

논의기반 탐구(Argument-Based Inquiry) 과학수업에서 나타나는 중학생들의 논의과정 분석

이민지 · 권정인 · 남정희*

부산대학교 화학교육과

(접수 2014. 10. 30; 게재확정 2014. 12. 28)

Analysis of Argumentation in Middle School Science Classroom Using Argument-Based Inquiry

Minji Lee, Jeongin Kwon, and Jeonghee Nam*

Department of Chemistry Education, Pusan National University, Busan 609-735, Korea.

*E-mail: jhnam@pusan.ac.kr

(Received October 30, 2014; Accepted December 28, 2014)

요 약. 이 연구는 논의기반 탐구 과학수업에서 나타나는 중학생들의 논의과정 특징과 논의과정 수준을 알아보려고 하였다. 이를 위해 남녀공학 중학교 2학년 68명을 대상으로 6개의 논의기반 탐구 과학수업 프로그램을 적용하였고, 이 중 마지막 두 프로그램에 대한 학생들의 논의과정을 모듈별로 녹음 및 전사하였다. 연구 결과 첫째, 모든 단계에서 가장 많이 나타나는 논의과정 요소는 주장이고, 요청 및 요청응답, 단순 호응이 다음 순으로 나타났다. 논의기반 탐구 과학수업의 실험 설계 및 수행 단계에서 논의가 가장 활발하게 나타났으며, 의문 만들기 단계에서 논의가 가장 적게 나타났다. 둘째, 각 단계별로 논의과정 수준을 분석한 결과, 논의과정 구조에서는 주장과 증거 단계에서 가장 높은 수준의 논의가 이루어지고 의문 만들기 단계에서 가장 낮은 수준의 논의가 이루어졌다. 논의과정 타당성을 분석한 결과, 주장과 증거 단계에서 논의과정 타당성이 가장 높았다.

주제어: 논의기반 탐구 과학수업, 논의과정, 논의과정 구조, 논의과정 타당성

ABSTRACT. The purpose of this study was to investigate the argumentation of middle school students during the argument-based inquiry. A total of sixty eight 8th grade middle school students participated in this study and they performed six argument-based inquiry programs. Data were collected from two of the latest programs by audio-recording and transcription of each group engaging in argumentation. The study findings showed that; first, the most frequent element of argumentation in the all of stages of the two programs was following order: 'claim' and 'request and response' and 'simple agreement'. The most active argumentation was showed at the designing experiments stage and the most inactive was showed at the generating questions stage. Second, as a result of analyzing the argumentation level for each stage of the argument-based inquiry, a high level of argumentation was shown at the claim and evidence stage, and a low level of argumentation was shown at the generating questions stage in the argumentation structure. As a result of the validity of argumentation, the validity of argumentation was the highest level in the claim and evidence stage.

Key words: Argument-based inquiry, Argumentation, Argumentation structure, Validity of argumentation

서 론

21세기는 지식기반의 사회로 과학교육에서는 학생들의 과학적인 사고를 기르고, 과학 탐구 능력을 발달시키며, 과학적 상황에서 추론하는 방법을 가르치는 것을 필수적인 목표로 삼고 있다.¹⁻³ 이와 같은 과학교육의 경향에 따라 우리나라 2009 개정 교육과정의 과학과 교육목표에서 과학적 소양을 강조하고 있으며,⁴ 미국 등 여러 국가에서 과학교육 목표로 과학적 소양 함양을 강조하고 있다.⁵⁻⁷

과학교육의 목표가 과학적 소양을 갖춘 사람을 양성하는 것이라면, 과학교육은 과학의 본성에 대한 이해를 가르쳐야 한다.⁸ 과학의 본성에는 과학개념에 대한 이해뿐만 아니라 과학적 추론과 사고, 과학적 의사소통 능력이 모두 포함되어 있다.⁹ 이는 과학의 본성이 참과 거짓을 증명하려는 추론 과정이며 자신의 견해를 정당화 하거나 다른 견해에 대해 반박으로 정의되는 논의와 밀접한 관계가 있음을 의미한다.¹⁰ 또한 과학은 과학자들이 지식 주장과 증거를 형성하는 과정에서 동료와 지속적인 논의과정을 통

해 지식을 수정하고 정교화하게 된다.¹¹ 이러한 사회적 의미 구성에서 중요한 역할을 하는 과학적 의사소통 방식으로 논의활동이 주목받고 있으며, 학생들이 이런 과정에 능숙해지려면 과학 담화에 능동적으로 참여해야 할 뿐만 아니라, 과학적 주장과 증거를 평가하고 만들어낼 수 있어야 한다.¹²

이와 같이 논의에 대한 중요성이 높아지면서 학생들의 논의활동에 대한 관심이 증가하고 있다. 논의는 최근 과학교육자들은 초·중·고등학교 학생들이 과학 실험을 하고 과학개념을 배우는 과정에서도 논의과정이 내재되어야 한다고 주장하며,¹³ 이런 논의활동을 통해 과학교육의 목표를 성취할 수 있다고 주장한다.^{10,11,14,15} 그러나 과학학습에서 논의과정의 중요성을 강조했음에도 불구하고 과학 교육 현장에서는 과학적 의사소통, 토론이나 논의활동이 활용되는 경우가 적었다.^{14,16,17}

단순한 논의의 기회 제공만으로는 학생들을 논의에 참여시키는 것이 어려우며, 학생들이 과학 학습을 통해 비판적 태도를 기르고 과학적 주장들을 비판적으로 점검하고 타당성을 평가할 수 있도록 하려면 학생들의 논의활동이 의도적이고 직접적으로 강조된 탐구활동이 필요하다.

기존 과학교육에서는 과학 탐구를 학생들의 ‘실험하기’와 자연 법칙의 ‘발견’ 활동에 초점을 두었다면, 최근에는 학생들의 탐구를 활동의 의미를 공유하고 구성해나가는 ‘과학하기’ 및 ‘과학 말하기’¹⁸ 측면에 강조를 둔다고 볼 수 있다.^{11,14,19} 즉, 탐구에서 중요한 것은 관찰이나 실험을 통해 단순히 결과를 얻는 것뿐만 아니라, 이들 증거를 이론이나 설명과 연결하여 말할 수 있는 과학적 의사소통 과정이라는 것이다. 이러한 과정을 학습전략으로 활용하기 위해 논의과정에서 주장을 더욱 정당화 시킬 수 있고 합의점을 찾을 수 있는 중요한 요소로 쓰기가 강조되었다.²⁰ 과학에서 쓰기는 과학개념 간의 체계적인 연관을 짓게 하고, 과학개념에 대한 지식을 구성하게 해주므로,²¹ 과학개념의 이해를 발달시킬 수 있으며 사고를 확장시키고 반성하는 기회를 제공한다.^{8,22}

