

논의기반 탐구 과학수업의 학급 논의 활동에서 나타나는 중학생들의 인식론적 사고의 특징 및 변화

박지연 · 정도준 · 남정희*

부산대학교 화학교육과

(접수 2019. 9. 26; 게재확정 2019. 12. 15)

Characteristics and Changes of Epistemic Thinking in Middle School Students on Class-Argument Activities in an Argument-Based Inquiry(ABI) Science Class

Jiyeon Park, Dojun Jung, and Jeonghee Nam*

Department of Chemistry Education, Pusan National University, Pusan 46241, Korea. *E-mail: jhnam@pusan.ac.kr

(Received September 26, 2019; Accepted December 15, 2019)

요 약. 이 연구는 논의기반 탐구 과학수업의 학급 논의 활동에서 나타나는 중학생들의 인식론적 사고의 특징을 알아보고자 5개 주제에 대한 논의기반 탐구 과학수업의 수업 동영상 및 활동지를 수집하여 분석하였다. 연구 결과, 학생들이 학급 논의 과정에서 지식의 원천으로 사용한 증거의 출처로는 실험 자료를 활용한 유형이 가장 많이 나타났으며, 활동 방식에 따라서 개인적인 경험에 기반을 둔 유형과 과학 원리를 증거로 활용하는 유형이 추가로 나타났다. 또한 학급 논의에서 주제에 따른 지식 정당화의 수준 차이는 비슷하게 나타났으나, 주장 정당화의 하위 평가 요소 중 주장 타당성, 증거 타당성 및 논의과정 요소 사용의 수준은 높았지만 반박 타당성의 수준은 낮게 나타났다. 마지막으로 학급 논의 전후의 주장 변화를 분석한 결과, 주장변경 유형은 잘못된 주장의 정정 유형, 불명확한 내용의 명료화 유형, 개념의 확장 유형으로 분류할 수 있었으며, 이 중 잘못된 주장을 정정하는 유형이 가장 높은 비율로 나타났고, 개념의 확장 유형, 불명확한 내용의 명료화 유형의 순서가 차례대로 나타났다.

주제어: 논의기반 탐구 과학수업, 학급 논의 활동, 인식론적 사고

ABSTRACT. The purpose of this study was to analysis characteristics and changes of epistemic thinking in middle school students on class-argument activities in an argument-based inquiry(ABI) science class. Data was collected from class recording video and activity worksheets of five subjects argument-based inquiry. Results of the analysis of student epistemic cognition characteristics show that experimental data was presented the most as evidence, and depending on the ABI activity, personal experience-based evidence and evidence based on scientific principles were used. As a result of analyzing the changes between claims made before and after class argumentations on five ABI activities in an argument-based inquiry science class, student claim modifications could be classified, according to reasons for the modification, into three types: correcting incorrect claims, clarifying unclear content, and expanding the concept.

Key words: Argument-Based Inquiry(ABI), Class-Argument Activity, Epistemic Thinking

서 론

최근 과학과 기술의 급속한 발전과 함께 사회 복잡성의 증가는 교육의 새로운 패러다임을 불러일으키고 있다. 단편적인 지식의 전달을 강조했던 과거와는 달리 미래 사회를 살아가기 위해 필요한 역량의 개발이 교육의 궁극적인 목표로 강조되고 있으며,¹ 국내외를 막론하고 학생들의 역량을 기르기 위한 교육과정 재구성, 수업 방법 및 평가 방법 등에 대한 연구가 진행되고 있다.² 특히 과학 교육에서는 학생들의 역량을 기르기 위한 유용한 도구로서 과학적 논의(scientific argumentation)를 강조하고 있는데, 주장

을 뒷받침하기 위해 과학적 증거를 사용하는 과학적 논의 능력을 국제 학업성취도 평가(PISA) 기준으로 고려함에 따라 과학적 논의 능력을 향상시키기 위한 많은 연구들이 확산되고 있다.³

일반적으로 논의는 논의 과정에 참여한 사람들이 합리적인 판단을 내릴 것이라는 가정 하에 이루어지는 언어적이고 사회적인 추론활동⁴이며, 공동의 문제를 풀기 위해 주장과 근거를 서로 교환하며 검증해나가는 과정⁵이다. 또한 논의 과정은 자신의 주장과 결론의 정당화를 형성하는 방법과 관련이 있는데,⁶ 자신의 주장과 설명을 명확히 하고 정당화하는 데 필요한 명제들을 논의라고 한다면 이

러한 명제들을 생산해내는 데 필요한 복잡한 전 과정을 논의 과정이라고 정의할 수 있다.⁷ 논의와 관련된 여러 연구들은 학생들이 논의 활동에 참여할 때 개념 학습에서 향상을 보인다는 결과⁸⁻¹¹와 함께 논의 활동을 수업 및 학습 전략으로 도입함으로써 종합적이고 비판적인 사고력을 향상시킬 수 있음^{7,12,13}을 보여준다. 게다가 과학 교육에서 논의는 학생들에게 지식을 구성해 가는 과학자의 행위를 경험할 수 있게 하고,¹⁴ 단순히 과학 개념을 아는 것이 아니라 과학에 관해 배울 수 있는 기회를 제공^{6,15}하는 등 과학적 소양을 기르는 데에도 효과적임을 제시하고 있다.¹⁶ 이에 과학 학습을 의미 있게 하고 과학적 탐구에 참여하게 하도록 하는 구조화된 과학적 논의가 더 중요해지고 있다.^{17,18}

하지만 논의는 자연적으로 이루어지지 않으며, 적절한 교수 및 과제의 구조화된 모델을 통해 명확하게 가르쳐지고 사용되어야 한다¹⁵는 지적이 있다. 이는 학생들이 과학을 배운다는 것은 과학이 생성되는 과정과 방법을 이해함으로써 과학을 말할 수 있고 과학에 대한 토론의 장에 참여할 수 있다는 것을 의미하는 것으로, 학생들이 과학자가 제시하는 주장의 형태, 주장을 입증하기 위해 필요한 증거의 종류, 증거를 공동의 기준에서 이해하고 수집하는 방법 등에 대해 체계적으로 배울 필요가 있다¹⁹는 것을 의미한다. 이에 학생들이 논의를 어떻게 하고, 또한 논의 과정을 어떻게 배우는가에 대한 실증적인 연구가 과학 교육 연구의 주요 관심 분야가 되고 있으며, 이러한 노력은 논의과정 수업 프로그램의 개발, 논의의 평가 방법 및 교사 교육으로 나타나고 있다.²⁰

그러나 과학적 논의는 단지 구성의 연습이 아니라 비판의 중요성과 좋은 비판을 수반하는 근본적인 인식론적 변화에 중점을 두어야 하는데,²¹ 이는 어떠한 과학 교육이든 과학적 인식론에 대한 지식과 이해가 본질적인 부분이라는 견해²²와도 일치한다. 특히 사람들이 지식이란 무엇이며 그러한 지식이 어떻게 사용되는지, 또 자신이 아는 것이 무엇이며 자신이 안다는 것을 어떻게 아는지에 관해 생각하는 인식론적 인지(epistemic cognition)는 추론, 문제해결, 의사결정을 위한 지식과 신념을 다루는 사고의 과정을 묘사^{23,24}한다는 점에서 최근 들어 과학 교육에서 중요하게 여겨지고 있다.

