

# 개방형 과학 탐구를 위한 효과적인 지도 전략의 탐색 - 과학고등학교의 KYPT문제 해결 사례를 중심으로-

김호준 · 송진웅\*

경기과학고등학교 · <sup>1</sup>서울대학교

## Searching for Effective Strategies on Teaching Open-Inquiry -Based on Cases of a Science High School Carrying Out KYPT Problem Solving Activities-

Kim, Hyojoon · Song, Jinwoong\*

Gyeonggi Science High School · <sup>1</sup>Seoul National University

**Abstract:** The purpose of this study was to search for effective strategies on teaching open-inquiry by comparing students' and teachers' recognition of its difficulties and helpful strategies. This study focused on the cases of science high school students and their teachers, who carried out open-inquiry to participate in KYPT. This research was conducted through participant observation, questionnaires, and interviews. The research findings were as follows: students stated that planning and doing experiments were the most difficult parts, whereas teachers viewed that their students had difficulties in analyzing data and making a conclusion. With respect to the effective strategy, students stated that they gained many ideas from peer discussions although they have had to carry out their individual tasks. On the contrary, teachers thought that reference materials and the discussions with teachers were most helpful. There were clear differences between students' and their teachers' recognition toward open-inquiry and the gap needs to be closed. Consequently, it would be useful to guide students to form teams and to spend more time in peer discussions especially when doing experiments and to encourage teachers to understand students' actual difficulties and needs.

**Key words:** open-inquiry, effective strategy, peer discussion

### I. 서 론

탐구는 과학학습의 중심 요소이다(Lunetta, 1997; Roth, 1995). 또한, 학생의 경험으로부터 생성되는 참된 탐구는 과학교육의 중심전략이다(National Research Council [NRC], 1996). 이러한 접근은 학생들에게는 현실 상황의 실제 문제에서 질문하고, 질문을 재정의하고, 실험을 디자인하고 수행하며, 정보와 데이터를 모으고 분석·해석하여 결론을 도출하며, 발견 사실을 보고함으로써 실제 문제에 대한 답을 찾을 수 있는 기회가 필요함을 가정하고 있다(Krajcik *et al.*, 1998).

그러나 학교에서 학생들에게 주어지는 많은 과학 탐구과제들은 이러한 참된 탐구의 핵심을 반영하고 있지 않다(Chinn & Malhotra, 2002). 현재 이루어

지는 많은 탐구들은 참된 탐구에 가깝기보다는 교사에 의해 주어진 질문에 정확한 답을 찾는 형태의 것이다. 실제 과학자들이 수행하는 형태의 과학탐구의 특성이 학교 과학탐구에서 잘 반영되도록 하기 위해서는 학생들 스스로가 탐구문제를 설정하여 탐구활동을 수행하게 하는 것이 바람직하며(Roychoudhury & Roth, 1996), 이에 적합한 형태로 학생들이 직접 질문을 개발하고 연구를 설계하는 형태의 개방형 탐구(open-inquiry)가 제안되고 있다(Zion & Slezak, 2005). 한편, 황성원, 박승재(2001)는 가장 개방적인 탐구는 자유탐구와 같이 문제 정의, 방법 선택, 해결의 세 가지 측면이 모두 개방된 것이라고 정의하였다. 그러나 이러한 탐구는 교수-학습내용이 정해져 있는 현재의 교육과정에서 현실화되기 어렵기 때문에, 과제는 주어지지만 탐구 방법과 해가 개방되어 있는 탐

\*교신저자: 송진웅(jwsong@snu.ac.kr)

\*\*2012.02.01(접수) 2012.04.05(1심통과) 2012.10.30(2심통과) 2012.11.06(최종통과)

구가 교육과정의 내용을 포함하면서 학생들에게 주도권을 줄 수 있는 형태라고 주장하였다.

최근 탐구중심 학습을 지도하는 전략과 이러한 전략들을 교실 상황에 적용시키려는 연구들이 있어 왔다(Crawford, 2000; Kirschner *et al.*, 2006; Krajcik *et al.*, 1998). 그러나 개방형 탐구 학습을 지도한다는 것은 매우 어려우며, 많은 교사들은 학생들에게 과학적으로 생각할 기회를 주는 탐구중심 학습 지도의 본질을 아우르지 못하고 있다(Roth *et al.*, 1999). 교사들은 자신의 경험과 인식을 토대로 지도방법을 결정하고 학생들을 지도하지만, 이러한 지도가 교수학습 상황에서 학생들이 실제로 겪는 어려움과 필요로 하는 지도와는 차이가 있을 수 있다. 따라서 이 간극을 줄이고, 학생들로 하여금 과학적이고 효과적인 개방형 탐구 학습이 가능하도록 하는 지도 전략의 탐색이 필요하다.

이에, 본 연구에서는 실제 사례를 통해 학생들이 개방형 과학 탐구를 해결하는 과정에서 직면하게 되는 어려움이 무엇이며, 어떠한 방법으로 해결하는가에 대한 학생들과 교사의 인식을 비교하고자 한다. 이를 통해 개방형 과학 탐구 지도에 대한 이해를 넓히고, 학생들이 개방형 탐구 문제를 해결하는 과정에서 교사가 어떠한 지도를 해야 하는가에 관한 시사점을 도출하고자 하였다. 본 연구에서 초점이 된 연구 질문은 다음과 같다.

· 개방형 탐구문제 해결과정 중 어떤 단계에서 학생들은 어려움을 느끼는가? 또한, 학생이 느끼는 어려움에 대한 교사의 인식은 어떠한가?

· 개방형 탐구문제 해결과정에서 사용된 학생들의 해결 전략과 교사의 지도전략은 무엇이며, 학생들은 각각의 전략을 얼마나 많이 사용하는가?

· 개방형 탐구문제 해결과정에서의 효과적인 문제 해결 전략에 대한 학생과 교사의 인식은 어떠한가?

## II. 이론적 배경

### 가. 개방형 탐구

Bell *et al.*(2005)은 학생에게 제공되는 정보의 양

의 정도에 따라 4개의 탐구 범주(확인 탐구, 구조화된 탐구, 안내된 탐구, 개방형 탐구)를 구분한 모델을 제안하였다. 교사 주도형 확인 탐구의 경우 학생들은 예상되는 결과를 이미 알고, 교사는 문제와 과정을 제공한다. 이러한 탐구는 가장 낮은 단계의 탐구로 종종 '요리책 실험'이나 확인 활동으로 일컬어진다. 반면, 가장 학생 주도적인 탐구인 개방형 탐구에서 학생들은 연구 질문, 방법, 해결 방안을 만들어간다.

