

문제해결형 탐구실험에서 나타난 영재학생들의 논의 양상 및 논의활동에 대한 인식

신호심 · 김현주*

한국교원대학교

The Gifted Students' View on Argumentation and the Aspects of the Argumentation in Problem-Solving Type Experiment

Shin, Ho-Sim · Kim, Hyun-Joo*

Korea National University of Education

Abstract: The purpose of this study was to investigate the gifted students' view on argumentation and the aspects of the argumentation in problem-solving type experiment. As a result, very lively argumentation was identified but quality enhancement on argumentation wasn't found over time. Students made frequent use of dialogic argumentation component, and especially, request & response component was highly used. Though usage frequency is low, the component of ground & question on ground was shown in 3rd class, and simple agreement gradually reduced, and reinforcing elaboration & metacognitive question has slightly increased. Also, students' argumentation were closely related to teachers' teaching approaches as some teacher-led steps doesn't appear in students' argumentation. By comparison in steps, 'problem solving activity & result analysis' step included 2 times more argument components than the previous step. We also found that method grouping teams does not almost affect the argumentation of gifted students.

By survey results, most students recognized that they experienced free argumentation and this program activate argumentation and 'strange things' or 'difficulty' of program topics are obstacles in vitalization of argumentation. 'Surface growth experiments' was the most lively argumentation topic. The argumentation was lively made in the step of 'finding solution.' Teachers' scaffolding accelerate the argumentation and help resolve difficulties in argumentation. Thus, students have positive recognition for the argumentation process in the experiments and recognize that argumentation process is needed.

Key words: argumentation, problem-solving type experiment, gifted student

I. 서론

과학은 자연 현상을 탐구함으로써 지식을 얻는 학문으로, 과학교육에서는 과학적인 지식과 함께 탐구 방법에 대한 중요성이 강조되면서(교과부, 2008; 박국태 등, 2005), 여러 차례 교육과정의 개정에도 자연을 과학적으로 탐구하는 능력을 기르고 이러한 탐구 활동을 기초로 하여 과학의 기본개념을 이해하고 적용하는 것은 계속해서 중요한 과학교육의 목표가 되어오고 있다.

최근 전 세계적으로 과학교육에서 탐구의 중요성에 대한 재인식과 그 목적에 대한 논의 결과에서 과학탐

구는 과학적 의사소통이 이루어지는 문제해결과정이며(Watson *et al.*, 2004), 그 과학적 의사소통의 한 형태가 논의활동(argumentation)이라고 알려진 바 있다. 이는 곧 과학탐구의 핵심이 논의활동임을 의미(강순민, 2004; 김희경, 송진웅, 2004; 박영신, 2006; Driver *et al.*, 2000)하는 것으로, 우리나라 2007 개정교육과정에서도 탐구 결과의 설명이나 과학적 절차와 설명을 통한 의사소통이 강조(교과부, 2008)되고 있다.

논의활동이 중심이 되는 탐구는 관찰이나 실험을 통해 결과를 얻는 것에 그치는 것이 아니라, 이들 증거를 이론이나 설명과 연결하여 말할 수 있는 과학적

*교신저자: 김현주(hjkim21@knue.ac.kr)

**2011.01.18(접수) 2011.04.18(1심통과) 2011.06.03(2심통과) 2011.06.09(최종통과)

의사소통이 수반되는 것으로(오진아 등, 2008), 과학 교육에서의 논의활동이 갖는 주요 한 기능으로 학생들을 주요 목적이 되는 개념의 협력적 조직 활동에 참여하게 하는 것과 이 과정에서 학생들의 과학적 합리적 사고활동이 드러남으로써 형성평가가 가능하다는 것이 알려져 있는데(Erduran *et al.*, 2005), 이것은 논의활동이 과학자와 같은 탐구를 통해 과학지식이 어떻게 만들어지고 수용되는지에 대한 학습의 기능과 평가의 기능을 동시에 가지고 있음을 의미한다. 이는 곧 과학교육에서 과학이론이 어떻게 형성되는지에 대한 이해가 강조되어야 하며(Osborne *et al.*, 2004), 과학교육에서 논의과정을 통한 탐구활동이 강조되어야 함을 의미한다. 논의활동은 과학자의 활동에서 핵심적인 부분이며, 과학교육에서 논의활동의 역할은 과학자의 합의과정을 경험하게 하는 것으로(Driver & Heather, 1966), 이러한 논의활동에 대한 인식과 더불어 논의활동의 중요성이 최근 더 강조되고 있는 추세이다(Berland & Reiser, 2009; Bricker & Bell, 2009; Duschl, 2008).

그러나 학교현장의 과학탐구 활동 속에서 토의나 논의활동이 거의 활용되지 않으며(Newton *et al.*, 1999; Osborne *et al.*, 2004), 과학 교과서의 실험활동에서도 논의활동은 거의 다루어지지 않는다(김희경 등, 2003)는 지적이 계속 있어왔다. 이후 교사를 대상으로 하는 논의기술 향상 프로그램이 적용(Simon *et al.*, 2006)되거나, 학교과학교육에서의 논의활동 활용에 대한 교사대상의 인식조사(이효녕 등; 2009)가 이루어졌고, 논의활동에 대한 여러 연구들이 진행되어왔다. 그 예로 논의과정을 강조한 학습전략이 논의과정이나 학습동기 등의 요인에 미치는 영향을 알아보는 연구(강순민 등, 2006; 광경화, 남정희; 2009; 이하룡 등, 2005)와 논의과정 요소에 대한 학습이 수반되지 않은 실험수업의 상황에서 논의적 의사소통이 매우 드물거나 토론의 질이 매우 낮음을 확인한 연구(오진아 등, 2008; Watson *et al.*, 2004), 토론의 상황에서 논의상황의 특징을 에피소드 수준에서 탐색한 연구(이선경, 2006) 등도 보고되고 있다.

또한 일부 연구(Aufschnaiter *et al.*, 2008; McNeill & Pimentel, 2010; Osborne *et al.*, 2004; Simon *et al.*, 2006)에서는 논의활동을 분석하는 과정에서 기본적으로 Toulmin의 논의과정 요소가 중심이 되는 논의구조 또는 TAP(Toulmin's argument

patterns)를 이용하면서 동물원의 설립 자금제공에 대한 찬·반 논의가 이루어지는 등 사회과학적인 이슈(socioscientific issues)가 자주 등장하는 것을 볼 수 있다. 그러나 사회과학적 이슈는 개념적으로나 절차적으로 또는 기술적으로 과학과 관련된 사회적 문제로 정의되는 등 과학적 상황과는 다르며(Zeidler *et al.*, 2002), 과학적 논의활동이 사회과학적 이슈를 활용한 토론보다 과학의 본성을 더 적절히 반영한다(Driver *et al.*, 2000; Hofstein *et al.*, 2008)는 점과 과학교육 목표달성의 중심적인 방법의 하나로 구체적인 현상과 접촉하여 과학탐구를 수행할 수 있는 기회를 제고하는 실험활동이 제시된 점(Chinn & Malhotra, 2002)을 고려하여, 본 연구에서는 과학적 상황이 가장 잘 드러나는 실험활동 중 하나로 문제해결형 탐구실험을 적용하여 학생들의 논의활동에서 나타나는 논의양상을 알아보려고 하였다.

문제해결형 탐구실험을 과학적 상황의 실험활동으로 선정한 배경은, 실험과정에서 실험의 각 단계를 학생들이 스스로 이끌어 나가야 하는 것은 물론이고 이 과정에서 직면하게 되는 문제상황을 인식하고 그에 대한 해결책을 찾고 그에 따라 새로운 실험의 설계와 수행이 수반되는 문제해결형 탐구실험의 특성(임희영, 강성주, 2009; Bodner & Herron, 2002)에 근거하며, 기존의 교과서 실험과는 달리 적용과정에서 학생들의 논의를 자연스럽게 이끌어 낼 것으로 판단되었기 때문이다. 또한, 실험의 설계나 문제상황에 대한 인식, 그에 대한 해결방안 모색, 새로운 실험 설계 등 각 단계마다 학생들은 실험의 진행과 관련된 합의점 도출 및 의사결정의 상황에 직면하게 될 것으로 예상되었다. 각 단계마다 학생들은 상황에 적합하도록 고안된 자신의 생각을 드러내며, 그 의견에 대한 다른 학생들의 반응이 상호간의 논의를 이끌어내게 된다.

학생들 사이에서 이루어지는 논의활동은 선행연구들에서의 토론이나 논증, 논변활동과 본질적으로는 다르지 않으나, 본 실험수업의 특성 상 상호작용적인 요소를 더 많이 드러낼 가능성을 가지고 있어서 강순민(2004)의 정의에 따라 언어적이고 사회적인 상호작용의 추론활동을 의미하는 논의활동이라는 표현을 사용하였다. 이에 본 연구에서는 문제해결형 탐구실험의 적용과정에서 나타나는 논의활동의 특징을 논의과정 요소를 중심으로 분석하고자 한다.

더불어, 논의활동의 중요성이 강조됨에도 불구하고 학교 현장에서 논의활동이 거의 진행되지 않는 상황을 고려할 때 학생들이 논의활동에 대하여 어떻게 생각하고 있는지, 논의활동이 필요하다고 생각하고 있는지를 알아보는 것이 의미가 있다고 판단되어 본 연구에서는 논의활동이 활발하게 이루어질 것으로 예상되는 문제해결형 탐구실험의 적용한 후 논의활동에 대한 인식을 함께 알아보하고자 하였다.

본 연구 결과는 실험수업에서 논의활동의 진행 가능성과 함께 문제해결형 탐구실험이 논의활동과 관련된 새로운 수업모형으로 사용될 가능성을 보여줄 것이며, 다양한 형태의 논의활동을 시도하고자 하는 학교 현장에 논의활동에서 고려할 사항 등 다양한 측면에서 시사점을 제공할 것이다.

II. 연구방법

문제해결형 탐구실험의 적용과정에서 나타나는 논의활동 양상은 본 연구자의 수업관찰과 적용과정에서 나타나는 학생들의 언어적 상호작용을 분석하여 알아 보았고, 본 탐구실험의 적용 후에 설문조사를 통하여 학생들의 논의활동에 대한 인식을 알아보았다.

1. 연구대상

경기도 K시 고등학교 과학영재학급 소속의 1학년 19명을 대상으로 2010년 5월부터 6월까지 1차시에 3시간씩 총 3회에 걸쳐 문제해결형 탐구실험을 적용하고 수업관찰, 녹화 및 녹음, 사후 설문조사를 실시하였다. 문제해결형 탐구실험은 실험활동에서 발생하는 문제를 찾는 과정에서 비판적 논리적인 사고력이 필요하며, 문제해결을 위한 아이디어의 제안 또는 기존 지식이나 개념과의 연관에 창의적인 사고가 필요하므로 창의적 사고력과 인지수준이 높고 과제 집착력이 뛰어난 과학영재에게 적용하는 것이 적합(김지영 등, 2008; Sternberg, 1988)하다고 판단하여 본 연구는 고등학교 과학영재들을 대상으로 실시하였다.

