 가치 있는 활동이긴 하지만, 학생들의 논변활동을 사회과학적 이슈에 제한할 경우 이것은 과학 활동의 본질로서 논변의 중요성을 놓칠 우려가 있다. 즉, 논변과 설득의 과정이 과학 활동 자체가 가지는 본질적인 특징이라는 것을 학생들이 알기 위해서는 사회적으로 논쟁거리가 되는 주제뿐 아니라 탐구 활동에 대한 논변활동의 경험을 가져야 한다. 한편 이미 확립된 과학 지식을 논변의 대상으로 할 경우, 학생들의 활발한 논변과 논쟁을 기대하기 힘들다. 학생들은 자신의 주장이 과학 지식에 도전이 되지 않는다는 것을 알고 있기 때문이다(Millar, 1998). 그러므로 학생들이 진정한 논변활동을 경험하기 위해서는 답이 정해지지 않은 문제에 대해서 학생들 스스로 논변을 펼칠 수 있는 기회가 제공될 필요가 있다. 특히 다양한 해석과 주장이 가능한 주제가 논변활동에 효과적일 것이다. 그러므로 논변활동을 촉진하기 위한 탐구 활동의 인지적 조건으로 다음 세 가지가 필요하다.

첫째, 학생들의 논변활동을 자극하기 위해서는 하나 이상의 주장과 해석이 가능한 상황이 필요하다(Simon *et al.*, 2002). 이것은 탐구의 개방성과 관련이 있는데, 실제

과학자들의 탐구의 경우 문제 해결을 위한 다양한 방법이 존재하며, 이를 통해 얻은 결과에 대해서도 여러 개의 해석과 주장이 가능할 수 있다. 마찬가지로 학생들도 다양한 주장과 해석이 가능한 상황이 주어졌을 때 활발하게 논변을 펼칠 수 있을 것이다. 기존 학교 실험처럼 하나의 과정에 하나의 결과만이 따르는 실험에서는 학생들이 자신의 목소리를 낼 수 있는 여지가 적다. 이러한 실험에서는 예정된 실험 결과를 얻는 것만이 실험의 목적이자 학생들이 맡은 역할이므로 주어진 과정이나 결과를 의심하거나 대안을 제시할 여지가 없다. 그나마 예상치 않은 결과가 나올 경우에는 교사가 이를 감추거나 무시하는 경향이 있는데(Nott & Wellington, 1996), 이는 사전에 배운 내용에 대한 예정된 결과를 얻기 위한 확인실험이 가지는 한계라고 볼 수 있다.

둘째, 학생이 주장하려는 지식의 소유권이 학생 자신에게 있도록 하는 것이 필요하다. 기존의 토론이나 논쟁 활동의 경우 논의의 주제가 되는 내용은 교과서의 내용이거나 과학사의 사례인 경우가 대부분이다. 그러나 이것들은 모두 학생들 스스로 문제의식을 느끼고 구성한 주장이 아니라 교사에 의해 수동적으로 주어진 것이다. 수동적으로 외부에서 주어진 주장에 대해서는 주장의 근거와 맥락을 알기 어렵고 동기 부여가 크지 않기 때문에(Deci, 1975; Lepper & Hodell, 1989), 학생 스스로 근거를 대고 비판에 저항하는 것이 쉽지 않다. 또한 제시된 주장의 내용이 학생 자신의 경험이나 지식수준에 적합하지 않을 경우 학생 스스로 적절한 논변을 구성하고 비판에 맞서는 것이 어려울 수 있다.

셋째, 지속적이고 다양한 형태의 논변의 기회를 제공해야 한다(Driver *et al.*, 2000; Kuhn, 1992). 논변활동에 대한 기존 연구에서는 대부분 보고서 쓰거나 토론 활동의 한 쪽 측면에 초점을 두어 분석하였다. 그러나 학생들의 논변 구성은 쓰기와 말하기의 상호 보완적인 활동을 동시에 수행할 때 그 효과가 클 것으로 예상된다. 글쓰기의 장점은 충분히 숙고할 수 있는 시간이 주어지며, 생각이 명시적으로 표현되므로 자신의 생각에 대해 반성적으로 사고할 수 있다는 것이다. 한편 말하기는 상대방의 즉각적인 반응을 통해 되먹임을 받을 수 있으며, 친밀한 상호작용을 할 수 있는 장점을 가진다. 그러므로 두 가지 형태가 연계된 논변 구성의 기회를 통해 학생들은 효과적인 의사소통의 기회를 가질 수 있을 것으로 기대된다.

## 2) 사회적 조건

학생들의 논변활동이 촉진되기 위해서는 학생 간 상호작용이 활발해야 한다. 기존 연구에 대한 검토에서 살펴 보았듯이 학생들의 논변활동에서 지식의 구성은 인지적 요소뿐 아니라 사회적 요소에 많은 영향을 받는다. 그러므로 논변활동의 촉진을 위해서는 의도적으로 학생 간 상호작용을 촉진시키는 방안이나 장치가 필요한데, 그 예로 Kuhn *et al.*(1997)은 논변활동의 촉진을 위해 상호작용쌍(dyadic interaction)을 이용하였다. 본 논문에서는 다음 두 가지 조건을 고려하였다.

첫째, 대화의 지위가 동등해야 한다. 즉 동료를 대상으로 한 논변활동이 고려되어야 한다. 학교 과학 수업에서 대부분의 담화는 교사의 일방적인 전달이거나 교사와 학생 간의 단답식 대화가 대부분이다. 마찬가지로 실험 결과에 대해 보고할 때도 보고서의 독자는 교사이다(Wellington & Osborne, 2001). 이 때 독자로서 교사의 역할은 학생이 자신의 해석이나 주장을 설득시키는 대상이 아니라 자신의 실험 결과를 평가하는 평가자이다. 그러므로 기존의 보고서 쓰기 활동에서는 정답을 찾기에 바쁘고, 학생들이 자신의 논변을 활발하게 구성하기가 어렵다. 논변활동의 대상으로 교사가 아닌 동료 학생으로 규정함으로써 학생들이 자신의 의견을 자유롭게 피력할 수 있도록 할 필요가 있다.