Willison & O'Regan (2007)의 연구에서는 탐구 단계와 그 단계에 따른 학생의 자율성의 정도로 탐구의 수준을 설명하는 'Research Skill Development Framework'을 소개하였다. 여기서 가장 높은 탐구의 수준에서는 학생들이 스스로 구성한 안내에 따라 개방형 탐구를 하는 모습을 띠며, 탐구의 단계에 따라 다음과 같은 탐구의 측면들을 나타낸다: (A) 경험과 전문 지식, 문헌에 근거한 질문/목적/가설을 생성한다; (B) 스스로 구성한 안내에 따라 적절한 방법을 선택·고안하여, 스스로 선택한 자료원을 통해 스스로 결정한 정보·자료를 수집하고 기록한다; (C) 경험, 전문지식, 문헌에 근거하여 스스로 생성한 기준에 따라 정보·자료와 탐구과정을 엄격하게 평가한다; (D) 스스로 결정한 구조와 과정에 따라 정보·자료를 구성한다; (E) 스스로 파악한 간극을 보충하기 위해 정보·자료를 분석하고 종합하고 지식을 확장한다; (F) 다양한 청중을 위해 다양한 시각을 통해 지식과 이해를 확장하기 위해 적절한 형식을 선택하여 학문적 용어를 사용한다.

Hackling & Fairbrother(1996)는 학생들이 과학적 탐구능력과 문제해결 능력을 기르기 위해서는 과학교육과정 내에서 개방형 탐구를 수행하는 기회가 많이 제공되어야 한다고 주장하였다. Krajcik *et al.*(1998)은 교실에서의 개방형 탐구의 형태로 문제중심 학습을 주장하면서, 탐구는 문제 질문하기, 탐구를 설계하고 과정을 계획하기, 기구 만들기과 탐구 수행하기, 자료 분석하기와 결론 도출하기, 협력하기와 결과발표하기 등의 과정들이 그물처럼 얽혀 순환 반복되는 상호작용이라고 설명하였다.

### 나. 개방형 탐구의 학습과 지도

개방형 탐구의 교수학습 상황에서 학생의 역할과 교사의 역할은 기존의 전통적인 학습과는 다르다. 개

방형 탐구를 통한 학습은 오랜 기간이 소요되며, 학생 중심적이고, 교사가 모든 상황을 제어할 수 없다. Cobern(1995)은 개방형 탐구에서의 학생의 역할은 정보의 수동적 수용자로부터 창조적인 구성적 참여자로 바뀔을 강조하였다. 학생들은 개념을 암기하거나 사전에 계획된 형태의 실험을 하는 것이 아니라 탐구를 통해 자신의 문제를 만들어내고 해결하는 기회를 갖는 것이 중요하다. 과학적 개념의 깊은 이해를 위해서는, 학생들이 강의 수업의 수동적인 학습을 하는 것보다, 능동적으로 생각하고 토의하는 학습의 형태가 더욱 효과적이다(Falconer *et al.*, 2001).

Chinn & Malhotra(2002)는 참된 탐구 활동의 인지적인 특징으로서 자발적 연구문제 생성, 복잡한 연구 설계, 지속적인 오류 찾기, 복잡한 추론 형태, 다중 연구로부터의 결과 정리, 동료 탐구자들의 보고서 검토 등을 제안하였다. 개방형 탐구 과정을 통해 학습함으로써, 학생들은 이러한 형태의 인지적 활동을 경험하게 되고, 과학적 지식 습득과 더불어 기본적인 과학의 개념과 과학의 본성에 대한 이해의 폭을 넓힐 수 있는 것이다.

한편, 대부분의 학생들은 과학적 질문을 하고, 그러한 질문에 답하기 위한 효과적인 자료 수집 능력을 발전시키기 위해서 지속적인 도움(scaffolding)을 필요로 한다. 따라서 탐구 학습의 지도에 있어 이상적인 형태는 이러한 사실을 인식하고, 학생들이 점진적인 단계를 거쳐 높은 단계의 탐구 능력을 기를 수 있도록 도움을 주는 것이다(Bell *et al.*, 2005). Crawford(2000)는 사례연구에서 교사의 다양한 역할과 높은 수준의 경험에 따라 학생들이 얼마나 과학적인 탐구를 하는지가 결정됨을 확인하였고, 탐구중심 학습에 있어서 교사의 참여와 역할이 전통적 수업보다 크고 중요함을 강조하였다.

### Ⅲ. 연구 내용 및 방법

#### 가. 연구 대상 및 내용

본 연구에서는 IYPT의 국가대표를 선발하는 대회인 KYPT(Korean Young Physicists' Tournament)에 참가하기 위해, 과학 고등학교 학생들이 개방형 탐구문제를 해결하는 과정의 두 사례를 관찰하였다. IYPT는 중등학교 학생들이 팀을 이루어서 복잡한 과학적 개방형 탐구문제를 해결하고 그들의 해결내용을 발표하며, 다른 팀으로부터의 공격을 방어하는 국제 물리토론대회이고, KYPT는 IYPT의 국가단위 대회로서 우리나라 국가대표를 선발함과 동시에 우리나라 청소년들의 물리 연구에 대한 참여를 높임으로써 국내의 과학 발전에 기여할 인재들을 발굴하는 데 그 목적이 있다. 사례의 과학 고등학교는 과학 영재 학교로서, 해당 학교의 학생들은 모두 과학과 수학 능력이 뛰어난 학생들이다. 연구의 상황에서의 개방형 탐구 문제는 KYPT대회의 문제로, The International Organizing Committee(IOC)에서 IYPT대회 문제로 약 17개의 문제를 선정하고, 그 중 약 14개의 문제가 KYPT 문제로 선정된다. 이러한 KYPT 문제는 문제 상황은 주어지나 탐구과정과 해에 대한 내용이 개방되어 있는 형태의 개방형 탐구문제이다.

첫 번째 사례(사례1)는 2010년도 KYPT를 준비한 과학 고등학교 학생 5명과 지도교사 1명을 대상으로 하였고, 두 번째 사례(사례2)는 2011년도 KYPT를 준비한 과학 고등학교 학생 8명과 각 팀의 지도교사 2명을 대상으로 하였다. 2011년도에 참가한 8명의 학생은 두 개의 팀으로, 각각 3명과 5명으로 나뉘어 졌다. 두 사례에서 한 지도교사(Hye)는 2010년과 2011년에 각각 다른 팀을 지도하였고, 또 다른 지도교사(Jung)는 2011년도 참가팀을 지도하였으며, 두 교사 모두 다년간의 교직 경험과 여러 과학탐구대회의 지도경력을 가지고 있었다(Table 1).

**Table 1**  
*Research participants*

Case	Students	Teachers
2010	Seok(S1), Woon(S2), Ho(S3), Yeon,(S4), Jin(S5)	Hye(T1)
2011	Hwa(S6), Sik(S7), Min(S8)	Hye(T1)
	Jee(S9), Yo(S10), Young(S11), Lee(S12), Hoon(S13)	Jung(T2)

나. 연구 방법

본 연구는 질적 사례 연구로서, 학생들이 개방형 탐구문제를 해결하는 과정을 일정 기간 관찰하고, 학생들의 탐구과정이 끝난 후, 설문을 실시하고, 구성원들과 반구조화된 면담(semi-structured interview)을 실시하는 방식으로 수행되었다.