이상의 논의로부터 볼 때 학생들이 논의를 통해 지식의 정당화 과정에 참여하고, 근거를 바탕으로 지식의 타당성을 확보하기 위한 모듈별, 학급별 논의 활동을 포함하는 논의기반 탐구(Arguement-Based Inquiry, ABI) 과학수업²⁵은 과학 지식의 인식론적 본성을 경험하고 이해하는 데 도움을 줄 수 있을 것이라고 생각된다. 그러나 논의기반 탐구 과학수업과 관련된 국내 연구들은 논의 과정에 대한

연구보다는 논의의 결과로 나타난 학생들의 글쓰기 활동지 분석을 통해 논의와 글쓰기를 통한 학생들의 과학 개념 학습, 논의와 글쓰기 능력 등에 관해 알아보았다.^{25,26} 따라서 이 연구는 논의기반 탐구 과학수업의 주장과 증거 단계에서 이루어지는 논의 활동 분석을 통해 논의기반 탐구 과학수업에서 나타나는 중학생들의 인식론적 사고의 특징을 알아보고자 하였다. 그러나 모듈별 논의 활동의 경우 동일한 관찰 결과를 바탕으로 논의가 이루어지므로 보다 폭넓은 인식론적 활동을 경험하게 되는 학급 논의 활동을 주로 분석하였으며, 학급 논의 전후 주장 및 증거의 변화 유무, 변화 유형 및 변화 원인 등을 함께 분석하였다. 이를 통해 논의기반 탐구 과학수업에서의 학급 논의 활동이 학생들의 인식론적 사고에 미치는 영향에 대한 이론적인 탐색을 하고자 한다.

연구 방법

연구 참여자

이 연구는 광역시에 위치한 중학교의 3학년 학생 93명(4학급)을 대상으로 실시되었다. 각 학급의 학생들은 논의기반 탐구 과학수업을 위하여 학업 성적을 바탕으로 한 모듈 당 3~4명으로 구성된 총 6개의 이질적인 모듈로 재편성되었다. 학생들은 이전의 과학 수업에서 논의기반 탐구 과학수업을 경험한 적이 없었으며, 학교 교육과정에 따라 총 5개 주제(Table 1)에 대한 논의기반 탐구 과학수업을 수행하였다. 연구에 참여한 교사는 해당 중학교에 근무하는 교직 경력 14년의 교사로, 과학교육 전공 박사과정에 재학중이었으며 3년 동안 논의기반 탐구 과학수업을 실시한 경험이 있었다.

논의기반 탐구 과학수업

논의기반 탐구 과학수업은 수업의 모든 과정에서 논의와 글쓰기를 통해 과학 개념에 대한 이해와 탐구 역량을 촉진시키기 위한 학습 전략으로, Keys 등²⁷이 개발한 탐구적 과학 글쓰기(Science Writing Heuristic, SWH)를 우리나라의 실정에 맞게 재구성한 학습 전략이다.²⁵

이 연구에서 적용한 논의기반 탐구 과학수업의 각 단계

Table 1. Topics of ABI activities

연번	활동 주제	활동 시간
1	물리변화와 화학변화	각 2차시 (1차시 45분)
2	질량보존법칙	
3	일정성분비법칙	
4	기체반응법칙	
5	산과 염기	

별 활동은 아래와 같다. 학생들은 먼저 활동 주제와 관련하여 주어진 문제 상황 속에서 공통적인 요소를 찾은 후 이번 활동을 통해 해결하고자 하는 의문을 생성하게 되는데, 자신의 의문을 바탕으로 모둠별 논의를 통해 모둠의 의문이, 모둠의 의문을 바탕으로 학급 논의를 통해 학급의 의문이 결정된다(의문 만들기 단계). 논의 과정에서 학생들은 변인 간의 관계, 실험가능여부 등을 고려하며, 모든 모둠은 논의를 통해 결정된 하나의 학급 의문을 바탕으로 실험을 설계하고 수행한다(실험 설계 및 수행 단계). 또한 실험 과정에서 나타나는 모든 데이터는 기록(관찰 단계)되어 학급의 의문을 해결하기 위한 주장과 증거를 작성하는데 활용된다. 의문 만들기 단계와 마찬가지로 학생들이 개별적으로 작성한 나의 주장과 증거는 모둠별 논의를 거쳐 모둠의 주장과 증거로 발전하며, 모둠별 논의 결과는 칠판에 게시되어 학급 전체가 참여하는 논의 과정으로 이어진다(주장과 증거 단계). 이후 읽기 자료를 찾아보며 자신의 생각과 과학자의 생각을 비교해보고(읽기 단계), 마지막으로 논의기반 탐구 과학수업의 모든 과정에 대해 되돌아보며 자신이 수행했던 것에 대한 반성적인 글쓰기를 작성하게 된다(반성 단계).

이 연구에서는 학생들이 주장과 증거 단계에서 학급 논의를 마친 후 읽기 자료를 찾아보기 전에 학생들에게 모둠의 주장을 유지할 것인지 변경할 것인지에 대해 작성하도록 하였으며(Fig. 1), 이를 통해 학급 논의 활동에서 나타나는 학생들의 인식론적 사고의 특징을 보다 구체적으로 알아보려고 하였다.

6-1. 읽기 틀

주 장	
[변경 / 유지]	
자료1	자료1에서 얻은 주장에 대한 증거

Figure 1. Reading framework in Student's worksheet.

자료 수집

논의기반 탐구 과학수업의 학급 논의 활동에서 나타나는 학생들의 인식론적 사고의 특징에 대해 알아보기 위해 5개 주제에 대한 논의기반 탐구 과학수업의 수업 동영상 및 활동지(읽기틀)를 수집하였다. 수집한 자료 중 수업 동영상은 학급 논의 활동에서 드러나는 학생들의 인식론적 사고의 특징을 알아보기 위해 활용하였으며, 활동지(읽기틀)는 학급 논의가 인식론적 사고에 미치는 영향을 알아보기 위해 학급 논의 전과 후 주장의 변화 유무와 변화의 유형 및 원인을 분석하는데 활용하였다.

분석 도구

논의기반 탐구 과학수업의 학급 논의는 모둠별 논의를 통해 형성된 모둠의 주장과 증거를 발표하고, 이에 대하여 학급 전체 구성원들과 함께 논의를 하는 활동이다. 학급 논의에서 학생들은 자기 모둠의 주장을 정당화하고, 다른 모둠의 주장 및 그 출처에 대하여 고려하는 인식론

Table 2. Five Elements of Epistemic cognition by Chinn *et al.*(2001)³²

구성 요소		내 용
인식론적 목표와 가치		· 지식, 이해, 자신 또는 타인에 대한 참된 신념을 형성하는 것 · 어떤 인식론적 성취가 가장 가치있는 것인지에 대해 고려하는 것
지식의 본성	지식의 구조	· 지식의 확실성 또는 안정성에 대한 믿음 · 지식의 구조가 단순한 지식에서 복잡한 지식까지 이른다는 지식의 구조에 관한 신념 · 과학적 메커니즘 및 인과 구조와 같은 세분화된 지식 구조에 대한 신념
	지식의 원천	· 지각, 추론, 다른 사람들의 증언과 같은 지식의 기원
앎의 본성	정당화	· 사람들이 지식 주장을 평가하기 위해 사용하는 정당화 표준(justificatory standards)
	인식론적 입장	· 사람들이 믿고, 의심하고, 잠정적으로 지지하고, 절대적으로 확신하고 있거나 가능성으로 받아들이는 것과 같은 사고와 관련하여 사람들이 취하는 태도
인식론적 미덕과 악덕		· 인식론적 미덕은 지적인 용기와 열린 마음과 같은 인식론적 목표 달성을 돕는 성향 · 인식론적 악덕은 인식론적 목표의 성취를 방해하는 성향
신뢰할 수 있는 과정	인지 과정	· 지각, 추론에 대한 신념, 기억, 새로운 생각의 생성, 감정이 신념 형성으로 들어가는 방식과 같은 개인 인지에서 행해지는 다양한 과정
	탐구수행의 공식적 과정	· 실험, 기타 공식적인 여론 조사, 상관 연구, 사례 연구 등의 조사 방법과 같은 과정
	대인관계 과정	· 그룹을 어떻게 구성할지, 그룹이 효율적이기 위하여 인지 다양성이 어느 정도여야 하는지, 의사 결정을 위한 최선의 절차가 무엇인지 등을 고려하는 과정
커뮤니티 과정		· 동료 검토와 같은 비판 과정, 온라인 및 대중 매체를 이용한 지식 공유 과정