연구대상은 모두 19명이었으나 수업에 한 번도 빠지지 않고 참여한 17명을 대상으로 사후에 설문조사를 실시하였고, 연구대상 중 본 탐구실험의 적용 전에 논의관련 학습경험이 어느 정도인지를 알아본 결과, 논의학습 경험이 많은 학생이 2명, 1~3회 정도 경험

해본 학생이 5명으로 41%로 나타났고, 논의학습 경험이 전혀 없는 학생도 10명으로 확인되었다(그림 1). 학습 경험의 구체적인 상황은 다른 실험수업이나 토론 수업, 의견 발표, 학원이나 캠프를 통해서였다.

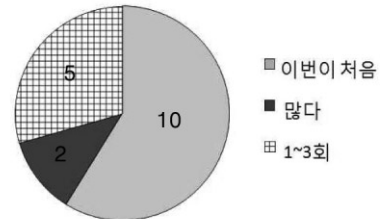


그림 1 연구대상의 논의관련 학습정도

2. 문제해결형 탐구실험

중·고등학교 차시수업에서 관찰 실험활동과 토론이 병행되는 방법을 도입하여 운영할 필요가 있으며(이효녕 등, 2009), 학생들에게 실험과정에서 논의활동의 조건을 제공해주면 실험수업에서도 유의미한 토론활동을 진행할 수 있다(이정수 등, 2005)는 연구결과를 바탕으로 실험수업에서 논의활동이 이루어질 수 있는 방안을 고려하였고, 질적으로 수준 높은 언어적 상호작용을 유도하기 위해서 실험활동에 포함된 학습주제나 과정이 비판적 사고력이나 문제해결력 등을 바탕으로 해야 한다는 선행연구(이은경, 강성주, 2008)로부터 문제해결형 탐구실험에서 논의활동이 진행될 가능성을 확인하였다.

문제해결형 탐구실험은 과학자가 경험하는 탐구과정을 모방하여 실험 수행에서 한계에 부딪히는 문제를 인식하고 해결책을 찾기 위해 학생 스스로 연구문제, 실험설계들의 과정을 수행하도록 구성하여 학생들이 탐구를 통해 문제해결 과정을 경험하게 하고, 새로운 실험방법으로 문제를 해결해나가도록 구성한 실험이다(임희영, 강성주, 2009; Bodner & Herron, 2002). 이 실험 형태의 핵심요소는 문제상황의 발생이며, 문제의 해결과정에서는 명확한 정답이 정해져 있는 것이 아니라 다양한 방향으로 해결이 가능하며(강성주 등, 2011; 이은경, 강성주, 2006), 집단 내의 실제 토의를 통해 해결책이 산출되기 때문에 문제상황에서 학습자들이 서로 이의를 제기하면서 개념을 정교화할 수 있는 많은 기회를 갖게 된다(Barrows, 2002).

문제해결형 탐구실험의 각 단계별 활동을 구체적으로 살펴보면, 관심 있는 현상을 제시하여 결과를 ‘예상’ 해보고, 그 현상을 과학적으로 설명할 수 있는 방법에 대한 ‘탐색’ 과정을 거친다. 탐색의 과정에서 고안한 연구 방법을 토대로 실험 ‘활동’과 ‘결과 분석’이 이루어지는데 이 때 활동 중이나 연구 결과에서 새로운 의문점이나 ‘문제상황 발견’을 하게 되면, 그 문제상황을 해결할 수 있는 ‘해결방안모색’의 단계를 거쳐 ‘문제해결활동’을 다시 진행하게 된다. 이 과정에서 문제가 바로 해결되어 현상을 과학적으로 설명하는 과정이 끝나거나, 또는 새로운 문제의 발견으로 다시 해결 방안을 찾아내는 과정을 반복적으로 진행하여 최종적으로 처음 제시된 현상에 대해 문제가 해결되어 과학적인 결론에 도달한다. 문제상황의 발견과 해결과정은 몇 번이고 반복되어 진행될 수 있다(강성주 등, 2011).

이상의 단계를 적용하여 문제해결형 탐구실험으로 개발된 ‘주기가 일정한 흔들기 만들기’와 ‘표면성장 실험’, ‘메트로놈의 동기화 현상’의 세 주제(강성주 등, 2011; 신호심, 김현주, 2009)를 선택하여 각 주제당 3시간씩 3회에 걸쳐 적용하였다. 학습주제는 다르지만 공통적으로 실험과정에서 직면하게 되는 문제상황을 해결하여 문제해결과정을 거치도록 구성된 탐구실험으로, 본 연구에서는 학습에 소요되는 시간적인

제약을 고려하여 한 번의 문제해결과정을 거쳐 결론에 도달하도록 하였다. 각 주제별 탐구실험의 단계별 구체적인 내용은 표 1과 같다.

3. 수업적용

수업은 교직경력 6년의 영재학급 담당교사가 실시하였고 본 연구자는 관찰자이면서 자유스러운 분위기에서 실험이 진행되도록 유도하는 역할을 하면서 학생들의 활동에 직접적으로 관여하지는 않았다. 학습자 사이의 활발한 상호작용을 유도할 수 있는 실험활동의 형태가 소집단(강경희 등, 2004; 성숙경, 최병순, 2007)임을 고려하여 학생들은 3~4명이 소집단을 이루어 5개 조로 실험활동 및 논의활동을 진행하였다.

본 실험의 적용과정에서 문제해결형 탐구실험과 논의활동에 대한 안내를 따로 실시하지 않았기 때문에 학생들이 실험의 진행 및 그 과정에서 진행되어야 할 논의활동에 있어 예상치 못한 어려움이 발생할 가능성을 고려하여, 영재수업 담당교사의 추천으로 다른 학생들에 비해 학업성취가 높고 평소 수업에서 자신의 의사를 잘 표현하는 학생 세 명을 중심으로 1개 소집단(1조)을 구성하였다. 이외 4개의 소집단은 일반적인 실험수업에서 집단의 구성형태와 동일하게 자신의

표 1
문제해결형 탐구실험의 단계별 내용

단계	주제	주제에 따른 단계별 세부내용		
		주기가 일정한 흔들기 만들기	표면성장 실험	메트로놈의 동기화 현상
예상하기	진자의 주기에 영향을 주는 요인 확인	시간에 따라 경계면의 거칠기가 증가하는 현상에 대한 확인	다양한 읽기자료를 이용하여 동기화 현상 확인 및 관련현상 찾아보기	
탐색하기	각 요인별 주기 측정 실험 설계	일정시간간격으로 최고점과 최저점의 높이차를 측정하는 실험설계	메트로놈을 이용하여 동기화를 위한 실험설계	
실험 및 결과 분석	실험수행 및 결과 분석	실험수행 및 결과분석	실험수행 및 결과분석	
문제상황발견	진자의 등시성이 성립하지 않음을 발견	실험과정에서 오차를 발생시키는 다양한 문제상황 발견	메트로놈의 동기화가 잘 이루어 지지 않는 문제상황발견	
해결방안 모색	사이클로이드를 이용한 흔들기 만들기 확인 및 실험설계	카메라 촬영, 비디오 촬영 분석 등의 해결방안 모색	동기화 동영상을 보고 동기화에 영향을 주는 요인에 대한 탐색	
문제해결활동 및 결과분석	사이클로이드 제작 및 실험, 결과 분석	카메라 촬영을 이용한 실험수행 및 결과분석	동기화에 영향을 주는 한 요인을 선택하여 실험활동 수행 및 결과분석	
문제해결	진자의 등시성 확인	시간에 따라 경계면의 높이차가 증가하는 현상 설명으로 결론	동기화 확인 및 정리	

의사표현에 적극적이거나 논의를 주도할 만한 리더가 1명 이상 포함되도록 하였다.

또한 문제해결형 탐구실험의 형태에 익숙하지 않은 학생들의 상황을 고려하여 1차시에는 각 단계마다 교사의 적절한 안내가 이루어지도록 하였고, 교육과정에서 다루지 않는 개념이 추가 되는 2, 3차시는 개념의 소개와 관련된 일부 단계와 교사의 주도하에 전체적으로 논의활동이 이루어지도록 하였다.

4. 논의양상 및 설문조사 분석

학생들의 논의활동을 보다 자세히 알아보기 위하여 본 연구자가 매 수업마다 수업관찰을 실시하였고, 학생들의 세부적인 활동과정과 언어적 상호작용 자료는 조별비디오 촬영 및 개인별 녹음으로 수집하였다. 매 수업이 끝난 직후 관찰일지를 작성하였고, 두 개 조의 녹음 및 녹화 자료는 전사하여 분석에 이용하였다.

3회에 걸친 적용과정에서 일부 학생들이 개인적인 사정으로 수업에 참석하지 못하는 문제가 발생하였고, 일부 소집단의 구성원은 아주 작은 소리로 대화하거나 말을 거의 하지 않고 실험활동을 수행하는 등의 특징이 발견되었다. 이에 논의양상은 두 개조를 선택하여 알아보았는데, 소집단 구성에 따른 차이도 함께 알아보기 위하여 다른 조보다 논의가 활발한 학생들로 수업담당교사의 추천을 통해 구성된 소집단인 1조와 3차시 내내 구성원이 한 명도 빠지지 않았으며 논의가 활발했던 5조를 선택하였다.

녹음 및 녹화자료의 분석과정에서 학생 개개인의 녹음자료를 기본으로 논의과정을 전사하였고, 녹음 자료만으로 전사가 어려운 경우 소집단별 녹화자료를 참고하였다. 수업 중 학생들 사이의 논의과정을 분석하기 위한 분석틀의 선택과정에서 탐구실험의 진행 중 쌍방향적인 대화가 많이 일어나는 것에 착안하여 Toulmin의 논증구조에 대화적 논의 요소를 첨가한 설명적 논의과정(explanatory argumentation)요소와 대화적 논의과정(dialogic argumentation) 요소 분석틀(강순민, 2004)을 이용하였다(표 2). 여기서 설명적 논의 과정은 자신의 생각을 다른 학생들에게 설득시키기 위해 사용한 진술들로서 독백적 논의, 수사적 논의, 그리고 개인적 행위와 상응하는 과정이며, 대화적 논의과정은 다른 학생의 생각에 긍정적인 관심을 보이거나 반박하는 등 사회적 행위와 상응하는

과정이다. 쌍방향적인 경우의 모든 대화가 대화적 논의과정에 해당하며(강순민 등, 2006), 논의과정 요소 분석틀은 14개로 세부 논의과정 요소로 구성되어 있다.

