

# 과학과 교과교육학 지식 유형별 교사 전문성의 특징 연구

곽영순\*

한국교육과정평가원

## Research on Characteristics of Teacher Professionalism by the Type of Science Pedagogical Content Knowledge

Youngsun Kwak\*

Korea Institute for Curriculum and Evaluation

**Abstract:** The purpose of this research is to explore types of pedagogical content knowledge (PCK, hereafter) for effective science teaching. In this research, we explored three science teachers' PCK on light, who were effective in teaching the topic with particular students. The data analysis consisted of identifying the three teachers' unique PCK and ways to improve each teaching episode through the teacher meetings. These analyses, which consisted of verbal exchanges among the participants, were identified on the basis of our understanding. Using grounded theory methods, the types of science PCK drawn from this research are: (1) teaching through curriculum reconstruction, (2) teaching to help students build their own explanation models about surrounding nature, (3) teaching for learning the social language of science, (4) teaching to motivate students' learning needs based on relevance of science to students, (5) teaching through lowering students' learning demand by providing scaffolding, (6) teaching based on the teacher's understanding of students, (7) teaching through inquiry with argumentation, (8) teaching through reification of abstract science concepts, and (9) teaching none marginalized science. Common features of science teachers with quality PCK and their professionalism in teaching are discussed.

Key words: Pedagogical Content Knowledge (PCK), teacher education, professional development

### I. 서론

내실 있는 교실 수업의 열쇠는 교사의 수업 전문성이며, 교사의 수업 전문성의 핵심은 교과 내용을 지도하는 데 적절한 방법적 지식인 내용 교수 지식(PCK, Pedagogical Content Knowledge)이다. 1980년대 이래로 Shulman(1986)의 영향으로 교사의 전문지식은 교과내용 지식, PCK 및 일반 교수 지식으로 개념화되었다. 유능한 교사는 교과내용을 학생들이 이해할 수 있는 형태로 변환시킨다. PCK는 교사지식을 구성하는 교과내용 지식, 일반 교수법적 지식 및 상황 지식 영역의 영향을 받아서 재구성되는 영역이다.

PCK는 교육학적 내용 지식, 교과교육학 지식, 교수내용적 지식, 교수법적 내용 지식, 교수내용 지식 등으로 변역되어 사용되고 있다. Shulman이 PCK를 제안한 이래로 많은 연구자들이 PCK와 교사지식의 영역에

대한 다양한 변형 모델을 제안하였다(Carlsen, 1999; Gess-Newsome, 1999; Magnusson, Krajcik, & Borko, 1999; Tamir, 1988). PCK를 교수학적 내용 지식으로 정의한 이연숙(2006)은 교사 전문성의 주요 영역 중 교사의 실제 수업에서 가장 필요한 지식으로 PCK를 상정하였다. PCK에 대한 의미 규정은 Shulman의 정의를 기본으로 하면서도 하위 구성요소나 구체적인 특징에 있어서는 연구자들마다 차이를 나타낸다. 선행연구에서 논의된 과학과 PCK의 특징을 정리하면 다음과 같다.

첫째, PCK는 교사의 개인적 지식영역으로서 각 교사별로 고유한 전문성이다(Loughran *et al.*, 2004). PCK는 주어진 교과영역의 모든 교사들이 공유하는 동일한 단 하나의 실체가 아니며, 가르치는 맥락, 내용 및 경험의 영향을 받아 달라지는 것으로, 각 교사별로 고유한 전문성이다. 둘째, PCK에는 교과내용, 교육학

\*교신저자: 곽영순(ykwak@paran.com)  
\*\*2008.06.16(접수) 2008.07.10(1심통과) 2008.08.26(2심통과) 2008.08.27(3심통과) 2008.08.29(최종통과)

지식, 학생 변인, 상황 변인 등 다양한 영역들이 통합적으로 영향을 미친다(박성혜, 2006; 임청환, 2003; Gess-Newsome, 1999; Loughran *et al.*, 2004; Marks, 1990). PCK는 여러 영역으로 영향을 받을 수 있으며, 여러 근원으로부터 기인할 수 있다(이연숙, 2006).

셋째, PCK는 교실수업 경험을 통하여 얻어지는 경험적, 실천적 지식이다(임청환, 2003; Gess-Newsome, 1999; Grossman, 1990; Magnusson *et al.*, 1999). PCK는 교사의 실천속에 내재된 암시적인 것이며, 오랜 기간을 통하여 서서히 개발된다(Loughran *et al.*, 2004). 즉, PCK는 일련의 종합된 지식 베이스(knowledge base)라기보다는 적극적인 과정으로서 실천속의 앎(knowing in action)이라고 볼 수 있다(Cochran 외, 1993). 넷째, PCK는 고정된 지식이 아니라 실제 교실 수업에서의 반성과 적용 등 다양한 과정을 통하여 점진적으로 발달해 나간다(임청환, 2003; Fernandez-Balboa *et al.*, 1995; Bond-Robinson, 2005). 교사의 PCK는 수업 준비 및 수업과 관련된 결정에 영향을 미치고, 교사의 수업활동은 그들의 PCK에 영향을 미친다고 한다. 즉, 교사의 반성적 수업 실천을 통하여 PCK는 향상될 수 있다고 한다(Osborne, 1998).

다섯째, PCK는 주제별로 달라진다(조희형 외, 2006; Van Driel, *et al.*, 2001). 조희형 등(2006)은 연구자들마다 다양한 PCK 변형체들(variants)을 제안하지만, PCK의 공통점은 가르치는 내용과 상황에 따라 달라지며, 그에 따라 실제 적용과정에서 한계를 드러낼 수밖에 없음을 암시한다고 지적하였다. 여섯째, 교사만이 가지고 있는 고유한 전문성의 한 형태인 PCK는 교과별 교사 전문성의 요체로 간주되므로, 경쟁력 있고 전문성을 갖춘 교과 교사를 정의하는 핵심적인 구인이다(임청환, 2003; Magnusson, *et al.*, 1999; Shulman, 1987). PCK란 교과내용을 가르치기 위한 교사의 내용 지식으로 해당 분야의 다른 전문직의 내용 지식과 교사 지식(예: 의사와 생물교사, 물리학자와 물리 교사 등)을 차별화해주는 요인이기도 하다(Ball & Bass, 2000; Van Dijk & Kattmann, 2006).

일곱째, 교사 전문지식을 구성하는 하나의 요소인 PCK를 주관적인 표상으로 정의할 경우, 이러한 개인적이고 사적인 지식인 PCK를 포착하고 표상하여 공적

인 지식으로 변환하는 것이 가능하다(Hashweh, 2005). 이러한 PCK의 특징을 고려할 때, 교사의 전문적 지식과 실천을 개발하고 이해하는 데 PCK는 중요한 도구가 될 수 있을 것이다. 또한 예비교사는 숙련된 교사의 PCK를 직접 학습할 수 없으며, 숙련된 교사의 PCK가 예비교사를 포함하여 다른 사람에게 전달되려면 구조화되거나 재구성될 필요가 있다(Van Dijk & Kattmann, 2006).