적 활동에 참여하게 된다. 따라서 학급 논의 활동에서 나타나는 학생들의 인식론적 사고의 특징을 살펴보기 위해 무작위로 선정한 1개 학급의 수업동영상과 함께 주장과 증거 단계에서 이루어지는 논의 활동을 인식론적 인지 관점에서 분석하고자 하였다.

일반적으로 과학교육에서 인식론적 인지에 관한 연구는 개인 인식론과 과학의 본성에 관한 연구로 나누어진다. 개인 인식론은 특정 개인이 지니는 지식과 앎의 본성에 관한 개인적인 관점으로 Perry²⁸의 연구에서 시작되었으며, 이후의 많은 연구에 영감을 주었다.^{29,30} 특히 Hofer와 Pintrich³¹는 많은 수의 일관성과 중첩이 발견된 인식론적 인지에 관한 모델을 합성하고 병치시켜 지식의 단순성과 복잡성을 지식의 본성에 관한 신념으로, 지식의 원천과 지식의 정당화를 앎의 본성에 관한 신념으로 분류하였는데 Chinn 등³²은 이를 확장시켜 다음과 같은 인식론적 인지(epistemic cognition)의 다섯 가지 구성 요소를 제시하였다(Table 2).

이 연구에서 적용한 논의기반 탐구 과학수업의 학급 논의 활동은 모둠별 논의를 통해 형성된 모둠의 주장과 증거를 발표하고, 이에 대하여 학급 전체 구성원들과 함께 논의를 하는 활동이다. 이 활동을 통해 학생들은 자기 모둠의 주장을 정당화하고, 다른 모둠의 주장에 대한 주장 및 그 출처에 대하여 고려하는 등 인식론적 활동에 참여하게 된다. 따라서 학급 논의 활동에서 나타나는 학생들의 인식론적 사고의 특징을 살펴보기 위해 인식론적 인지의 다섯 가지 구성 요소 중 앎의 본성을 고려한 인식론적 인지 분석틀을 개발하였다(Table 3).

구체적인 평가 기준 개발을 위해 지식의 원천에 대해서는 Sandoval 등³³의 연구를 바탕으로 하였다. 이 연구에서 지식의 원천은 증거를 제시하는 출처에 따라 권위, 인과 관계, 실험 자료, 개인 경험의 4가지로 구분하였다. 권위 유형(Authority code, A 유형)은 책, 과학 교과서, 교사, 인터넷의 내용에 기반을 둔 증거를 제시하는 것이다. 다음으로 인과 관계 유형(Causal code, C 유형)은 과학적 이론

Table 3. Analysis framework of epistemic cognition on class-argument activities

항목	세부 항목	유형/수준	평가 기준
지식의 원천	권위	A 유형	과학책, 교사, 과학자, 인터넷 내용에 의한 증거
	인과 관계	C 유형	과학적 이론이나 법칙에 의한 증거
	실험 자료	E 유형	실험에 의한 관찰 사실, 실험 결과에 따른 증거
	개인 경험	P 유형	일상적 경험이나 개인적 견해에 의한 증거
지식의 정당화	주장 타당성	3수준	의문에 대한 올바른 답이 될 수 있는 주장을 함 주장의 내용이 정확하고 의문과 관련된 과학개념이 모두 포함됨 변인들 사이의 관계가 드러나는 주장을 함
		2수준	주장의 내용이 정확하고 의문과 관련된 과학 개념이 일부 포함됨 변인을 제시하나 관계를 언급하지 못함
		1수준	의문과 관련된 과학 개념을 포함하나 주장의 내용이 정확하지 못함
	증거 타당성	3수준	증거가 주장을 과학적이고 논리적으로 뒷받침함 객관적 참고자료나 관련된 전문적 견해를 사용함 실험에 의한 관찰 사실이나 실험 결과를 해석하여 제시함
		2수준	실험결과를 증거로 들지만 자세히 해설하지 못함 일상적 경험이나 개인적 견해에 의한 증거를 제시함
		1수준	증거가 주장을 논리적으로 지지하지 못함 증거를 제시하였으나 주장과 관련이 없을 때
	반박 타당성	3수준	상대방의 주장을 과학적 원리나 법칙을 근거로 반박 상대방의 근거를 객관적 근거 또는 실험 결과 또는 문제 상황을 이용해 반박
		2수준	객관적이지 못한 개인적 경험이나 추측을 근거로 반박
		1수준	근거 없이 단순히 반박
0수준		반박 없음	
논의과정 요소의 사용	3수준	설명적 논의과정 요소와 대화적 논의과정 요소가 충분히 사용됨 객관적 자료에 의한 근거반박이나 메타질문이 포함됨	
	2수준	설명적 논의과정 요소와 대화적 논의과정 요소 중 일부가 사용됨	
	1수준	설명적 논의과정 요소는 사용되었으나 대화적 논의과정 요소가 사용되지 않음	

이나 법칙에 기반을 둔 증거를 제시하는 것이고, 실험 자료 유형(Empirical code, E 유형)은 실험에 의한 관찰 사실이나 실험 결과를 바탕으로 증거를 제시하는 것이다. 마지막으로 개인적 경험 유형(Personal code, P 유형)은 일상적인 경험이나 개인적 의견을 증거로 제시하는 것에 해당한다.

지식의 정당화에 대해서는 광경화²⁰의 분석틀에 기초하였다. 지식을 정당화하는 과정이 얼마나 과학적이며 객관적인 증거에 의해 주장을 명확히 하고 동시에 상대방을 설득하여 합리적인 인식론적 목표 도달하는지를 알아보기 위해 주장 타당성, 증거 타당성, 반박 타당성을 평가의 하위 요소로 포함하였고, 논의과정의 참여와 상호작용의 정도를 알아보기 위해 논의과정 요소 사용 정도를 평가 요소로 포함하였다.

분석틀의 개발 및 수정에는 과학교육 전문가 1인, 과학교육 박사과정 2인 및 석사과정 1인이 참여하였으며, 개발된 분석틀을 바탕으로 과학교육 박사과정 2인 및 석사과정 1인이 무작위로 3개 모둠의 전사본을 분석한 뒤 과학교육 전문과 1인과의 협의를 통해 수정하였다. 최종 수정된 분석틀을 바탕으로 과학교육 박사과정 1인 및 석사과정 1인이 분석을 수행하였다. 분석은 무작위로 선정한 1개 학급의 수업동영상과 함께 주장과 증거 단계에서 이루어지는 논의활동 전사본을 분석하였으며, 학급 논의 활동이 모둠별 주장과 증거를 발표한 후 발표한 모둠의 주장과 증거에 대하여 학급 전체 논의가 이루어지기 때문에 분석 또한 모둠별로 수행하였다. 또한 분석자 사이에서 이견이 나타난 경우에는 협의를 통해 분석 결과를 합의하였다.