전사된 학생들의 언어는 논의과정 요소에 해당되는 것들만을 선택하여 각각을 세부 논의과정 요소로 분류하였고, 연구자 1인이 논의과정 요소로 1차 코딩한 자료를 바탕으로 하여 교육전문가 1인, 석사과정 과학교사 2인이 함께 코딩내용의 적절성을 검토하는 과정을 수차례 반복하였다. 자료의 정교화 및 객관성 확보를 위해 전사본을 추가적으로 2회에 걸쳐 새롭게 코딩하였고, 3차 코딩자료는 2차 코딩 자료와 거의 일치됨을 확인하였다.

탐구실험의 적용이 모두 끝난 후 논의활동에 대한 학생들의 인식을 알아보기 위하여 본 연구에서 개발한 설문지를 이용하여 설문조사를 실시하였다. 설문지의 문항은 리커트 형태와 서술형 또는 단답형이 혼합되어있으며 각 응답에 대한 이유까지 기술하게 하였다. 설문지는 크게 4개의 영역에서 8개 질문으로 구성되어 있고, 질문의 구체적인 내용은 다음과 같다.

논의활동에 대한 학생들의 인식을 알아보기 위한 첫 번째 질문은 프로그램 전반에 걸쳐 논의가 자유롭게 이루어졌는지를 알아보기 위한 것으로 세부 주제별로 응답할 수 있도록 형식을 구성하였다. 두 번째 질문은 프로그램이 논의를 활성화시키는지에 대한 인식을 알아보기 위한 것으로, 논의 활성화에 영향을 주는 요인을 함께 알아보기 위하여 주제별 논의활동 정도와 난이도 및 단계별 논의활동 정도에 대한 세부문항까지 포함하여 총 4개의 질문으로 구성되었다. 세 번째 질문은 논의활동 과정에서 제공된 교사의 도움 정도 및 도움형태를 알아보기 위한 설문 문항이고, 마지막 네 번째 질문은 실험수업에서 논의활동이 진행되는 것에 대하여 긍정적으로 생각하는지를 알아보기 위한 문항이다. 개발된 설문지는 과학교사 2명에게 예비검사를 실시하여 수정하는 과정을 거쳤고, 최종 설문지는 교육전문가 1명, 석사과정 과학교사 2명과 의 논의로 정교화 하였다.

설문문항의 분석과정에서 리커트형 문항은 '매우 그렇다' 5점, '그렇다' 4점, '보통이다' 3점, '아니다' 2점, '매우 아니다'를 1점으로 점수화하여 각 문항에 대한 평균을 계산하였고, 응답이유나 서술형 문항에 대한 응답은 유사한 것끼리 유형화하는 과정을

표 2
논의과정 요소 분석틀 (강순민, 2004)

구분	논의과정 요소	정의
설명적 논의과정	주장(C; claim)	주장하는 사람이 자신의 견해를 밝히는 하나의 진술 혹은 타인의 지지를 얻어내기 위해 내세운 하나의 진술
	근거(G; ground)	주장을 도출하기 위한 논거로서 사실이나 예, 자료 혹은 개인적인 견해들
	보장(W; warrant)	제시된 근거가 주장을 정당화할 수 있는 정당한 이유
	보강(B; backing)	근거와 보장에 보다 더 자세한 자료를 제공하는 지지문
	한정(Q; qualifier)	논증의 강도를 표현하는 진술문
	반증(R; rebuttal)	주장이 의심받는 근거나 자신의 논증에 반대되는 잠정적인 논증
대화적 논의과정	주장질문(QC; question on claim)	상대방의 주장에 대해서 왜 그렇게 주장했는지를 묻는 질문
	근거질문(QG; question on ground)	상대방의 근거에 대한 질문
	단순반박(SO; simple opposition)	근거 없이 상대방의 의견에 반대하는 진술문
	근거반박(GO; ground opposition)	근거를 대며 상대방의 의견에 반대하는 진술문
	요청 및 요청응답(RR; request & response)	주장질문이나 근거질문 외 문제 상황의 재설명이나 용어에 대한 설명 등 특정 응답을 요구하고 응답하는 진술문
	단순호응(SA; simple agreement)	짧은 반응으로 상대방의 주장이나 근거에 긍정적으로 반응하는 진술문
	강화 및 정교화(RE; reinforcing & elaboration)	상대방 또는 자신의 주장이나 근거를 보충하거나 재정리하여 긍정적으로 반응하는 진술문
	메타질문(MQ; metacognitive question)	상대방 혹은 모둠의 논의과정에 대해 다시 생각하게 하는 질문

거쳐 학생들의 인식을 알아보았다.

도를 표시하였고, 주제별 논의과정 요소는 빈도와 비율을 함께 표시하여 표 3에 제시하였다.

Ⅲ. 연구결과 및 논의

1. 논의 양상

학생들의 논의활동에서 나타나는 특징을 확인하기 위하여 실시한 수업관찰은 매 수업직후 관찰일지 작성으로 기록되었고, 학생들 사이에서 언어적인 상호작용으로 드러나는 논의활동의 특징은 두 개 조의 녹음 및 녹화 자료의 전사 및 분석으로 알아보았다.

모든 수업에 빠짐없이 참여한 1조와 5조의 구성원 7명의 논의활동에서 나타나는 언어적 상호작용을 논의과정 요소를 중심으로 분석하여 학습 단계별로 빈

1) 전체 논의 양상 및 주제별 특징

표 3의 결과에서 볼 수 있는 것과 같이 대화적 논의과정 요소 빈도가 2차시에 증가했다가 3차시에 다시 감소한 반면 논의과정 요소의 총 빈도는 차시에 따라 감소하는 양상을 보여주고 있다. 이러한 결과가 나타난 원인은 수업관찰 결과에서 유추할 수 있는데, 1차시에 학생들은 실험을 수행하고 결과를 분석하는 과정에서 실험대 설치방법에 대한 논의가 긴 시간동안 진행되는 등 아주 세세한 부분에서도 지속적으로 서로 의견을 주고받는 모습이 관찰되었고, 이러한 결과는 학생들의 논의가 주로 실험의 수행과 관련된 '활동 및 결과분석' 과 '문제해결활동 및 결과분석'의 단계

표 3
전체 논의 양상

차시 (주제)	논의과정요소 단계	설명적 논의과정 요소						대화적 논의과정 요소						소계	총계		
		C	G	W	B	Q	R	QC	QG	SO	GO	RR	SA			RE	MQ
		주장	근거	보장	보강	한정	반증	주장 질문	근거 질문	단순 반박	근거 반박	요청 및 요청응답	단순 호응			강화 및 정교화	메타 질문
1차시 (주기가 일정한 혼들이 만들기)	예상 및 탐색하기							0								0	0
	활동 및 결과분석	169	16					185	2	35	14	129	51	19	9	249	444
	문제상황발견							0				4				4	4
	해결방안모색							0								0	0
	문제해결활동 및 결과분석	204	11				1	216	7	54	42	129	73	30	8	343	559
	결론							0								0	0
계 (비율)	373 (37.04)	27 (2.68)				1 (0.10)	401 (39.82)	9 (0.89)	89 (8.84)	56 (5.56)	262 (26.02)	124 (12.31)	49 (4.87)	17 (1.69)	606 (60.18)	1007 (100)	
2차시 (표면 성장 실험)	예상하기	71	3					74	7	12	4	125	26	16	16	206	280
	탐색하기	63	4					67	4	14	17	72	20	29	7	163	230
	활동 및 결과분석	103	9					112	7	18	7	137	29	16	2	216	328
	문제상황발견	12						12	0			1	9	3	2	15	27
	해결방안모색	14						14	1	1	8	9	11	16		46	60
	문제해결활동 및 결과분석	4						4		1	1	6	4	1		13	17
계 (비율)	269 (28.26)	17 (1.79)					286 (30.04)	19 (2.00)	46 (4.83)	38 (3.99)	361 (37.92)	97 (10.19)	80 (8.40)	25 (2.63)	666 (69.96)	952 (100)	
3차시 (메트로놈의 동기화 현상)	예상하기	9	1					10		4	1	14	4	3	1	27	37
	탐색하기							0								0	0
	활동 및 결과분석	30						30	2	2	1	17	2	4	2	30	60
	문제상황발견							0							1	1	1
	해결방안모색	58	3					61	3	13	9	35	11	9	5	88	149
	문제해결활동 및 결과분석	124	7			1		132	1	29	7	62	29	10	4	142	274
계 (비율)	229 (42.88)	11 (2.06)			1 (0.19)		241 (45.13)	6 (1.12)	3 (0.56)	48 (8.99)	18 (3.37)	131 (24.53)	47 (8.80)	27 (5.06)	13 (2.43)	293 (54.87)	534 (100)

에 집중되어 나타난 논의양상 분석 결과에서도 드러난다. 반면에 2차시에서는 1차시에 지속되었던 실험 수행과 직접적으로 관련된 논의는 점차 줄어든 대신, 새로운 학습주제와 관련하여 실험의 계획 단계에서부터 활발하게 의견을 주고받는 학생들의 모습이 확인

되었고 이러한 결과는 대화적 논의과정 요소 빈도가 높게 나타난 결과에서 드러난다. 3차시에서는 어렵고 생소한 이론과는 달리 실제 실험에서는 메트로놈을 이용한 간단한 실험을 이용하였고 대부분의 학생들은 문제상황을 쉽게 해결하여 다른 수업에 비해 논의활

동의 시간이 짧았던 것이 전체 논의과정 요소 빈도가 낮게 나타나는 결과에 영향을 준 것으로 보인다.

아주 일부뿐이기는 하지만, 차시에 따른 몇 가지 차이는 1, 2차시에는 전혀 없었던 한정(Q)과 근거질문(QG)이 낮은 빈도이기는 하나 3차시에서만 나타났고, 차시가 진행됨에 따라 단순호응(SA)의 비율이 줄면서 강화 및 정교화(RE)와 메타질문(MQ)의 비율이 약간 높아졌다. 또한 학습 단계별 전체 논의 양상을 보면 1차시보다는 2, 3차시에서 학생들의 논의가 더 여러 단계에서 진행되어 실험의 수행에 따른 세부적인 논의만이 아닌 실험의 계획이나 문제해결방안 등 다양한 논의가 진행되었음을 예측할 수 있다. 이러한 결과는 논의과정 요소에 대한 학습이 포함된 연구에서 차시별로 대화적 논의과정 요소의 빈도가 증가하는 양상을 보였던 선행연구(곽경화, 남정희, 2009)와는 달리, 본 연구가 논의과정 요소에 대한 학습 없이 진행되었고 차시가 진행됨에 따라 실험에서 직면하는 문제상황과 그에 대한 해결과정에 학생들이 적응하면서 차시에 따라 오히려 전체적인 논의 빈도는 줄어들었고 주제가 갖는 특성의 차이가 차시에 따른 논의의 질에 차이를 만들지 않은 것으로 보인다.