자료 분석은 학생들의 산출물, 설문지, 전사된 면담 내용, 참여관찰 일지 등의 자료원을 통한 삼각검증(triangulation)과 동료 검토(peer debriefing) 과정을 거쳤다. 학생들의 탐구과정의 해결 전략에 대해서는 범주합산(categorical aggregation)을 시도하였고, 참여자 검토(member checking)를 통해 확인하였다. 자료 분석은 (사례1)과 (사례2)로 나누어 분석하고 결과를 종합하였으며, (사례1)의 분석 후 질적 사례 연구를 보완하기 위해 부분적인 양적인 비교를 병행하였다. 그러나 (사례2)의 양적 비교는 대상 학생 수가 작으므로 양적 통계 분석을 위한 것이 아니며, (사례1)의 상황에 대한 좀 더 자세한 이해와 전체적인 개관을 보기 위해 실시, 분석하였다.

IV. 연구 결과

가. 개방형 탐구문제 해결과정에서의 어려운 점

(사례1)과 (사례2)의 설문에서의 첫 번째 질문은 KYPT문제와 같은 개방형 탐구문제를 해결하는 과정

에서 학생들이 생각하는 가장 어려웠던 부분과 이에 대한 교사의 인식에 대한 내용이었다. (사례1)의 질문에서는 개방형 탐구문제를 해결하는 과정에서 가장 어려웠던 부분은 어떤 부분이라고 생각하는지에 대해 4단계(‘문제인식’, ‘실험’, ‘자료해석’, ‘결론추출(결론도출)’ )중 고르고, 구체적인 상황을 설명하도록 하였다. 지도교사는 학생들이 어려웠다고 생각하는 부분에 대해 설명하도록 하였다. (사례2)의 질문에서는, (사례1)의 결과를 참고하여, ‘실험’ 부분을 ‘실험설계’와 ‘실험과정(실시)’ 부분으로 나누어 설문의 질문을 수정하였다. 설문에 대한 대답은 한 가지만 선택하도록 제한하지 않았으며 한 명이 한 개 또는 두 개의 어려운 점에 대해 답변하였다(Table 2).

(사례1)의 경우, 5명의 학생 중 3명의 학생이 ‘실험’ 단계가 가장 어려웠다고 선택하였고, 그 학생들을 지도하였던 지도교사 T1은 ‘결론 추출’이라고 답하여, 학생들이 느끼는 어려움과 교사가 인식하는 학생의 어려움 간에는 차이를 보였다. (사례2)의 경우, 8명의 학생 중 5명이 ‘실험’이 어려웠다고 선택하였으나, 그 학생들을 지도하였던 교사 T1은 ‘자료해석’과 ‘결론도출’, 교사 T2는 ‘자료해석’이라고 답하였다. 이러한 결과는 (사례1)의 결과와 매우 유사하며, 학생과 교사의 분명한 인식 차이를 보여준다. 학생들은 공통적으로 탐구 과정의 전반부인 ‘실험’ 단계에서 어려움을 많이 토로한 반면, 교사들은 학생들이 탐구과정의 후반부인 ‘자료 해석’과 ‘결론 도출’ 단계에서 어려움을 느낀다고 인식하였다.

Table 2  
Difficulties in carrying out open-inquiry from students' and teachers' viewpoints

Case		Identifying investigations	Experiments		Analyzing data	Drawing conclusions
			Planning experiments	Doing experiments		
2010	Students	S5	S1, S2, S3		S2, S3, S4	
	Teachers					T1
2011	Students	S12, S13	S6, S7, S8, S9	S11	S6, S8, S10	S7
	Teachers				T1, T2	T1
Frequency in sum	Students	3	8		6	1
	Teachers	0	0		2	2

이러한 차이에 대한 보다 상세한 이해를 위해서, 설문문의 주관식 답변과 면담 자료를 통해 학생이 느끼는 어려움과 교사가 생각하는 학생의 어려움에 대한 인식을 비교 분석하였다. 학생들의 설문에서의 답변과 면담에서 나타난 구체적 상황들은 다음과 같다.

S1(Q): '도대체 이걸 어떻게 실험해야 하는 거야?' 하는 생각이 머릿속을 떠나지 않았던 걸로 기억한다. 예를 들자면 two-flasks 문제에서 튜브의 길이는 어떻게 정해야 하고 가열을 어떻게 해야 하는 건지조차 정하기 어려웠다.

S8(Q): 개방형 탐구문제를 해결하는 과정에서 가장 어려웠던 부분은 실험설계였습니다... (중략) ... 현실적으로 가능한 실험 재료들과 실험 스케일을 정하는 부분도 어렵고, 문제 자체에 어떤 결과를 내야 하는 지도 주어지지 않기 때문에 실험의 방향을 잡는 일도 굉장히 어려웠습니다.

S6(Q): 실험 설계를 하는 데만 한 문제에 하루를 모두 할당해 버린 적도 있었고 실험 도중에 설계의 오점을 찾아서 처음부터 다시 시작한 적도 있었다. 예를 들어 11. Moving cylinder, 맨 처음에는 단순히 전체 이동거리하고 멈출 때까지 시간만 구하면 되겠지 라고 생각했던 문제가 각운동량과 각속도의 중요성에 대해서 깨달으면서 부랴부랴 초고속 카메라를 가져와 그때서야 각속도를 측정할 적도 있었다.

S2(I<sup>1</sup>): 이 변수 저 변수 나오면 그걸 곱해서 실험의 개수는 결정하잖아요. 그런데 변수가 너무 많아서 그런 경우에는 줄여야 되는데 어떤 변수부터 제거를 해야 하는 지도 애매했구요. 변수잡기도 어려웠고...

학생들은 “어떻게”라는 실험방법적인 측면, 변수설정, 실험 도구와 규모의 설정, 실험관련 프로그램에 대한 배경지식 부족 등으로 인해 시행착오를 많이 경험하였고, 대부분 실험 설계 단계에 많은 시간을 할애하였다. 학생들은 대부분 설계에 대한 검토보다는 단순한 설계 후 바로 시범 실행으로 이어지는 경향을 나타내었다. 이러한 경향은 윤초희, 정현철(2009)의 연

구에서 영재들이 자세한 탐구계획을 수립한 후에 탐구를 수행하기보다는 엉성한 계획을 수립하고 바로 탐구를 수행하는 것으로 나타난 바와 일치한다. 또한, 학생들은 실험설계 시 사전 문헌 조사과정을 생략하고 바로 실험을 구상하거나 시행착오 후 문헌 조사과정에 들어가는 경우가 많았다. 이 점에 대해 사후 면담에서 미리 사전조사가 충분했다면 시행착오가 적었을 것이라는 반성적 사고를 하는 경우도 나타났다.

S7(I): 원래 설계하기 전에 논문을 찾아보고요, 변인이 뭐가 있음 좋겠다 하고 설계를 해야 하는데요. 저희가 시간이 없어서 논문을 안 찾고, 실험을 마구잡이로 막 했어요. 그래서 하고 나서 논문을 찾으니까 필요한 변인인데 실험 안 한 게 있고, 할 필요 없는 것도 있고요, 그래서 논문 다 찾고 나서 그 이후에 막 바꿀라고 하는 게 많았어요. 논문을 일찍 찾지 못해가지고... 그런 설계할 때 많이 힘들었어요.