또한 학급 논의가 학생들의 주장 형성과 인식론적 사고에 미치는 영향을 알아보기 위하여 학급 논의 전후 모둠의 주장이 어떻게 변하는지 분석하였다. 이를 위하여 논의기반 탐구 과학수업의 주장과 증거 단계에서 작성된 모둠의 주장과 증거를 학급 논의 후 읽기틀에 작성된 주장 및 증거와 비교하여 변화 유무, 변화 유형 및 변화 원인을 분석하였다. 분석을 위해 과학교육 박사과정 1인이 주장을 변경한 학생의 수를 측정하고, 주장을 변경한 이유를 유형

별로 범주화하여 세부요소를 추출하였다. 범주화된 요소는 과학교육 전문가 1명과 함께 수정·보완하였으며, 최종 범주화된 요소를 바탕으로 과학교육 박사과정 1인 및 석사과정 1인이 분석을 수행하였다.

연구 결과

학급 논의에서 나타나는 중학생들의 인식론적 사고

학급 논의에서 나타나는 학생들의 인식론적 사고의 특징을 알아보기 위하여 수행한 5개 주제의 활동 중 논의기반 탐구 과학수업의 초기 활동이라 볼 수 있는 주제 2(질량보존법칙)와 후기 활동이라고 간주되는 주제 4(기체반응법칙) 및 주제 5(산과 염기) 활동의 학급 논의 전사본을 인식론적 인지 분석틀을 이용하여 분석하였다. 초기 논의기반 탐구 과학수업 주제 중 주제 2를 선정한 이유는 주제 1(물리변화와 화학변화)보다 학급 논의가 활발하게 관찰되었기 때문이다. 또한 후기 활동 중 주제 4는 실험 설계 단계를 자료 해석으로 대체하였는데, 이 과정에서 나타나는 인식론적 사고의 특징을 살펴보기 위해 주제 5와 함께 분석하였다.

분석 결과, 주제 2, 4, 5의 활동을 하는 동안 학생들은 모둠별로 하나 또는 두 가지 출처의 증거를 활용하였다(Table 4). 주제 2에서 사용하는 지식의 원천은 E 유형 또는 E와 P 유형으로 나타났고, 주제 4에서는 E 유형 또는 E와 C 유형으로 나타났다. 반면에 주제 5에서 사용하는 지식의 원천 유형은 주제 2와 차이를 보이지 않았다. 이는 학생들이 논의기반 탐구 과학 수업을 경험하면서 주장에 대한 증거를 제시하기 위해 사용하는 지식의 원천이 다양해지기 보다는 활동 주제에 따라 서로 다른 지식의 원천을 사용한다는 것을 의미한다.

예를 들어 실험에서 관찰한 사실이나 실험 결과를 증거로 활용하는 E 유형은 모든 주제에서 학생들이 공통으로 사용한 지식의 원천이었다. 이는 학생들이 학급의 의문을 해결하기 위해 탐구를 설계하고 수행한 후 학급 의문에 대한 주장과 증거를 제시하기 위해 수행한 실험 결과나

Table 4. Analysis result of epistemic cognition on class-argument activities

항목	주제	주제 2						주제 4						주제 5					
		1조	2조	3조	4조	5조	6조	1조	2조	3조	4조	5조	6조	1조	2조	3조	4조	5조	6조
지식의 원천(유형)	E,P	E	E,P	E	E	E	E,P	E	E,C	E,C	E	E,C	E,P	E	E	E,P	E	E	
지식의 정당화(수준)	주장 타당성	3	3	3	3	3	3	2	1	2	2	2	3	3	2	3	3	2	3
	증거 타당성	1	2	2	3	3	2	2	2	3	3	2	3	2	3	3	3	2	3
	반박 타당성	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	2	3	0
	논의과정 요소사용	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2

주어진 자료를 활용하였기 때문이다. 따라서 E 유형의 지식 원천의 활용 빈도가 가장 높게 나온 것으로 보였다. 또한 양금 생성과 기체 발생 반응을 바탕으로 질량보존법칙을 확인하는 주제 2와 산과 염기의 여러 가지 성질을 확인하는 탐구를 수행하는 주제 5의 경우 일상생활에서의 경험이나 이전의 학교 수업에서 탐구 경험이 있을 가능성이 높은 주제였다. 따라서 주제 2와 주제 5의 경우 개인적인 경험에 기반을 둔 P 유형이 나타난 것으로 보인다.

마지막으로 과학적 이론이나 법칙의 인과관계에 따른 증거를 제시하는 C 유형은 주제 4에서만 3개의 모듈에서 제시되었다. 이는 학생들이 산소와 수소의 반응 결과로 생성되는 수증기의 부피를 바탕으로 기체반응법칙에 대한 주장과 증거를 제시하기 위해 이전에 배웠던 돌턴의 원자설, 아보가드로의 분자설 및 질량보존법칙과 같은 과학적 원리를 활용했기 때문이다. 반면에 A 유형은 모든 주제에서 나타나지 않았다. 이는 논의기반 탐구 과학수업의 경우 읽기 단계 이전에는 교과서나 참고자료를 찾을 수 없기 때문에 과학책, 과학자, 인터넷 등의 내용에 의한 증거에 해당하는 A 유형이 나타나지 않은 것으로 보인다.

다음은 학급 논의에서 나타나는 학생들의 지식의 원천의 유형을 분석한 몇 가지 사례이다.

<사례 1>

저희 조의 주장은 기체 반응에서 반응하는 기체와 생성된 기체의 부피비가 일정하다는 주장을 적었습니다. (중략) 그 다음 두 번째 탐구 2에서 첫 번째 거는 부피비가 2:1:10이어서 안 된다고 먼저 제거를 했고(E 유형) 두 번째 거는 이게 원자가 사실 정확한 이유는 잘 모르겠는데 원자가 쪼개지는 게 좀 이상하다고 생각해서 두 번째 거를 제외했구요.(P 유형)

<사례 2>

저희 조는 기체 반응에서 반응물과 생성물 사이에는 일정한 비가 성립한다고 했습니다. (중략) 일정한 비가 성립하고 비는 2:1:2입니다. 비가 2:1:2인 것을 이 세 개 중에서 찾으니까 2번과 3번만 있는데(E 유형) 2번은 돌턴의 원자설에 어긋나기 때문에 2번은 아니에요.(C 유형)

위의 두 사례에서 학생들은 원자가 쪼개지는 모형이 잘못되었다는 이유에 대해서 각각 서로 다른 출처의 근거를 들어 주장을 뒷받침하였다. <사례 1>의 학생은 두 번째 모형이 잘못된 이유로 원자가 쪼개지는 것이 이상하다고 생각해서 두 번째 모형을 제외했다고 설명하고 있는데, 이는 개인적인 추측에 의한 증거이므로 P 유형으로 분석되었다. <사례 2>의 학생은 원자가 쪼개지는 두 번째 모형이 잘못되었다는 근거로 돌턴의 원자설을 제시하고 있어서 근거의 출처가 과학적 이론과 법칙에 기반을 두기 때문에 C 유형으로 분석되었다.

또한 논의기반 탐구 과학수업이 진행됨에 따라 학급 논의에서 나타나는 학생들의 지식 정당화 수준의 전체적인 변화를 알아보하고자 지식 정당화의 하위요소의 평균 수준을 분석하였다(Table 5).