이러한 방식으로 해석할 때 PCK를 비롯한 교수활동과 관련된 다른 언어들만 중요한 특수용어라고 볼 수 있으며, 교사의 전문적 지식과 실천을 개발하고 이해하는 데 중요하다(Loughran *et al.*, 2004). PCK에 대한 많은 연구들이 보여준 것처럼 PCK는 복잡한 구인이어서 교사가 단위 수업을 구성하고 가르치는 방식의 총체적인 효과를 통하여 볼 때 제대로 파악할 수 있을 것이다. 요약하면, PCK의 정의에 충실할 때 PCK는 각 교과별로 차별화되는 교사의 수업 전문성으로 구체적인 구성요소나 주변 변인은 달라지지만, 학생의 성공적인 교과별 교육목표 달성을 지원하기 위한 교사의 전문적인 노력이라는 특징은 모두 공유하고 있음을 알 수 있다.

따라서 본 연구에서는 실제 수업사례 분석을 통하여 과학과 수업에서 구현되고 있는 교과교육학 지식(PCK)의 유형을 추출하고, 이러한 수업연구가 과학교사의 전문성 개발에 주는 시사점을 도출하려고 한다.

## II. 연구방법 및 절차

과학과 PCK 유형 추출은 다음과 같은 방향으로 진행되었다.<sup>1)</sup>

먼저, PCK 개발 주제를 선정하였다. 중학교 과학과 주요 개념이나 주제, 교사와 학생이 가르치고 배우는 데 어려움을 겪는 개념, 학생이 주로 지니고 있는 오개념 등에 초점을 맞추어 PCK 개발 주제를 선정하였다. 본 연구에서 분석대상으로 한 수업은 중학교 1학년 빛 단원의 수업이다. 좋은 수업을 하는 3명의 교사들이 2007년 현재 2년제 한국교육과정평가원의 과학과 PCK 연구에 참여하고 있으며, 해마다 다른 주제의 중학교 과학 수업을 촬영하고 있다. 중학교 1학년 빛 단원은

1) PCK의 특성상 교사의 교과내용 지식, 가르치고 배우는 교과내용, 학생, 상황 등등에 따라 특수성을 지닌다. 이러한 PCK를 일반화하려고 시도하기보다는 본 연구에서는 특정한 과학 내용을 가르치고 배우는 상황에서 발생할 수 있는 문제 상황을 공유하고, 본 연구에 참여한 교사들이 해당 문제 상황을 해결해 나가는 실천 과정을 대안으로 제시하려고 한다. 이러한 대안이나 해결방안은 각 교사의 실천 속에 교사 고유의 전문성이 녹아든 것으로 이를 접하는 다른 교사는 자기 상황과의 유사성에 비추어 해결책의 효과를 평가할 수 있을 것이다. 본 연구에서는 공유된 문제 상황에 대하여 연구진이 제시한 나름의 PCK 실천 양상을 해당 문제 상황에 대한 'PCK 유형(즉, exemplary PCK practices)'이라고 부르기로 한다.

교과서에서는 6차시 분량으로 제시하고 있지만, 실제 수업에서 대부분의 교사들은 8차시로 구성한다.

이어서 선정된 주제를 가르치는 현장의 실제 수업을 있는 그대로 동영상으로 제작하고, 이를 분석하여 주제별로 고유한 PCK를 발굴해 나가는 과정을 거쳤다. 과학과 PCK 유형을 추출하고 분석하기 위해서, 수업 동영상, 수업분석 협의회 자료, 교사 면담 자료 등을 면밀히 교차 분석하였다. 이어서 과학과 PCK 분석틀에 입각하여 분석된 교사별 또는 주제별 수업 사례들이 왜 과학을 가르치는 좋은 실천(Good Practice in Science Teaching)<sup>2)</sup>으로 간주되며, 실천의 어떤 측면이 그 수업을 다른 수업과 차별화하며 권장될 만한 것인지를 분석하였다. 즉, 근거 이론(grounded theory)의 연구 방법을 활용하였다. 과학과 PCK 유형을 묶어내기 이전에 먼저, 중학교 1학년 빛 단원 8차시 전체 수업에 대한 교사별 수업사례 분석을 실시하였다. 즉, 특정 교사가 해당 단원의 수업을 자기만의 PCK를 활용하여 어떻게 실행하는지를 순차적으로 분석하여 진술하였다. 세 명의 교사들이 진행한 같은 주제의 수업을 교차분석하여 과학과 PCK의 유형을 추출하였다. 본 연구에 참여한 교사들의 배경정보를 제시하면 다음과 같다. A, B, C는 수업을 진행한 세 명의 교사를 나타내고, 나머지 X, Y, Z는 수업컨설팅 협의회에 참여한 연구자 및 선배교사들을 나타낸다.

주어진 특정 상황이나 수업에 대하여 주의 깊게 기록해 놓으면, 기술된 수업이나 문제 해결과정이 자신의 수업상황에 어떻게 부합되는지를 평가하는 것은 독자의 몫이다. 이때, 주어진 문제 상황에 대한 해결 방안을 기술함에 있어서, 다른 교사들이 벤치마킹할 수 있는 ‘좋은’ PCK 실천 양상을 소개하고자 한다. 즉, 본

연구에서 PCK 실천 양태를 기술함으로써 특정 주제를 가르치고 배우는 보편적이고 일반화될 수 있는 수업 양태를 추구하기보다는 특정한 상황에서 특정 교사가 실천하는 PCK를 드러내어 그 특수성을 부각시키고자 한다. 즉, 일반화된 결론이나 주어진 주제에 대한 하나의 답이 되는 수업을 제시하려고 노력하기보다는 특정 교사의 교수활동을 기술하고 분석함으로써 이전에는 제대로 인식되지 못했던 ‘수업에 대한 교사의 고민의 결과’를 파악하려고 시도하였다.

이러한 과정을 통하여 수집된 자료들은 주제별로 코딩하였으며, 유사한 주제에 대한 선행연구들의 비교를 통해 분석하고 해석하였다.

### III. 연구결과 및 논의

세 명의 과학교사에게서 발견되는 과학과 PCK의 표출 양상을 ‘PCK 유형’이라는 주제 하에 추출해 보았다. 이는 수업 동영상 분석, 개별 교사 면담, 수업분석을 위한 전문가 협의회, 수업자료 등을 통해서 귀납적으로 근거이론 기법으로 도출해 낸 PCK 유형임을 밝혀둔다.

각 교사의 전문성이 발휘된 수업 실천과 교사가 제공한 정보로부터 ‘PCK 유형’을 구성해보았다. 특정 내용을 학습하게 될 학생들과 교사의 교수활동을 연계하여 무슨 내용을 어떻게, 왜 가르치는지를 교수활동의 주요 요소별로 분석해낸 PCK는 해당 주제를 가르치는 일반화 가능한 양상이 된다. 즉, 주제별 PCK의 일부 일반화된 형태가 교사들에게 줄 잠재적인 가치를 고려할 때 성공적인 교사의 PCK에 대한 상세한 개관을 제공할 필요가 있다. 본 연구에서 도출된 과학과 PCK 유형과 각 유형별 특징을 제시하면 다음과 같다.