둘째, 학생 간 경쟁과 협력을 유도해야 한다. 과학자들은 그가 속한 공동체 활동 속에서 경쟁적 협력 관계를 유지한다(Hull, 1988). 연구 동료는 협력자이면서 동시에 경쟁적 관계에 있으며 이러한 이중적 관계는 과학의 질을 높이는 데 기여하게 된다(Cunningham & Helm, 1998). 마찬가지로 학생들 간에도 이러한 경쟁적 협력을 조장할 필요가 있다. 건전한 경쟁을 유도함으로써 동기 부여를 자극하고, 이러한 경쟁을 협력을 통해 해결해나가는 과정 속에서 학생들은 적극적으로 논변을 구성할 수 있는 기회를 가지게 될 것이다.

## 3) 논변활동의 장으로서 토론과 글쓰기

이제 논변활동이 활발하게 벌여질 수 있는 활동의 형태에 대해 고찰해보려 한다. 논변활동은 '말하기 논변'에서 '쓰기 논변'까지 여러 형태로 일어날 수 있으며, 개인적 수준의 말다툼이나 협상에서, 학술적 토론과 정책 심의에 이르기까지 다양한 상황 아래에서 발생할 수 있다. 이 중에서 토론은 공통의 관심사에 대해 여러 사람이 옳고 그

를 따져 논의하는 것(연세 한국어사전, 2002)으로, 의견의 차이가 존재할 경우 이를 해결하고 합의에 이르기 위해서는 자신의 주장을 펼치고 상대방의 의견을 합리적으로 수용해야 한다. 이러한 의사소통의 과정에서 합리적인 근거 제시를 통한 설득의 과정은 핵심적인 역할을 한다. 그러므로 토론은 강도 높은 논변활동이 기대되는 하나의 장이라고 볼 수 있다.

토론(discussion)과 유사한 의사소통 활동의 하나로 논쟁이 있다. 논쟁(debate)은 생각을 달리하는 사람들이 말이나 글로 서로 남이 그르고 자기가 옳다고 주장하는 것(연세 한국어사전, 2002)으로, 이미 형성된 견해를 가지고 시작하며 반대하는 의견에 대해 방어하면서 진행된다(Dillon, 1994). 논쟁은 정해진 규칙에 따라 찬성과 반대로 대응하는 두 팀간에 주어진 논제에 대해서 논제에 의한 주장과 검증을 거듭하여 의논을 되풀이함으로써 이성적 판단을 내리는 과정이다(강태완 등, 2001).

'Debate'라는 단어의 기원이 'to beat'라는 의미의 라틴어 'debatuere'라는 것에서도 알 수 있듯이, 논쟁이 토론과 다른 주요한 차이점 중 하나는 입장의 대립에 있다. 토론은 입장이 토론의 과정에서 형성되고 다른 사람들의 관점을 지각하고 적응하는 것을 통해 발전되는 과정임에 비해, 논쟁은 이미 서로 대립된 입장을 전제로 한 활동이다(Dillon, 1994). 논쟁에서는 의견의 대립이 존재한다는 것을 인정하고 주어진 논제에 대해 자신의 입장이나 해답을 분명히 갖고 타인을 설득하는 것이 목적이라면, 토론은 일종의 집단적 사고와 의사 결정 과정으로서 협의를 통해 답을 구하는 것이 목적이다(강태완 등, 2001).

그러나 연구자마다 이러한 구분에 있어 차이를 보이며 토론을 넓은 의미로 포괄해서 사용하기도 한다. 또한 'debate', 'discussion', 'discourse'에 대한 번역어로서, '논쟁', '토론', '토의'가 사용되기도 하며, '토론', '토의', '담화'라고 사용되기도 하는 등 연구 분야와 연구자에 따라 다르게 사용하고 있다. 한편 실제로 학생들이 벌이는 논쟁은 논쟁과 토론의 두 가지 성격이 공존하는 경우가 많아 명확한 구분을 하기 어렵다. 따라서 본 논문에서는 토론의 유형에 대한 규명보다는 학생들의 의사소통과 논변활동에 초점을 두었으므로 토론과 논쟁을 구분하

지 않고 넓은 의미의 토론에 속하는 것으로 보기로 한다.

토론에 대한 분류는 다양하지만, van Eemeren et al.(2002)은 논변활동과 관련하여 유용한 분류를 다음과 같이 제시하였다. 이들은 의견 대립의 양상에 따라 정보 제공 토론과 논변적 토론의 두 가지로 구분하였다. 논변적 토론(argumentative discussion)은 주어진 관점을 어느 정도까지 옹호할지 결정하기 위해 논변활동을 이용하는 토론인 반면, 정보 제공 토론(informative discussion)은 우선적으로 정보를 전달하는 기능을 제공한다. 논변적 토론은 대립(confrontation), 개시(opening), 논변활동(argumentation), 결론(concluding)으로 이루어지는 4단계로 구성된다. 논변적 토론은 의견의 차이를 해결하려는 목적을 가진 토론으로 비판적 토론의 한 형태이며 논변활동이 활발하게 일어나는 토론이라고 볼 수 있다.

따라서 구두로 진행되는 논변활동이 가장 강도 높게 벌어질 것으로 기대되는 담화형식으로 비판적 토론 형태가 적절하다. 즉 논변적 탐구활동의 단계로 구성되는 토론활동에 참여하는 학생들은 서로 대립적인 입장에 서서 다른 사람의 주장을 비판적으로 살펴보고 자신의 주장을 옹호하는 역할을 수행하도록 조직되어야 한다.