학급 논의에서 나타나는 지식 정당화의 세부 항목에 대한 평균 수준을 살펴보면 주장 타당성은 평균값이 2.00에서 3.00으로 나타났고, 근거 타당성은 2.17에서 2.67으로 나타났다. 또한 반박 타당성의 평균 수준은 주제 2에서는 0.42, 주제 4에서는 반박이 전혀 없는 0 수준으로 낮다가, 주제 5에서는 1.83 수준으로 높아졌다. 논의과정 요소의 사용 수준은 주제 2와 주제 4에서는 2.17 수준을 보였으나, 주제 5에서는 2.83으로 수준이 올라가는 양상을 보였다.

주제 2, 4, 5의 활동에서 나타나는 지식 정당화의 세부 항목별 전체 평균값을 비교해보면, 주장 타당성은 2.56, 증거 타당성은 2.45, 반박 타당성은 0.75, 논의과정 요소의 사용은 2.39로 나타났다. 이로부터 볼 때 반박 타당성 수준이 매우 낮고 주장 타당성, 증거 타당성, 논의과정 요소의 사용 수준이 비슷하게 나타났음을 알 수 있다. 최고 수준이 3수준이라는 것을 고려할 때 학생들이 제시한 조별 주장 타당성(평균 2.56)과 근거 타당성(평균 2.45)은 높은 수준에 해당한다고 판단할 수 있다. 특히 주제 2의 경우 모든 모듈이 ‘물질에 화학적 변화가 일어나도 물질의 질량은 변하지 않는다.’는 주장을 세웠으며, 따라서 주제 타당성이 3.00으로 최고 수준에 해당하였다. 이는 학급 논의가 자신의 주장과 증거에 대해서 모듈별 논의라는 협상의 과정을 거치면서 보다 발전된 주장과 증거에 대하여 논의

Table 5. Average level of epistemic cognition on class-argument activities

주제	주제 2	주제 4	주제 5	세부 항목별 전체 평균 수준
지식 정당화				
주장 타당성	3.00	2.00	2.67	2.56
증거 타당성	2.17	2.50	2.67	2.45
반박 타당성	0.42	0.00	1.83	0.75
논의과정 요소의 사용	2.17	2.17	2.83	2.39
주제 별 전체 평균 수준	1.94	1.67	2.50	-

하는 것이기 때문에, 학생들이 사용한 증거의 타당성 수준과 증거를 기반으로 결론에 도달하는 주장 타당성의 수준이 높게 나타난 것으로 보인다.

다음으로 반박 타당성이 낮은 이유는 학급 논의를 할 때 반박이 전혀 이루어지지 않은 경우가 있었기 때문인 것으로 볼 수 있다. 이를 주장 타당성과 증거 타당성이 높게 나타났다는 점과 연관 지어 해석해보면 학급 논의에서 모둠별로 과학적이고 논리적으로 타당한 주장과 근거를 제시하였기 때문에 반박의 횟수가 적었다고 해석할 수 있다.

다음은 학급 논의에서 나타난 지식 정당화의 하위 요소인 주장 타당성, 증거 타당성, 반박 타당성, 논의과정 요소의 사용에 대한 몇 가지 사례이다.

〈사례 3 - 주장 타당성 1, 2, 3 수준〉

학생 1: 저희 조의 주장은 기체 반응에서 반응물과 생성물 사이의 반응 비가 항상 일정하다고, 일정한 비가 성립된다고 했습니다.(1수준)

학생 2: 저희 조에서는 기체 반응에서 반응물과 생성물의 사이에서 부피비가 일정하다고 하였습니다.(2수준)

학생 3: 저희 조는 온도와 압력이 일정할 때, 기체 반응에서 반응물과 생성물의 부피 사이에는 일정한 비가 존재한다고 주장했습니다.(3수준)

〈사례 3〉은 주제 4의 기체반응법칙에 관한 학급 논의에서 학생들이 제시한 주장을 비교한 것이다. 학생 1은 반응물과 생성물 사이에 반응 비가 일정하다고 주장하였지만 부피에 대한 언급이 없어서 주장의 내용이 정확하지 못하므로 주장 타당성이 1수준에 해당한다. 학생 2는 부피비가 일정하다고 주장하지만 온도와 압력이 일정하다는 조건을 제시하지 않아 과학 개념이 모두 포함되어 있지 않은 2수준에 해당하고, 온도와 압력이 일정하다는 조건과 함께 기체 반응에서 부피비가 일정하다는 학생 3의 주장은 주장 타당성 3수준에 해당한다.

〈사례 4 - 증거 타당성 1수준〉

학생 1: 저희 조의 주장은 물질의 화학적 변화가 일어나도 물질의 질량은 변하지 않는다는 것입니다. (중략) 두번째, 달걀 껍데기를 풍선 속에 넣고 질량을 잰더니 5.4g이 나왔습니다. 그 다음에 묶은 염산을 따로 또 질량을 잰더니 87.4g이 나왔습니다. 다음에 묶은 염산 속에 달걀 껍데기를 넣고 풍선을 위에 씌워서 질량을 잰더니 92.6g, 두개 더하면 92.8g으로 두개가 거의 질량이 비슷하다는 것을 알 수 있습니다. 여기서 물질.. 기포가 발생했는데요. 어.. 질량은 변하지 않았고 물질의 성질은 변했다는 것을 알 수

있어서 저희는 물질의 화학적 변화가 일어나도 물질의 질량은 변하지 않는다고 적었습니다. (중략)

교 사: 실험 2에서 질량이 줄어들었다고 주장해야 되는 거 아니에요? 질량이 줄어들었으니까. 근데 왜 질량변하지 않는다고 주장하는 거예요?

학생 1: 0.2 g 차이라서... 살짝 무시한 거 같습니다. 첫 번째 실험에서 질량 변화가 없어서 두 번째 실험에도 그런 생각을 가지고 먼저 시작한 것 같습니다.

〈사례 4〉에서 학생 1은 질량이 감소한 실험 결과를 바탕으로 질량이 변하지 않는다고 주장한 이유를 묻는 질문에 대하여 질량의 변화가 작아서 무시했으며, 또 첫 번째 실험 결과를 바탕으로 두 번째 결과를 추측했다고 하였다. 질량이 감소하는 실험 결과는 질량이 보존된다는 주장을 뒷받침할 수 없고 질량의 변화를 무시했다는 개인적 의견의 증거는 주장을 논리적으로 지지하지 못하기 때문에 증거 타당성을 1수준으로 분석하였다.

〈사례 5 - 반박 타당성 2수준〉

학생 1: 실험 2할 때 염산이랑 달걀껍데기 질량 재고 화학적 변화를 일으켜 풍선까지 씌우는 실험을 했는데 앞에랑 뒤에랑 지금 조건이 다르기 때문에 결과가 정확하다고 볼 순 없죠. 풍선 무게 안 잰죠?

학생 2: 여기서 풍선, 달걀껍데기를 풍선에 넣어서 같이 재서 실험했습니다.

〈사례 5〉는 주제 2의 질량보존법칙에 관한 실험에서 학생 1이 반응 전과 후의 질량이 변하는 실험 결과가 정확하지 않다고 반박하고 있는 내용을 보여주고 있다. 반박의 근거로 풍선 무게를 재지 않아서 질량이 달라졌을 것이라고 예상하고 물어보았으나, 학생 2는 풍선에 달걀껍데기를 넣어서 측정했다고 대답하였다. 학생 1이 풍선의 무게를 재지 않아서 결과가 정확하지 않다고 생각하는 것은 객관적이지 못한 개인적인 추측을 근거로 반박하는 것이기 때문에 이 논의에서의 반박 타당성은 2수준으로 분석하였다.