**Table 1**  
Background information of the participants

ID(gender)	Major	Teaching experiences	Final degree
A(male)	Physics	18years	master
B(male)	Physics	14years	doctoral
C(female)	Physics	6years	master
X(female)	Biology	11years	master
Y(female)	Science education	8years	doctoral
Z(male)	Physics	23years	master

#### 1. 교육과정을 재구성하는 수업

본 연구에 참여한 교사들은 적극적인 교육과정 재구성을 시도하고 있었다. 교사에 의한 적극적인 교육과정 재구성 과정에서 드러난 교사들의 PCK의 특징을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 초임의 경우 학생보다는 교사의 관점에서 교육과정을 재구성하는 경향이 발견된다.

둘째, 교사의 교과내용 전문성이 풍부할 경우 각 차

2) 좋은 수업이나 모범적인 수업이라는 개념은 막연하고 미묘한 개념이어서 공식적인 정의를 내리기 어렵다. 어떤 교사가 모범적인 좋은 수업이라고 보는 것을 다른 교사는 그렇지 않다고 느낄 수도 있다. 분명한 것은 좋은 수업을 하는 과학교사는 학습에 대한 관심에서 출발하여 가르치고자 하는 동기가 유발되어 있으며, 학생은 물론 학생이 과학교실에 가지고 들어오는 지식을 존중하며, 자신이 가르치는 과학영역에 대하여 풍부한 배경지식을 지니고 있다는 점이다.

시별 수업에 매몰되기보다는 단원의 전체 수업들을 유기적으로 연계하여 교육과정을 재구성하고 있었다. A교사는 ‘본다는 것은’을 주제로 한 수업에서 학습목표를 설정함에 있어서 교과서에 제시된 것을 그대로 따르기보다는 수업의 초점을 나름대로 재해석하여 교과서 내용을 재구성하였다. A교사는 대부분의 “현장교사들이 각 차시가 대단원 속에서 어떻게 유기적으로 연결되는지 등에 대한 전반적인 계열성에 대한 고민을 하지 않고, 각 차시별 수업에 매몰되기 때문”에 수업과 수업 간의 연결고리를 찾기 어렵다고 설명하였다. 특히 가르치는 내용이 자신의 전공영역이 아닐 경우, 즉 교사의 교과내용 전문성이 부족할 경우 수업차시들 간의 연계성을 파악하기가 더 어렵다고 한다. 그 결과 가르치는 내용영역을 전공하지 않은 교사는 교과서에 제시된 그대로 가르치거나 “현상 위주로” 가르치는 경향이 있다고 한다.

- Y: 실생활에서 구체적인 굴절 사례가 있는데도 이렇게 내용 이해가 어려운가요?
- B: 실생활에서의 구체적인 사례를 아까 A선생님이 많이 하셨잖아요. 그걸 개략적으로 굴절현상들을 나열하면서 가르칠 수는 있는데
- C: 보통 물리가 전공이 아닌 선생님들은 그렇게 하시는 것 같아요. 굴절현상들을 아이들에게 설명을 해주거나 그림을 보여주거나 해서.
- B: 교사들이 지금 빛 단원을, 빛을 가르치기 어려워하고 있고, 그 어려워하는 핵심에는 물리교사들이 생물을 잘 몰라서 못 가르치고 두려운 것처럼 일단 빛이 어려워서 두려워하는 거예요.

셋째, 적극적인 교육과정 재구성의 일환으로 교사는 학생들의 통합적 이해를 돕기 위해 실생활 사례를 중심으로 별도의 수업을 개발해내기도 하였다. 예컨대 교사들이 주어진 단원내의 차시들 간의 연계성을 제대로 강조하지 못한다고 지적하면서 B교사는 빛 단원의 예정된 8차시에 추가하여 ‘3점 레이저’라는 주제로 9차시 수업을 실시하였다. 즉, 빛 단원에 할당된 8차시 수업을 진행한 뒤에 B교사는 학생들의 통합적 이해를 돕기 위해 ‘3점 레이저’를 주제로 수업을 한 시간 더 구성하였다.

- Y: 3점 레이저는 선생님 혼자 고안한 거죠? 왜요? 종합정리용으로?
- B: 반사하고 굴절을 한번 정리한다는 의미에서 그리고 학생들한테 직접 해보라고 하려고... 실제 중학생은 여기까지 해줘야 되요. 실제로 이렇다는 걸 보여주 필요가 있는데.
- A: 실제 세계를 해석하기 위한 공부잖아요.

인위적으로 분절하여 차시별로 빛의 성질을 다룬 것과는 달리 실제 생활 상황에서는 빛의 굴절, 반사, 흡수 등의 현상이 동시에 나타나므로 학생들이 실생활 모델에 적합한 전체 그림을 파악할 수 있도록 통합적인 주제의 수업을 추가하였다고 B교사는 설명하였다.

## 2. 주변 자연현상에 대한 학생 나름의 설명 모델을 만들어나가는 수업

본 연구에 참여한 교사들의 수업의 특징은 과학자가 과학이론을 생성하는 것처럼 학생들이 주변 자연현상에 대한 나름의 설명 모델을 만들어나가도록 하는 수업이었다. 이들 수업에서 발견되는 교사의 PCK의 특징을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 본 연구에 참여한 교사들은 학생을 과학이라는 문화 속으로 입문시키는 징검다리의 역할을 하는 것으로 파악하고 있었다. A교사는 학생들에게 과학자의 표현과 사고방식을 강제할 경우 학생들이 “과학을 싫어하거나 소외감을 느끼게 되므로” 학생들이 과학하는 과정을 자신의 논리대로 체험해 나갈 기회를 제공해야 한다고 주장하였다.

- A: 자연현상은 아무리 설명하더라도 모델로부터 설명을 못하거든요. 상호간의 정보가 교환되거나 할 때는 우선 이야기식의 틀을 가지고 설명할 수밖에 없거든요. ... 예를 들면 이 추론을 시키기 위해서는 학생들에게 한 가지 현상을 보고 그 현상에 맞도록 자꾸 모델로 그려보라고 하는 거야. ... 학생은 고민해서 이 모델을 가지고 자기가 만들어내야 되는 거죠.

둘째, 과학을 배운다는 것은 주변 현상에 대하여 학생 나름의 설명 모델을 만들어나가는 과정으로 파악하고 있었다. A교사는 과학을 배운다는 것은 주변 현상에 대하여 학생 나름대로 설명 모델을 만들고 학생의 경험과 배경지식이 쌓여가면서 초기 모델을 점점 정교화해 나가서 과학적 모델에 다가가는 과정이라고 보고 있었다. A교사는 빛 단원 첫 수업에서 학생들에게 빛의 직진이나 빛이 어떻게 퍼져 나가는지, 본다는 것 등에 대한 학생의 사전 생각을 그림으로 나타내도록 하고, 이를 디지털카메라로 찍어서 보관한 다음에, 8차시 수업을 통하여 학생들의 생각이 어떻게 변해 가는지를 추적하였다. 따라서 A교사의 수업은 빛 단원 8차시 수업들이 모두 긴밀하게 연계되어 있었다.