비판적 토론의 사례로는 국제 청소년물리학자토너먼트(IYPT)<sup>2)</sup>등과 같은 탐구토론 경진대회를 들 수 있다. 대회에 참가하는 학생들은 자신들이 수개월간 탐구한 주제에 대해 비판적 토론을 벌이는데, 3개조가 '발표조', '반론조', '평론조'의 역할을 맡아 상대조의 탐구과정과 결과에 대해 논쟁과 토론을 통해 실력을 겨루게 된다. 이러한 토론 형식은 참가자의 논변활동을 효과적으로 이끌어 낼 수 있으므로, 본 연구에서 고안할 '말하기 논변활동'(oral argumentation)의 형식으로 적절하다고 할 수 있다.

하지만, 본 연구에서 설계하는 활동이 기존의 탐구토론 대회와 다른 중요한 차이점은, 활동의 목적이 경진이나 대회가 아니라 학생들의 동료 학습 과정이라는 것이다. 따라서 논변적 탐구활동의 실제 적용 시 주의할 점은, 토론의 규칙이나 시간의 제한, 엄정한 토론 관리보다는 학생들이 충분히 의견을 교환하도록 하는 데 중점을 두는 활동이 되어야 한다는 것이다.

한편 탐구보고서 쓰기 또한 적극적인 논변활동의 기회

2) 국제 청소년물리학자 토너먼트(International Young Physicists' Tournament)는 물리학 분야의 영재들이 탐구능력, 의사소통, 토론능력, 협동연구능력 등을 겨루는 대회로 지난 79년 모스크바국립대학 물리학과에 의해 발의, 실시되다가 88년 국제대회로 확대됐다. IYPT는 교과서에 제시되고 않고, 심지어 과학자들도 완전히 풀지 못한 '개방적인 과제'에 학생들이 도전하도록 하고, 혼자서 아닌 '팀'이 협동하여 과제를 해결하도록 격려한다. 또 문제 해결과정과 결과에 대하여 '논쟁과 토론'을 통해 겨루도록 한다는 점에서 다른 대회와 다른 특징이 있으며 과학자들의 활동과 흡사하다고 할 수 있다(한국물리교육연구센터, 1994).

로 활용되어야 한다. 앞서 논의한대로 과학자들의 활동에서 과학적 글쓰기는 논변의 구조를 따라 구성되며, 과학적 주장의 수용 여부는 논변과 논변을 뒷받침하는 자료의 설득력에 바탕을 둔다. 반면 학교에서 기존의 탐구보고서쓰기는 학생들에게 실험과정의 정리 수준에 그칠 뿐 효과적인 논변활동의 기회가 되지 못하였다. 이미 실험의 결과나 '정답'을 알고 있는 경우가 많으며(Driver, 1983), 실험 수행 자체도 바쁘고(Edmondson & Novak, 1993; Newton et al., 1999) 자신의 설명이나 예측이 기존 지식에 도전이 되지 않는다는 것을 알기 때문에, 예측하지 않은 결과나 나와도 '정답'을 보고 쓰거나 동료의 결과를 베끼는 경우가 생긴다(Rigano & Ritchie, 1995). 따라서 학생들에게 지식 주장의 기회를 주기 위해 논변적 탐구활동의 보고서 쓰기가 가져야 할 특징 두 가지는 '동료 대상 쓰기'와 '조별 공동 보고서 쓰기'이다. 동료를 독자로 한다는 점은 모르는 과학 용어의 사용을 피하고 자신의 수준에 맞는 표현으로 데이터를 사용해 근거 있게 주장을 펼쳐야 한다는 것을 의미한다. 이는 독자를 교사로 하는 대부분의 실험보고서(Wellington & Osborne, 2001)가 가지는 한계를 극복하기 위한 것이다. 또한 보고서는 조별 공동 보고서로 작성하며 조원 사이의 내용의 합의를 거쳐 작성해야 되어야 할 것이다. 조원들의 공동 탐구와 보고서의 공동 작성은 조원 사이의 의견 교환과 합의의 과정을 통해 논변 활동의 벌어지도록 촉진하는데 의미가 있다.

요약하면 논변적 탐구활동은 '동료검토용 보고서' 쓰기를 통한 '쓰기 논변활동' (written argumentation)과 비판적 토론의 '말하기 논변활동' (oral argumentation)의 두 가지 논변형태가 연계된 논변 구성의 기회를 통해, 학생들에게 효과적인 의사소통의 기회를 제공할 수 있도록 고안되었다.

## 2. 논변적 과학탐구활동의 모형

개방적 과학탐구의 과정을 기술한 기존의 모형들-예를 들면 APU의 문제해결활동 모형(Gott & Duggan, 1995)과 호주의 과학탐구과정 모형(Hackling & Fairbrother, 1996)-을 살펴보면 대부분 탐구의 계획, 수행, 자료처리, 평가의 단계를 거치게 된다. 이러한 단계들은 탐구 수행의 가능한 경로를 나타낸 것이며, 주로 탐구의 과정 기능에 초점을 두고 있다. 이 모형들은 복잡한 개방적 탐구(open inquiry)의 과정을 단순화되고 명시적인 단계들로

기술하며, 순환적인 탐구의 성격을 잘 보여주는 데 장점이 있다.

그런데 이러한 기존의 탐구 모형들에서는 학생들의 논변활동이 탐구 과정 속에 간접적으로 포함되어 있으며, 논변활동이 탐구과정의 요소로 드러나 있지 않다. 탐구과정 속에서 '어떤 형태로 논변활동이 벌어질 수 있는지', '실험활동과는 어떻게 연계될 수 있는지' 등에 대한 안내와 정보가 부족하다. 또한 학생 간 상호작용적 측면이 잘 드러나지 않는다. 학생들의 논변활동을 향상시키기 위해서는 보다 직접적이고 의도적으로 고안된 방향이 필요하다. 기존의 연구결과를 고려할 때, 새로운 탐구모형의 개발이 요청된다고 하겠다.

따라서 본 논문에서는 이제까지 논의한 논변촉진의 지적, 사회적 조건을 만족시키며, 학생들의 논변활동 과정이 명시적으로 드러나고 반복되도록 고안된 논변적 과학탐구활동(argumentative scientific inquiry: ASI)의 모형을 제안하고자 한다.