전체 논의과정 요소 중 가장 빈도가 높은 것은 주장(C)으로 나타났으며, 주장이 많은 것에 비해 그에 대한 근거비율은 매우 낮게 나타나는 등 선행연구 결과(강순민, 2004; 이효녕 등, 2009)와 큰 차이는 보이지는 않았으며, 대체적으로 주장을 제외한 설명적 논의과정 요소의 사용비율이 매우 낮게 나타났다. 이에 비해서 모든 차시에서 대화적 논의과정 요소의 비율이 설명적 논의과정요소의 비율보다 높으며 그 중에서도 특히 요청 및 요청응답(RR)의 비율이 높게 나타난다. 이러한 특징은 주제에 따른 세부 논의과정 요소 중 빈도가 높은 상위 다섯 요소에 대한 비교 결과를 나타낸

그림 2에서 더 잘 드러나는데, 빈도가 가장 높은 주장(C)도 부분적으로 주제에 따라 차이가 있고, 주장을 제외한 상위 네 요소는 요청 및 요청응답(RR), 단순호응(SA), 단순반박(SO), 강화 및 정교화(RE)로 모두 대화적 논의과정 요소로 나타났으며, 단순호응(SA)의 빈도는 점차적으로 낮아지는 것이 확인된다. 이상의 결과와 학생들의 논의가 좀 더 여러 단계에서 실험의 수행에 따른 세부적인 논의뿐만 아니라 실험의 계획이나 문제해결방안 등에서 다양한 논의가 진행되었던 점을 함께 고려하면, 학생들이 서로서로 용어나 문제상황 등의 재설명을 요청하고 이에 대한 요청응답을 하는 과정에서 논의과정을 스스로 점검(Anderson *et al.*, 2001)하면서 이 과정에서 생겨난 주제에 대한 개념적 이해가 학생들의 논의를 더 활발하게 하게 했을 것으로 보인다.

2) 실험 단계별 논의과정

문제해결형 탐구실험의 적용과정에서 학생들은 논의상황에 대한 합의점에 도달하는 것에 어려움을 겪는 등 논의학습 경험부족으로 인한 어려움과 익숙하지 않은 문제해결형 탐구실험의 형태에서 어려움을 겪었다. 그럴 때마다 전체적으로 또는 소집단별로 상황에 맞는 적절한 교사의 도움이 제공되었다. 1차시에서는 문제해결형 탐구실험의 첫 시간이어서 학생들이 겪는 어려움이 더 컸고, 그로 인해 일부 단계가 교사에 의해 안내되는 모습이 자주 눈에 띄었다. 교사의 개입이 가장 적었던 단계는 학생들이 실험을 수행하고 결과를 확인하는 ‘활동 및 결과분석’의 단계로, 이 단계에서 학생들은 주로 실험수행과 관련된 활발한 논의활동을 진행하였다. 2차시 수업에서는 새로운 주제를 인식하는 ‘예상하기’ 단계의 실험과 실험의 설계 및 수행, 문제상황의 발견과정에서 학생들의 활발한

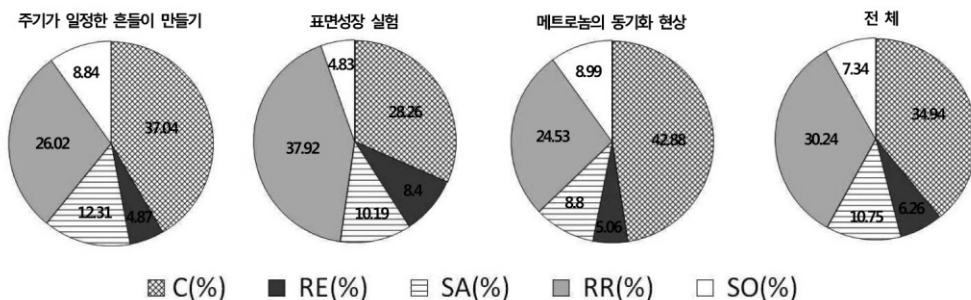


그림 2 주제별 세부 논의과정 요소 비율(상위 5요소)

논의활동이 나타났으나, 초기 단계의 논의에 많은 시간이 할애되면서 후반의 일부 단계가 교사 주도의 전체 논의로 마무리되었다. 3차시에서는 처음 다루어보는 새로운 주제에 대한 안내부터 초기 단계에 교사의 안내가 있었고 문제상황의 발견에서 해결에 이르는 과정이 교사의 동영상 제시로 이루어졌다.

이상의 관찰결과는 1차시에 논의과정 요소가 ‘활동 및 결과분석’, ‘문제해결활동 및 결과분석’의 두 단계에 집중되어 나타나는 논의양상 분석결과에서 그대로 드러나며, 2차시와 3차시에서도 교사의 개입이 많은 부분일수록 논의과정 요소 빈도가 거의 없거나 줄어든 것이 확인된다. 이러한 결과는 연구대상의 사전 논의경험이 매우 적었던 점, 새로운 주제가 주는 어려움 등에서 기인하는 것으로 생각되며, 교사의 수업접근 방식이 학생들의 논의활동에 영향을 미친다는 선행연구(오진아 등, 2008; 오필석 등, 2007; 최병순, 신애경, 2006)와 같다. 학생들이 많은 논의활동 경험을 통해 논의활동에 익숙해진다면 교사의 개입이 적어지면서 이러한 관련성을 보이지 않을 것으로 보인다.

학생들의 논의가 활발하게 진행된 단계로 “활동 및 결과분석”과 “문제해결활동 및 결과분석”을 보면 또 하나의 특징이 확인된다. 학생들의 ‘결과분석’이 ‘활동’의 단계에서 거의 동시에 진행되어 ‘활동 및 결과분석’은 한 단계로 묶어 논의양상 분석을 실시하였고, 시간상의 문제로 문제해결활동이 교사의 자료제시로 이루어진 2차시는 본 분석에서 제외하였다. 단계의 비교에서 2차시가 제외되는 문제가 있기는 하지만 1, 3차시만의 결과만의 비교에서도 차이가 드러난다. ‘활동 및 결과분석’ 단계에서 만족할 만한 결과를 얻지 못하거나 문제상황에 봉착하게 되어 새로운 ‘문제해결활동 및 결과분석’의 단계를 거치게 되는 것이 문

제해결형 탐구실험의 핵심이라고 볼 수 있는데, 실제 이 두 단계의 논의 양상은 양과 질 모두에서 차이가 있었다. ‘문제해결활동 및 결과분석’ 단계에서 이전의 ‘활동 및 결과분석’의 단계보다 2배 많은 논의과정 요소를 사용한 것이 확인되었고, ‘문제해결활동 및 결과분석’ 단계에서 다른 요소들에 비하여 반박(SO, GO)의 빈도가 약간 더 높게 나타났다. 반증이 높은 수준의 논의과정 요소(Osborne *et al.*, 2004)인 것과 같이 반박도 질 높은 논의과정 요소(강순민, 2004;곽경화, 남정희, 2009)에 해당된다는 점에서 비록 본 연구 결과가 2개 차시를 이용한 비교이기는 하나 문제해결형 탐구실험의 핵심적인 단계인 ‘문제해결활동 및 결과분석’에서 질적으로 높은 논의활동이 이루어졌을 가능성은 보여주고 있다. 양적인 면에서의 차이는 그림3에서 잘 드러난다.

3) 소집단별 논의과정

문제해결형 탐구실험의 적용과정에서 드러난 논의과정 요소의 특성을 알아보는 과정에서 2개 소집단의 차이를 함께 알아보았다. 2개 소집단 중 1조는 같은 영재집단 중에서도 학업성취도가 높으면서 자신의 의사를 적극적으로 표현하는 학생들로 영재수업 담당교사의 추천에 의해 구성된 소집단이고, 5조는 1명의 리더를 포함한 소집단으로 나머지 4개 소집단을 대표한다고 볼 수 있는데, 두 소집단의 논의 양상에 있어서 1조가 특별히 수준 높은 논의활동을 했다고 판단할 수 없는 결과들이 확인되었다. 오히려 5조의 논의에서 상호작용이 활발한 논의활동이 발견되기도 하는데, 그 예는 표 4의 조별 논의과정 분석 자료 일부를 보면 알 수 있다. 첫 번째 자료는 2차시에 진행된 ‘표면성장 실험’의 탐색하기의 단계에서 학생들이 어떤 물리

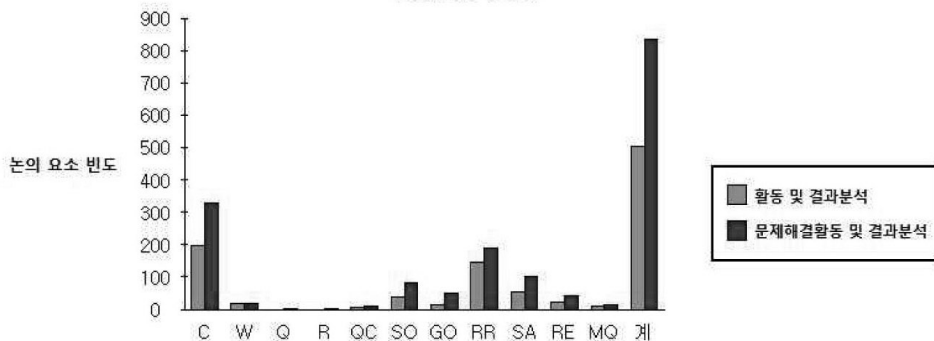


그림 3 단계별 논의 양상 비교(2차시 제외)