셋째, 주변 현상에 대한 학생들의 설명 모델은 각기 다를 수 있으며, 학생의 경험과 더불어 개선된다고 주장하였다. A교사는 주변 현상이나 주어진 주제를 이해

하기 위해 학생들이 제공하는 설명은 처음부터 완벽한 모델이나 과학적 모델에서 출발하기보다는 각 학생마다 출발점이 다르고 모델이 다를 수 있음을 인정한다. 교사들이 가치를 두는 것은 어느 시점에서 모델이 얼마나 과학적 모델에 가까워지는가 아니라, 학생들이 각자의 모델을 다듬어나가는 과정 자체에 학습의 가치를 두고 있었다. 과학사에서 한때는 상당한 설명력을 갖추고 있었지만 결국은 버려진 이론들처럼, 학생들의 모델도 때로는 오개념이나 오류를 포함하기도 하지만 학생의 발달단계나 이해 수준에서 적절하다면 다소 오류를 포함한 모델도 충분히 활용 가치가 있다고 주장하였다.

이 밖에도 본 연구에 참여한 교사들은 과학지식이 변천해 온 과학사의 사례를 활용하여 학생들이 과학지식이 구성되는 과정을 파악하게 하고, 학생들 나름의 설명 모델을 만들어나가는 과정에서 교사의 설명방식을 강요하기보다는 학생의 사고와 논리 전개를 존중하였으며, 과학 용어를 활용하여 학생이 이해한 것을 말이나 글로 표현하게 하여 의사소통할 기회를 제공하였다.

### 3. 과학이라는 사회적 언어 학습이 일어나는 수업

과학 수업은 학생들이 과학이라는 또 다른 사회적 언어를 학습하는 과정이라고 한다(Mortimer & Scott, 2003). 본 연구에 참여한 교사들로부터 이러한 주장을 확인할 수 있었다. 본 연구에 참여한 교사들의 수업에서 발견되는 PCK의 특징을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 본 연구에 참여한 교사들은 과학 학습은 과학이라는 사회적 언어를 학습하는 것으로 인식하였다. 수업이란 “교사 혼자 떠들고 나간다고 학생들이 수업을 받은 것이 아니라, 학생들 머릿속에 뭔가가 남아있거나 추가되는 것”이라고 말하는 A교사는 되도록이면 교사가 말로 설명하기보다는 학생들에게 직접 보여주거나 체험하게 하고, 학생들의 입을 통하여 개념을 말하고 활용하게 하는 것이라고 주장하였다.

B: 글썄 A선생님한테는 어쨌든 저는 참 놀라운 것이 항상 학생 입을 빌어서 말을 하게 하잖아요. 그게 참 놀라워요.

Z: 수업의 궁극적인 목적은 무언가를 아이들한테 가르쳤는데 그게 아이들에게 남아있어서 계속 언젠가 튀어나오기도 하고 그리고 유용하기도 해야 한다는 거죠. 그리고 아이들이 어떻게든 다양한 상황 속에서 그 개념을 사용할 수 있게끔 그 기회를 넓혀주는 게 수업의 목표라고 생각해요. 요약해서 말하면 거의 모든 수업은 전달하고자 하는 어떤 핵심 개념을 상황을 바꿔가면서 사용하는 거라는 거죠.

둘째, 교사들은 과학이라는 사회적 언어를 문제해결

도구 중 하나로 파악하고 있었다. 과학을 또 하나의 사회적, 학문적 언어라고 보는 교사들은 용어 정의나 해설 수준을 넘어서서, 학교과학을 통해 배운 것을 학생들이 실생활 맥락에서 또는 관련된 상황 속에서 활용할 수 있도록 하는 것이 과학수업의 목표라고 교사들은 주장하였다.

셋째, 학생들의 목소리가 경청되고 존중되는 발표 문화와 교실 분위기를 조성하려고 노력하였다. A교사의 수업에서 학생과의 상호작용과 대화를 통하여 의미가 구성되어 나가는 과정을 찾아볼 수 있었다. A교사는 학생들의 이야기를 적극적으로 끌어내고 학생들의 생각을 말로 표현하는 학생 발표 문화를 제대로 정착시키는 데 한 달 정도가 소요된다고 말한다. 학생들이 과학이라는 사회적 언어를 학습해야 하는 것과 마찬가지로 맥락에서 학생들은 학교 과학수업이라는 담화장르를 인식해야 하며, 그러한 장르활용에 참여하는 방법을 학습해야 한다. 이는 교사의 의식적인 모델링과 지도를 통해 가능할 것이다.

넷째, 학생들이 교실과학이라는 담화 장르를 학습할 수 있도록 교사는 과학적 사고방식과 담론 양태를 모델링하였다. 과학 수업을 통하여 학생들은 학교과학의 내용만을 학습하는 것이 아니라, 학교과학이라는 담화장르도 학습하는 것이다. 분명한 것은 교사가 학생들이 자신의 의견을 발표하고 논의하는 활동에 참여할 수 있도록 시간과 여지를 남겨두고 교수활동을 그런 방식으로 이끌어갈 때 학생들은 학습을 위한 대화에 지속적으로 참여할 수 있다는 점이다. 아울러 교사는 자신이 지닌 과학에 대한 열정을 수업을 통해 학생들에게 불어넣게 되며, 따라서 수업이 흥미롭게 된다고 한다(Woolnough, 1998).

이 밖에도 학생들의 과학 언어 학습을 돕기 위해 본 연구에 참여한 교사들은 학생들의 기존 관점이나 지식과 상치되는 갈등상황을 중심으로 교실 담론을 조직하려고 노력하였으며, 학교 과학이라는 사회적 언어의 권위적 본성으로 인해 과학 교실 담론에서 교사의 권위적 상호작용은 여전히 요구된다는 것을 파악하고 있었다.

### 4. 연계성을 기초로 학습동기를 유발하는 수업

본 연구에 참여한 교사들은 학교 과학이 학생 개인의 필요나 실생활과 어떻게 관련되는지, 타교과와는 어떻게 연계되는지 나아가 학생 입장에서 과학을 왜 배워야 하는지 등에 대한 고민을 토대로 ‘관련성’ 확보를 통해 학습 동기를 유발해야 한다고 주장하였다. 이 교

사들의 수업에서 발견되는 PCK의 특징을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 본 연구에 참여한 교사들은 교사 스스로 과학 내용이나 주제를 왜 배워야 되는지에 대한 질문을 끊임없이 제기하고 답을 찾으려고 노력하였다. 대부분의 과학 수업에서 학생들은 끊임없이 ‘왜 배워야 하는지’에 대한 질문을 던지고 있는 반면에 교사들은 이러한 문제의식이 부족하거나 대처방법을 모르는 실정이다. 우선 교사들 스스로 ‘과학을, 이 내용을 왜 배워야 되지?’라는 질문을 던지는 것이 중요하다고 한다. 특정 과학 내용을 왜 배워야 되는지에 대한 문제의식에서 출발하여 그 답을 찾아나가는 과정에서 교사는 학생의 학습 동기 유발의 필요성을 인식하게 된다고 한다.

둘째, 학생이 개인 경험이나 필요와 관련지어 해당 주제를 학습하는 이유를 찾고 동기를 유발하고 있었다. 교사들은 특정 과학내용을 왜 배워야 되는지에 대한 답을 학생 경험과의 관련성에서 찾고 있었다. 예컨대, 빛의 합성을 주제로 한 수업에서 ‘왜 빛의 합성을 배워야 하는지’에 대한 물음에 답하기 위해 교사들은 우리 눈의 작동원리와 연계하여 동기유발이 가능할 것이라고 제안하였다.