과학교육에서 논의와 쓰기의 중요성이 강조됨에 따라 과학 탐구과정 속에 논의와 쓰기를 접목시키려는 다양한 시도가 이루어지고 있으며,^{13,23} 그 중 하나가 논의기반 탐구(Argument-Based Inquiry, ABI)이다. ABI는 과학 탐구의 전 과정에서 논의와 쓰기를 강조하는 학습전략으로, 활동의 전 과정에서 학생들 사이의 논의에 의한 협상과 합의 과정을 중요시 한다.²³

Keys 등(1999)²³은 논의기반 탐구활동이 개념 학습, 사고력, 과학적 소양의 함양에 긍정적인 영향을 준다고 보고하였다. 또한 국내 연구들은 논의기반 탐구활동이 학생의 과학개념 이해, 논의 능력, 글쓰기 능력 향상에 긍정적인

영향을 미친다는 결과를 제시하고 있다.²⁴⁻²⁸ 위 연구들에서 분석한 논의 능력은 학생들이 글쓰기에서 사용한 논의 요소와 사용 빈도수에 초점을 맞춘 것이다. 그 이후 논의과정 활용 수업을 통해 글쓰기뿐만 아니라 대화에서 나타난 논의과정의 질 변화를 알아보는 연구가 수행되었고, 그 결과 대화에서의 논의과정의 질도 향상되었음을 보고하였다.²⁹ 또한 과학적 논의활동에 대한 연구에서 동일한 탐구수업의 형태라도 주제별, 탐구의 단계별로 학생들의 논의 양상의 차이가 있다고 보고하였다.³⁰

일반적으로 과학 탐구수업은 여러 단계를 거쳐서 일어나며, 학생들은 각 단계에 따라 개인적 또는 사회적인 논의활동에 참여한다. 그러므로 각 단계별로 학생들의 논의 과정을 살펴봄으로써 단계별로 논의가 활발한 정도 및 수준을 파악할 수 있으며, 어떤 논의과정 요소를 중점적으로 사용하는지를 알 수 있다. 이런 학생들의 논의활동 결과를 각 단계가 갖는 특성과 연관하여 그 원인을 파악해 볼 수 있으며, 논의가 활발하지 않은 단계가 있다면 논의과정을 촉진시킬 수 있는 교수방법을 찾을 수 있을 것이다. 따라서 이 연구에서는 논의기반 탐구(ABI)에서 나타나는 중학생들의 논의과정 특징과 논의과정 수준을 알아보고자 하였다.

이를 위해 논의기반 탐구(ABI) 프로그램을 적용하여 프로그램의 단계 중 학생들의 논의를 바탕으로 이루어지는 의문 만들기, 실험 설계 및 수행, 주장과 증거 단계에서 학생들이 사용한 논의과정 요소를 분석하였으며, 논의과정의 구조와 타당성, 논의과정 요소 사용 빈도로부터 학생들의 논의과정 수준을 분석하였다. 이로부터 학생들의 논의를 활성화시키고 수준 높은 논의를 이끌어 내기 위한 방안을 모색할 수 있을 것이다.

연구 방법

연구 대상 및 참여자

이 연구는 광역시에 위치한 남녀공학 A중학교 2학년인 남녀 각 1개의 학급씩 총 2학급(68명)을 대상으로 이루어졌다. 해당 학교는 대도시 중심에 위치하여 교육·경제적 여건이 상대적으로 좋은 편이며, 성취도 면에서 중상위권을 유지하고 있다. 모둠으로 활동을 진행하였고, 모둠 편성은 학기 초 진단평가를 기준으로 5~6명의 이질집단으로 구성하였으며, 총 여섯 개의 논의기반 탐구(ABI) 과학수업 프로그램을 적용하였다.

연구에 참여한 교사는 중학교에 재직 중인 교직 경력 6년의 교사로 사범대학에서 화학교육을 전공하고, 복수전공으로 공통과학을 전공하였으며, 교육대학원 석사과정 재학 중이었다. 이 교사는 15시간의 논의기반 탐구(ABI)

연수에 참여한 후, 과학수업에 처음으로 적용하였다.

논의기반 탐구(Argument-Based Inquiry, ABI) 과학수업의 개발 및 적용

논의기반 탐구(ABI) 과학수업은 Keys 등(1999)²³이 개발한 탐구적 과학 글쓰기(Science Writing Heuristic) 수업 전략을 수정·보완하여 남정희 등(2008)²⁵이 개발하였다. 논의기반 탐구(ABI)는 총 6단계로 의문 만들기, 실험 설계 및 수행, 관찰, 주장과 증거, 읽기, 반성으로 구성되어 있다.

이 연구에서는 중학교 2학년 과학 단원 중에서 불꽃반응, 화합물과 혼합물, 이온결합, 빛의 합성, 빛의 반사, 빛의 굴절의 총 여섯 개 논의기반 탐구(ABI) 프로그램을 개발하였다. 프로그램의 개발은 논의기반 탐구(ABI) 과학수업을 실제 학교 과학수업에 적용한 경험이 3년 이상인 중학교 과학교사 5명의 협의에 의해 이루어졌다. 이 연구에 활용된 모든 프로그램은 과학교육 전문가 1명, 과학교육 박사 과정 3명으로부터 타당성을 검증받았다.

자료 수집

자료의 수집을 위해 두 개 프로그램의 논의과정을 녹음 및 전사하였다. 2013년 3월부터 12월까지 총 여섯 개의 ABI 프로그램을 적용하였으며, 여섯 개의 프로그램 중 후반기에 이루어진 ‘빛의 반사’와 ‘빛의 굴절’ 활동에서 학생들의 논의과정을 모둠별로 녹음하여 전사하였다. 각 학급에서 논의과정의 녹음이 누락되지 않은 모둠 중 세 개 모둠을 무작위로 선정 한 후, 모둠에서 일어나는 논의과정을 전사하여 두 개 학급에서 여섯 개 모둠의 전사본, 총 열두 개의 전사본을 수집하였다.

분석 방법

논의과정 요소의 분석은 Toulmin(1958)³¹의 논의과정 틀을 기초로 강순민(2004)³²이 개발한 논의과정 분석틀을 이용하였다. 강순민의 논의과정 분석틀은 논의과정 요소를 설명적 논의과정과 대화적 논의과정 요소로 구분하고, 설명적 논의과정 요소에는 주장, 근거, 보장, 보강, 한정, 반증이 포함되며, 대화적 논의과정 요소로는 주장에 대한 질문, 근거에 대한 질문, 단순 반박, 근거 반박, 요청 및 요청 응답, 단순 호응, 강화 및 정교화, 메타질문 등이 있다.

논의과정 수준은 광경화(2010)²⁹가 개발한 논의과정 분석틀을 수정하여 사용하였다. 광경화(2010)³¹의 논의과정 분석틀은 세 개의 평가항목으로 구성되어 있다. 논의과정에서 나타나는 언어의 논리적 구조를 알아보기 위한 논의과정 구조, 논의과정에서 나타나는 과학적 개념이나 논리의 객관성과 합리성을 알아보기 위한 논의과정 타당성, 논의과정의 참여와 의미 있는 상호작용의 정도를 알아보기 위

한 논의과정 요소 사용의 세 개 항목이다.