표 4
조별 논의과정 분석자료 일부

주제 및 단계	소집단	학생	실제 대화 내용	논의과정 요소
2차시 표면성장 실험 '탐색하기' 단계	1조	A	차이가 점점 커지지 않아?	C
		B	그러겠네.	SA
		C	아 그러네.	SA
		A	처음엔 수평이었는데 점점 차이가 커지잖아.	C
		B	아까 (예상하기 단계의 실험에서) 그렇게 되면 재기 힘들지 않아 이렇게 생각 했어. 실제로, 처음에는 재기 쉬웠는데, 점점 힘들었고.	RE
		C	그래 맞아... 그러면 어떻게 말해야 하지?	SA, RR
		A	시간이 지날수록...	
		C	일정한 시간? 일정한 주기? 일정한 틱?	RR
		A	그렇게 어려운 말을 써야겠니?	RR
	5조	D	우선 좋은 방법을 생각해보면서 단위시간을 정해야지.	C
		E	그저는 나중에 해도 될 거 같은데.	SO
		D	초반에는 뭐가 뭔지 모르니까.	RE
		F	상관없나?	RR
		D	초반에는 측정하기 위한 정밀한 도구가 필요할 것 같은데? 과학실에는 그런 게 없어. 지금...	RE
		F	근데 여기서는 거칠어지는 정도만 보면 되니까 아주 정밀할 필요는 없어.	GO
		D	아니 나노미터까지 쟈 필요는 없어도...	SO
		E	아니면 이거를 처음에 짤 때는 매끄럽게 올라오잖아. 그것을 기준으로 잡고 매끄럽게 올라온다고 했을 때 그 변화된 정도를 아래에서부터 간격을 재면 길어지는 지 짧아지는 지 재면 될 거 같은데...	C
		E	뭐라고? 좀 더 쉽게 설명해 봐 모르겠어.	QC
F	그래. 다시 말해봐.	QC		
E	처음에 담갔을 때 확 올라오잖아. 그때 모양을 그거를 쪽 올린다고 했을 때 시간에 따른 속도가 정해져 있을 거 아냐. 그 매끄러운 면을 기준으로 잡고 위에서 아래로 벌어진 정도를 측정하면 될 거 같은데?	RE		
3차시 메트로놈의 동기화 현상 '문제해결활동' 단계	1조	B	하드보드지. 탄 걸로 바꿔보자	C
		C	글쎄.. 어떤 거로?	RR
		B	얇은거로..	RR
		C	페트병 간격도 좁혀볼까?	C
		A	응	SA
		C	둘 사이 간격은 한 10센티정도..	C
		A	페트병을..이건 아닌 거 같아	C
		B	어..5초밖에 안됐어..	SA
		A	이건 아니다. 반대로 해보자	C
	5조	C	페트병을 잘라서 끼울까?	C
		A	이거 페트병이 일자로 되어야 딱 일자로 되어야 하지 않을까? 이거 뒤집어 보자.	C
		B	응	SA
		A	도대체. 뭐가 문제지? 아.. 모르겠네.	MQ
		D	원인이 아까 그거 널빤지 같기도 해 아까 공책 보니까.	C
		G	크고 얇은 거. 잘 흔들릴 수 있는 거로	RE
		F	페트병이 떨어져 있어야 해	C
		D	왜?	QC
		E	붙여놔야 되는 거 아냐?	SO
G	페트병 간격 좁지 않았나?	SO		
D	페트병이 엄청 좁았던 거 같애. 내가 딱 보고 저렇게 좁게 놓나 했거든. 공책 놓기 위해서 좁았을 수도 있고	GO		
F	간격이 넓어지지	SO		
E	간격이 좁아야 빠르게 될 거 같은데?	SO		
F	진동이 공책으로만 전달되잖아.. 너무 가까우면 서로 마찰이 일어날 수 있어	GO		
D	흔들리면서 잘 전달하려면 이게... 좁아야 될 거 같은데?	GO		
F	아니 내 생각은... 진동이 여기서 전달되는 거잖아 그러니까 넓어져야지.	RE		
E	그게 내 말은... 공책에 의해 동기화가 된 거잖아 그러니까 이게 이렇게 되어 되는 거 아냐?	RE		

량을 어떤 방식으로 실험할 것인지 실험설계에 대한 논의가 시작되는 동일한 부분으로, 여기서는 반박(SO, GO)을 통해 정교화(RE)에 이르는 5조의 논의과정이 반박이나 정교화를 거치지 않는 1조와는 차이가 있음을 볼 수 있다. 뒤이은 3차시 '메트로놈의 동기화 현상'의 문제해결활동 단계에도 유사한 결과를 보여준다.

논의과정 요소의 분석결과 드러난 조별 차이는 논의과정 요소에 따른 논의 양상 분석 결과인 표 5에서도 확인된다. 교사의 추천에 의해 구성된 1조는 전체적으로 5조에 비해 요청 및 요청응답(RR)과 단순호응(SA), 메타질문(MQ)의 사용 비율이 다소 높게 나타났으며, 빈도는 낮지만 한정(Q)과 반증(R), 근거질문(QG)은 1조에서만 나타나는 차이를 보였다. 이러한 결과는 1조의 논의과정이 5조보다 조금 더 다양하며 수준 높게 나타났을 가능성을 보여준다. 이에 비해 전체적인 논의과정 요소 사용빈도는 1조에 비해 5조가 2.3배 정도 높게 나타났는데, 이러한 결과는 5조 학생들이 1조에 비해 논의활동에서 훨씬 많은 상호작용이 있었던 것으로 해석될 수 있다. 또한 세부 논의과정 요소에서는 단순호응(SA)의 빈도가 낮은 반면, 단순반박(SO)과 근거반박(GO)의 빈도가 다소 높고, 강화 및 정교화(RE)의 빈도가 약간 높았던 것도 이를 뒷받침하는 근거가 된다.

실제 수업관찰에서도 이러한 결과를 뒷받침할 수 있는 여러 상황이 발견되었는데, 그 예로 1조는 교육과정에서 다루어지는 진자의 주기 측정과 관련된 1차시 적용에서는 실험이나 논의의 진행이 5조에 비해 적극적이고 정확·신속하게 진행되었던 것에 비해, 새로운 주제였던 2차시에서는 1차시와는 매우 대조적으로 실험의 진행뿐 만 아니라 논의에 있어서도 더디고 소극적인 태도를 보였다. 이에 반해 5조는 1차시에는 다소 힘겹게 실험과 논의활동을 이끌어갔으나, 2차시

새로운 주제에 대해서 오히려 더 도전적이고 적극적인 태도를 보여주었으며, 누가 소집단의 리더라고 할 것 없이 모든 학생들이 적극적으로 논의활동에 참여하는 특징이 확인되었다. 이러한 결과들이 논의과정 요소 분석을 통해서 드러난 것으로 보이며, 두 개 조의 결과만을 비교하여 일반화를 이끌어내기에는 무리가 있으나, 학업성취도가 높으면서 자신의 의사표현을 적극적으로 하는 학생들로 교사의 추천에 의해 구성된 소집단의 논의가 더 수준 높았다고 판단하기에는 어려움이 있어 보인다. 이는 교사의 추천에 의해 구성된 소집단의 논의가 더 질적으로 높았던 선행연구(성숙경, 최병순, 2007; 이현영 등, 2002)와는 다른 결과일 가능성을 가지고 있으며, 영재학생들 사이에서도 새로운 상황에 대한 도전의지 등 정의적 특성에 있어서의 차이가 만들어낸 결과로 판단된다.

2. 논의활동에 대한 학생들의 인식

논의활동에 대한 인식조사 설문은 총 4개 영역의 8 문항으로 리커트형 문항은 점수화하였고, 응답이유와 서술형 문항의 응답은 유형화하였다. 학생들의 응답에서 일부는 무응답도 있었고 둘 이상의 진술도 있어 응답수가 학생 수와 일치하지는 않는다.

1) 논의활동의 자유로운 정도에 대한 인식

논의활동에 대한 인식을 알아보기 위한 첫 번째 설문문항은 프로그램 전반에 걸쳐 논의가 자유롭게 이루어졌다고 생각하는지를 묻는 질문과 그에 대한 이유진술이다. 주제별 인식의 차이가 있는지도 알아보기 위해 응답을 세분화하여 주제별 평균과 전체평균을 확인하였다(표6). 학생들은 본 실험에서 대체로 논의활동이 자유롭게 이루어졌다고 생각하고 있으며, 1차시 '주기가 일정한 흔들기 만들기'에서는 그 정도가

표 5
조별 논의 양상 비교

주제	조별	설명적 논의과정 요소 빈도(비율)							대화적 논의과정 요소 빈도(비율)							총계	
		C	G	W	B	Q	R	QC	QG	SO	GO	RR	SA	RE	MQ		
		주장	근거	보장	보강	한정	반증	주장 질문	근거 질문	단순 반박	근거 반박	요청 및 요청응답	단순 호응	강화 및 정교화	메타 질문		
총계 (비율)	1조	227 (30.11)	20 (2.65)			1 (0.13)	245 (32.89)	6 (0.80)	3 (0.40)	35 (4.64)	15 (1.99)	247 (32.76)	128 (16.98)	45 (5.97)	27 (3.58)	506 (67.11)	754
	5조	644 (37.03)	35 (2.01)			1 (0.06)	680 (39.10)	28 (1.61)		148 (8.51)	97 (5.58)	507 (29.15)	140 (8.05)	111 (6.38)	28 (1.61)	1059 (60.90)	

덜한 것으로 나타났다. 그 이유로 학생들은 표 7과 같이 응답이유를 진술하였는데, 학생들은 프로그램을 수행하는 동안 ‘조원들끼리 자유롭게 논의활동을 함(7명)’, ‘주제에 따라 논의활동에 차이가 있음(5명)’, ‘논의가 점차 더 활발해짐(3명)’의 이유로 본 탐구실험의 수행과정에서 논의활동이 전반적으로 자유롭게 이루어졌다고 인식하고 있었다. 이러한 결과는 문제 해결형 탐구실험에서 자유로운 논의가 진행될 가능성이 확인된 것으로 해석이 가능하다. 주제에 따른 차이로 ‘표면성장 실험’이나 ‘메트로놈의 동기화 현상’에 비해서 ‘주기가 일정한 흔들이 만들기’에서 논의활동의 자유로움이 약간 덜한 것으로 나타났다. 학생들의 인식에서 나타난 이러한 결과는 1차시에 논의과정 요소의 총 빈도가 가장 높게 나타났던 논의 양상과는 상반되는 결과이다. 차시의 진행에 따라 논의활동에 적응하는 학생들의 응답이유를 볼 때, 1차시에서 문제 해결형 탐구실험을 통한 논의활동 자체가 생소해서 나타난 결과로 볼 수 있으며, 실험의 수행과 절차에서 학생들의 논의가 많기는 했지만 전반적으로 교사의 개입이 많았던 1차시에 비해 상대적으로 교사의 개입

이 적어 실험의 전반에 걸쳐 학생들이 주도한 논의가 더 많았던 2, 3차시의 논의활동을 더 자유롭게 인식하였을 것으로 보인다.