셋째, 환경이나 사회 문제 등 실생활 속 이슈와 관련지어 학습 동기를 유발하려고 노력하였다. 학교과학을 학생들에게 보다 재미있고 관련된 것으로 만들기 위해 학교과학 활동을 재구조화할 필요가 있다. 일부에서는 학교과학 활동을 건강과 환경 등 실생활속의 이슈를 중심으로 재구성할 것을 제안한다.

C: 내용 부분에서 아까 ‘일기 쉬운 물리’처럼 아이들한테 정말 자연스럽게 ‘이거 종이 복사가 어떻게 되는지 알아?’ 이러면서 아는 사람에게 물어보고 그런 생활 속에 접근할 수 있는 아주 작은 부분이라도 그런 부분을 재미있게 물리하고 연결해서 설명할 수 있는 능력이 진짜 필요한 것 같아요. 물리 내용을 아는 것과 그걸 재미있게 설명하는 건 다르잖아요. 학생들이 ‘어?’ 호기심을 갖고 들을 수 있는 그런 부분이 필요하죠.

이 밖에도 본 연구에 참여한 교사들은 나도 과학을 할 수 있다는 학생의 자신감이나 성공 경험과 관련지어 해당 주제를 학습하는 이유를 찾고 동기를 유발하고 있었다.

### 5. 스캐폴딩을 제공하여 학습 수요를 낮추는 수업

본 연구에 참여한 교사들은 학생의 개념 이해 단계를 쫓아서 충분히 도전적이면서도 무리가 없도록 학습 요구를 조절하여 스캐폴딩을 제공하려고 노력하였다.

이 교사들의 수업에서 드러난 PCK의 특징을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 교사는 학생의 학습요구를 감안하여 차시별 내용을 학생의 사고 단계를 쫓아 재구성하여 제시한다. 예컨대 빛의 굴절을 주제로 한 수업에서 A교사는 학생들의 사고 단계를 따라서 빛의 굴절과 관련된 내용을 6단계로 세분하여 재구성하여 제시하였다.

둘째, 다양한 내용 제시방식을 활용하여 학생의 학습요구를 낮추거나, 학습요구가 너무 높을 경우에는 과감하게 내용을 조정하였다. 빛의 굴절을 주제로 한 수업에서 세 명의 교사들은 ‘빛의 경로가 굴절되는 원인’을 설명하는 부분에서 의견 차이를 보였다. 중학교 수준에서 굴절되는 원인을 이해하는 데 무리가 있다고 판단한 B교사는 이 부분을 다루지 않았고, C교사는 시뮬레이션 프로그램을 활용하여 속도차이로 인해 굴절이 된다는 것을 간접적으로 보여주었고, A교사는 수레바퀴가 모래와 잔디밭을 차례로 진행하는 과정을 시범 실험으로 보여줌으로써 학생들에게 굴절이 일어나는 이유를 추리하게 하였다.

셋째, 학생의 사고 과정을 쫓아서 매 단계마다 학습요구를 낮출 수 있는 활동이나 실험을 설계하여 제공한다. 예컨대, 빛의 굴절을 주제로 한 수업에서 A교사는 학생들의 이해를 돕기 위해 독자적인 실험을 설계하였다.

스캐폴딩의 의미를 엄격하게 정의하기보다는 교사가 학생의 의미 이해를 돕기 위해 제공하는 적절한 안내와 도움을 나타내는 것으로 다소 느슨하게 정의할 때 교사는 과학 수업에서 학생들이 과학하는 방법과 과학 지식을 이해하고 그 적용 영역을 파악하여, 주어진 문제 상황을 해결하기 위해 활용할 수 있도록 도와줄 수 있어야 한다(오필석 외, 2007). 수업 중에 일어나는 교사의 의도적인 스캐폴딩은 학생의 학습요구를 낮추는 과정이기도 하다.

### 6. 학생 이해에서 출발하는 수업

본 연구에 참여한 교사들은 학생의 출발점과 학생의 선개념을 고려하여 수업을 진행하였다. 수업에서 드러난 교사들의 PCK의 특징을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 새로운 학습은 학습자의 선행이론이나 배경 지식에 의존하므로, 새로운 학습을 위해 학습자의 기존 지식의 어느 부분을 재조직하여 활성화해야 하는지를 보여주었다. 이는 학습자가 제한된 정보처리 능력을 지니므로 교사는 학생들에게 새로운 학습을 지원할 수 있는 가장 적합한 형태로 기존 지식을 재조직하는 방

법을 보여줘야 한다(Mortimer & Scott, 2000)는 주장과 일관된 것이다.

A: 학생들이 주변에서 일어나는 세상을 이해하는 방법은 기존에 자기가 받아들이고 있던 정보의 한계 내에서 해석을 하잖아요. 그 현상을 일으키는 많은 요인들 중에 학생들이 받아들이는 정보는 요인이나 변수가 매우 적잖아요. 그래서 그것만 가지고 판단을 하고 해석을 내리기 때문에 그나마 좀 현실과 좀 떨어져 있는 결론으로 해석을 하는 경우가 많은 것 같아요.

둘째, 본 연구에 참여한 교사들은 학생의 선개념이나 배경지식이 새로운 학습의 필터 역할을 한다고 보고, 학생의 출발점을 먼저 파악하였다. 본 연구에 참여한 교사들은 새로 학습해야 할 내용에서 출발하는 것이 아니라, 학생들이 이미 알고 있는 것이나 알고 있는 방법을 도출하기 위한 활동이나 논의로부터 수업을 시작하였다. B교사는 ‘본다는 것은’을 주제로 한 수업에서 학생들이 지닌 선개념을 끌어내어 “학생들과 어떻게 의사소통을 하고 학생들이 개념을 어떻게 받아들이고 자기 개념이 틀렸다고 스스로 수정해 나가는지에 초점을 맞추었다”고 한다. A교사도 학생들의 사전 개념에서 출발하여 ‘본다는 것은’ 수업을 전개하였다.

셋째, 선개념을 조사하고 논의하는 과정을 통하여 학생들 스스로 자신의 관점을 파악하고 점검할 기회를 제공하였다. 시범실험이나 관련 현상을 매개로 학생들의 선개념을 조사하는 것은 가르치려는 주제에 대하여 학생들이 무엇을 생각하고 있는지에 대한 통찰을 제공할 뿐만 아니라, 선개념을 조사하는 과정에서 실제로 학생들에게 해당 개념에 대하여 생각할 기회를 제공하게 된다고 주장하였다.

C: 이런 학생들의 생각을 알고 있어야 수업을 개선하는데 도움이 될 것 같아서 도입 부분에서 학생들의 선개념을 조사했어요. 수업관찰 전에 가장 중요한 것이 학생들에 대한 이해가 제일 중요하다고 생각해요. 학생들이 선수학습을 굉장히 많이 했음에도 불구하고 30% 정도의 학생들이 물체에서 반사되어 눈으로 온다는 것을 모르고 있고, 알고 있다고 하더라도 정말 유의미하게 학습이 되어 있지 않은 상태에서 그걸 바탕으로 제가 수업설계를 했어요.