ASI 모형은 크게 실험활동과 논변활동으로 구성되며, 논변활동은 다시 '쓰기 논변활동' (written argumentation)과 '말하기 논변활동' (oral argumentation)으로 조직된다. 실험활동 단계는 기존의 탐구과정모형에 바탕을 두고 있지만, 논변활동 단계는 기존의 모형에서는 드러나지 않았던 새로운 단계이다. 기존의 탐구모형에서 보고서 작성이나 발표 등의 의사소통 활동이 '평가하기' 등의 활동 속에 내재되어 있으며 상호작용적인 측면이 드러나지 않는 반면, ASI 모형에서는 '쓰기 논변활동'과 '말하기 논변활동'이 탐구활동 과정에서 필수적인 요소로 위치하며 학생 간 상호작용에 중점이 있다.

따라서, 기존의 탐구 모형이 주로 개인적 탐구과정에 초점이 있었다면, 본 ASI 모형에서는 탐구의 과정이 학생 간 상호작용을 바탕으로 이루어지도록 구성되었다는 점에서 주요한 차이점이 있다. 즉, 탐구 과정에 대해 의사소통하는 과정인 '쓰기 논변활동'이나 '말하기 논변활동'은 그 준비과정과 실제 활동에 있어서 다음의 특징을 가진다. 첫째, 조원들 간의 논의와 합의를 통해 공동으로 준비하게 된다. 둘째, 다른 조 사이에 벌어지는 논쟁이나 토론의 의사소통 과정을 통해 참가자들은 자신은 물론 상대방의 탐구과정에 되먹임을 줄 수 있다. 탐구의 해석과 결론의 수정이나 보완, 탐구 과정의 개선 뿐 아니라 논변활동 자체에 대한 반성 등 다양한 되먹임이 가능하다. 결국 ASI 모형은 참가자의 탐구 과정에 대한 구성원 간의 의사

소통을 중시하는 탐구활동 모형으로 볼 수 있으며, 모형의 단계별로 요구되는 의사소통의 기능을 명시하였다.

이제 논변촉진의 조건을 반영하기 위해서 ASI 모형이 가져야 할 특징에 대해 살펴보자. 앞 절에서 논의한 결과, ASI 모형은 학생들이 다양한 견해와 주장이 가능한 탐구 문제에 대해, 서로 대등한 관계로 자기 자신의 견해를 펼칠 수 있는 논변의 기회가 체계적이고 반복적으로 주어질 수 있어야 한다. 또한, 이러한 활동은 경쟁과 협력이 조화된 공동체 활동을 통해서 이루어지는 것이 효과적일 것이다. 따라서 이러한 조건을 효과적으로 반영하기 위해서, ASI 모형의 각 단계가 가지는 특징을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 실험활동은 개방적 탐구활동의 과정을 바탕으로 한다. 개방적 탐구는 탐구의 전체 과정에서 학생에게 자율권이 부여되므로 탐구의 결과에 대해 학생들은 소유권을 가지고 능동적으로 주장을 펼칠 수 있기 때문이다. 또한 개방적 탐구는 문제 해결의 방법과 결론이 하나로 국한되지 않으므로 다양한 견해와 해석이 존재할 수 있다. 따라서 본 모형의 실험활동의 구성은 기존의 개방적 탐구 활동의 과정 요소가 포함되도록 하였다(Fig. 2의 '실험' 단계).

둘째, '쓰기 논변활동'은 '동료검토용 보고서' 쓰기를 통해 구체화되며 다른 조에 의해 비판적으로 점검된다.

학생들에게 다양한 논변 구성의 기회를 제공하기 위해서는 글쓰기와 토론 활동을 연계하여 반복적으로 구성해야 하며, 논변의 독자나 청자는 수평적 관계에 있는 동료가 되어야 한다고 앞서 논의하였다. 의미 있는 논변구성과 논변활동의 경험을 위해서는 논변의 과정이 일회적인 것으로 그치는 것이 아니라 논변을 반성적으로 점검하고 수정하는 과정이 요구된다. 이를 위해 ASI 모형에서는 논변의 대상을 동료로 정하고 보고서쓰기와 토론으로 이어지는 지속적인 논변 구성의 기회를 제공한다. 학생들은 동료를 대상으로 한 글쓰기, 즉 '동료검토용 보고서 쓰기'를 통해 자신의 주장을 좀 더 자신 있게 제기할 수 있으며, 동료가 이해할 수 있도록 자세하게 설득하는 과정을 통해 자신의 주장이 명확해지는 경험을 가질 수 있을 것이다. 또한 반대로 동료의 보고서를 비판적으로 읽으며 과학적 타당성을 검증하는 읽기 활동을 통해, 논변을 비판적으로 이해하고 판단하는 과정을 경험할 수 있을 것으로 기대된다(Fig. 2의 '쓰기 논변활동' 단계). 그러므로 '동료검토용 보고서 쓰기'는 다음 단계인 '말하기 논변활동'의 준비과정일 뿐 아니라, 쓰기와 읽기를 통한 반성적이고 집중적인 논변활동의 과정으로서 중요한 역할을 한다.