이 연구에서는 광경화(2010)³¹의 분석틀을 이용하여 논의과정 구조를 논의기반 탐구 과학수업의 각 단계에서 나타나는 학생들의 조별 논의과정에서 초기주장, 증거, 반박, 주장의 변경 및 정리의 4가지 요소가 연결되었는지를 기준으로 점수를 부여하고, 이를 다시 수준으로 환산하였다. 논의과정 구조는 12점을 만점으로 하여 3점 간격으로 점수를 부여하였고, 이를 다시 5단계의 수준으로 환산하였다.

논의과정 타당성은 결론 타당성, 주장에 대한 증거 타당성, 반박 타당성의 3개 세부항목으로 구성하였다. 결론 타당성은 조별 논의의 결과가 학급 의문에 대한 합리적인 해답이 될 수 있는지 여부에 따라 논의과정을 통해 얻은 결론이 과학적 또는 논리적으로 타당한가를 알아보는 것이다. 결론의 타당한 정도에 따라 4점을 만점으로 하여 2점 간격으로 점수를 부여하였고, 이를 다시 3단계의 수준으로 환산하였다. 증거 타당성은 근거와 근거에 대한 이유를 설명하는 보장을 증거로 통합하여 타당성을 분석하였다. 증거가 과학적 또는 논리적으로 타당한가를 기준으로 4점을 만점으로 하여 1점 간격으로 점수를 부여하였고, 이를 다시 5단계의 수준으로 환산하였다. 반박 타당도는 얼마나 설득력 있고 타당한 근거를 들어서 상대방에 대한 반박을 하는가를 평가하기 위해 반박의 수준에 따라 점수를 부여하였다. 반박 타당도는 4점을 만점으로 하여 1점 간격으로 점수를 부여하였고, 이를 다시 5단계의 수준으로 환산하였다.

분석은 과학교육 전문가 1명, 과학교육 박사과정 2명, 과학교육 석사과정 2명 총 5인의 분석자에 의해 이루어졌으며, 분석 과정 중에 발생하는 의문점에 대하여 지속적인 협의 과정을 통하여 분석틀이 수정 보완되었다. 학생들의 논의활동 분석을 위해 5인의 분석자가 일차적으로 무작위로 선정한 세 개조의 의문 만들기, 실험 설계 및 수행, 주장과 증거 단계에서 논의과정을 각자 분석하고 비교하는 과정을 통하여 일치도가 90%에 이를 때까지 분석의 신뢰도를 높였다.

연구 결과

논의기반 탐구(ABI) 프로그램의 각 단계에서 나타나는 학생들의 논의과정 요소 사용 빛의 반사와 빛의 굴절 두 프로그램에서 전체 논의과정 요소 사용 빈도를 살펴보면, 논의기반 탐구(ABI)의 세 단계 중 실험 설계 및 수행 단계에서 70.2와 80.5로 가장 높았으며, 의문 만들기 단계에서 33.2와 24.2로 빈도가 가장 낮게 나타났다(Table 1).

의문 만들기 단계에서 논의과정 요소별로 빈도를 살펴

Table 1. Frequency of argumentation components by ABI step

	Generating questions	Designing experiments	Claim-evidence
Reflection of light	33.2	70.2	51.7
Refraction of light	24.2	80.5	55.2

보면, 주장의 사용 빈도는 빛의 반사에서 16.8, 빛의 굴절에서 10.7로 전체 논의의 50% 이상을 차지하였고, 주장에 이어 요청 및 요청응답이 7.0, 7.8로 높은 빈도를 보였다. 그 다음으로 사용 빈도가 높은 논의과정 요소는 단순 호응 2.8, 2.0, 강화 및 정교화 2.0, 2.0, 근거 1.5, 0.5, 근거반박 1.5, 1.0으로 나타났다. 강순민(2004)³² 논의요소 분석틀의 논의과정 요소 중 보강, 한정, 반증은 세 단계에 걸쳐 한 차례도 나타나지 않았다. 따라서 이 세 요소는 그림에 별도로 제시하지 않았다(Fig. 1).

의문 만들기 단계에서 학생들은 제시된 문제 상황으로부터 의미를 찾고, 새로운 생각을 친숙한 개념에 연관 짓는 과정이 아직 익숙지 않으며 활동 내용에 대한 지식 구조가 약하기 때문에 논의가 활발하게 일어나지 않은 것으로 분석된다.

실험 설계 및 수행 단계에서 논의과정 요소별로 빈도를 살펴보면, 빛의 반사와 빛의 굴절 두 프로그램 모두 주장의 사용 빈도가 27.3, 33.0으로 가장 높았고, 요청 및 요청응답도 24.2, 25.2로 높게 나타났다. 그 다음으로 빈도가 높은 논의과정 요소는 단순 호응으로 7.8, 9.8로 나타났으며, 강화 및 정교화는 3.7, 3.2, 근거는 3.0, 3.8, 근거 반박은 2.5, 2.7로 주장에 비해 그 빈도가 낮게 나타났다(Fig. 2).

실험 설계 및 수행 단계에서 학생들은 험의된 학습의문을 해결하기 위하여 제공된 실험기구를 이용하여 직접 실험을 설계 및 수행을 하게 된다. 이 과정에서 여러 가지 문제가 발생하고, 학생들은 변인 통제, 결과 처리 등을 경험하면서

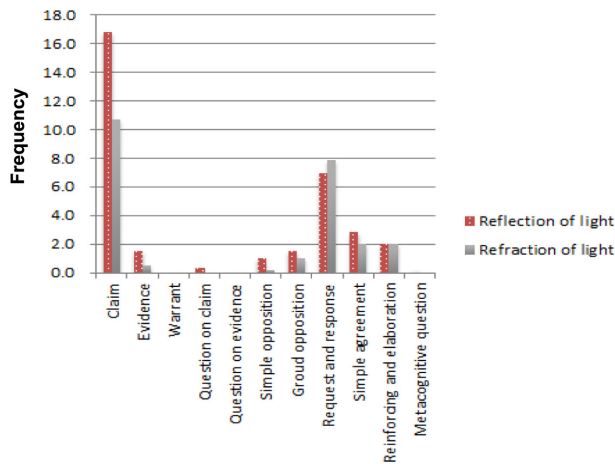


Figure 1. Frequency of argumentation components in generating questions.