2) 본 프로그램이 논의를 활성화시키는데 대한 인식

논의활동에 대한 인식을 알아보기 위한 두 번째 설문문항은 본 프로그램이 논의를 활성화시키는 프로그램이라는 생각이 드는지를 묻는 질문과 그에 대한 이유진술이다. 관련한 추가질문으로 주제별 논의활동 정도와 그 이유, 난이도 및 논의가 가장 활발하게 이루어진 단계도 함께 알아보았다. 표 8과 9에서 볼 수 있는 것처럼 학생들은 ‘논의상황의 직접적인 경험(9명)’을 이유로 본 프로그램이 논의를 활성화시키는 프로그램이라고 생각하고 있었고, ‘생소하거나 어려웠음(3명)’을 논의가 활성화되지 못했던 이유로 생각하고 있었다. 이러한 결과는 실험의 진행과정에서 학생들이 논의상황을 직접적으로 경험하였음을 의미하며 실험수업에서 논의활동이 활발하게 일어날 가능성을 보여주고 있으며 더불어 논의활성화의 저해요인도 함

표 6
논의활동의 자유로운 정도에 대한 인식

문항	매우 그렇다	그렇다	보통이다	아니다	매우 아니다	평균	
프로그램 전반에 걸쳐 논의가 자유롭게 이루어졌다고 생각하나요?	주기가 일정한 흔들이 만들기	4	6	5	2	0	3.71
	표면성장 실험	8	7	2	0	0	4.35
	메트로놈의 동기화 현상	7	9	1	0	0	4.35
	전체평균	4.14					

표 7
논의활동의 자유로운 정도에 대한 응답 이유

응답유형	실제 응답 예시	응답수
조원들끼리 자유롭게 논의활동을 함	친구들이 협조적이고 열정적이었기 때문에 논의가 자유롭게 이뤄졌다. 매우 자유롭게 논의가 이루어졌다. 모두들 원활히 의견을 교환했다.	7
주제에 따라 논의활동에 차이가 있음	사이클로이드는 논의할 시간이 부족했다. 표면성장 실험에서 많은 토론을 했다, 결과를 예측, 실험 방법 모색 등. 표면성장과 메트로놈은 논의가 조금 있었다.	5
논의가 점차 더 활발해짐	처음에는 논의가 많이 이루어지지 않았다. 하지만 시간이 갈수록 점점 더 활발해졌다.	3

게 보여주고 있다.

표 9에서 드러난 논의활동의 저해요인은 표 10의 주제별 논의활동 정도를 알아본 추가질문 분석 결과에서 좀 더 구체적으로 확인된다. 추가질문에서 학생들은 논의가 활발한 순서를 나열하였고, 학생들의 응답은 순서대로 3, 2, 1점으로 점수를 매겨 총점이 높은 순위를 정하고 응답이유도 함께 분석하였다. 그 결과 학생들은 ‘표면성장 실험’에서 논의활동이 가장 활발하다고 인식하였으나 ‘메트로놈의 동기화 현상’과 큰 차이를 보이지는 않은 것으로 나타났다. ‘표면성장 실험’이 다른 수업에 비해 주제 탐색 및 실험 설계에서 많은 논의를 거쳤던 것이 논의활성화에 대한

학생들의 인식에 영향을 준 것으로 생각된다. 응답 이유 분석에서는 주제가 갖는 특성에 대해 학생들마다의 생각은 달랐으나, 전반적으로 주제가 어렵거나 생소한 것, 논의경험 부족이 논의활동의 저해요인으로 작용할 수 있다는 것이 발견된다. 이러한 결과는 향후 논의활동과 관련된 자료개발에 있어서 적절한 난이도의 조정 및 주제 선정에 있어서 고려할 점을 보여주고 있다.

논의의 활성화와 관련된 추가질문으로 논의활동의 난이도에 대한 학생들의 응답에서는 7명의 학생이 ‘어렵지 않았음’에 응답하였고, 4명은 ‘논의경험 부족으로 인한 어려움’을, 3명은 논의과정 중 ‘의견 차

표 8
본 프로그램이 논의를 활성화시키는데 대한 인식

문항	매우 그렇다	그렇다	보통이다	아니다	매우 아니다	평균
이번에 진행된 프로그램이 논의를 활성화 시키는 프로그램이라는 생각이 드나요?	5	10	2	0	0	4.18

표 9
논의 활성화에 대한 응답이유

응답유형	실제 응답 예시	응답수
논의 상황의 직접적인 경험	사람마다 의견이 달라서 많은 논의를 하였다. 문제에 대해 여러 해결법, 문제 상황에 대해 얘기할 수 있어서 기본적인 현상에 대해 생각하며 의견을 내놓기 편해서	9
생소하거나 어려웠음	사이클로이드가 어려웠다. 또 존재자체를 몰라서 선생님 없이는 할 수가 없었다.	3

표 10
주제별 논의활동 정도 및 그 이유

주제	주기가 일정한 혼들이 만들기	표면성장 실험	메트로놈의 동기화 현상
점수	26점	38점	37점
논의활동이 활발한 순위	3순위	1순위	2순위

응답유형	실제 응답 예시	응답수
주제의 특성에 따른 차이	사이클로이드 실험과정이 제일 복잡했다. 표면성장에서 가장 활발했다. 의견차이가 보이기도 했다. 메트로놈이 가장 논의가 길고 활발했다? 메트로놈은 논의할 것이 크게 없었다.	8
주제의 난이도	짜이-적당히 어려움, 메트-약간 어려움, 표면- 매우 어려움	3
생소한 개념	사이클로이드는 좀 생소한 개념이어서 논의를 활발히 할 수 없었다.	2
논의경험 부족	논의에 익숙해져가면서 그랬던 것 같다.	2

이로 인한 어려움'에 응답하는 등 직접적인 논의관련 어려움을 인식한 경우도 확인되었다. 학생들이 경험한 어려움에 대한 인식은 교육현장에서 다양한 방식으로 학생들에게 논의관련 교육이 실시되어야 함을 확인시켜주고 있다.

논의가 가장 활발하게 진행된 단계에 대한 추가 설문결과에서는 '해결방안모색'이 13명으로 가장 많았고 '결과분석'과 '문제해결' 단계가 각각 3명, '문제상황발견'의 단계가 1명으로 확인되었다. 이러한 설문결과와는 상반되는 결과가 논의의 양상 분석 결과에서 확인되는데, 전체 논의 양상을 단계별로 보면 문제해결형 탐구실험의 다른 단계에 비해 '해결방안모색'에서 상대적으로 논의요소의 빈도가 높게 나타나지는 않았음을 볼 수 있다. 이러한 차이는 학습 단계에 대한 학생들의 인식이 부족하여 생긴 결과로 생각되며, 학생들이 인식한 '해결방안모색'은 단계적인 의미가 아니라 본 탐구실험의 전반에 걸쳐 실험과정이나 방법이 안내되지 않은 새로운 실험상황에서 계속 직면하게 되는 소소한 문제들의 해결방안모색으로 보인다. 이러한 결과는 문제해결형 탐구실험의 적용에서 학습 단계에 대한 사전학습을 실시하지 않았던 점을 고려할 때 학생들의 학습단계에 대한 자의적 해석을 통해 나타난 것으로 판단된다.

3) 논의활동에서 교사의 도움 정도 및 도움 유형에 대한 인식

논의활동에 대한 인식조사에서 다섯 번째 설문문항은 본 프로그램의 진행과정에서 교사의 도움 정도와 도움유형에 대한 진술이다. 학생들이 논의과정을 위한 기본적인 배경지식이 없으면 논의에 참여하기가 근본적으로 어렵고, 이러한 이유로 논의과정을 통한 의미구성이 어렵기 때문에 과학적 상황에서의 논의는 주제의존성이 커서 학생들의 논의능력을 평가하기에 적절하지 않다는 선행연구(Norris & Philips, 2003) 결과와 본 연구에서 적용된 학습주제나 학습방법상의 새로움이 주는 어려움을 고려하여, 적용 과정에서 교사의 적절한 교수적 도움이 제공되도록 하였다. 교사의 교수적 도움은 전체를 대상으로 논의의 진행과정에서 제공되기도 하였고 각 모듈이 처한 상황에 따라 각기 다른 형태로 제공되기도 하였다.

논의과정에서 학생들이 느끼는 교사의 도움 정도와 도움 유형에 대한 인식을 알아본 결과는 표 11에서 제

시하였다. 학생들은 차시가 진행될수록 교사의 도움 정도가 줄고 수업전반에 걸쳐 교사의 도움이 일정부분 제공된 것으로 생각하고 있었다. 구체적인 도움 유형은 '주제나 단계별 어려움 해소(9명)'과 '전반적인 도움(5명)'으로 교사의 도움을 인식한 경우가 있는 반면, '도움 필요 없음(3명)'과 같이 교사의 교수적 도움을 인식하지 못한 경우도 확인된다. 교사의 도움을 인식한 학생들의 응답은 논의경험 부족이나 논의관련 학습방법에 대한 학생들의 어려움이 교사의 적절한 교수적 도움에 의해 해소될 수 있음을 보여주며, 이는 결국 학생들에게 논의관련 학습상황이 다양하고 풍부하게 제공될 때 해결될 수 있는 문제로 판단된다.

4) 실험수업에서 논의활동이 진행되는 것에 대한 인식

논의활동에 대한 인식조사의 마지막인 여섯 번째 설문문항은 실험수업에서 논의활동이 진행되는 것을 긍정적으로 생각하는지를 묻는 질문과 이유진술이다. 그 결과는 표 12에서와 같이 대다수의 학생들이 실험수업에서 논의활동이 진행되는 것에 긍정적인 인식을 가지고 있음을 보여준다. 학생들의 응답이유(표 13)에서는 논의활동의 진행에 긍정적인 생각을 갖게 된 이유로 '논의를 통한 사고력 향상 기회 제공(7명)', '논의를 통한 지식의 공유(3명)', '기억이 오래감(2명)', '즐거움(2명)' 등을 제시한 것이 확인되었다.