마지막으로 '말하기 논변활동'의 기회를 제공하기 위해 비판적 토론이 따르게 된다(Fig. 2의 '말하기 논변활동' 단계). 논변 촉진의 사회적 조건으로 논의한 '경쟁과 협력

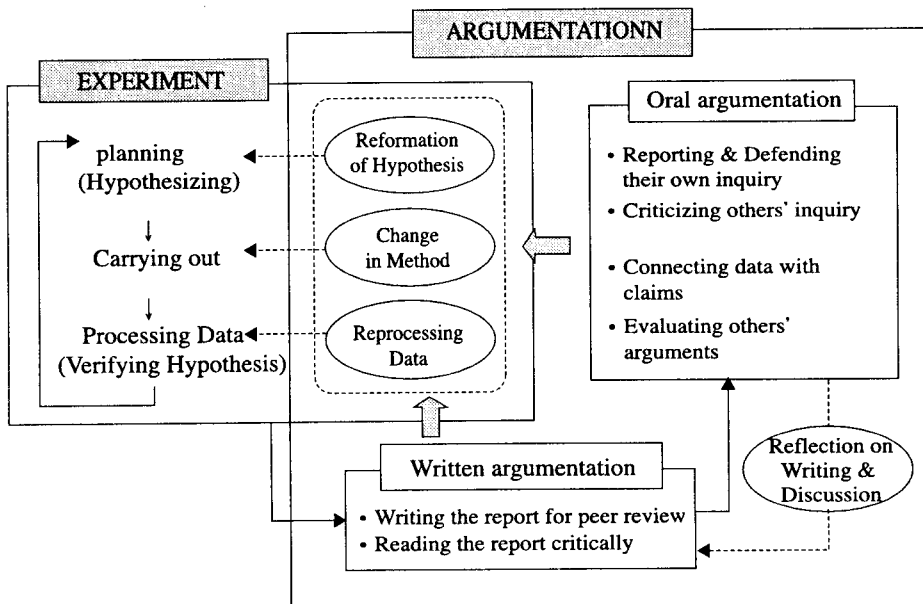


Fig. 2. The argumentative scientific inquiry(ASI) model

의 공동체 활동'을 위해서는, 논변적 과학탐구 활동이 경쟁 관계에 있는 소집단 공동 탐구의 특징을 가져야 한다. 특히 각 조가 경쟁 관계에서 대립적인 입장을 가지고 토론을 벌이는 비판적 토론을 통해, 조별로 건전한 경쟁 관계를 유발시킬 수 있으며 강도 높은 논변활동을 촉발시킬 것으로 기대된다. 따라서 논변적 과학탐구에서 '말하기 논변활동'은 학생들이 조별로 공동 탐구를 수행한 결과를 가지고 다른 조와 비판적 토론을 벌이도록 구성되었다. 공동 탐구를 벌이는 동안 학생들은 지식과 경험, 담화를 공유하는 공동체 활동을 경험할 수 있으며, 이후 벌이는 비판적 토론 활동에서 학생들은 상대방의 비판과 반론을 견디면서 조 내부의 협력을 강하게 할 뿐 아니라 다른 학생들과 지식의 공동 구성을 경험할 수 있을 것으로 기대된다.

이상의 논의를 정리하면, 학생들의 논변활동을 촉진시키기 위해 논변적 과학탐구 활동은 다음과 같이 구성된다. 첫째, 실험활동은 개방적인 탐구활동의 과정요소를 포함한다. 둘째, 쓰기 논변은 '동료검토용 보고서' 쓰기를 통해 구체화된다. 셋째, 말하기 논변의 경우 강도 높은 논변활동을 자극하기 위해 학생들이 대립적인 입장을 가지고 논쟁과 토론을 벌일 수 있도록 비판적 토론의 형식을 따른다.

결론적으로 논변적 과학탐구 모형은 Fig. 2와 같다. 기존의 탐구모형은 주로 실험 활동에 초점이 있었지만, 본 연구에서 제안하는 논변적 탐구활동의 모형은 학생들의 동료간 논변 활동이 강조되며 실험활동과 유기적으로 연계되어 있다.

즉 학생들의 논변활동은 쓰기와 토론을 통해 반복적으로 수정되고 정교화 될 수 있으며, 또한 조 내부(공동 보고서 작성)와 조 사이(비판적 토론)의 논변활동을 모두 거치게 되어 있다. 이러한 반복적이고 연계된 논변활동의 기회를 통해 학생들은 지속적인 논변활동과 그의 보완을 경험하게 될 것이다.

또한 논변활동은 되먹임을 통해 실험활동과 연계되어 있어서, 논변활동을 통해 실험활동이 수정되기도 하고 실험의 해석이나 결론이 수정될 수도 있다. 예를 들면, '말하기 논변'인 토론의 결과, 실험의 과정, 자료 처리 방법, 결과 해석 등에 수정 보완이 가능할 뿐 아니라 '쓰기 논변'에도 되먹임을 줄 수 있는데 이는 보고서의 수정보완으로 드러날 수 있다. 마찬가지로 학생들이 논변활동을 준비하는 과정에서 수정된 실험활동은 다시 논변을 수정

하는 데 되먹임 될 수 있다. 결국, 논변적 과학탐구 활동은 전체적으로 각 과정들이 단선적인 관계가 아니라 순환적인 관계로 연결되어 있다고 할 수 있다.

#### IV. 결론 및 제언

과학교육에서 과학탐구에 대한 연구들은 지속적으로 이루어져 왔으며, 기존 과학탐구 모형에도 학생들의 논변활동은 내재되어 있다. 과학탐구 활동은 기본적으로 논변활동에 기반한 의사소통 활동이기 때문이다. 그러나 연구 결과, 학생들은 단순한 논변의 기회 제공만으로는 효과적으로 변화되지 않았으며, 실제로 학교에서 벌어지고 있는 모습을 관찰한 결과에서도 논변활동이 거의 이루어지고 있지 않으며 그 수준이 낮은 것으로 밝혀졌다.

따라서 학생들의 논변에 대한 이해와 기술의 향상을 위해서는, 그리고 궁극적으로는 학생들이 과학학습을 통해 비판적 태도를 기르고 과학적 주장들을 비판적으로 점검하고 타당성을 평가할 수 있도록 하려면, 학교 과학수업에 변화가 필요하며 이는 실험활동에 있어서도 마찬가지이다.

비판적인 태도와 추론 능력은 과학수업을 듣고 실험활동을 수행한다고 해서 저절로 얻어지지 않는다(Rogers, 1948; Kuhn, 1992). 탈맥락화되고 정리된 형태의 과학 지식이 제공되는 학교 과학에서 설득과 비판적 과정이 드러나기란 쉽지 않다. 따라서 학생들의 논변활동이 의도적이고 직접적으로 강조된 탐구활동의 필요성이 제기되었다. 이에 본 논문에서는 문헌 연구와 이론적 고찰을 통해, 학생들의 동료간 논변활동을 촉진시킬 수 있도록 하는 과학탐구 활동의 조건에 대해 탐색하고 이에 따른 논변적 과학탐구 활동(ASI)의 모형을 제안하였다.