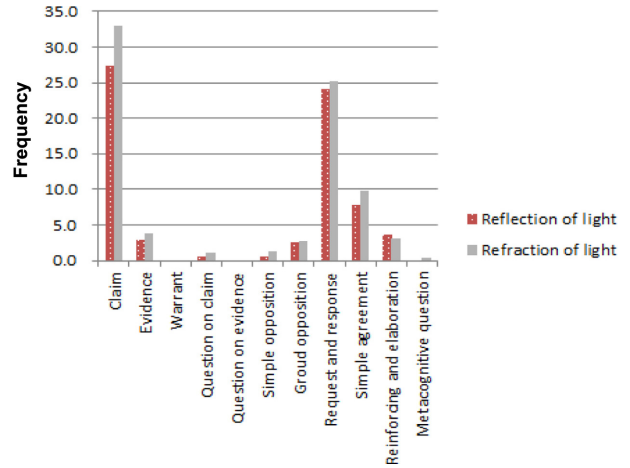


Figure 2. Frequency of argumentation components in designing experiments.

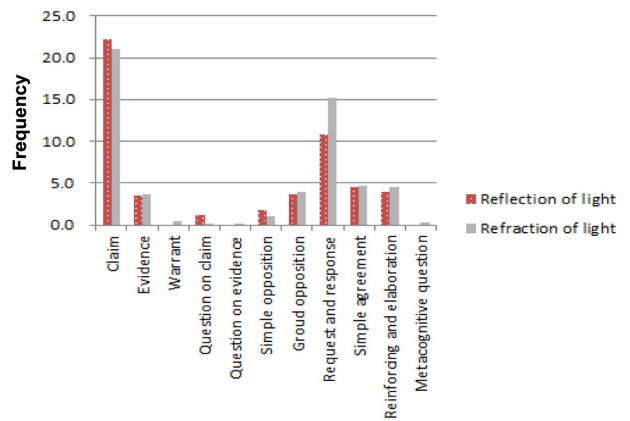


Figure 3. Frequency of argumentation components in claim-evidence.

많은 의견을 제안하였다. 또한 상대의 의견에 관심을 가지며 적극적으로 논의과정에 참여하여 문제를 해결하려는 모습이 나타났다.

주장과 증거 단계에서 논의과정 요소별로 빈도를 살펴 보면, 주장의 빈도가 빛의 반사에서 22.2, 빛의 굴절에서 21.0으로 가장 많았고, 요청 및 요청응답도 10.8, 15.2로 높게 나타났다. 그 다음으로 빈도가 높은 논의과정 요소는 단순 호응으로 4.5, 4.7로 나타났으며, 강화 및 정교화의 빈도는 4.0, 4.5로 나타났다. 주장과 증거 단계에서 주장의 빈도가 높은 이유는 우리 조의 주장과 증거를 논리적인 문맥으로 문장화하고, 증거를 효율적으로 나타내는 방법에 관한 주장이 많았기 때문으로 보인다(Fig. 3).

주장과 증거 단계에서는 자신의 선지식 및 실험결과를 토대로 새로운 지식 사이의 의미 있는 협상과정을 통해 자신만의 지식주장을 형성한다. 학생들은 자신의 주장을 상대방에게 설득시키고 상대방 의견의 타당성을 평가하는 과정에서 실험결과에 대한 새로운 해석과 종합을 하게 된다. 이러한 경험을 통하여 의미 있는 협상이 일어났으며, 타인과의 상호작용을 통해 올바른 결론을 도출해내는 과정에서 새로운 지식이 세워지기도 하였다.

논의기반 탐구(ABI) 프로그램의 각 단계에서 나타나는 학생들의 논의과정 수준 분석

논의기반 탐구(ABI)에서 나타나는 중학생들의 논의과정 수준을 알아보기 위하여 논의기반 탐구(ABI)의 각 단계에서 나타나는 논의과정 구조, 논의과정의 결론 타당성, 증거 타당성, 반박 타당성, 논의과정 요소 사용 빈도를 분석하였다. 이와 함께 각 논의과정 수준을 설명하는 구체적인 사례도 제시하였다.

논의과정 구조. 빛의 반사와 빛의 굴절 두 논의기반 탐구(ABI) 프로그램의 각 단계별 논의과정 구조 점수를 살펴보면 5단계의 수준 척도에서 의문 만들기 단계는 7.5, 7.0점으로 3~4 수준, 실험 설계 단계에서는 8.0, 9.0점으로 4 수준, 주장과 증거 단계에서는 11.0, 10.0점으로 가장 높은 수준인 4~5 수준으로, 주장과 증거 단계에서 가장 높은 수준의 논의가 이루어졌다(Table 2).

의문 만들기 단계에서 학생들은 근거는 생략한 채 주장부터 제시하는 경우가 많았고, 주장에 대한 질문이 나오거나 반박이 나오는 경우에만 근거를 제시했다. 학생들이 주장만 나열할 경우 논의가 자연스럽게 진행되지 않았으며, 특별한 논의과정 없이 한 주장을 선택하는 경우도 있었다.

[사례 1]은 연필이 든 물 컵 안에서 연필의 모습이 꺾여 보이는 상황과 수영장의 물의 깊이가 눈에 보이는 것보다 깊은 상황을 제시하여 우리 조의 의문을 만드는 논의과정이다. 학생들은 돌아가면서 자신의 주장만을 제시하고, 주장에 대한 근거를 묻는 질문이나 반박을 하지 않아 논의가 수준 높게 진행되지 않으며, 특별한 논의과정 없이 하나의 주장을 우리 조의 주장으로 선택한다.

[사례 1]

S1 : S3아 뭐라고 적었어? (요청 및 요청응답)

S3 : 왜 눈으로 보이는 것이 실제와 다를까? (주장)

-이하 생략-

S4 : 왜 밖에서 봤을 때 모습과 실제의 모습이 다를까? 난 이거 같아 (주장).

S1 : 나는 액체 속에서 물체는 왜 실제와 다르게 보일까? 라고 적었어 (주장).

S6는 뭐라고 생각해? (요청 및 요청응답)

S6 : 왜 액체 속에서 보이는 게 다를까? (주장)

S1 : 어떻게 결정할까? (요청 및 요청응답)

S3 : 왜 액체 속에서 보이는 물체는 다르게 보일까? 그렇게 적었어? (주장)

S6 : 뭐라고?

S1 : 왜 액체속의 물체는 실제와 다르게 보일까? 그렇게 적자 (주장).

실험 설계 단계에서는 실험 기구에 대한 배경지식과 간단한 조작에 대한 결과를 바탕으로 주장에 대한 근거를 대는 경우가 많았으며, 조작에 대한 결과를 바탕으로 반박하는 경향을 보였다. 따라서 의문 만들기 단계에 비해 근거 반박의 빈도가 증가하였고, 반박을 받을 경우 새로운 근거를 보충하거나 재반박을 하여 상대방의 주장이 변경되기도 하였고, 재반박을 하지 못해 자신의 주장이 변경되는 경우도 관찰되었다.