실험 과정에서는 적절한 실험 도구 선택, 제작의 어려움이 있었으며, 기존의 실험 장치를 그대로 활용하기보다는 변형시키거나 새로운 형태를 만들어야 하는 경우가 많았다. 학생들은 학교 실험실의 실험 장치에 대한 사전 지식도 부족하였고, 실험 도구 제작에 대한 기술적 면도 부족하였기 때문에 어려움과 한계를 경험하였으며, 실험과정에서의 예상치 못한 변인 등으로 인해 재실험을 하는 경우가 대부분의 경우에서 나타났다. 학생들은 개방형 탐구의 형태가 기존의 학교 실험 수업과 다른 형태의 탐구과정이기 때문에 혼란이 되어있지 않았고 조작적 측면에서의 어려움을 이야기 하는 경우도 많았다. 측정도구 뿐 만 아니라 실험 데이터를 측정하고 분석하는 프로그램에 대한 배경 지식이 부족했다는 점도 학생들의 면담에서 나타났다.

S2(I): 실험을 막상 해보면 세팅자체를 만드는 것도 상당히 많이 어려웠고요, 예를 들어 수조에 구멍을 뚫어 호스를 설치하는 것도 생각보다 되게 어려웠고요... (중략) ... 물이 빠져나가는 모습같은 것들을 촬영했었는데 나중에 막상 보니깐, 사람이 보는 거랑 카메라가 보는 것도 다르고...

1) (Q)는 설문지의 답변에서 발췌  
2) (I)는 면담의 답변에서 발췌

S4(I): 그런데 측정을 어떻게 해야 할지 몰랐어요. 제  
꺼는 빨리 움직이는 것의 속도를 측정해야 하는데  
실험 특징이 수건을 휘두르면 되는 거였어요. 그래  
서 이거 이거 측정해야지 생각은 했는데, 어! 어떻게  
측정하지...

S8(I): 프로그램 구하기가 너무 힘들었어요. 그냥  
MBL 프로그램만 쓰고, 다른 프로그램 같은 거는 아  
예 뭐가 있는지도 모르고 그랬어요.

S7(I): 전 장치 만드는 거 같은 게 개인적으로 힘들  
었는데요. 우리 학교가 실험을 많이 해도요 바꾸니  
에 실험도구 필요한 도구 다 주고, '이거 가지고 해  
라' 그런 식으로 하잖아요. 근데 이걸 필요한 장치가  
다 있는 게 아니고, 직접 만들고 그래야 하는데...

S11(Q): 가장 어려웠던 부분은 실험을 할 때 마땅한  
기기가 없어서 계속 고민했던 부분들이었습니다. 실  
험을 하면서 이런 식으로 실험을 설계했으면 좋을  
것 같은데, 설계한 실험을 커버해줄 만한 실험 장치  
가 없어서, 다른 방법을 생각하느라고 많은 애를 먹  
었습니다. 예를 들어 제 문제 중 하나가 대류에 관한  
문제였는데, 대류와 회전을 동시에 해야 하는 장치  
가 필요했습니다. 여러 고심 끝에 편서풍파동실험장  
치를 대용으로 하여 실험을 하려고 했지만, 저희 학  
교에 있는 편서풍파동실험장치가 모두 고장이 나서  
결국 새로 하나를 사서, 옛날 거와 조합시켜서 간신  
히 장치를 꾸미기도 하였습니다.

또한 학생들은 자신들의 실험에 대한 자신감을 가  
지지 못하고 있었다. 기존의 모범적인 답안을 찾아가  
는 실험과 이론을 검증하는 실험에 익숙한 학생들은  
답이 정해져 있지 않고 귀납적으로 만들어가는 형태  
의 개방형 탐구에 있어 불안감을 나타내고 있었다.

S8(I): ...그런데 이거는 아예 이론조차 어떻게 결과  
가 나올지 예상을 못하니깐. 이런 결과가 나와도 이  
걸 신뢰할 수 있는지 없는지도 잘 모르겠고, 어떤 요  
인이 작용했는지도 모르겠고,

한편, 교사는 학생들이 실험단계에서 많은 시간을  
보내며 시행착오를 겪고 있음을 알고 있었으나, 이를

학생들의 어려움으로 인식하고 있지는 않았으며, 학  
생들이 실험적인 부분을 잘 수행해 나갔다고 인식하  
고 있었다. 교사가 인식하는 학생의 어려움에 대한 내  
용은 다음과 같다.

T1교사(I,2010): 예를 들면 그리드 같은 경우가 대표  
적인데 실험은 잘 됐는데 이론을 맞추려다보니깐,  
실험은 잘 됐는데...

T1교사(I,2010): ...문제인식이나 실험을 설계하는 과  
정에서는 지도교사와 이야기를 하다보니깐 의견이  
잘 맞아서 (아이들이 교사의 의견을 잘 받아들여서)  
그 부분에 대해서는 어려움이 없었는데...

T2교사(I): 문제파악하고 실험하는 것은 자발적이고  
수월하게 했던 거 같아요.

교사들은 학생들이 가장 어려워했던 부분은 자료해  
석과 결론 도출 과정이라고 인식하고 있었다. 또한 설  
문 답변과 면담 내용에서 실험적인 면보다는 이론적  
인 면에 중심을 두고 있었으며, 실험이 이론에 부합하  
는 정도가 실험의 성공을 가늠한다는 인식을 보였다.

T1교사(Q,2011): 문제에 따라 다소 차이는 있지만  
결론도출이 가장 어렵다. 학생들이 결론을 얻어 낼  
수 있는 정확한 목적이나 이론이 개방형이기 때문에  
무척 난감해 했다. 자료분석 및 해석이 어려운 문제  
가 두 번째로 어렵다. 실험이야 어떻게 이루어졌다  
해도 그 현상이 무엇을 해석해야 하는지를 철저히  
찾아내는 것이 미흡하다.

T1교사(I,2011): 그니깐 결과를 얻었는데 그걸 결론  
으로 매듭져서 도출해 내려니깐 어렵더라고. 가장  
지도하기 어려웠던 부분도 결론도출이었고, 학생들  
이 가장 어려워하는 부분도 결론도출이었지.

T2교사(I): 자기들이 생각하는 범위 내에서 시작을  
하고 데이터를 얻기까지는 하는데, 이 데이터가 의  
미하는 게 뭐다. 분석을 할 때 어떤 이론하고 결부시  
켜서 해야겠다. 이런 부분이 상당히 어려워했던 부  
분이지.

**나. 개방형 탐구문제 해결과정에서 사용한 전략 - 학생과 교사가 생각하는 양적 비율**

개방형 탐구 문제를 해결하는 과정에서 학생들은 다양한 전략을 사용하였고, 참여 관찰과 설문을 통해 개방형 탐구 문제 해결 전략 유형을 Table 3와 같이 ‘동료토의 또는 팀원들 간의 토의(Peer discussion)’, ‘지도교사와의 토의(Discussion with teacher)’, ‘교재 및 논문(Reference materials)’, ‘전문가에게 문의(Asking to a specialist)’, ‘블로그를 통한 자료공유(Sharing materials on web blog)’의 5가지 범주로 구분할 수 있었다.