ASI 모형은 실험활동과 논변활동으로 구성되며 논변활동은 다시 '쓰기 논변활동'과 '말하기 논변활동'으로 조직된다. 각 활동은 Fig. 2에서 편의상 서로 다른 단계로 도식화되어 있지만, 실제로는 실험을 하면서 보고서가 동시에 작성되기도 하며 상호간 되먹임 작용이 가능하며, 각 활동은 서로 겹쳐있을 수 있으며, 또한 순환적인 관계를 이룬다는 것은 주지할 필요가 있다. 이러한 활동을 통해 학생들은 효과적으로 논변활동의 기회를 경험할 수 있으며, 실제 과학자들의 탐구활동에도 조금 더 근접할 수 있을 것이다.

최근 우리나라에서도 국제 청소년 물리탐구 토론대회

(IYPT)에 참가하여 좋은 성적을 거두었으며 국내 탐구토론대회(KYPT)가 개최되고 있는 것은 고무적인 일이다. 그러나 이러한 대회들은 모두 경진대회의 성격을 가지고 있기 때문에, 경쟁과 선발의 성격이 짙어서 발표와 반론 시간이 엄격하게 관리되고 탐구 결과 및 보고서가 반론조에게 토론 전에는 제시되지 않는 등 학습보다는 평가의 성격이 강하다. 따라서 본 연구에서는 학생들의 논변활동의 기회를 강조하되 주된 목적을 평가가 아닌 논변을 통한 동료 학습으로 하는 데 강조를 두고 설계하였다. 본 모형의 실제 적용에 있어서는 경쟁을 통한 협동의 요소를 적절히 유지하는 교사나 안내자의 역할이 중요할 것이다.

교육이 이루어지는 과정에서 의사소통의 중요성은 새삼 강조할 필요가 없지만, 학습에서 사회문화적 접근이 중시되고 있는 현재의 흐름 속에서 언어적 접근은 과학교육에도 중요한 영향을 미치고 있다. 과학 수업에서 벌어지는 학생 간 또는 교사와 학생간의 담화를 이해하고 분석하려는 많은 시도들이 이루어지고 있다. 그런데 주장과 근거의 합리적인 연결과 설득력을 중시하는 논변 이론은 과학교육에 유용한 도구임에 틀림없다. 논변이론은 학교 과학을 통해 학생과 교사가 지식 주장에서 어떻게 주장을 구성하고 평가하는지에 대한 많은 정보를 제공해 줄 수 있다. 또한 논변은 학생들의 추론을 명시적으로 드러낸다는 점에서 교사에게 유용한 도구로 활용될 수 있으며 수행평가의 한 가능성을 보여주기도 한다(Kelly et al., 1998) 따라서 논변이론에 바탕을 두고 과학 학습의 과정을 이해하고 학생들의 비판적 태도를 향상시키려는 노력들이 이루어지고 있으며 본 연구도 이러한 노력의 일환이다.

결론적으로 본 연구는 실제 과학활동의 핵심 요소 중 하나인 논변적 실제의 특징을 반영한 개방적 탐구 활동의 한 형태로 논변적 과학 탐구 활동의 모형을 제안함으로써, 기존 학교 과학 실험의 부족한 요소인 상호작용적 측면을 보완할 수 있는 탐구 활동의 모형을 제시했다는 점에서 연구의 의의를 찾을 수 있을 것이다.

하지만 본 연구의 결과는 이론적 논의를 바탕으로 도출된 것으로 실제 적용을 통해 수정 보완을 거쳐야 할 것이다. 또한 모형에 그치지 않고 실제 과학 학습 상황에서 논변적 과학 탐구 활동의 특징과 역할에 대해 탐색하기 위한 방략의 개발 및 조사 연구와 사례 연구가 요청된다. 이를 통해 학생들이 논변활동을 통해 어떻게 지식을 구성해 나가고 학습이 이루어지는지에 대한 심도 깊은 논의가 이루어질 필요가 있다. 또한 교사와 학생 간에 이루어지는

논변활동에 대한 분석을 통해 교실에서 주된 담화의 형태인 교사 학생 간 대화에 대한 이해를 넓히는데 기여할 수 있을 것이다.

## 국 문 요 약

전통적인 학교 과학 실험은 실제 과학 활동, 즉 참과학 탐구의 특징을 적절히 반영하고 있지 못하며, 특히 토론이나 논변적 실제가 부족하다는 비판이 제기되고 있다. 이에, 본 논문의 목적은 학생들의 동료간 논변활동을 강조한 개방적 탐구 활동을 제안하기 위해, 그 조건 및 특징을 알아보고 적절한 모형을 제안하는 것이다. 문헌 분석 및 이론적 논의를 바탕으로, 학생들의 논변활동을 촉진시키기 위해서 논변적 과학탐구 활동이 가져야 할 조건에 대하여 살펴 본 결과, 인지적 측면에서는 '다양한 견해가 가능한 문제 상황', '학생 자신의 주장 펼치기', '효과적으로 조직된 논변 구성의 기회'가 필요하며, 사회적 측면에서는 '수평적 관계', '경쟁과 협력의 공동체 활동'이 필요한 것으로 분석되었다. 이러한 조건을 만족시키기 위해 논변적 과학 탐구 활동은 실험활동과 논변활동으로 구성되며 논변활동은 동료 검토용 보고서 쓰기와 비판적 토론으로 조직되었다. 논변활동은 조 내부와 조 별간에, 그리고 쓰기와 토론을 통해서 반복적으로 이루어지며 되먹임을 통해 실험활동과 연계되어 있으며 전체 탐구 과정은 순환적인 특징을 갖는다.