이 밖에도 본 연구에 참여한 교사들은 교사들은 수업에서 학생들의 대표적인 오개념이나 선개념을 공개하여 공유하고, 각 유형별로 ‘학습 공동체’ 내에서 서로의 입장에 대하여 논쟁할 기회를 제공하였다. 이때, 자원하는 학생이 정답을 미리 제시해버리면 나머지 학생들은 과학적 표현이나 개념을 수용하기보다는 각자

가 원래 지니고 있던 선개념을 그대로 보존하게 된다고 지적하였다. 이에 대한 대안으로 동료교사들은 학생들의 대표적인 오개념이나 선개념을 유형별로 공개적으로 제시하고 각 유형별로 학생들을 분류한 다음에 서로의 입장에 대하여 논쟁을 시킬 것을 제안하였다.

Y: 그리고 학생들은 예를 들어서 칠판에 나온 학생이 또는 선생님이 제시한 사례 중에서 자기가 생각하는 게 없잖아요. 자기 생각과 다르면 그 다음부터는 수업을 안 듣지 않아요?

또한, 학생의 선개념을 확인하는 수준에 머물기보다는 학생이 자신의 관점을 재고하고 대안으로서 과학적 관점을 검토할 기회를 제공하였으며, 학생의 기존 관점이나 지식으로 설명할 수 없는 갈등상황을 도입하여 학생 스스로 새로운 대안의 필요성을 느끼게 하였으며, 자기와 다른 관점을 존중하고 비판적으로 수용하는 존중과 신뢰에 기초한 학습 분위기를 조성하였다. 아울러 학습한 과학 개념을 새로운 문제 상황에 적용하게 하여 학생이 새로 도입된 개념을 내면화할 수 있는 기회를 제공하였다. 아이디어를 깊이 있게 이해하려면 학생들은 다른 새로운 상황에 아이디어를 전이하여 적용할 기회를 가져야 한다. 교사는 학생들이 학습한 것을 새로운 상황에 전이할 수 있는지를 점검해야 한다(Magnusson & Palincsar, 2005).

## 7. 논증을 통한 탐구가 있는 수업

본 연구에 참여한 교사들은 학생들이 논증을 통해 탐구를 체험할 기회를 제공하고 있었다. 수업에서 드러난 교사들의 PCK의 특징을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 교사는 체험위주의 과학 탐구활동 기회를 제공하여 학생들을 폭넓은 과학적 탐구에 적극적으로 참여시키고 있었다. 예컨대, 빛의 굴절을 주제로 한 수업을 탐구 부분을 강화하여 재구성하는 방안을 다음과 같이 제안하였다.

Y: 이 수업을 학생들 참여도를 높이도록 탐구로 한다면? 학생들이 참여하도록 하려면 어떻게 해야 할까요?

B: 아까 A선생님이 얘기하시는 것처럼 학생들 마음대로 이걸 한번 설명해보라고 하고, 떠 보이는 건 일단 관찰했고, 이걸 왜 떠 보일까 너희들이 한번 몇 가지로 설명해 보라고 하면 어떨까요.

둘째, 과학 내용과 탐구의 통합을 강조하였다. 교사들은 과학 내용과 탐구를 통합해야 한다고 강조하였다. 과학교사는 학생들의 과학적 탐구 능력 향상과 과학적

지식 증대라는 두 가지 상호보완적인 책임사이의 균형을 유지하려고 끊임없이 노력하였다.

B: 그러니까 탐구를 아무리 강조하더라도 어떤 특정한 단원을 놓고 거기에서 어떤 특정 탐구 기능을 학습하기 위한 것이 다 이렇게 말하면 안 되는 거죠. 왜냐하면 특정 단원에 대한 학습목표가 뚜렷이 있는데 그 학습목표에는 분명히 어떤 탐구기능을 습득하기 위한 것이 학습목표는 아니거든요. 빛의 굴절이면 굴절에 대한 현상을 이해하고 그 현상이 왜 그렇게 일어나는지 원리를 설명할 수 있다거나 또는 탐구를 통해서 그 원리를 찾아낼 수 있다, 이렇게 가는 것이 탐구가 주는 아니거든요. 그러니까 교사들의 입장에서 어떤 어떤 과학의 핵심내용, 콘텐츠, 그리고 그 핵심내용으로 설명할 수 있는 현상들, 이것이 주가 되죠.

셋째, 논증을 통해 학생들이 과학적 의사소통 방법을 학습할 기회를 제공하였다. 과학교육에서 우리가 어떻게 알며, 왜 우리가 특정 주장들을 믿는지에 대해서 학생들을 교육할 필요성이 강조되고 있다(Driver *et al.*, 1996). 우리가 알아낸 실체로서의 과학지식을 가르치는 것에서부터 어떻게 알아냈는지를 가르쳐야 하는 것으로 초점이 이동함으로써 과학교육에서는 학생들이 자신의 설명을 정당화하는 능력을 촉진하는 방법이 강조되고 있다. 달리 말해서 과학교육의 중요한 목표의 하나로 논증(Toulmin, 1958)의 학습이 강조된다. 탐구 기반 과학 수업의 연장선으로 요즘은 논증이라는 대화 양상에 학생들을 참여시킬 것을 강조한다. 즉, 학생은 자신의 주장을 펼치고, 다른 입장에 대해 의문을 제기하고 도전하고 반박하며, 대안을 제시하는 등의 대화를 통하여 과학적으로 말하기, 즉 논증 과정에 참여하고, 이러한 참여를 통하여 과학 말하기를 학습하게 된다. 따라서 교실담론을 통해 학생들이 과학을 말할 수 있는 방법을 학습할 기회를 제공해야 한다(Lemke, 1990).

이 밖에도 본 연구에 참여한 교사들은 논증 방법과 과정을 명시적으로 지도하였으며, 교실에서 논증을 지속하기 위해 교사는 다양한 교수법적 전략을 활용한다.

### 8. 추상적인 과학개념을 구체화하는 수업

본 연구에 참여한 교사들은 학생들의 이해를 돕기 위해 추상적인 과학개념을 구체화하려고 노력하였다. 수업에서 드러난 교사들의 PCK의 특징을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 추상화된 과학개념과 학생의 구체적인 경험 사이의 징검다리를 놓아 학생들을 사유하게 하였다. 과학교사들은 과학개념이 추상적이고, 특히 물리의 경우 눈에 보이지 않는 것을 다루기 때문에 어렵다고 지적

하였다.

B: 물리는 그런 맥락에서 어려워. 일단은 상당히 추상적이죠. 예를 들어서 힘, 전기처럼 눈에 잘 안 보이는 추상적인 것이고.

A: 그런 것들이 보이지 않는다. 보이지 않는 것을 보이게 만들어 버렸고, 또 보이지 않는데 저쪽으로 밀려간다고 방향도 표시했고, 보이지 않는 중력이 밑으로 작용해야한다고 해야 하고, 이런 것들 그 추상화된 개념을 가지고 다루는 부분이 힘든 것 같아요.