설문과 면담을 통해, 학생들이 개방형 탐구 문제를 해결하는 과정에서 가장 많이 활용한 전략이 무엇이며, 지도교사들이 생각하는 학생들의 해결 전략의 활용 비율은 어떠한 지를 알아보았다.

Table 4는 (사례1)의 학생과 교사의 답변을 비교한

결과를 보여준다. 학생들의 답변에서 5명중 4명의 1위 응답이 ‘팀원들 간의 토의’로 일치하였다. 학생들은 각자의 문제가 다르고, 이에 따른 해결 전략의 순위가 다소 달랐지만, ‘팀원들 간의 토의’를 가장 많이 활용한 것으로 나타났다. 이는 참여관찰이나 면담 내용에서도 확인할 수 있었다. 그러나 교사의 답변은 이러한 학생들의 생각과 차이를 보였다. 교사는 ‘교재 및 논문’을 첫 번째 순위로 선택하였으며, ‘팀원들 간의 토의’는 4위로 선택하였다. 이 점은 학생들의 답변과 큰 차이를 보이는 부분이었으며, 교사는 학생들 사이의 토의가 활발히 일어나지 않았다고 인식하고 있었다. 교사는 교재 및 논문 등 참고자료를 제시하는 지도방법이 가장 많이 사용되었고, 가장 필요한 부분이라고 생각하고 있음을 면담을 통해 확인할 수 있었다. (사례1)에서 학생과 교사의 답변에서의 공통점은 전문가(교수, 대학원생, 다른 물리교사)에게 문의하는 방법은 하위권에 위치하고 있었다는 점으로, 학생과

**Table 3**  
*Categories of students' strategies in carrying out open-inquiry*

Categories	Students' strategies in carrying out open-inquiry
Peer discussion	Discussing among students (face-to-face)
Discussion with teacher	Discussing with their teacher
Reference materials	Referring to related papers, books and online sources
Asking to a specialist	Asking to a professor, other science teachers
Sharing materials on web blog	Uploading students' materials on web blog and sharing their opinions

**Table 4**  
*Ranks of well-used strategies from students' and their teacher's viewpoints(2010)*

		Students			Teacher
S1	S2	S3	S4	S5	T1
<b>1.Peer discussion</b>	<b>1.Peer discussion</b>	<b>1.Peer discussion</b>	<b>1.Peer discussion</b>	1.Reference materials	1.Reference materials
2.Discussion with their teacher	2.Discussion with their teacher	2.Sharing materials on web blog	2.Asking to a specialist	2.Discussion with their teacher	2.Sharing materials on web blog
3.Reference materials	3.Reference materials	3.Reference materials	3.Discussion with their teacher	3.Sharing materials on web blog	3.Discussion with their teacher
4.Sharing materials on web blog	4.Sharing materials on web blog	4.Discussion with their teacher	4.Sharing materials on web blog	4.Asking to a specialist	<b>4.Peer discussion</b>
5.Asking to a specialist	5.Asking to a specialist	5.Asking to a specialist		5.Peer discussion	5.Asking to a specialist

교사 모두 전문가에게 문의하는 전략은 많이 사용하지 않았다고 답변했다.

(사례2)의 경우는 (사례1)의 설문지를 수정하여, 개방형 탐구문제를 해결하는 과정에서 전체 활동을 100%로 보았을 때, 각각의 전략이 차지했던 비율을 표시하도록 하였다. 학생들의 답변은 학생들이 개별적으로 맡은 주제에 따라 각기 다른 비율을 보였으나, '팀원들 간의 토의'가 역시 가장 높은 비율을 차지했고, 평균적으로는 40%에 가까운 비율을 차지했다 (Fig. 1). 그러나 교사 답변의 경우, 두 교사 모두 공통적으로 팀원들 간의 토의 30%, 교재 및 논문 30%로 답변하여 두 전략이 같은 비율로 많은 부분을 차지하고 있다고 답하였다.

요약하자면, (사례1)과 (사례2)의 학생과 교사의 답변을 비교한 결과, 공통적으로 학생들은 '팀원들 간의 토의'를 해결 전략으로 가장 많이 활용하였으나, 지도교사는 학생들이 생각하는 것보다 '팀원들 간의 토의'가 많은 비율을 차지하지 않았다고 답하였다. 학생과 교사 답변의 공통점은 '전문가에게 문의'와 '블로그를 통한 자료 공유'는 탐구문제해결 전략에 있어 많은

비율을 차지하지 않았다는 것이다.

**다. 개방형 탐구문제의 효과적인 해결 전략**

개방형 탐구문제 해결 과정 중 학생들이 인식하고 있는 가장 효과적인 전략과 교사가 인식하고 있는 가장 효과적인 전략에 대한 응답을 통해 교사와 학생들의 인식을 비교 분석하였다. 효과적인 해결 전략으로, (사례1)의 학생 5명중 4명이 '팀원들 간의 토의'를 선택하였고, 그들의 지도교사 T1교사는 '교재 및 논문'을 선택하였으며, (사례2)의 경우 8명의 학생 중 6명의 학생이 '팀원들 간의 토의'를 선택하였고, 지도교사 T1교사는 '교재 및 논문', T2교사는 '팀원들 및 지도교사와의 토의'를 선택하였다(Table 5). 즉, 효과적인 개방형 탐구문제 해결 전략에 대해서도 학생들은 '팀원들 간의 토의'를 선택하였고, 이는 교사가 인식하고 있는 효과적인 전략과는 차이가 있었다.

설문과 면담의 답변에서도, 학생들은 자연스럽게 이루어진 팀원들 간의 토의가 가장 많은 도움을 주었다고 답하였다. 학생들은 서로 같은 공간에서 실험하

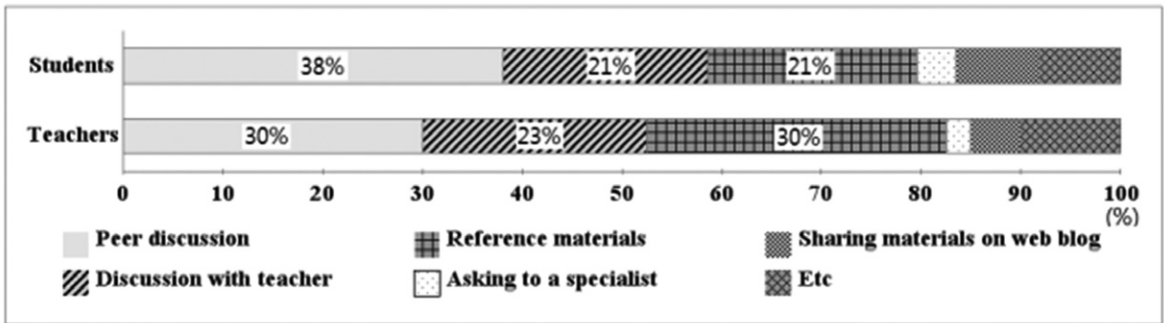


Fig. 1 Comparison between students' and teachers' recognition about well-used strategies(2011)