[사례 2]는 빛의 반사 프로그램으로 빛은 어떻게 반사될까? 라는 학급의문을 해결하기 위해 실험을 설계하는 단계이다. 학생들은 제시된 실험재료 즉 모눈종이와 각도기, 레이저 포인트를 여러 방법으로 사용해 보는 과정에서 모눈종이 위에 각도기를 놓고 레이저 포인트로 빛을 비출 경우 입사각과 반사각이 같게 나온다는 결과를 얻었다. 간단한 조작 결과를 근거로 제시하여 실험 방법을 제안하고 있다.

[사례 2]

S1 : 이거 레이저 이렇게 놓고 모눈종이에 하는 거 아니야? (주장)

S2 : 각도에 따라서 특정 각도에서 싸가지고 몇 도에서

Table 2. Scores and level of argumentation structure by ABI step

		Generating questions	Designing experiments	Claim-evidence
Reflection of light	scores	7.5	8.0	11.0
	level	4	4	5
Refraction of light	scores	7.0	9.0	10.0
	level	3	4	4

나오는 지 관찰해야 될 것 같은데.. (주장)
 S3 : 지금 레이저를 쬐어. 거울에다 쬐어. 종이에다가 빨간색 빛이 보여 (요청 및 요청응답)
 S2 : 아니, 내 생각엔,, 여기 있잖아, 여기에 모눈종이 펼쳐놓고, 각도기를 이렇게 놔두고 눈 허야 하지 않을까? (주장)
잠깐 해보면 여기서 30도에서 쬐면 여기에 30도로 나오잖아. 그거만 딱 보면 되잖아 (근거).

주장과 증거 단계는 실험을 통해 관찰된 사실을 정리한 이후이므로, 근거와 함께 주장을 제시하며, 실험 내용을 바탕으로 근거 반박을 하는 경우도 많았다. 재반박을 하여 상대방의 주장이 변경되는 경우도 있었고, 주장에 대한 질문에 타당한 답변을 하지 못해 주장이 변경되는 경우도 관찰되었다. 이 단계는 학습의 의문에 대해 결론을 내기 위해 주로 실험 관찰 결과와 그에 대한 해석을 근거로 하고 배경지식을 이용하여 근거를 보충하여 논의 수준을 높였으며, 강화 및 정교화를 통한 주장의 정리가 다른 단계에 비해 잘 나타났다.

[사례 3]은 빛의 굴절 프로그램에서 물속의 물체는 왜 실제와 다르게 보일까? 라는 학습의문을 해결하기 위해 주장과 증거 단계에서의 학생들의 논의과정이다. 빛이 굴절하는 모습을 논리적으로 표현하기 위한 방법에 대해서 논의를 하고 있으며, 그래프, 표, 설명을 종합하여 표현하고자 제안하는 모습을 볼 수 있다. 이어서 빛이 굴절하는 이유에 대해 빛의 입자성과 공기 입자 사이의 거리가 작아서 빛의 진행 속도가 빨라져 빛이 굴절한다는 제안이 나왔다. 이에 대해 S2는 공기와 물의 입자 사이의 거리를 모두 설명하고 속력을 비교하여 앞의 제안을 정교화 및 강화시켰다.

[사례 3]
 S1 : 그래프를 하나 더 그리고, 말로 설명하면 되지 (주장). 바뀐다 즉 꺾인다는 것을 증명해야 하잖아,, (근거)
 S2 : 꺾인다는 것을 그래프로 보여주고, 그 아래에 꺾여서 각도가 어떻게 달라진다는 것을 경우 마다 설명을 보충해서 글로 나타내면 될 것 같아 (강화 및 정교화).
 -이하 생략-

S1 : 빛은 파동성도 가지고 있지만, 입자성도 같이 가지고 있기 때문에(근거) 매질에 따라 속 력이 달라져서 굴절해 (주장). 공기 중에서는 매질에서 입자 사이의 거리가 멀어 빛의 진 행을 덜 방해해 (보장).
 S2 : 공기와 물을 비교하였더니 공기의 입자 사이의 거리가 더 크므로 속력이 빠르고, 물에 서는 입자 사이의 거리가 작아 상대적으로 속력이 느려진다. 따라서 빛이 물에 들어가 면 물 쪽으로 굴절하게 된다 (강화 및 정교화).

논의과정 구조의 수준은 빛의 반사와 빛의 굴절 두 프로그램에서 논의기반 탐구 과학수업의 단계가 진행될수록 높아지는 동일한 경향을 보였으며, 프로그램 별로 논의과정 구조 수준 점수도 유사하였다.

논의과정 타당성. 학생들의 논의과정 속에서 주장에 대한 타당한 증거와 상대방의 주장에 대해 논리적인 반박 사용을 통해서 올바른 결론을 이끄는 가를 알아보기 위해 논의과정의 타당성을 분석하였다. 논의기반 탐구(ABI)의 두 활동에서 결론 타당성, 증거 타당성, 반박 타당성 및 그 총합인 전체 타당성을 분석하였다.

빛의 반사와 빛의 굴절 프로그램에서 결론 타당성은 수준이 높았으며, 증거 타당성과 반박 타당성은 수준이 낮았다(Table 3).

결론 타당성을 분석한 결과, 두 개의 프로그램에서 과학적 또는 논리적으로 올바른 결론에 도달하거나 의문에 대한 올바른 답이 될 수 있는 결론에 도달하여 4점의 결론 타당성을 받았고, 이는 가장 높은 3수준이었다. 학생들은 의문에 대한 결론을 결정하는 과정에서 자신의 주장에 대한 근거로 개인적인 경험을 이용하는 경우도 있었지만, 실험결과를 제시하는 사례가 많았다. 주장에 대한 근거로 실험결과를 제시하는 것은 우리 조의 주장에 대한 협상을 하는 과정에서 다른 학생들에게도 명확하고 중요한 요소로 인식되어 결론 타당도가 높게 나타났고 생각된다(사례 4).

[사례 4]
 S1 : 실험1에서는 들어가는 각과 반사되는 각이 각각 40도로 동일하고 실험 2에서도 들어가는 각과 반사되는 각이 각각 70도로 동일했으니까 (실험결과를 근거

Table 3. Scores and level of argumentation validity by ABI step

		Validity of conclusion			Validity of evidence			Validity of opposite		
		G	D	C	G	D	C	G	D	C
Reflection of light	scores	4.0	4.0	4.0	1.0	1.3	2.2	1.1	1.2	1.8
	level	3	3	3	2	2	3	2	2	3
Refraction of light	scores	4.0	4.0	4.0	1.6	1.8	1.8	1.7	1.5	2.0
	level	3	3	3	3	3	3	3	2	3

로 제시).

-이하 생략-

S1 : 광원과 평면거울이 정지해 있을 때 빛은 일정한 각도로 반사되기 때문에 그 각도 위에 서만 반사된 빛이 관찰된다 (근거).