〈사례 6 - 논의과정 요소 사용 2수준〉

학생 1: 저희 조 주장은 ‘물질의 화학적 변화가 일어났을 때 질량은 변하지 않는다.’ 입니다.(주장). 증거로는 첫째 탄산나트륨과 염화칼슘의 무게를 잰 때 4g가 나왔어요. (근거1)이때 탄산나트륨을 염화칼슘에 섞어서 했더니 양금이 생성되었고(근거2) 질량은 변하지 않았습니다(보장). 둘째 묶은 염산과 풍선 안에 넣은 달걀껍질의 무게를 잰 때 9g가 나왔는데 달걀껍질과 풍선을 묶은 염산에 씌웠더니 기포가

발생하며 질량은 변하지 않았습니(근거3).

학생 3: 두 번째 실험에 처음에 무게 잴 때 달걀껍질이라 무게는 염산이랑 따로 무게를 잤는데 나중에 넣어놓고 나중에 풍선을 씌운 건가요? 그니까 달걀껍데기랑 무게는 염산을 넣고 씌운 거냐고요. 풍선을(근거 질문)

학생 2: 두 번째 실험에 결과에는 풍선이 있는데 증거 그림에는 풍선이 없잖아요. 그럼 풍선 무게는 뻥 것인가요?(근거 질문)

학생 1: 네!

교 사: 풍선을 씌운 시점을 물어본 거예요. 풍선을 씌우고 실험을 한 것인지 나중에 풍선을 씌운 것인지(강화)

학생 1: 나중에 씌운 것입니다. 씌우고.. 제일 처음에 비커 두 개랑 풍선을 영점조정 하고 난 다음에 무게를 재고 염산을 넣고 나서 풍선을 씌운 겁니다.

학생 4: 두 번째 실험에서 비커 두 개에서 합쳐서 비커 하나로 실험을 했는데 그럼 비커의 무게를 생각했나요?(근거 질문)

<사례 6>은 주제 2의 질량보존법칙에 관한 주장과 증거에 대해서 학생 1이 발표한 후, 이에 대하여 다른 학생의 질문과 학생 1의 대답이 이루어지는 상황을 나타낸 것이다. 이 사례에서 드러나는 논의과정 요소는 학생 1이 주장과 증거를 발표할 때 설명적 논의 요소가 사용되었고, 다른 모둠의 학생들이 두 번째 실험에서 질량을 측정하는 방법에 대해 질문하고 교사가 이 질문을 반복하여 설명하면서 근거 질문과 강화의 대화적 논의요소가 사용되었다. 따라서 이 사례는 설명적 논의과정 요소와 대화적 논의과정 요소의 일부가 사용되었기 때문에 2수준으로 분석하였다.

학급 논의 전과 후의 주장 변화 및 변화의 원인

학급 논의 전과 후의 주장의 변화 및 변화의 원인을 알아보기 위해서 논의기반 탐구 과학수업의 5개 주제에 대해서 각 활동마다 학급 논의가 끝난 후에 모둠의 주장을 변경한 학생의 인원수를 학급별로 분석하였다(Table 6).

93명의 학생이 5개 주제의 활동을 하는 동안 주장을 변경한 총 빈도수는 95회였고, 주장변경 비율은 평균 20.4%로 나타났다. 또한 5개 주제에 대해 학급 논의가 끝난 후 주장을 변경한 학생 수를 비교하면, 주제 1에서 전체 인원 93명 중 48.4%에 해당하는 45명이 주장을 변경하여 가장 많은 수의 학생이 주장을 변경하였으며, 다음으로 주제 5는 25명(26.9%), 주제 2는 11명(11.8%), 주제 4는 8명(8.6%)의 학생이 주장을 변경하였다. 마지막으로 주제 3에서는 학급 논의 후 전체 인원의 6.4%에 해당하는 6명이 주장을 변경하여 가장 낮은 비율을 나타냈다.

학생들이 학급 논의 후 주장을 변경한 이유는 크게 세 가지 유형으로 구분할 수 있었다. 먼저 모둠의 주장이 잘못된 경우 학생들은 학급 논의를 토대로 주장의 내용을 정정하였다(잘못된 주장의 정정 유형). 예를 들어 한 학생은 주제 1의 물리변화와 화학변화에 대한 실험 결과 양초의 길이가 짧아지고 양초의 녹는 부분이 다시 양초가 되는 것을 토대로 ‘양초가 연소하면 모양이 변한다.’고 주장하였다. 하지만 양초의 모양만 변한다는 주장은 석회수가 뿌얹게 변하며 성질이 변하게 된다는 실험결과에 위배되며, 학급 논의과정에서 해당 주장에 대한 반박 및 주장 질문을 받으며 오류에 대해 논의하였다. 이러한 주장의 정당화 과정을 통해 학생들은 모둠의 주장이 잘못되었다는 것을 알고 학급 논의 후 ‘양초가 연소하면 모양과 성질이 변한다.’로 주장을 변경하였다.

다음으로 모둠의 주장에 포함된 단어의 의미가 불명확할 때 불명확한 부분을 제거하거나 명확한 용어로 대체하기 위해 주장을 변경하였다(불명확한 내용의 명료화 유형). 예를 들어 한 학생은 주제 3의 일정 성분비 법칙에 대한 실험 결과 ‘물질이 일정한 성분비로 결합한다.’라는 주장을 하였다. 하지만 학급 논의 과정에서 물질이 무엇을 의미하는지에 대한 요청과 설탕물도 일정한 성분비를 가지는 반박 및 메타 질문이 있었으며, 이 과정에서 혼합물이 일정한 성분비를 가질 수 없다는 것에 대해서 논의하였다. 이후 물질이라는 단어가 너무 넓은 의미여서 자칫하면 오해를 불러일으킬 수 있으므로 화합물이라는 정확

Table 6. Number of students who changed their group claim

주제	학급	A (총 25명)	B (총 23명)	C (총 22명)	D (총 23명)	주제별 주장변경 빈도수(회)	주제별 주장변경 비율(%)
주제 1		8	4	17	16	45	48.4
주제 2		0	5	0	6	11	11.8
주제 3		0	0	0	6	6	6.5
주제 4		1	4	0	3	8	8.6
주제 5		5	7	6	7	25	26.9
학급별 주장 변경 빈도수(회)		14	20	223	38	95	20.4

한 용어를 사용하기 위해 ‘화합물은 일정한 성분비로 결합한다.’로 주장을 변경하였다.

마지막으로 모둠의 주장의 의미가 좁고 제한적일 때 학급 논의 후 일반화되고 확장된 개념을 포함하도록 주장을 변경하였다(개념 확장 유형). 예를 들어 주제 5의 산과 염기에 관한 실험 후, 한 학생은 산과 염기를 지시약으로 구분할 수 있다고 생각하여 ‘산성, 염기성은 지시약을 통해 구분할 수 있다.’라는 주장을 내세웠다. 하지만 다른 모둠의 주장과 증거를 듣고 학급 논의활동에 참여하면서 지시약뿐만 아니라 마그네슘과의 반응성을 이용하여 산과 염기를 구분할 수 있다는 것을 알게 되어 ‘산과 염기는 마그네슘 조각의 반응, 지시약의 반응으로 구분할 수 있다.’와 같이 주장을 변경하였다.