따라서 과학수업에서 구체적인 것들로부터 추상적인 것들까지 그 사이를 왔다 갔다 하는 경험을 제공해야 한다. 즉, 구체적이고 체험할 수 있는 현실과 추상적이고 근원적인 과학개념(법칙, 원리) 사이를 연계할 수 있는 경험을 제공해야 한다고 주장하였다.

둘째, 추상적인 과학 개념을 외래어의 형태로 제시하기보다는 학생 경험과의 연결고리를 찾아서 제시함으로써 학생의 인지적 부담을 줄이려고 노력하였다. 과학교사들은 학생들에게 과학자들이 사용하는 용어의 의미를 풀어서 제시해야 하며, 나아가 학생들에게 의미 있는 개념체계가 될 수 있도록 학생의 선행 경험이나 개념과의 연결고리를 찾아야 한다고 주장하였다. 즉, 교사는 학생들이 어려운 내용을 이해하도록 돕기 위하여 복잡한 개념을 학생들에게 친숙한 용어로 전환하거나, 학생들의 용어로 재표상하기도 한다.

셋째, 다양한 장비와 활동을 활용하여 과학 개념을 학생들이 체험할 수 있는 형태로 표상하였다. C교사는 자신의 경험을 얘기하면서 “교과서의 진술이나 그림만으로는 부족하고 무언가 구체물이나 실물로 체험할 필요가 있다”고 지적한다.

C: 파동을 한 번도 본 적이 없는 거예요. 용수철 흔드는 거를. 고등학교 때 책만 봤지. 정지된 영상만 봤지 이게 지나가는 걸 본 적이 없으니까 주기가 완전히 이해가 안 됐었던 거예요. 그런데 나중에 그걸 알고 나니까 너무 좋은 거예요.

B교사도 학생들이 과학을 어려워하는 주된 이유 중 하나는 눈에 잘 보이지 않는 추상적인 개념을 다루기 때문이라고 설명하였다. 따라서 시각과 청각과 같이 감각기관이 직접 체험할 수 있도록 해 준다면, 즉 현상을 직접 볼 수 있고 들을 수 있도록 한다면 학생들의 이해 수준이 높아질 수 있다고 주장하였다.

### 9. 소외되는 학생이 없는 과학 수업

본 연구에 참여한 교사들은 소외되는 학생이 없는

과학 수업을 만들기 위해 노력하고 있었다. 수업에서 드러난 PCK의 특징을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 보다 포괄적인 과학 수업을 만드는 방안으로 미리 결정된 특정한 개념을 가르치기 위해 귀납적인 활동 대신에 연역적인 활동을 활용하려고 시도하였다. 귀납적인 활동에서 학생들은 구체적인 현상을 관찰하여 일반적인 원리를 발견하고 유도해내도록 기대된다. 예컨대 자석위에 종이를 올려놓고 철가루를 뿌린 뒤에 학생들에게 자기력선을 발견하도록 한 경우, 학생들이 ‘힘이 작용하는 보이지 않는 선’이나 역장에 대한 표현을 미리 알고 있지 못하면 자력선을 발견하는 것은 매우 어려운 과제가 될 것이다(Bencze, 2004). 다음 논의에서도 볼 수 있듯이 자연현상을 관찰하거나 실험결과를 해석할 때도 관련된 배경지식이나 언어적 도구를 갖추지 못한 학생들은 무엇을 보고 무엇을 기록해야 할지를 파악하지 못한다고 한다.

- Y: 지난번에 우리 팀에서 초등학교 미술수업을 본적이 있었는데, 색의 삼원색을 가르치는데 귀납적으로 가르칠 수 있을 것 같거든요.
- P: 그건 기본적으로 아이들이 노랑색과 녹색이 뭔지에 대한 개념을 일단 가지고 있는 상황에서 분류라는 탐구단계로 들어간 것인데, 예컨대 어떤 복잡한 소리 두개를 놓고 쿨에디터 프로그램을 놓고 이게 파장은 어떻게 다를까 강약은 어떻게 다를까 이걸 분해해 보자고 하면 그건 벌써 아이들 머릿속에는 강약, 진동수 이런 개념이 머릿속에 있고 그걸 활용하는 과정이거든요.

따라서 교사들이 모든 학생들이 법칙과 이론 등과 같은 미리 결정된 구체적인 개념들에 대한 이해를 개발하도록 돕고자 한다면, 학생들에게 보다 직접적으로 제시할 필요가 있다. 이때 이러한 개념이 추상적인 수준으로 머물러서는 안 되고, 학생들은 그들과 관련된 상황 속에서 경험적 검사과정을 통하여 추상적인 주장을 평가할 기회를 가져야 한다.

둘째, 과학 학습에 유리한 문화적 자산이 부족한 학생을 위해 다양한 의사소통 방식과 평가 방법을 활용하여 과학교실에서 자신의 목소리를 낼 기회를 제공하였다. 본 연구에 참여한 교사들도 과학교실에서 한 번도 자기 목소리를 내지 못하는 학생들에게 참여의 기회를 열어주기 위해 고민하고 있었다. 일례로 A교사의 경우 인지적으로 뛰어난 몇몇 학생들이 교실 발표문화를 독점하는 것을 방지하기 위해 발표하기 전에 먼저 각자의 생각을 글로 적게 하였다. 또한 동료 학생들이 발표하는 내용을 학생들이 경청하고 타인의 의견을 파악할 수 있도록 친구들의 발표 내용을 기록하도록 하

였다.

셋째, 과학 내용 측면에서 소수자 관련 내용을 접목하는 방법을 고려하였다. 개별 학생들의 다양성을 충분히 고려하지 않고서는 모든 학생들이 적절한 지식, 기능 및 가치에 접근할 수 있도록 보장하기란 어렵다. 아직 미약하지만, 일반 학생들이 자신과는 다른 학생의 차이점을 인식하고 인정할 수 있도록 과학 내용 측면에서 소수자 관련 내용을 접목하는 방법도 고려해볼 수 있을 것이다.

X: 소리에 대해서 내용을 구성할 때, 그걸 소외된 사람을 위한 과학으로 접근하면 안 되나요? 예를 들면 귀가 안 들리는 사람에게 소리를 만들어줘야 되잖아요. 어떤 형식으론든. 그런 쪽으로 접근하면 좋을 것 같아요.

포괄적인 과학과 교육이 되려면 모든 학생들의 학습 유형과 배경 경험을 인식하고, 소중히 여기며 이를 반영하여 교육활동을 조정해야 한다. 즉, 학생들이 발전하고 그들에게 적합한 방식으로 그들의 발전을 드러낼 수 있도록 다양한 범위의 학습 활동과 평가 과제를 제공하는 것을 의미한다(Kenway *et al.*, 1998). 중요한 것은 개별적 요구가 충족될 때 학생들은 수업에 참여하게 된다는 점이다. 교사가 인식해야 할 대전제는 각 개인의 필요는 유일하고 독특하다는 점이다. 아직 미약하지만 최근 과학교육에서 기회균등의 의미에 대한 교사들의 생각의 진보가 이루어지고 있다는 점은 매우 바람직하다.