따라서 1번 위치에서는 보이지만 2번 위치에서는 보이지 않게 된다. 이렇게 정리하면 될 까? (실험 결과를 근거로 올바른 결론 도출)

증거 타당성은 5단계 수준 척도로, 의문 만들기 단계와 실험 설계 단계에서는 1.0에서 1.8점으로 2~3 수준, 주장과 증거 단계에서는 2.2, 1.8점으로 3 수준을 나타내어 두 프로그램에서 단계가 진행될수록 증거 타당성의 수준이 높아졌다.

의문 만들기 단계에서는 증거가 거의 사용되지 않았고 주로 개인적인 견해나 직관에 바탕을 두는 경우가 많았다. 실험 설계 단계에서는 주로 이전의 실험수업에서의 경험을 바탕으로 근거를 대거나 개인적 견해에 바탕을 둔 근거가 많았으며, 증거가 주장을 논리적으로 지지하지 못하는 경우도 있었다. 주장과 증거 단계에서는 실험에 의한 관찰 사실이나 실험결과를 제시하면서 주장에 대한 근거를 제시하는 경우가 많았으며, 문장을 논리적으로 만드는 과정에서는 주로 개인적인 추측을 근거로 제시하였다(사례 5). 근거에서 주장에 이르는 단계는 보장을 통해서 정당화 된다. 보장의 경우 근거를 보충하는 수준 높은 논의 요소인 만큼 학생들의 배경 지식인 과학적 이론 또는 원리를 바탕으로 근거를 지지하였다(사례 6).

[사례 5]는 빛의 반사 프로그램으로 빛은 어떻게 반사될까? 라는 학급의문을 해결하기 위해 실험 설계 및 수행을 하고 주장 및 증거를 협상하는 단계에서의 논의과정이다. '빛은 거울에 쏜 각도와 같은 각도로 반사된다.'라는 주장에 대해 질문이 나왔고, 그에 대한 응답으로 구체적인 30도 40도 50도 등의 실험 수치 또는 각각 다른 각도의 레이저 빛을 쬐는데 맞은편에서 같은 각도에서 레이저 빛이 반사되어 나왔다는 관찰 사실을 근거로 제시하여 증거 타당성의 수준을 높였다.

[사례 5]

S1 : 빛은 거울에서 같은 각도로 반사된다. 그거에 대한 증거는? (주장에 대한 질문)

S2 : 앞선 실험에서 거울에 레이저를 쏘면 같은 각도로 반사되는 것을 알 수 있다 (실험결과를 근거로 제시).
-이하 생략-

S1 : 그 다음에, 00 주장은 뭐야? (요청 및 요청응답)

S3 : 나의 주장은 빛을 거울에 쏘는 각도에 따라 반사되는

각도가 달라진다. 또 빛은 거울에 쏘는 각도와 반사되는 각도는 같다 (주장).

S1 : 이거 집중해 잘 들어야해. 우리가 우리조의 주장할 때 이게 필요하거든. 왜 그렇게 생각 해? (주장에 대한 질문)

S3 : 레이저 포인트를 30도, 40도, 50도에 각각 비쬘 때, 같은 각도로 반사되어 나오기 때 문이야 (실험 결과를 근거로 제시).

[사례 6]은 빛의 굴절 프로그램으로 물속의 물체는 왜 실제와 다르게 보일까? 라는 학급의문을 해결하기 위한 주장과 증거 단계에서의 학생들의 논의과정이다. S1은 빛이 굴절하는 이유가 매질에 따라 속력이 달라지기 때문이라는 근거에 대하여 빛은 입자성을 가지고 있어 매질에 따라 속력이 달라지고, 공기 매질에서는 입자 사이의 거리가 멀기 때문에 빛의 속력이 빠르다는 과학적 원리로 근거를 보충하여 증거의 타당성을 높였다.

[사례 6]

S1 : 빛은 파동의 성질을 가지고 있어서 (근거) 빛의 속력은 매질의 입자 사이의 거리 때문에 달라진다 (주장).

S2 : 파동의 성질을 갖고 있어서라고? 아닌 것 같은데 (단순 반박)

S1 : 아,.. 파동의 성질도 있지만 입자의 성질도 있기 때문에 (근거)

매질에 따라 빛의 속력이 달라져 (주장).

-이하 생략-

S2 : 좀 풀어서 적어야 될 것 같아 (주장).

매질에 따라 속도가 달라지기 때문에... (근거)

그래서 물에 들어갈 때는 속도가 달라진다 (주장).

S1 : 빛은 물에 들어가면 굴절되어서 꺾여 보여 (주장).

빛은 파동성도 가지고 있지만, 입자성도 같이 가지고 있기 때문에 매질에 따라 속력이 달라지는데, (근거)

공기 중에서는 매질에서 입자 사이의 거리가 멀어 빛의 진행을 덜 방해해 (과학적 원리를 보장으로 제시).

반박 타당성은 5단계 수준 척도로 볼 때, 의문 만들기 단계와 실험 설계 단계에서는 1.1, 1.7점으로 2~3 수준, 주장과 증거 단계에서는 1.8, 2.0점으로 3 수준을 보여 두 프로그램 모두 주장과 증거 단계에서 비교적 높은 수준의 반박이 나타났다.

의문 만들기 단계에서는 반박의 빈도는 높지 않았으나, 반박을 사용하는 경우에는 제시된 문제 상황을 분석하여 반박하거나 개인적 추측을 근거로 반박하였다. 실험 설계 단계에서는 개인적인 경험이나 추측을 근거로 반박하거

나 간단한 실험 조작 결과를 바탕으로 반박하는 경우도 있었다. 의문 만들기 단계와 반박의 경향은 유사하나 단순 반박의 빈도가 더 높아 타당성이 더 낮았다. 주장과 증거 단계에서는 주로 우리 조의 주장을 논리적이고 정교하게 만드는 협의 과정에서 개인적 경험이나 추측을 근거로 한 반박이 사용되었다(사례 7).

[사례 7]

- S1 : 우리조의 주장을 어떻게 할까?
- S2 : 물체가 물속에 들어가면 꺾인다. 아니 꺾여 보인다.
- S1 : 빛은 진행하다 진행방향이 꺾여서 실제와 다르게 보인다.
- S3 : 아니 빛이 지나가다가 액체를 만나면 꺾여 보인다.
- S4 : 물체를 만나면 이라고 해야 되는 거 아니야?
- S3 : 물체라고 하면 고체도 포함되잖아 (개인적 추측 근거 반박으로 문장을 논리적으로 만들)
- S4 : 그런가?... 그러면 물을 만나면 이라고 적어야겠네. 그럼 우리조의 주장은 '빛은 진행하다가 물을 만나면 진행방향이 꺾이기 때문에 물속에 있는 물체와 실체는 다르게 보인다.'로 적자.