주요어: 논변적 과학탐구 활동, 논변활동, 개방적 탐구, 동료 검토용 보고서, 비판적 토론

## 참 고 문 헌

- 강태완, 김태용, 이상철, 허경호(2001). 토론의 방법. 서울: 커뮤니케이션북스.
- 김희경, 강태욱, 송진용(2003). 7차 교육과정에 따른 중학교 과학 교과서 물리단원 실험의 특징. 새물리, 47(6), 387-394.
- 민병곤(2000). 신문사설의 논증 구조 분석. 국어국문학, 127, 133-154.
- 민병곤(2001). 논증 이론의 현황과 국어 교육의 과제. 국어교육학연구, 12(1), 237-285.
- 연세대학교 언어정보개발연구원(2002). 연세 한국어사전.

서울: 두산동아.

- 이범홍(1998). 토의토론 학습과 중등학교 과학교육. 1997년도 교과교육공동연구 결과 보고서(RR 97-II-6). 서울: 한국학술진흥재단.
- 이선영(2002). 토론의 논증 구성과 사회적 상호작용에 관한 연구. 서울대학교 석사 학위 논문.
- 한국물리교육연구센터(1994). 과학 공동탐구 토론대회 보고서. 서울: 관악사.
- Alexopoulou, E. & Driver, R. (1996). Small group discussions in physics: peer interaction modes in pairs and fours. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(10), 1099-1114.
- Alexopoulou, E. & Driver, R. (1997). Gender differences in small group discussions in physics. *International Journal of Science Education*, 19(4), 393-406.
- Bell, P. & Linn. M. C. (2000). Scientific arguments as learning artifacts: designing for learning from the web with KIE, *International Journal of Science Education*, 22(8), 797-817.
- Berry, A., Mulhall, P., Loughran, J. J., & Gunstone, R. F. (1999). Helping students learn from laboratory work. *Australian Science Teachers' Journal*, 45(1), 27-31.
- Boulter, C. J. & Gilbert, J. K. (1995). Argument and science education. In P. S. M. Costello & S. Mitchell (Eds.), *Competing and consensual voices: The theory and practice of argumentation*. Clevedon, UK: Multilingual Matters.
- Chinn, C. A. & Brewer, W. F. (1993). The role of anomalous data in knowledge acquisition: A theoretical framework and implications for science instruction. *Review of Educational Research*, 63(1), 1-49.
- Chinn, C. A. & Brewer, W. F. (1998). An empirical test of a taxonomy of responses to anomalous data in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(6), 623-654.
- Chinn, C. A. & Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education*, 86(2), 175-218.
- Collette, A. T. & Chiappetta, E. L. (1989). *Science instruction in the middle and secondary schools*. Columbus, OH: Merrill Pub. Co.
- Cunningham, C. M. & Helms, J. V. (1998). Sociology of science as a means to a more authentic, inclusive Science Education. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(5), 483-499.
- Deci, E. L. (1975). *Intrinsic motivation*. New York, NY: Plenum.
- Dillon, J. T. (1994). *Using discussion in classroom*. Buckingham, UK: Open University Press.
- Driver, R. (1983). *The Pupil as Scientist?* Milton Keynes: The Open University Press.
- Driver, R. (1989). The Construction of Scientific Knowledge in School Classrooms. In R. Millar (Ed.), *Doing Science: Images of Science in Science Education* (pp. 83-105). NY: The Falmer Press.
- Driver, R. & Scott, P. H. (1996). Curriculum Development as Research: A Constructivist Approach to Science Curriculum Development and Teaching. In D. F. Treagust, R. Duit, & B. J. Fraser (Eds.), *Improving Teaching and Learning in Science and Mathematics* (pp. 83-106). NY: Teachers College Press.
- Driver, R., Newton, P., & Osborn, J. (2000). Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312.
- Duggan, S. & Gott, R. (2002). What sort of science education do we really need? *International Journal of Science Education*, 24(7), 661-679.
- Dunbar, K. (1995). How scientists really reason: Scientific reasoning in real-world laboratories. In R. J. Sternberg & J. E. Davidson (Eds.), *Mechanisms of insight* (pp. 365-395). Cambridge, MA: MIT Press.
- Duschl, R. A., Ellenbogen, K., & Erduran, S. (1999, March). *Promoting argumentation in middle school science students*. Paper presented at the annual