**Table 5**  
The most effective strategy from students' and teachers' viewpoints

Case	Students	Teachers
2010	Peer discussion (S2, S3, S4) Peer discussion and Discussion with teacher (S1) Reference materials (S5)	Reference materials (T1)
2011	Peer discussion (S8, S9, S10, S13) Peer discussion and Discussion with teacher (S7, S12) Discussion with teacher (S11) Reference materials(S6)	Reference materials (T1) Discussion with teacher (T2)



면서 서로의 문제를 알고 있기 때문에, 직접적인 아이디어를 제시해 줄 수 있으며 이러한 점은 실험을 직접적으로 해보지 않은 전문가들의 조언보다 실질적으로 효과적인 도움을 주었다고 이야기하였다. 또한 같은 문제를 다루지 않더라도 서로 지나가면서 또는 가볍게 던진 말들이 실험하는 과정에서 해결책을 제시해 준 경우도 있었으며, 말로 하는 토의뿐만 아니라 직접적으로 실험도구를 다루거나 장치를 제작하는 데 있어서도 팀원들끼리의 도움이 컸음을 이야기하였다. 학생들이 생각하는 팀원토의가 효과적이었다는 답변 이유와 면담에서의 발췌 내용은 다음과 같다.

S2(Q): 실험을 직접 해보지 않은 전문가들보다는 오히려 서로의 의견을 나누면서 새로운 아이디어를 만들어 내는 것이 좋은 것 같다.

S4(I): 실험실 안에 도구들이 되게 많잖아요. 그런 거 가져다가 장난치다시피 해봤는데 “어 이거 실험 도구로 쓸 수 있겠다” 이런 거... 장난치는 것처럼 얘기한 것들도 도움이 많이 됐었어요. 서로서로 가까운 곳에서 실험하면서 왔다 갔다 하면서 뭐가 문젠지 지나가면서 얘기해 주고, 그런 얘기를 들으니 보이는 경우도 있고.

S2(I): 저 같은 경우는 구심력 실험 장치를 개조해서 거기에 수직축을 세워서 돌리는 건데, 수직축을 세우는 게 힘든 거예요. 그런데 얘가 많이 도와줬어요. 결론 낼 때도 결론이 막연해서 결론을 못 내겠다 이럴 때, 어느 정도 서로 방향제시해주고, 이런 데이터가 있으니깐 이런 방향으로 해보자.

S7(Q): 가장 효과적이었던 것은 팀원들 간의 토의였습니다. 아이들이 모두 물리화적인 지식을 어느 정도 가지고 있었고, 비슷한 수준의 지식을 가지고 있었지만 같은 현상을 보고 서로 다른 생각을 했기 때문에 팀원들 간의 토의를 통해서 서로의 가설도 공유하고, 어느 의견이 더 옳은지를 생각하는 과정에서 좋은 의견들이 많이 발견되었습니다. 또한 실험 설계를 할 때에도 서로 의견을 공유하면서 점점 더 좋은 실험 장치가 완성되었고 덕분에 훌륭한 실험을 할 수 있었습니다. 다행히 팀원 친구들이 과학상자도 잘 다루고, 창의적으로 잘 장치를 설계했기 때문

에 문제가 없긴 했지만, 저는 개인적으로 공작이나 만들기를 잘 못하기 때문에 만약 개인 연구였다면 이 과정 때문에 크게 고생했을 것입니다.

학생들은 어려움을 겪었던 실험하는 과정에서 팀원들 간의 토의가 많은 도움이 되었을 뿐만 아니라 그 외 자료해석이나 결론을 내는 과정에서도 팀원들 간의 토의가 도움이 되었음을 이야기하였고, 팀원들 간의 토의가 언제나 항상 일어날 수 있었으며, 필수적이라는 인식을 하고 있었다.

그러나 개방형 탐구문제 해결에서의 효과적인 전략에 대한 교사의 인식은 학생들과 차이를 보였다. 설문과 면담내용에서, T1교사는 2010년과 2011년 모두 효과적인 전략에 대해 ‘교재 및 논문’ 라고 답하고 있었다. T1교사는 팀원들 간의 토의에 대한 학생들의 사용비율에 대해서는 2011년(사례2)의 경우 2010년(사례1)에 비해 증가했다고는 답하였으나, 효과적인 전략에 대해서는 변함없이 ‘교재 및 논문’ 이라고 답하였다. 한편 T2교사는 학생들의 개방형 탐구문제 해결의 효과적인 전략에 대해 ‘팀원 및 지도교사와의 토의’ 라고 답하였으며, 학생들 자체의 토의보다는 지도교사와의 토의의 효과성에 더 무게를 두고 있었다. 설문과 면담에서의 교사들의 답변 내용은 다음과 같다.

T1교사(Q,2010): 교재 및 논문 제시가 가장 효과적이었다. 유사한 상황에 대한 논문을 보고 실험 방법 및 결과를 얻어내는 데 도움을 받았고, 여러 전공서적을 통해 그 이론적 배경을 적용시켜 볼 수 있었다. 교사도 결국 지도라고 했을 때 대부분 논문을 찾아 주거나 관련 지식을 검토해보는 것이다.

T2교사(Q): 지도교사와의 토의, 스스로 막막하고 막연할 때 교사의 적극적인 조력이 필요하며, 이를 위해서 정기적인 (교사와의) 토의가 가장 좋은 방법이었던 것 같다.

T1교사(I,2011): 근데 다른 친구들 꺼를 신경써줄 새가 없더라고, 자기 꺼를 위주로 하고... (중략) ... 내가 볼 때는 팀원토의는 문제를 해결하는 과정에는 필요없다가 나중에 실험이 다 끝나고, 결론 낼 때만 하던 거 같아. 왜냐하면 결론을 낼 때, 냉철하게 말해주면...

T2교사(I): 전체토의는 아니더라도 부분 부분 서로 얘기하면서 실험이 진행이 됐으니깐 분명히 혼자 하는 것보다는 학생들 토의해서 진행해오는 거는 효과적이었을 거란 생각이 들어요.

교사들의 답변에서는 두 교사의 인식 차이가 나타났다. T1교사의 경우 팀원들 간의 토의가 실험하는 과정에서는 잘 일어나지 않았으며, 오히려 실험이 다 끝난 후 보고서를 쓰고 결론을 발표하는 과정에서 토의를 하는 것이 좋겠다는 의견을 보였고, 탐구 문제 해결과정에서의 교사의 지도란 이론적인 면을 뒷받침해주는 것이기 때문에 교재 및 논문 제시가 가장 중요하다는 인식을 가지고 있었다. T2교사의 경우, 토의에 대해서는 중요하다는 인식을 가지고 있었으며, 이를 통해 학생들이 겪는 어려움을 해결할 수 있다고 생각하고 있었다. 그러나 T2교사가 생각하는 토의는 학생들 간의 토의가 아닌 지도교사가 함께 하는 토의의 형태이고 학생들만의 토의는 한계가 있다는 인식을 가지고 있었다. 실제로 T2교사가 지도하는 팀은 지도교사가 학생들의 토의에 자주 참여하였으며, 학생들의 진행상황을 개별적으로 보고받는 시간을 갖고, 일주일에 한 두 번씩은 시간을 정하여 학생들과 교사가 함께 토의하는 정기적인 모임을 가졌다.