[사례 7]은 빛의 굴절 프로그램에서 물속의 물체는 왜 실제와 다르게 보일까? 라는 학급의문을 해결하기 위해 실험을 설계하고 수행한 후 이루어지는 주장과 증거 단계에서의 논의과정이다. 우리 조의 주장을 논리적으로 정교하게 만드는 과정에서 빛이 진행하다가 물체를 만나면 진행방향이 꺾인다는 제안이 나왔고, S3는 빛은 진행하다가 액체를 만나면 꺾인다는 생각을 바탕으로, 물체는 고체인 물질도 포함하기 때문에 논리적으로 맞지 않다고 반박하고 있다. 이 반박으로 상대방의 주장도 변경되었으며 조의 주장을 논리적으로 이끌었다. 종합하면, 빛의 반사와 빛의 굴절 프로그램에서 결론 타당성은 수준이 높으며, 증거 타당성과 반박 타당성은 그 수준이 낮다는 것을 알 수 있다.

결 론

이 연구에서는 논의기반 탐구(ABI) 과학수업에서 나타나는 중학생들의 논의과정을 알아보기 위해 각 단계에서 나타나는 중학생들의 논의과정 특징과 논의과정 수준을 분석하였다. 얻어진 연구 결과로부터 이끌어낸 결론은 다음과 같다.

첫째, 논의기반 탐구(ABI)의 실험 설계 및 수행 단계에서 가장 활발한 논의가 나타나고, 의문 만들기 단계에서 제한적인 논의가 나타났다. 실험 설계 및 수행 단계에서 학생들은 협의된 학급의문을 해결하기 위하여 제공된 실험

기구를 이용하여 직접 실험 설계 및 수행을 하며 발생하는 여러 가지 문제를 해결하고 변인통제, 결과처리 등의 경험을 하게 된다. 이 과정에서 학생들은 많은 제안을 하고 상대의 의견에 관심을 가지며 논의과정에 적극적으로 참여하기 때문이다. 의문 만들기 단계에서 학생들은 제시된 문제 상황으로부터 의미를 찾고, 새로운 생각을 친숙한 과학 개념에 연관 짓는 과정이 아직 익숙지 않으며 활동 내용에 대한 지식 구조가 약했기 때문에 논의가 활발하게 일어나지 않은 것으로 분석된다. 이는 과학개념이나 이론 배경지식이 없으면 학생들이 논의에 참여하기 어렵다는 주장³⁵을 뒷받침한다.

논의기반 탐구(ABI)의 모든 단계에서 논의를 활성화하기 위해서는 교사가 각 단계에 맞는 전략을 제시하고 학생들의 사고와 논의를 도우며 성공적으로 참여할 수 있게 해야 한다.³⁴ 교사는 의문 만들기 단계에서 발문을 통해 학생 스스로 좋은 의문을 만들도록 도우며, 실험 설계 단계에서는 반구조적인 형태로 실험을 제시하여 명시적인 지시를 하지 않고, 학생들의 탐구를 간접적으로 돕는 발문을 하여야 한다. 주장과 증거 단계에서도 좋은 주장과 근거의 기준을 바로 제시하지 않고 동료 간 상호작용을 통해 의문을 해결하도록 안내하는 역할을 해야 한다. 이처럼 학생들 간의 논의 중에 동기 부여 및 자극이 되는 질문과 적절한 단서를 제공 한다면 학생들의 논의 기회와 수준을 높일 수 있을 것이다.

둘째, 논의기반 탐구(ABI)에서 학생들은 주장에 집중된 논의를 하였다. 논의기반 탐구(ABI)의 모든 단계에서 학생들은 다양한 논의과정 요소를 사용하지만 주로 자신의 생각을 단순하게 표현하는 주장을 가장 많이 사용하였다. 다음으로 많이 사용된 논의과정 요소는 요청 및 요청 응답과 단순 호응 순으로 나타났으며, 이는 영재학생들을 대상으로 한 탐구수업에서 주제에 따른 세부 논의과정 요소 빈도 분석 결과와 일치한다.³⁰

높은 수준의 논의 요소인 보장, 보강, 한정, 반증은 거의 나타나지 않았는데, 이는 중학교 저학년 학생들의 경우 질적으로 높은 수준의 논의과정의 활용에 어려움을 보인다는 연구결과와 일치한다.¹⁷ 요청 및 요청응답을 많이 사용한다는 것과 함께 반박이나 반증이 없을 경우, 반박 또는 반증 대신 요청 및 요청응답이 논의과정의 진행에 중요한 요소로 작용한다는 것을 나타낸다.²⁴ 요청 및 요청 응답은 논의과정을 점검하는 중요한 요소이며 논의를 이끌어 가는데 중요한 역할을 한다는 점에서 이 요소의 활용이 높다는 것은 논의과정 중 지속적인 상호작용이 일어나고 있으며 논의 문제에 대한 집중에 긍정적인 효과를 보여주고 있다.³⁵

학생들이 다양한 논의과정 요소를 활용하기 위해서는

논의기반 탐구(ABI)의 초기 활동에서 이러한 논의과정 요소를 명시적으로 가르쳐야 할 것이다.^{29,36} 이는 과학 지식은 과학적 상황에서 지식 주장의 타당성을 설명하는 논의과정 형태로 이해시키는 것이 필요하지만, 타당한 논의과정 기술은 자연적으로 생기기 어려우며, 적절한 교수, 과제의 구조화를 통해 명시적으로 가르쳐야 한다는 주장³⁹에서도 알 수 있다.

셋째, 논의기반 탐구(ABI)의 단계 중 주장과 증거 단계에서 가장 수준 높은 논의가 나타났다. 논의과정 구조와 논의과정의 타당성은 주장과 증거 단계에서 가장 높은 점수를 받았고, 논의과정 요소 사용 빈도는 실험 설계 단계에서 가장 높게 나타났다.

주장과 증거 단계에서 학생들은 학급의문에 대한 올바른 결론을 이끌어내기 위해 주로 실험 관찰 결과와 그에 대한 해석을 근거로 하였고, 배경지식으로 근거를 보충하여 논의 수준을 높였다. 또한 다른 단계에 비해 근거 반박의 빈도가 높았는데, 이러한 결과는 다양한 근거에 의한 반박이 논의과정의 상호작용적인 측면이 드러나는 강한 논의의 출발점²²이라는 점에서 주목할 필요가 있다. 이러한 논의과정 요소의 활용은 학생들이 조별 논의활동 전에 자신의 주장 및 증거를 글쓰기를 통해 정리하는 기회를 가졌고, 이 과정에서 주장을 뒷받침 할 수 있는 근거의 필요성을 인식하고 이것이 내면화되었기 때문일 것이다. 이것은 학생들이 쓰기를 통해 배운 것에 대해 되짚어 보고 과학개념에 대한 지식을 명확하게 구성한다²¹는 연구결과와 일치한다. 또한 이 단계에서 학생들은 우리 조의 주장과 증거를 구성하기 위해 자신의 주장을 상대방에게 설득시키고, 상대방의 의견의 타당성을 평가하는 의미 있는 협상과정을 통해 지식주장을 형성한다. 이런 주장의 정당화와 일반화를 통해 단순히 과학지식의 습득에서 벗어나 과학이론의 형성과정과 설명체계의 구성과정을 이해하게 한다.¹⁷

Zeidler(1997)³⁸에 따르면 학생들은 과학에서 논의를 구성할 때 타당성 문제, 부적당한 증거 사용 등의 오류를 범한다. 의문 만들기 단계에서는 증거가 거의 사용되지 않았고 주로 개인적인 견해나 직관에 바탕을 두는 경우가 많았으며 반박의 빈도도 낮았다. 또한 실험 설계 단계에서는 주로 이전의 개인적 경험 또는 견해에 바탕을 둔 근거를 사용하거나 증거가 주장을 논리적으로 지지하지 못하는 경우도 있었으며, 단순 반박의 빈도가 높아 타당성이 낮았다.