'논의를 통한 사고력 향상 기회 제공'이라는 응답이유를 볼 때 학생들은 본 탐구실험의 적용과정에서 서로의 생각을 나누면서 더 많은 생각을 할 기회를 얻었음을 확인할 수 있으며, 이는 본 실험의 적용과정에서 학생들이 경험한 논의활동이 "인간은 사고를 표현하기 때문에 대화하는 것이 아니라, 대화함으로써 사고"한다는 주장한 Billing(1996)의 연구결과와 유사했음을 짐작할 수 있으며, 학생들 간의 상호작용이 논의활동 촉진에 효과적임을 보여준 Kuhn 등(1997)의 연구결과와도 그 맥을 같이 한다. '소집단 토론을 통해 학생들이 불분명했던 자신의 생각을 보다 명확하게 하는 반성적 사고와 다른 사람의 의견을 바탕으로 해답에 도달할 수 있는 기회를 가질 수 있다'는 Driver(1995)의 연구결과는 소수이기는 하지만 '논의를 통한 지식의 공유'에서 드러난 학생들의 인식에서도 잘 나타나고 있으며, 탐구실험의 진행과정에서 실제적인 논의활동을 경험한 것이 실험활동에서 논의활

표 11
교사의 도움 정도 및 도움 유형

문항	매우 그렇다	그렇다	보통이다	아니다	매우 아니다	평균	
나는 또는 우리 조는 선생님의 도움 없이 논의를 진행하여 실험을 수행하여 결론에 이를 수 있었나요?	주기가 일정한 혼들이 만들기	2	1	9	3	2	2.88
	표면성장 실험	2	3	7	4	1	3.06
	메트로놈의 동기화 현상	5	8	4	0	0	4.06
	전체평균	3.51					

응답유형	실제 응답 예시	응답수 (중복체크)
주제나 단계별 어려움 해소	사이클로이드를 제시해주지 않았다면 우리가 생각해낼 수 없었다. 대체로 약간의 도움을 받았지만 표면성장은 조금 더 받았다. 메트로놈은 동영상에 있었기 때문에 좀 덜 어려웠다.	9
전반적인 도움	이를 수 있지만 어렵고 오래 걸릴 것이다. 어려운 건, 생소한 건 도움이 있어야 할 듯하다.	5
도움 필요 없음	개념이해를 잘 했고, 논의가 활발히 이루어졌다.	3

표 12
실험수업에서 논의활동의 적용에 대한 인식

문항	매우 그렇다	그렇다	보통이다	아니다	매우 아니다	평균
실험수업에서 논의활동이 진행되는 것을 긍정적으로 생각하나요?	12	4	1	0	0	4.65

표 13
실험수업에서 논의활동의 적용에 대한 응답이유

응답유형	실제 응답 예시	응답수
논의를 통한 사고력 향상 기회 제공	사고력이 향상되는 것 같다. 논의를 하면서 논리적 사고력이 길러지는 것 같다. 사고의 폭을 넓힐 수 있었고 토론을 통해 의견을 줄일 수 있었다... 그냥 하는 것보다 여러 가지 방법으로 생각해 볼 수 있었고...	7
논의를 통한 지식의 공유	논의가 되어야 서로의 지식을 공유할 수 있다. 서로 모르는 사실을 알 수 있고, 그럼으로 나아갈 수 있으니까.	3
기억이 오래감	그렇게 하면 기억에 더 많이 남는다.	2
즐거움	즐겁고 도움이 된다고 생각하여서.	2
기타	...창의력이 향상된 듯하다. 과학자에 대한 올바른 인식과 태도를 갖게 된 것 같다.	3

동이 진행될 필요성이 있다는 학생들의 긍정적인 인식에 큰 영향을 준 것으로 보인다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 고등학교 과학영재학급 영재수업에 문제해결형 탐구실험을 적용하여 학생들의 논의양상을 알아보고, 논의활동에 대한 학생들의 인식을 알아 보았다.

문제해결형 탐구실험의 적용으로 확인된 논의 양상은 활발한 논의활동을 보여주었으나 차시에 따른 논의 향상이나 질적인 면에서 높은 수준의 논의활동을 보여주지는 못했다. 요청 및 요청응답(RR)과 같은 상호작용적인 논의활동을 의미하는 대화적 논의과정 요소의 비율이 전반적으로 높게 나타나고 일부 주제에서 반박(SO, GO)의 비율 약간 높게 나타났으나, 주장(C)의 빈도에 비해 상대적으로 근거(G)의 비율은 매우 낮았다. 전체 논의 양상에서는 차시에 따라 논의과정 요소의 총 빈도가 감소하는 양상을 보여주었는데, 이러한 결과는 수업관찰 결과에서도 그대로 나타났다. 적용의 초반에 학생들이 주로 실험수행과 직접 관련된 논의를 매우 활발하게 진행하였으나, 이후 실험 수행 방식에 적응하면서 실험수행과 관련된 논의가 급격히 줄어들어 차시별 논의과정 요소의 빈도 감소에 영향을 준 것으로 보인다. 이는 학교 현장에서 주로 실시되는 실험과는 달리 본 탐구실험에서 실험 방법 및 세부 절차를 제공하지 않았던 점이 초기 논의에 직접적으로 영향을 주어 나타난 결과로 판단되며, 그동안의 학교 실험의 상황을 감안하면 초기에 학생들이 이런 어려움에 봉착하게 되는 것은 당연하다. 또한 동일한 문제해결형 탐구실험의 형태라도 주제에 따라 학생들의 논의활동에 차이가 있었고 차시에 따른 질적 향상은 발견되지 않았다. 주제에 따라 실험 및 논의가 빠르게 또는 느리게 진행되는 차이를 보였으며, 특히 3차시의 경우 어렵고 생소한 이론과는 달리 실험에서의 문제상황이 빨리 해결되어서 다른 차시에 비해 상대적으로 전체 논의과정 요소의 빈도가 매우 적게 나타나 차시보다는 주제가 논의활동 전반에 주는 영향이 컸다.

연구대상 중 다수가 논의경험이 매우 적거나 거의 없는 상태였는데, 이러한 논의경험부족이 논의과정에 영향을 준 것으로 보이는 결과도 확인되었다. 논의의

진행이 잘 이루어지지 않는 경우 교사는 학생들의 활동에 개입하였고, 이로 인해 단계별 논의양상에서 교사의 개입이 많았던 부분에서 학생들의 논의활동이 상대적으로 적거나 거의 없었다.

문제해결형 탐구실험의 핵심적인 단계인 ‘문제해결 활동 및 결과분석’ 단계에서는 이전의 ‘활동 및 결과 분석’ 단계에 비해 양과 질 모두에서 더 높은 수준의 논의활동을 확인할 수 있었으며, 이로써 문제해결형 탐구실험이 논의활동 수업모형으로 사용될 가능성을 보여주었다.

2개 소집단만의 비교로 일반화에는 다소 무리가 있으나 소집단별 논의 양상 비교에서는 영재집단 중에서도 학업성취도가 높으면서 자신의 의사를 적극적으로 표현하는 학생들로 영재수업 담당교사의 추천에 의해 구성된 소집단(1조)이 나머지 4개 소집단을 대표하는 1명의 리더를 포함한 소집단(5조)보다 수준 높은 논의활동을 했다고 볼 수는 없었다. 1조는 전체적으로 5조에 비해 약간 더 다양하고 수준 높은 논의를 보였던 반면, 5조는 전체적인 논의과정 요소 사용빈도가 높고 반박 등 질 높은 논의요소 사용으로 활발한 논의 활동을 짐작하게 하였다. 이와 관련하여 추후 새로운 상황에 대한 도전의지 등 정의적 특성에 있어서의 차이가 확인될 필요가 있다.

설문조사를 통해 학생들의 논의활동에 대한 인식을 알아본 결과, 일부는 논의 양상과 상반되는 결과가 나타났다. 대부분의 학생들은 실험의 전반에 걸쳐 논의가 자유롭게 이루어졌다고 생각하고 있었고 그 배경으로 실험의 진행과정에서 실제 자유로운 논의를 경험하였거나 논의가 점차 활발해진 점 등을 제시하였다. 차시별 비교에서는 1차시에 비해 2, 3차시에 좀 더 자유로운 논의가 이루어졌다고 생각하고 있었으나, 논의 양상 결과에서 1차시에 논의과정 요소의 총 빈도가 가장 높게 나타나는 차이가 드러났다. 논의양상과는 달리 이러한 인식이 나타난 것은 1차시에서 문제해결형 탐구실험을 통한 논의활동 자체가 생소했고, 실험의 수행과 절차에서 학생들의 논의가 많기는 했지만 전반적으로 교사의 개입이 많았던 점이 학생들의 인식에 영향을 준 것으로 보인다. 또한, 이러한 결과들은 논의요소 빈도가 학생들의 인식과 반드시 일치하지 않을 수 있음을 의미하는 것으로, 향후 추가적인 분석이나 새로운 연구 방법의 필요성을 드러낸다.

본 프로그램이 논의를 활성화 시키는지에 학생들의 인식에서는 다수가 긍정적인 의견을 보여주었으며, 소수이기는 하나 생소하거나 어려워 논의를 활성화가 되지 못한다는 인식도 확인되었다. 주제별 논의활동 정도를 알아본 추가설문 결과, 가장 논의가 활발했던 학습주제는 '표면성장 실험'이었으나 '메트로놈의 동기화 현상'과 큰 차이는 없었고, 이유 분석에서 논의활동 정도에 영향을 주는 추가적인 요인으로 논의경험 부족이 확인되었다. 난이도를 알아본 추가설문에서도 논의경험 부족과 논의과정에서 발생하는 의견 차이를 좁히지 못하는 것 등이 논의활동 정도에 영향을 줄 수 있는 것으로 나타났으며 단계별 논의활동 정도에서는 '해결방안모색'에서 가장 논의가 활발하게 진행되었다는 인식을 보여주었다. 이상의 결과는 논의경험이 부족한 학생들에게 논의과정 요소나 논의활동 자체에 대한 학습 없이 3차시의 논의활동만으로 논의 향상을 기대하기에는 어려움이 있음을 보여주며, 향후 논의활동과 관련된 자료 개발 및 적용에 있어서 적절한 난이도의 조정 및 주제 선정, 적용 기간 등 고려해야 할 점들을 암시한다.

논의활동 중 교사의 도움 정도와 유형을 알아본 결과, 논의활동의 적용과정에서 교사의 적절한 도움이 논의활동의 어려움을 해소하거나 논의활동의 촉진제로 사용될 수 있음을 보여주는 결과가 확인되었다. 일부 학생은 교사의 도움을 인식하지 못했으나 다수의 학생들은 차시가 진행될수록 전반적으로 교사의 도움 정도가 줄어들었으며 교사의 도움이 수업 전반에 걸쳐 일정부분 제공된 것으로 인식하고 있었다. 실험수업에서 논의활동이 진행되는 것을 긍정적으로 생각하는지를 알아본 결과, 학생들은 '논의를 통한 사고력 향상 기회 제공', '논의를 통한 지식의 공유', '기억이 오래감', '즐거움' 등을 근거로 실험수업에서 논의활동이 진행되는 것에 매우 긍정적인 인식을 보여주어 학생들이 논의활동에 대한 필요성을 인식하고 있는 것이 확인되었다.

이와 같이 본 연구의 결과는 실험수업에서 논의활동이 활발하게 진행될 가능성이 있음을 보여주며, 학생들이 생각하는 논의활동의 필요성에 대한 인식과 함께 논의활동을 촉진 또는 저해하는 요인도 보여주고 있다.

이러한 결과는 실제 과학수업에서 실험을 통한 논의활동의 가능성을 제안하며 문제해결형 탐구실험이

논의활동과 관련된 새로운 수업모형으로 활용될 가능성을 보여주고 있다. 또한 학생들의 보다 많은 논의활동 기회가 학생들에게 제공될 필요가 있음을 시사하며, 논의활동 활성화를 피하는 학교 현장에 논의활동 시 고려해야 할 주제 선택이나 교사의 도움과 관련하여 여러 시사점을 제공할 것이다. 이 연구에서는 소수의 영재학생들에게 문제해결형 탐구실험을 적용하여 논의활동을 경험하도록 하였으나 보다 다양한 학생들에게도 이러한 경험이 제공되어야 할 것이다. 또한 주제가 갖는 특성이나 학생 개개인의 정의적 영역의 특성까지 고려한 심층적인 연구가 진행될 필요가 있으며, 보다 다양한 학생들을 대상으로 논의활동에 대한 인식을 알아볼 필요가 있다.