한편, 학생과 교사의 설문과 면담에서 나타난 공통적인 점은 전문가(대학교수, 박사과정 연구원, 다른 과학교사 등)에게 문의하는 전략은 문제해결에 도움이 되지 않았다는 답변이었다. 전문가에게 문의하는 전략은 사용 빈도나 효과 측면에서 (사례1)과 (사례2) 모두 학생과 교사는 공통적으로 부정적인 의견을 나타내었다.

S2(I): 지도교사, 교수, 박사과정, 선배들 앞에서 발표 하면서 등등 다 겪어봤지만... 결론은 다들 그 문제에 대해 모른다는 거예요. 그러니깐 그 문제가 개방형 문제인거고, 그래서 결론은 저희들끼리 얘기 하면서...

S4(I): 저희들은 계속 실험을 하면서 봤기 때문에 아무리 허접하더라도 도움이 되는 의견을 줄 수 있었는데 그분들은 처음 봤기 때문에 직접적인 도움을 줄 수가 없었어요.

T1교사(I,2010): 그런데 전문가한테서는 그렇게 많은 도움이 안됐지. 사실 우리는 결론에서 많은 어려움을 겪고 있었는데 (전문가가 제시해준) 이론을 접목시킬 때 실험결과와는 맞지 않으니까.

## V. 결론 및 논의

### 가. 개방형 탐구문제 해결과정에서 학생들이 느끼는 어려움과 이에 대한 교사의 인식

개방형 탐구문제 해결과정에서 실제 학생들이 느끼는 어려움과 해결 전략에 대한 학생과 교사의 인식을 비교 분석한 결과, 대부분의 학생들은 탐구과정의 전반부인 '실험' 단계에서 어려움을 느낀다고 나타났다. 교사가 생각하는 것 이상으로 학생들은 실험단계에서 어려움을 느끼고 있었으며, 이는 교사가 생각하는 학생들의 어려움과 실제 학생들이 느끼는 어려움은 차이가 있음을 보여준다. 교사들은 실험지도의 측면보다는 자료를 해석하고 결론을 도출하는 이론적인 부분에서의 조력자 역할에 무게를 두고, 이론적인 지도에 집중하고 있었다. 이로 인해 교사들은 학생들이 실제 상황에서 직면하게 되는 실험단계에서의 어려움을 잘 인식하지 못했다고 할 수 있다. 김영민 등(2010)은 교사의 인식과 이들의 교수활동 사이에 강한 관련성이 있음을 보였고, 박정희 등(2004)은 탐구 학습에 관한 중등과학 교사들의 인식에 관한 연구에서 고등학교 교사들은 과학적 지식의 이해와 습득을 중요하게 생각하고 있음을 확인하였다. 본 연구에서도, 교사들은 스스로의 인식에 기반한 역할과 중요도에 기초한 지도 전략으로 학생들의 개방형 탐구문제 해결과정을 지도하였으며, 이러한 점은 학생들의 실질적인 어려움에 대한 파악이 미흡하게 된 원인으로 보인다. 학생 중심의 개방형 탐구 지도에 있어 학생들의 실제 어려움에 대한 파악은 매우 중요하며, 이러한 어려움에 대한 학생과 교사의 인식 차이를 줄이는 것은 현재의 교사 중심 교수학습 형태를 학생 중심의 참된 탐구의 형태로 바꾸기 위해 반드시 필요한 일이다. 이에 대해 교사의 역할 범주에 대한 인식의 폭을 넓히는 것이 요구된다.

또한 학생들의 어려움의 원인에 대해 고찰하고 이에 따른 적절한 지도방안에 대해 연구가 되어야 한다. 학생들이 실험 단계에서 가장 큰 어려움을 느낀 이유

로는 개방형 탐구문제에 대한 경험의 부족, 실험방법적인 배경 지식의 부족, 자신감과 창의력 결여 등을 들 수 있다. 이에 대한 개방형 탐구 문제 지도에 있어서 학생들의 실제 어려움 파악과 실험에 활용될 수 있는 측정 도구와 방법, 프로그램에 대한 사전 교육 등이 선행될 필요가 있다.

### 나. 개방형 탐구문제 해결과정에서 사용된 학생들의 해결 전략과 이에 대한 교사의 인식

학생들이 개방형 탐구문제 해결의 주요 전략으로 가장 많이 활용하고 또한 효과적이라고 생각했던 전략은 '팀원들 간의 토의(peer discussion)'였다. 그러나 교사들은 '팀원들 간의 토의'의 활용 정도와 효과성에 대해 간과하였다. 오히려 '교재 및 논문' 제시가 교사의 지도전략의 큰 부분을 차지하고, 이를 효과적인 문제 해결 전략이라고 인식하고 있었으며, 교사들이 학생들의 팀원 간의 토의를 의도적으로 장려하는 일은 일어나지 않았다. 김희경, 송진웅(2004)은 실제 과학자들의 탐구활동에 근접하기 위해 이러한 맥락의 논변활동이 중요하며, 의도적이고 직접적으로 강조된 탐구활동의 필요성에 대해 이야기하였다. 이러한 면에 있어 교사가 동료 토의에 대한 중요성을 간과하고 이를 장려하지 못함은 학생들의 개방형 탐구 문제 지도에 있어 그 방향을 옳게 잡았는가에 대한 반성의 계기가 된다. 학생들이 개방형 탐구문제를 해결하는 과정에서 학생들 스스로 인식하는 효과적인 해결 전략에 대해 집중해서 살펴보는 일은 중요하며, 이를 통해 학생들이 실질적으로 도움을 받을 수 있는 환경을 조성하는 것이 필요하다.

Rehorek(2004)은 탐구에 기반한 지도에 관한 연구에서 토의의 중요성에 대해, 과학 탐구의 과정에서 문제와 해결방법을 다른 이에게 설명하게 함으로써 학생들은 그들의 의견을 확실하게 표현하는 것을 배우고, 새로운 것을 배우거나 최소한 그들이 발전시켜왔던 것에 대한 대안적 결론에 노출되는 상황을 가질 수 있으며, 또한, 학생들은 다른 학생들로부터 즉각적인 피드백을 받을 수 있고, 이러한 상황은 학생들이 자신의 설명을 수정하는데 도움을 준다고 이야기하였다. 이러한 점은 본 연구의 동료 토의의 모습에서 확인할 수 있었으며, 이러한 동료 토의가 도움을 줄 수 있는 상황적인 측면에 주목할 필요가 있음을 시사한다.