- meeting of the National Association for Research in Science Teaching (NARST), Boston, MA.
- Fuller, S. (1997). *Science*. Buckingham, UK: Open University Press.
- Gott, R. & Duggan, S. (1995). *Investigative work in the science curriculum*. Buckingham, UK: Open University Press.
- Hackling, M. W. & Fairbrother, R. W. (1996). Helping students to do open investigation in science. *Australian Science Teachers Journal*, 42(4), 26-33.
- Heisenberg, W. (1982). 부분과 전체 (김용준, 역). 서울: 지식산업사. (원저 1969 발행).
- Hodson, D. (1993). Rethinking old ways: towards a more critical approach to practical work in school science. *Studies in Science Education*, 22, 85-142.
- Hodson, D. (1998). Is this really what scientists do? Seeking a more authentic science in and beyond the school laboratory. In J. J. Wellington (Ed.), *Practical Work in School Science* (pp. 93-108). NY: Routledge.
- Hodson, D. & Bencze, L. (1998). Becoming critical about practical about practical work: changing views and changing practice through action research. *International Journal of Science Education*, 20(6), 683-694.
- Hofstein, A. & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in Science Education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28-54.
- Inch, E. S. & Warnick, B. (2002). *Critical thinking and communication: the use of reason in argument*. Boston, MA: Allyn and Bacon.
- Jimenez-Aleixandre, M. P., Bugallo-Rodriguez, A. & Duschl, R. (2000). 'Doing the lesson' or 'doing science': argument in high school genetics. *Science Education*, 84(6), 757-792.
- Jimenez-Aleixandre, M. P., Agroso, M., & Birexas, F. (2004, April). *Scientific Authority and Empirical Data in Argument Warrants about the Prestige Oil Spill*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Vancouver, Canada.
- Johnson, R. H. (2000). *Manifest rationality: a pragmatic theory of argument*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Kelly, G. J., Drucker, S., & Chen, K. (1998). Students' reasoning about electricity: combining performance assessment with argumentation analysis. *International Journal of Science Education*, 20(7), 849-871.
- Kelly G. J. & Hilton-Brown, B. (2001, March). Discourse studies of science education: a review of the literature. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, St. Louis, MO.
- Kelly, G. J. & Takao, A. (2002). Epistemic levels in argument: An analysis of university oceanography students' use of evidence in writing. *Science Education*, 86(3), 314-342.
- Krummheuer, G. (1995). The ethnography of argumentation. In P. Cobb & H. Bauersfeld (Eds.), *Emergence of Mathematical Meaning*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Kuhn, D. (1992). Thinking as argument. *Harvard Educational Review*, 62(2), 155-178.
- Kuhn, D. (1993). Science argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, 77(3), 319-337.
- Kuhn, D., Shaw, V., & Felton, M. (1997). Effects of dyadic interaction on argumentative reasoning. *Cognition and Instruction*, 15(3), 287-315.
- Latour, B., & Woolgar, S. (1986). *Laboratory life: The construction of scientific facts*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Lemke, J. L. (1990). *Talking Science: Language, Learning, and Values*. Norwood, NJ: Ablex.
- Lepper, M. R. & Hodell, M. (1989). Intrinsic motivation in the classroom. In C. Ames & R. E. Ames (Eds.), *Research on Motivation in Education: Goals and Cognitions* (Vol.3, pp. 73-105). Orlando, FL: Academic Press.

- Millar, R. H. (1989). What scientific method and can it be taught? In J. Wellington (Ed.), *Skills and processes in Science Education: A critical analysis*. London: Routledge.
- Millar, R. H. (1998). Rhetoric and reality: What practical work in Science Education is really for. In J. J. Wellington (Ed.), *Practical work in school science* (pp 16-31). NY: Routledge.
- National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- Newton, P., Driver, R., & Osborne, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science, *International Journal of Science Education*, 21(5), 553-576.
- Niaz, M., Aguilera, D., Maza, A., & Liendo, G. (2002). Arguments, contradictions, resistances, and conceptual change in students' understanding of atomic structure. *Science Education*, 86(4), 505-525.
- Pera, M. (1994). *The Discourses of Science* (C. Botsford, Trans.). Chicago: The University of Chicago Press.
- Rigano, D. L. & Ritchie, S. M. (1995). Student disclosure of fraudulent practice in school laboratories. *Research in Science Education*, 25(4), 353-363.
- Roberts, R. and Gott, R. (2002). Investigations: collecting and using evidence. In D. Sang, and V. Wood-Robinson (Eds.), *Teaching secondary scientific enquiry* (pp 18-49). London: John Murray.
- Rogers, E. M. (1948). Science in general education. In E. J. McGrath (Ed.), *Science in general education*. Dubuque, IA: William C. Brown Publishers.
- Roth, W. M. (1995). *Authentic School Science*. Boston, MA: Kluwer Academic Publishers.
- Russell, T. L. (1983). Analyzing arguments in science classroom discourse: Can teachers' questions distort scientific authority? *Journal of Research in Science Teaching*, 20(1), 27-45
- Simon, S., Erduran, S., & Osborne, J. (2002, April). *Enhancing the quality of argumentation in school science*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, New Orleans, Louisiana.
- Sunal, C. S., Sunal, D. W., Tirri, K. (2001, April). *Using evidence in scientific reasoning: Exploring characteristics of middle school students' argumentation*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, Seattle, WA.
- Suppe, F. (1998). The structure of a scientific paper. *Philosophy of Science*, 65(3), 381-405.
- Sutton, C. R. (1992). *Words, Science and Learning. Developing Science and Technology Series*. Buckingham, UK: Open University Press.
- Taylor, C. (1996). *Defining science*. Madison, WI: University of Wisconsin Press.
- Toulmin, S. E. (1958). *The Uses of Argument*. Cambridge, UK: C.U.P.
- van Eemeren, F. H., Grootendorst, R., Henkemans, F. S., Blair, J. A., Johnson, R. H., Krabbe, E. C. W., Plantin, C., Walton, D. N., Willard, C. A., Woods, J., & Zarefsky, D. (1996). *Fundamentals of argumentation theory: a handbook of historical backgrounds and contemporary developments*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- van Zee, E. H. (2000). Analysis of a student-generated inquiry discussion. *International Journal of Science Education*, 22(2), 115-142.
- Vygotsky, L. (1978). *Thought and language*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Walton, D. N. (1996). *Argumentation schemes for presumptive reasoning*. NJ: LEA.
- Watson, J. R. (2000). The role of practical work. In M. Monk & J. Osborne (Eds.), *Good practice in science teaching: what research has to say* (pp. 57-71). Buckingham, UK: Open University Press.
- Watson, J.R., Swain, J.R.L., & McRobbie, C. (2004) Students' discussions in practical scientific inquiries. *International Journal of Science*

*Education*, 26(1), 25-45.

Wellington, J. J. (1998). Practical work in science: time for a reappraisal. In J. J. Wellington (Ed.), *Practical work in school science* (pp. 3-15). NY: Routledge.

Wellington, J. J. & Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education*. Buckingham, UK: Open University Press.

Yore, L. D., Hand, B. M., & Florence, M., K. (2004). Scientists' views of science, models of writing, and science writing practices. *Journal of Research*

*in Science Teaching*, 41(4), 338-369.

Zemal-Saul, C., Munford, D., Crawford, B., Friedrichsen, P., & Land, S. (2002). Scaffolding preservice science teachers' evidence-based arguments during an investigation of natural selection. *Research in Science Education*, 32(4), 437-463.

Zeidler, D. L. (1997). The central role of fallacious thinking in science education. *Science Education*, 81(4), 483-496.