국문 요약

이 연구에서는 고등학교 1학년 과학영재들의 문제해결형 탐구실험에서 논의 양상을 확인하고 논의활동에 대한 학생들의 인식을 알아보았다. 그 결과, 매우 활발한 논의활동이 확인되었으나 차시에 따른 논의 질 향상은 거의 나타나지 않았다. 수업 전반에 걸쳐 대화적 논의과정 요소의 빈도가 높게 나타났고 그 중 요청 및 요청응답의 비율이 높았다. 빈도는 낮지만 한정과 근거질문이 3차시에서만 나타났고, 차시에 따라 단순호응이 줄면서 강화 및 정교화, 메타질문의 빈도는 약간씩 높아졌다. 교사가 주도하는 일부 학습 단계에서 학생들의 논의가 거의 발견되지 않는 등 단계별 논의 양상이 교사의 수업 접근 방식과 관련 있음이 확인되었고, '문제해결활동 및 결과분석'에서 이전의 단계보다 2배 많은 논의과정 요소가 나타났다. 또한 집단을 구성하는 방법은 영재 학생들의 논의 활동에 거의 영향을 미치지 않았다.

설문조사 결과, 대부분의 학생들은 본 탐구실험에서 자유로운 논의가 이루어졌다고 생각하였고 논의활동을 직접 경험함으로써 본 프로그램이 논의를 활성화시킨다고 인식하였으며, 이 과정에서 '생소하거나 어려움'이 논의활성화에 저해요인으로 작용됨이 확인되었다. 주제별 논의활동은 '표면성장 실험'에서 가장 활발하게 이루어졌고, 논의가 가장 활발한 단계는 '해결방안모색'으로 나타났다. 교사의 도움이 논의활동의 어려움 해소와 촉진제 역할을 하였음이 확인되었으며 실험수업에서 논의활동이 진행되는 것을

매우 긍정적으로 생각하는 등 논의활동의 필요성에 대한 학생들의 인식이 확인되었다.

주요어 : 논의활동, 문제해결형 실험, 영재학생

참고 문헌

- 교육과학기술부(2008). 교육인적자원부 고시 제 2006-75호 및 제2007-79호에 따른 중학교 교육과정 해설Ⅲ. 서울: 대학교과서 주식회사.
- 강경희, 이강진, 이선경(2004). 중학교 과학수업의 소집단 토론의 특징 및 상호작용 유형, 교과교육연구, 25(1), 239-357.
- 강성주, 김현주, 이길재(2011). 과학영재를 위한 창의적 탐구활동 프로그램 I. 서울: 북스힐.
- 강순민(2004). 과학적 맥락의 논의 과제 해결 과정에서 나타나는 논의과정요소의 특성. 한국교원대학교 대학원 박사학위논문.
- 강순민, 광경화, 남정희(2006). 논의과정을 강조한 교수 학습 전략이 중학생들의 인지발달, 과학개념 이해, 과학관련 태도 및 논의과정에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 26(3), 456-461.
- 광경화, 남정희(2009). 과학적 논의과정 활동을 통한 학생들의 논의과정 변화 및 논의상황에 따른 논의과정 특성. 한국과학교육학회지, 29(4), 400-413.
- 김지영, 하지희, 박국태, 강성주(2008). 중학교 과학 영재의 과학 창의성 신장을 위한 문제 해결형 탐구 실험에서의 학생 간 대화 분석. 영재교육연구, 18(1), 1-21.
- 김희경, 강태욱, 송진웅 (2003). 7차 교육과정에 따른 중학교 과학 교과서 물리단원 실험의 특징, 새물리, 47(6), 387-394.
- 김희경, 송진웅(2004). 학생의 논변활동을 강조한 개방적 과학 탐구 활동 모형의 탐색. 한국과학교육학회지, 24(6), 1216-1234.
- 박국태, 박현주, 김경미(2005). 현직 중등과학교사의 과학탐구능력 발달을 위한 프로그램의 개발과 적용 효과에 대한 인식. 한국과학교육학회지, 25(4), 472-479.
- 박영신(2006). 교실에서의 실질적 과학 탐구를 위한 과학적 논증 기회에 대한 이론적 고찰. 한국지구과학학회지, 27(4), 401-415.
- 성숙경, 최병순(2007). 이질 모둠이 수행한 과학 탐구실험 과정에서 상호작용의 변화와 특성. 한국과학교육학회지, 27(9), 870-880.
- 신호심, 김현주(2009). 과학자의 연구과정이 가시화된 표면성장에 관한 탐구학습 프로그램 개발 및 적용. 새물리, 58(5), 530-539.
- 오진아, 이선경, 김찬중(2008). 지구과학 MBL 수업의 과학 탐구와 논의적 의사소통에 관한 사례연구. 한국지구과학교육학회지, 29(2), 189-203.
- 오필석, 이선경, 김찬중(2007). 지식 공유의 관점에서 본 과학 교실 담화의 사례. 한국과학교육학회지, 27(4), 297-308.
- 이수민, 조현준, 김선홍, 이효녕(2009). 학생 특성에 따른 소그룹 논증 수준 분석. 과학교육연구, 33(1), 1-11.
- 이선경(2006). 소집단 토론에서 발생하는 학생들의 상호작용적 논증 유형 및 특징. 대한화학회지, 50(1), 79-88.
- 이은경, 강성주(2006). 문제해결형 탐구 모듈의 적용에서의 SWH 활용 효과에 대한 학생들의 인식 조사. 한국과학교육학회지, 26(4), 537-545.
- 이은경, 강성주(2008). 학생-학생 언어적 상호작용 분석을 통한 문제해결형 탐구 모듈에서의 SWH 활용 효과. 한국과학교육학회지, 28(2), 130-138.
- 이정수, 강경희, 이선경(2005). 과학소집단 토론에서 학생들의 상호작용적 논증과정과 이유유발 조건. 과학교육연구, 26(1), 91-112.
- 이하룡, 남경희, 문성배, 김용권, 이석희(2005). 논의과정 활용 수업이 초등학생의 학습 동기과 과학 태도에 미치는 영향. 초등과학교육, 24(2), 183-191.
- 이현영, 장상실, 성숙경, 이상권, 강성주, 최병순(2002). 사회적 상호작용을 강조한 과학 탐구실험 과정에서 학생-학생 상호작용 양상 분석. 한국과학교육학회지, 22(3), 660-670.
- 이효녕, 조현준, 손정주(2009). 학교과학교육에서의 논증활동 활용에 대한 교사들의 인식. 한국과학교육학회지, 29(6), 666-679.
- 임희영, 강성주(2009). 문제해결형 일반화학 실험에서 나타나는 대학생의 반응유형. 한국과학교육학회지, 29(2), 193-202.
- Anderson, R., Howe, C., Soden, F., Holiday, J., & Low, J. (2001). Peer interaction and the learning of critical thinking skills in further

education students. *Instructional Science*, 29, 1-32.

Aufschnaiter, C., Erduran, S., Osborne, J., & Simon, S. (2008). Arguing to learn and learning to argue: Case studies of how students' argumentation relates to their scientific knowledge. *Journal of Research in Science Education*, 45(1), 101-131.

Barrows, H. (2002). Commentary: Is it truly possible to have such a thing as PBL? *Distance Education*, 23(1), 119-122.

Berland, I., & Reiser, B. (2009). Making sense of argumentation and explanation. *Science Education*, 93, 26-55.

Billing, M. (1996). *Arguing and thinking* (2nd ed.). Cambridge: Cambridge University Press.

Bodner, G. M., & Herron, J. D. (2002). Problem-solving in Chemistry. In Gilbert, J. K., & Jong, O. D., & Justi, R., & Treagust, D. H., & Deiel, J. V. (Eds.) *Chemical Education: Towards Research-based Practice* (pp. 235-266). Kluwer Academic Publishers.

Bricker, L., & Bell, P. (2009). Conceptualization of argumentation from science studies and learning sciences and their implications for the practices of science education. *Science Education*, 92, 473-498.

Chinn, C. A., & Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluation inquiry task. *Science Education*, 88(6), 175-218.

Driver, R. (1995). Constructivist approaches to science teaching. In L. P. Steffe & J. Gale (Eds.), *Constructivism in education* (pp. 385-400). Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classroom. *Science Education*, 84, 287-312.

Driver, W., & Heather, W. (1996). Vygotsky:

Tutoring and learning. *Oxford Review of Education*, 22(1), 5-16.

Duschl, R. (2008). Science education in three-part harmony: Balancing conceptual, epistemic, and social learning goals. *Review of Research in Education*, 32, 268-291.

Erduran, S., Osborne, J., & Simon, S. (2005). The role of argumentation in developing scientific literacy. In Boersma, K., Goedhart, M., Jong, O., & Eijkelhof, H. (Eds.), *Research and the Quality of Science Education*, (pp. 381-394). Springer.

Hofstein, A., Kipnis, M., & Kind, P. (2008). Learning in and from science laboratories: Enhancing students' meta-cognition and argumentation skills. In Petroselli, C. L. (Ed.), *Science Education Issues and Developments*, (pp. 59-94). Nova.

McNeill, K. L., & Pimentel, D. S. (2010). Scientific discourse in three urban classroom: The role of the teacher in engaging high school students in argumentation. *Science Education*, 94(2), 203-229.

Kuhn, D., Shaw, V., & Felton, M. (1997). Effects of Dyadic Interaction on Argumentive Reasoning. *Cognition and Instruction*, 15(3), 287-315.

Newton, P., Driver, R., & Osborne, L. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, 21, 553-576.

Norris, S., & Phillips, L. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87, 224-240.

Osborne, L., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in science school. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994-1020.

Simon, S., Erduran, S., & Osborne, J. (2006). Learning to teach argumentation:

Research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 28, 235-260.

Sternberg, R. J. (1988). A three-facet model of creativity. In Sternberg, R. J., (Ed.), *The nature of creativity: Contemporary psychological perspectives*, 125-147. MA: Cambridge University Press.

Watson, J. R., Swain, J. R. L., & McRobbie,

C. (2004). Students' discussion in practical scientific inquires. *International Journal of Science Education*, 26, 25-45.

Zeidler, D. L., Walker, K. A., Ackett, W. A., Simmons, M. L. (2002). Tangled up in views: Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas. *Science Education*, 86, 343-367.