우선 동료 토의가 도움을 줄 수 있는 상황적인 측면을 살펴보면, 팀원들 간의 토의는 학생들이 어려움을 많이 겪었던 실험 과정에서 많이 일어났다는 점을 알 수 있다. 개별적으로 선행연구를 조사하거나, 자료해석, 결론 도출을 하는 과정보다는 같이 모여 실험을 계획하고 수행하는 과정에서 동료 토의는 더욱 활발하게 일어났으며, 이러한 과정에서 학생들의 어려움을 해결하는 데 기여도가 컸다고 할 수 있다. 학생들은 서로 팀을 구성하여 같은 공간에서 실험을 하기 때문에 팀원들 간의 토의가 자연스럽게 일어날 수 있는 환경이 조성되었으며, 같은 팀인 경우 본인이 맡은 문제가 아닐 지라도 동료의 문제에 대해 잘 파악하고 있었다. 학생들은 서로가 겪는 어려움이 비슷했기 때문에 팀원들 간의 상황을 서로 이해하고 있었다는 점 또한 팀원 간의 토의가 잘 일어날 수 있었던 배경이 될 수 있었다. 이러한 상황적인 측면에 대한 고려는 개별적인 과제수행일지라도 팀을 구성하여 수행하는 것이, 특히 실험 과정에서 어려움을 겪는 개방형 문제 해결에 있어 학생들의 어려움 해결에 도움이 될 수 있다는 점을 시사하며, 개방형 탐구 문제의 해결 과정을 지도하는 데 있어 효과적인 방안을 모색하는데 기여할 수 있을 것이다.

참된 탐구의 형태인 개방형 과학 탐구가 교수학습 상황에 잘 적용되고 학생들이 효과적이고 유의미한 탐구를 하기 위해서는, 탐구 과정에서 학생들이 직면하는 어려움에 대한 파악이 중요하며, 이에 대한 교사와 학생의 인식의 간극을 줄이는 것이 필요하다. 후속 연구를 통해 본 연구의 결과에서 나타난 학생과 교사의 인식의 차이에 대한 근거를 뒷받침해 줄 필요가 있으며, 이를 통해 교사들의 학생의 어려움에 대한 이해를 증진시키고, 학생들의 개방형 탐구문제 해결의 지도에 있어서의 실질적인 도움에 기여할 수 있을 것이다. 또한, 탐구과정의 단계를 좀 더 세밀하게 구분하여 구체적인 어려움의 단계를 파악하는 것이 필요하며, 동료 토의의 양상과 상호작용에 대한 좀 더 자세하고 밀도 있는 연구가 후속 연구로 진행될 필요가 있다.

## 국문 요약

본 연구에서는 개방형 탐구문제를 해결하는 과정에서 학생들이 실제 어떠한 어려움에 직면하고 어떠한 해결 전략이 효과적이었는지에 대한 학생과 교사의

인식을 비교해 봄으로써, 효과적인 개방형 탐구의 지도 전략을 모색하고자 하였다. 연구대상이 된 과학고등학교 학생들은 KYPT 개방형 탐구 문제 해결과정을 겪으며 공통적으로 '실험' 단계에서 어려움을 겪었다고 이야기한 반면, 지도 교사들은 학생들이 '자료 해석'이나 '결론 도출'에서 어려움을 겪었다고 인식하고 있었다. 개방형 탐구 문제 해결 전략에 대해서는 학생들은 '팀원들 간의 토의'가 가장 활용 빈도가 높았으며, 또한 효과적이라고 답한 반면, 교사들은 '교재 및 논문'이나 '지도교사와의 토의'의 전략이 효과적이라고 답하여 학생들과 인식차이를 보였다. 교사들은 학생들이 효과적인 해결전략이라고 이야기했던 '팀원들 간의 토의'에 대해 학생들만큼 효과적이라고 생각하지 않고 있었다. 그러나 학생들이 공통적으로 도움을 받았다고 답변한 '팀원들 간의 토의'에 주목할 필요가 있으며, 학생들이 개별적인 문제를 해결하는 상황에서도 팀을 구성하여 팀원들 간의 토의가 활발히 일어나도록 장려해 줄 필요가 있다.

## 참고 문헌

- 김영민, 문지선, 박정숙, 임길선(2010). 과학교사 양성과정에 대한 심층면담을 통한 경력과학교사들과 초임과학교사들의 인식비교. *한국과학교육학회지*, 30(8), 1002-1016.
- 김희경, 송진웅(2004). 학생의 논변활동을 강조한 개방적 과학탐구활동 모형의 탐색. *한국과학교육학회지*, 24(6), 1216-1234.
- 박정희, 김정률, 박예리(2004). 탐구 학습에 관한 중등 과학 교사들의 인식. *한국지구과학회*, 25(8), 731-738.
- 윤초희, 정현철 (2009). 과학 영재수업에 적용된 개방형 탐구에 대한 일고찰: KEDI 탐구학습 모형을 중심으로. *영재와 영재교육*, 8(2), 53-84.
- 황성원, 박승재(2001). 전기와 자기에 대한 중학생들의 개방적 탐구에서 과제 유형에 따른 탐구 수행 분석. *한국과학교육학회지*, 21(2), 255-263.
- Bell, L.R., Smetana, L., & Binns, I. (2005). Simplifying inquiry instruction: assessing the inquiry level of classroom activities. *Science Teacher*, 72(7), 30-33.
- Chinn, C.A., & Malhotra, B.A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools. A theoretical framework for evaluating inquiry task. *Science Education*, 86(2), 175-218.
- Cobern, W.W. (1995). An alternative view for constructivism and non-western science education research. In A. Hofstein et al. (Eds.), *Science education: From theory to practice*. (pp. 395-403). Israel: The Weizmann Institute of Science.
- Crawford, B.A. (2000). Embracing the essence of inquiry: New roles for science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(9), 916-937.
- Falconer, K., Joshua, M., Wyckoff, S., & Sawada, D. (2001). Effect of Reformed Courses in Physics and Physical Science on Student Conceptual Understanding. Paper presented at the AERA in Seattle, America.
- Hackling, M.W., & Fairbrother, R.W. (1996). Helping students to do open investigation in science. *Australian Science Teachers Journal*, 42(4), 26-33.
- Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41, 75-86.
- Krajcik, J., Blumenfeld, P.C., Marx, R.W., Bass, K.M., Fredricks, J., & Soloway, E. (1998). Inquiry in project-based science classrooms: Initial attempts by middle school students. *The Journal of the Learning Sciences*, 7(3/4), 313-350.
- Lunetta, V.N. (1997). The role of laboratory in school science. In D. Tobin et al. (Eds.), *International Handbook of Science Education*. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer.
- National Research Council (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- Rehorek, S.J. (2004). Inquiry-based

teaching: an example of descriptive science in action. *The American Biology Teacher*, 66(7), 493-499.

Roth, W.M. (1995). *Authentic School Science*. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer.

Roth, W.M., Boutonne, S., McRobbie, C.J., & Lucas, K.B. (1999). One class, many worlds. *International Journal of Science Education*, 21, 59-77.

Roychoudhury, A., & Roth, W.M. (1996). Interactions in an open-inquiry physics laboratory. *International journal of science*

*education*, 18(4), 423-446.

Willison, J., & O' Regan, K. (2007). Commonly known, commonly not known, totally unknown: a framework for students becoming researchers. *Higher Education Research & Development*, 26(4), 393-409.

Zion, M., & Slezak, M. (2005). It takes two to tango: In dynamic inquiry, the self-directed student acts in association with the facilitating teacher. *Teaching and Teacher Education*, 21(7), 875-894.