학교 과학수업에서 논의가 활발하게 일어나고 수준 높은 논의 활동이 일어나게 하기 위해서는 학생들에게 주장에 대한 근거나 이유가 동료 학생들이 인정할 수 있는 과학 원리나 관찰사실, 과거 경험 등일 때 주장이 정당화되고

인정받을 수 있음을 인식시켜야 할 것이다.³⁹ 학생들의 논의활동에서 이러한 역할을 담당하는 사람이 교사이다.

교사는 학생들의 논의활동에 적절한 중재와 비계(scaffolding)를 제공해야 한다. 논의과정은 다양한 의견들을 주장하고, 그 의견들의 타당성을 평가하는 과정을 통해 합리적인 공동체의 지식을 형성하는데 의미가 있다. 따라서 교사는 하나의 주장으로 일관된 논의가 아닌 다양한 의견이 제시될 수 있도록 중재를 통해 풍부한 논의가 이루어질 수 있도록 해야 한다. 또한 타당한 증거를 들어 의견을 제시하는 경험이 부족한 학생들에게 사고를 유도할 수 있는 질문과 단서, 힌트 등의 적절한 비계를 제공한다면 학생들은 더 높은 수준의 논의를 할 수 있을 것이다.

Acknowledgments. 이논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 20110016091).

REFERENCES

1. Bybee, R.; McCrae, B.; Laurie, R. *Journal of Research in Science Teaching* **2009**, *46*(8), 865–883.
2. Feinstein, N. *Science Education* **2001**, *95*(1), 168–185.
3. Millar, R. *International Journal of Science Education* **2006**, *28*(13) 1499–1521.
4. Ministry of Education and Science Technology. *The 2009 Revised National Curriculum of Science*; Seoul, Korea, 2009.
5. Goodrum, D.; Hackling, M.; Rennie, L. *The Status and Quality of Teaching and Learning of Science in Australian Schools*; Canberra, ACT, Department of Education, Training and Youth Affairs: Australia, 2001.
6. Millar, R.; Osborne, J. F. Ed. *Beyond 2000: Science Education for the Future*; King's College London: London, 1998.
7. National Research Council [NRC]. *National Science Education Standards*; National Academic Press: Washington, D.C., 1996.
8. Kil, H. J. The impact of science writing as a learning tool on science learning. Ph. D. Thesis. Pusan National University of Education: Korea, 2010.
9. Leher, R.; Schauble, L. Scientific thinking and science literacy: Supporting development in learning in contexts. *In Handbook of child psychology*; Damon, R. M. Lerner, K. A. Renninger, & I. E. Sigel Eds.; Wiley: Hoboken, NJ, 2006.
10. Kuhn, D. *Harvard Educational Review* **1999**, *62*, 155–178.
11. Driver, R.; Newton, P.; Osborne, J. *Science Education* **2000**, *84*(3), 287–312.
12. Duschl, R. A.; Schweingruber, H. A.; Shouse, A. W. *Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8*; National Academy Press: Washington, DC, 2007.
13. Sampson, V.; Clark, D. B. *Science Education* **2008**, *92*(3),

- 447–472.
14. Newton, P.; Driver, P.; Osborne, J. *International Journal of Science Education* **1999**, *21*(5), 553–576.
 15. Simon, S.; Erduran, S.; Osborne, J. *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, 2002.
 16. Kim, H. K.; Song, J. W. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* **2004**, *24*(6), 1216–1234.
 17. Osborne, J.; Erduran, S.; Simon, S. *Journal of Research in Science Teaching* **2004**, *41*(10), 994–1020.
 18. Lemke, J. L. *Talking science: Language, learning, and values*, NJ, Ablex, 1990.
 19. Jimenez-Alexandre, M. P.; Rodriguez, A. B.; Duschl, R. A. *Science Education* **2000**, *84*(6), 757–792.
 20. Voss, J. F.; Means, M. L. *Learning and Instruction* **1991**, *1*(4), 337–350.
 21. Gunel, M.; Hand, B.; Prain, V. *International Journal of Science and Mathematics Education* **2007**, *5*(4), 615–637.
 22. Osborne, J. *Cambridge Journal of Education* **2002**, *32*(2), 203–218.
 23. Keys, C. W.; Hand, B.; Prian, V.; Collins, S. *Journal of Research in Science Teaching* **1999**, *36*(10), 1065–1084.
 24. Kwak, K. H.; Nam, J. H. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* **2009**, *29*(4), 400–413.
 25. Nam, J. H.; Kwak, K. H.; Jang, K. H.; Brian, H. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* **2008**, *28*(8), 922.
 26. Nam, J. H.; Lee, D. W.; Cho, H. S. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* **2011**, *31*(6), 931–941.
 27. Sung, H. M.; Hwang, S. Y.; Nam, J. H. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* **2012**, *32*(6), 146.
 28. Lee, E. K.; Kang, S. J. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* **2006**, *26*(4), 537–545.
 29. Kwak, K. H. The characteristics of the argumentation in different approaches and contexts. Ph. D. Thesis. Pusan National University of Education: Korea, 2010.
 30. Shin, H. S.; Kim, H. J. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* **2011**, *31*(4), 567–596.
 31. Toulmin, S. E. *The uses of argument*. Cambridge University Press. London, 1958.
 32. Kang, S. M. Characteristics of argumentation components in solving processes of the scientific argument tasks. Ph. D. Thesis. Korea National University of Education: Korea, 2004.
 33. Norris, S. P.; Phillips, L. M. *Science Education* **2003**, *87*, 222–240.
 34. Crawford, B. A. *Journal of Research in Science Teaching* **2000**, *37*(9), 916–937.
 35. Kang, S. M.; Kwak, K. H.; Nam, J. H. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* **2006**, *26*(3), 450–461.
 36. Yang, I. H.; Lee, H. J.; Lee, H. Y.; Cho, H. J. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* **2008**, *28*(5), 495–505.
 37. Kuhn, D. *The skills of argument*; Cambridge University Press: London, 1991.
 38. Zeidler, D. L. *Science Education* **1997**, *81*(4), 483–496.
 39. Lee, S. K. *Journal of the Korean Chemical Society* **2006**, *50*(1), 79–88.
-