요약하면, 학생들은 잘못된 주장을 정정하기 위해, 불명확한 내용을 명료화하기 위해, 개념을 확장하기 위해 주장을 정정하는 것으로 나타났다. 이는 학생들이 상대방의 주장과 증거에 대해 논의하기 위해 주장이 의문에 대한 올바른 답을 제시하는 것인지, 주장에 대한 증거를 실험에 의한 관찰 사실만을 토대로 과학적이고 논리적으로 제시하는 것인지와 같은 인식론적 인지의 하위 요소들을 고려하였기 때문이라고 해석할 수 있다.

또한 주장 변경의 유형별 빈도수를 분석한 결과, 잘못된 주장을 정정하기 위해서 주장을 변경한 경우가 50회(52.6%)로 가장 비율이 높았고, 개념 확장 유형이 27회(28.4%), 불명확한 내용의 명료화 18회(19.0%)의 순으로 나타났다(Table 7).

학급별로 살펴보면, A반 14명 학생들이 주장을 변경한 유형은 잘못된 주장의 정정 유형은 없었고, 불명확한 내용의 명료화 유형이 주제 4에서 1명, 개념 확장 유형이 주제 1, 5에서 13명으로 나타났다. B반 20명 학생들이 주장을 변경한 유형은 잘못된 주장의 정정 유형이 주제 1, 2, 4, 5에서 16명으로 나타났고, 불명확한 내용의 명료화 유형은 없었으며, 개념 확장 유형이 주제 4, 5에서 4명으로 나타났다. C반은 B반과 마찬가지로 불명확한 내용의 명료

화 유형은 없었으며 잘못된 주장의 정정 유형이 주제 1에서 17명, 개념 확장 유형이 주제 5에서 6명이 있었다. D반 38명 학생들은 잘못된 주장의 정정 유형이 주제 1, 5에서 17명, 불명확한 내용의 명료화 유형이 주제 2, 3, 4, 5에서 17명, 개념 확장 유형이 주제 5에서 4명으로 나타났다.

이상의 연구 결과를 종합해 볼 때 학생들은 지식의 원천으로서 사용하는 증거의 출처로는 주로 실험 자료를 활용하였으며, 주제에 따라서 개인적인 경험이나 과학적 원리에 기반을 두기도 하였다. 주제에 따른 지식 정당화의 수준은 비슷했으나 주장 정당화의 하위 평가 요소에서는 차이를 보였는데, 주장 타당성, 증거 타당성, 논의과정 요소의 사용 수준은 높았지만 반박 타당성의 수준은 낮게 나타났다. 마지막으로 주장을 변경하는 유형으로는 잘못된 주장을 정정하는 경우가 가장 많았으나, 불명확한 내용을 명료화하거나 개념을 확장하는 경우도 관찰되었다.

결론 및 제언

이 연구는 논의기반 탐구 과학수업의 학급 논의 활동에서 나타나는 중학생들의 인식론적 사고의 특징을 알아보는 것을 목적으로 하였다. 이를 위하여 5개 주제에 대한 논의기반 탐구 과학수업의 수업 동영상, 전사본 및 활동지를 수집하여 분석하였으며, 연구로부터 얻은 결론은 다음과 같다.

먼저 논의기반 탐구 과학수업에서 학생들은 주장에 대한 증거를 제시하기 위해 공통적으로 실험에 의한 관찰 사실을 활용하였으며, 동시에 주제에 따라 일상적 경험이나 개인적 견해 또는 과학적 이론이나 법칙을 토대로 추가 증거를 제시하기도 하였다. 이는 학생들이 주장과 증거에 대한 타당성을 높이기 위해 다양한 지식의 원천을 고려하였음을 의미한다. 또한 학생들은 학급 논의를 통해 모둠의 주장을 주장의 타당성에 근거하여 평가하였으며, 잘못된 주장을 정정하거나 명확하지 않고 제한적인 의미를 포함하는 경우 주장을 변경하는 모습을 보여주었다. 학생들이 주장을

Table 7. Claim change type of students who changed their group claim

주제	A				B				C				D			
	(1)	(2)	(3)	소계	(1)	(2)	(3)	소계	(1)	(2)	(3)	소계	(1)	(2)	(3)	소계
주제 1	-	-	8	8	4	-	-	4	17	-	-	17	16	-	-	16
주제 2	-	-	-	0	5	-	-	5				0	-	6	-	6
주제 3	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	6	-	6
주제 4	-	1	-	1	1	-	3	4	-	-	-	0	-	3	-	3
주제 5	-	-	5	5	6	-	1	7	-	-	6	6	1	2	4	7
합계	0	1	13	14	16	0	4	20	17	0	6	23	17	17	4	38

* (1) 잘못된 주장의 정정 유형, (2) 불명확한 내용의 명료화 유형, (3) 개념 확장 유형

변경한다는 것은 지식의 정당화 측면을 바탕으로 주장과 증거의 타당성을 살핀 결과이므로, 이는 학생들이 논의기반 탐구 과학수업을 통해 과학지식의 인식론적 본성 측면을 경험하였다고 볼 수 있다. 다만 이 연구에서는 학생들이 논의기반 탐구 과학수업을 경험하면서 주장 타당성 측면에서 큰 변화가 드러나지는 않았다. 하지만 주장과 증거 단계에서 교사들은 학생들이 주장을 제시하기 위한 증거로서 직접 설계한 실험의 관찰 결과를 활용할 것을 강조하는데, 이는 학생들이 자신의 주장을 과학적이고 논리적으로 제시하는 방법에 대해 사고하게 하여 타당성 높은 주장을 제시하는 데 어느 정도 긍정적인 영향을 미쳤으리라 판단된다.

과학의 인식론적 본성에 대한 수준 높은 이해는 과학교육의 목표³⁴이므로, 과학적 지식의 잠정성, 복잡성 및 상호 의존성, 증거 의존성을 이해하고 과학지식이 사회적으로 구성된다는 것을 이해하는 것은 과학 교육에서 반드시 고려되어야 한다.^{34,35} 논의기반 탐구 과학수업은 제시된 상황과 맥락을 고려하여 학생들이 자신의 의문을 만드는 활동에서 시작된다. 자신의 의문은 모듈과 학급의 논의를 통해 학급의 의문이라는 합의된 학습 목표로 발전하게 되며, 이를 해결하기 위하여 여러 가지 조건을 고려한 실험을 설계하고 수행한다. 이후 관찰을 통해 발견된 증거들을 바탕으로 새로운 과학 지식인 주장을 만들게 되며, 주장을 정당화하기 위한 증거를 세우고 주장과 증거의 타당성과 일관성을 검증하는 절차로서 학급 논의가 이루어진다. 이후 읽기 단계에서 과학적 자료를 통해 주장과 증거의 타당성은 한 번 더 평가를 받게 되며, 이 모든 과정이 학생들의 반성 글쓰기에 반영되어 자신의 생각 변화를 점검하고 생각을 변화시킨 요인에 대해 성찰하게 된다. 이와 같이 지식 주장을 만들기 위해 논의에 참여하는 논의기반 탐구 과학수업은 학생들이 과학이 갖는 인식론적인 기반에 대한 이해를 높일 수 있다. 특히 논의기반 탐구 과학수업의 논의 과정은 주장과 증거의 타당성을 평가하고, 상대방의 주장을 반박하기 위해 증거를 주장과 관련시키고, 증거를 비교하고 평가하게 되는 지식의 추론 과정이므로, 과학 지식이 논의를 통해 합의된 지식이며 나아가 과학의 인식론적 본성에 대한 이해를 높이는 데 효과적이라고 볼 수 있다. 게다가 학생들은 논의기반 탐구 과학수업의 모듈별 또는 학급 논의 활동을 통해 앎을 정당화하는 과정에서 축적된 지식 주장의 진실성과 타당성을 사전 지식 및 이용 가능한 다른 정보와의 일관성을 기반으로 검증³⁶하게 된다. 또한 인과관계 주장을 지지하거나 반박할 증거를 사용³⁷하며, 증거에 기초한 모델을 구축하거나 개정³⁸하고, 과학 담론의 특징에 기초하여 대립하는 과학적 주장의 신뢰성을 판단³⁹한다. 이러한 활동은 모두 학생들이 인식론

적 전략을 경험하고 학습하는 것으로, 논의기반 탐구 과학수업의 학급 논의 활동이 학생들의 인식론적 사고를 활성화하는 데에도 긍정적인 영향을 미친다고 볼 수 있다.

유의미한 과학 학습을 위하여 학생들을 논의 활동에 참여시키는 것은 중요하지만 학생들이 관련 과학 개념이나 이론적 배경 지식이 없으면 논의 활동에 참여하기 어렵다⁴⁰는 선행 연구가 있다. 이러한 관점에서 논의기반 탐구 과학수업은 학생들에게 특별한 사전 지식이나 기능 없이 흥미와 호기심을 바탕으로 대화와 글쓰기를 통해 스스로 생각할 수 있는 기회와 지식 구성을 경험하게 하므로 과학 학습에 어려움을 겪는 학생들에게 도움이 될 것이다. 또한 지식 구성을 위해 증거를 들어 주장을 말하고, 주장을 정당화하기 위해 사용하는 증거의 타당성을 평가하는 논의 기반의 활동을 통해 학생들은 인식론적 변화를 경험하고 동시에 과학의 본성에 대한 이해 또한 높일 수 있을 것이다.

Acknowledgments. 이 논문은 2016년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2016 S1A5A2A03926990).

REFERENCES

1. Yao, J.; Guo, Y. *Journal of Research in Science Teaching* **2018**, *55*, 299.
2. Kwak, Y. S. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2012**, *32*, 855.
3. Henderson, J. B.; McNeill, K. L.; Gonzalez-Howard, M.; Close, K.; Evans, M. *Journal of Research in Science Teaching* **2018**, *55*, 5.
4. Kang, S. M. *Characteristics of Argumentation Components in Solving Processes of the Scientific Argument Tasks*. Master Thesis, Korea National University of Education, Chungbuk, Korea, 2014.
5. Williams, J. M.; Colomb, G. G. *The Craft of Argument*; Pearson Longman Press: New York, 2007.
6. Driver, R.; Newton, P.; Osborne, J. *Science Education* **2000**, *84*, 287.
7. Osborne, J.; Erduran, S.; Simon, S. *Journal of Research in Science Teaching* **2004**, *41*, 994.
8. Asterhan, C. S.; Schwarz, B. B. *Journal of Educational Psychology* **2007**, *99*, 626.
9. Mercer, N.; Dawes, L.; Wegerif, R.; Sams, C. *British Educational Research Journal* **2004**, *30*, 359.
10. Sampson, V.; Clark, D. B. *Science Education* **2009**, *93*, 448.
11. Zohar, A.; Nemet, F. *Journal of Research in Science Teaching* **2002**, *39*, 35.
12. Nam, J. H.; Koh, M. R.; Bak, D. C.; Lim, J. H.; Lee, D. W.; Choi, A. R. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2011**, *31*, 1077.

13. Yore, L.; Bisanz, G. L.; Hand, B. M. *International Journal of Science Education* **2003**, *25*, 689.
14. Brown, J. S.; Collins, A.; Duguid, P. *Educational Researcher* **1989**, *18*, 32.
15. Osborne, J.; Erduran, S.; Simon, S.; Monk, M. *School Science Review* **2001**, *82*, 63.
16. Cavagnetto, A. R. *Review of Educational Research* **2010**, *80*, 336.
17. Kuhn, D. *Science Education* **1993**, *77*, 319.
18. Newton, P.; Driver, R.; Osborne, J. *International Journal of Science Education* **1999**, *21*, 553.
19. Sampson, V.; Clark, D. B. *Science Education* **2008**, *92*, 447.
20. Kwak, K. H. *The Characteristics of the Argumentation in Different Approaches and Contexts*. Master Thesis, Pusan National University of Education, Busan, Korea, 2010.
21. Henderson, J. B.; McNeill, K. L.; Gonzalez-Howard, M.; Close, K.; Evans, M. *Journal of Research in Science Teaching* **2018**, *55*, 5.
22. Osborne, J. *Science Education* **1996**, *80*, 53.
23. Hofer, B. K. *Epistemic Cognition as a Psychological Construct: Advancements and Challenges*. In *Handbook of Epistemic Cognition*; Greene, J. A., Sandoval, W. A., Bråten, I., Eds.; Routledge: New York, 2016.
24. Moshman, D.; Tarricone, P. *Logical and Causal Reasoning*. In *Handbook of Epistemic Cognition*; Greene, J. A., Sandoval, W. A., Bråten, I., Eds.; Routledge: New York, 2016.
25. Nam, J.; Kwak, K.; Jang, K.; Hand, B. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2008**, *28*, 922.
26. Jang, K.; Nam, J.; Choi, A. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2012**, *32*, 1099.
27. Keys, C. W.; Hand, B.; Prain, V.; Collins, S. *Journal of Research in Science Teaching* **1999**, *36*, 1065.
28. Perry, W. G. *Forms of Intellectual Development in the College Years*; Holt: New York, 1970.
29. Belenky, M. F.; Clinchy, B. M.; Goldberger, N. R.; Tarule, J. M. *Women's Ways of Knowing: The Development of Self, Voice, and Mind*; Basic books: New York, 1986.
30. King, P. M.; Kitchener, K. S. *Developing Reflective Judgment: Understanding and Promoting Intellectual Growth and Critical Thinking in Adolescents and Adults*; Jossey-Bass: San Francisco, 1994.
31. Hofer, B. K.; Pintrich, P. R. *Review of Educational Research* **1997**, *67*, 88.
32. Chinn, C. A.; Buckland, L. A.; Samarapungavan, A. L. A. *Educational Psychologist* **2011**, *46*, 141.
33. Sandoval W. A.; Millwood K. A. *What Can Argumentation Tell Us About Epistemology?*. In *Argumentation in Science Education*; Erduran, S., Jimenez-Aleixandre, M. P., Eds.; Springer: Dordrecht, 2007.
34. Elby, A.; Hammer, D. *Science Education* **2001**, *85*, 554.
35. Lederman, N. G. *Journal of Research in Science Teaching* **1992**, *29*, 331.
36. Richter, T. *Discourse Processes* **2015**, *52*, 337.
37. Sandoval, W. A.; Millwood, K. A. *Cognition and Instruction* **2005**, *23*, 23.
38. Chinn, C. A.; Buckland, L. A. *Model-Based Instruction: Fostering Change in Evolutionary Conceptions and in Epistemic Practices*. In *Evolution Challenges: Integrating Research and Practice in Teaching and Learning About Evolution*; Rosengren, K. S., Evans, E. M., Brem, S. K., Sinatra, G. M., Eds.; Oxford University Press: UK, 2012.
39. Barzilai, S.; Eshet-Alkalai, Y. *Learning and Instruction* **2015**, *36*, 86.
40. Norris, S. P.; Phillips, L. M. *Science Education* **2003**, *87*, 224.