#### IV. 결론 및 제언

과학과 사례들에서 발견되는 PCK 유형 분석을 토대로 좋은 과학수업을 진행하는 교사, 즉 높은 수준의 PCK를 지닌 교사들이 공유하는 특징을 결론으로 도출하였다. 여기서 좋은 수업이란 모든 학생들에게 학습 기회를 제공하는 것이다. 본 연구에서 도출한 주요 결론은 다음과 같다.

첫째, 높은 수준의 PCK를 지닌 교사는 자신의 전문성에 대하여 끊임없이 반성하고 의식적으로 고민한다. PCK를 비롯한 교사의 전문성은 교사의 반성적 실천과 의식적인 고민을 통해 발전할 수 있음을 알 수 있다. 일종의 PCK 발달단계라고 하기에겐 성급한 감이 있지만, 교실관리라는 과제를 어느 정도 해내고 나면 교사들은 교과 내용 전달에 집착하는 단계가 발견된다. 즉, 흥미로운 과학 활동이나 시범 등으로 학습 동기를 유발하고 서술을 통해 이론적, 경험적인 것을 이해시키려

는 경향이 발견된다. 따라서 의식적으로 노력하는 교사의 경우 경력과 더불어 수업전문성을 구성하는 각 요소별로 일련의 발달 양상이 발견된다.

둘째, 높은 수준의 PCK를 지닌 교사는 가르치는 교과에 대한 강한 열정과 교과 내용 전문성에 추가하여 학습자의 관점에서 교과 내용을 탐구한다. 전문성을 갖춘 교사는 교사의 내용 전개에 논리대로 학생이 이해하도록 강요하기보다는, 학생과 그들의 관점을 교실대화 속으로 끌어들이어서 학생의 이해 단계를 쫓아서 학생 스스로 생각하고 추론하여 개념에 도달하게 한다.

셋째, 높은 수준의 PCK를 지닌 교사는 학생들의 학습능력을 신뢰하고 학생들의 학습 속도를 인내한다. 좋은 수업을 하는 교사들은 모든 학생들이 과학을 학습할 수 있으며, 학생들의 자신의 학습에서 보다 많은 책임감을 분담해야 한다고 생각한다. 즉, 교수활동에 대한 일차적인 책임은 교사에게 있으며, 학습에 대한 일차적인 책임은 학생에게 있음을 학생들에게 인식시키고, 학생들이 스스로의 학습에 대한 책임을 질 수 있도록 가르치려고 노력한다.

끝으로, 높은 수준의 PCK를 지닌 교사는 강의식 전달 수업의 한계에 대한 각성의 체험을 갖고 있다. 교사는 교사가 철저하게 잘 설명하면 학생들이 그만큼 잘 배울 것이라는 인식을 재고해 보아야 한다. 강의의 주요 어려움은 학생들이 질문하고 논의할 기회가 부족해서 강의가 얼마나 효과적인지를 파악하기 어렵다는 점이다. 학습자 중심의 수업에서 이루어지는 토론이나 교실담화는 학생의 사고를 이끌어내고 학습을 조절하는 강력한 도구가 될 수 있을 것이다.

공교육 내실화의 기반은 수업의 내실화를 통해 가능하며, 수업의 내실화는 교사를 통해 가능하다. 교과별 PCK 연구는 교사 전문성 발달을 지원하기 위한 것이고, 교사 전문성 발달 지원은 결국 공교육의 질 제고를 위한 노력의 일환임을 기억해야 할 것이다. 교수방법이 중요하지 않거나 교사는 학생과 상호작용하기 위해서는 교과내용지식만 알면 된다고 주장하는 것은 아이들을 위한 좋은 교육 실현에 도움이 되지 않는다. 높은 수준의 교육에 대한 최선의 대답은 교사 전문성이다.

본 연구를 통하여 교사들의 수업에서 PCK를 포착하고 표상하여 공적인 지식으로 명시화하는 것이 가능하다는 것을 알 수 있다. 교사의 PCK는 실천을 통하여 수정되고 영향을 받게 되므로, 교사의 전문성 발달에 따라 교사의 PCK를 구성하는 지식 베이스가 달라진다는 것을 짐작할 수 있다. 예컨대 초임교사의 경우에는 일부 지식 베이스들만으로 PCK가 구성된다. 어

떤 초임 과학교사는 많은 과학 내용지식을 가지고 있지만, 학습자에 대한 지식은 덜 발달되어서 자신이 지닌 과학적 지식을 학습자들과 공유하기 어려울 수도 있다.

최근 들어 PCK라는 용어 대신에 ‘가르치기 위한 교과내용지식(content knowledge for teaching)’이라는 표현이 선호되고 있다. 이러한 변화는 교과내용별로 특화된 교사의 지식 베이스를 구체화하려는 지속적인 노력을 반영한 것으로 보인다. 이러한 맥락에서 과학교사의 주제별 PCK를 탐구하여 데이터베이스를 구축할 필요가 있다. PCK의 가치는 구체적인 주제와의 관계에서 찾을 수 있다. 다른 교사가 구체적인 과학내용을 지도한 PCK 사례를 접함으로써 교사는 자신의 교수활동 지식 기반을 확장해나갈 수 있으며, 나아가 각자 처한 다양한 상황 속에서 융통성 있고 효과적으로 과학을 지도할 수 있게 될 것이다. 따라서 주제별로 과학교사가 지닌 구체적인 PCK에 대한 지속적인 연구가 요구된다.

아울러 PCK의 개발, 명시화 및 묘사는 과학교사들이 실천 속에서 지속적으로 배워나가는 과정을 강조하는 방식으로 제시되고 재현되어야 할 것이다. 환언하면, 교사 교육이 교사로서의 일반적인 소양이나 학문적인 지식을 가르치는 등 교육 현상이나 수업과 유리된 ‘탈맥락적인 전문성’을 기르는 것에서 벗어나서 수업의 실제 상황 속에서 지속적으로 수업에 대한 진단과 개선을 모색해나가야 할 것이다.

## 국문 요약

이 연구의 목적은 과학과 교과교육학 지식(PCK)의 의미를 정립하고 수업에서 드러난 과학과 PCK 유형을 도출하는 것이다. 과학과 PCK 구성요소나 유형별 사례를 추출하고 분석하기 위해서, 수업 동영상, 수업분석 협의회 자료, 교사 면담 자료 등을 면밀히 교차 분석하였다. 이어서 교사별 또는 주제별 수업 사례들이 왜 과학을 가르치는 좋은 실천으로 간주되며, 실천의 어떤 측면이 그 수업을 다른 수업과 차별화하며 권장될 만한 것인지를 분석하였다. 즉, 근거 이론(grounded theory)의 연구 방법을 활용하였다. 분석대상으로 한 수업은 중학교 1학년 빛 단원에 해당하는 수업들로, 세 명의 과학교사들이 진행한 같은 주제의 차시별 수업을 교차분석하여 과학과 PCK의 유형을 추출하였다. 본 연구에서 도출된 과학과 PCK 유형을 (1) 교육과정을 재구성하는 수업, (2) 주변 자연현상에 대한 학생 나름

의 설명 모델을 만들어나가는 수업, (3) 과학이라는 사회적 언어 학습이 일어나는 수업, (4) 연계성을 기초로 학습동기를 유발하는 수업, (5) 스키펀딩을 제공하여 학습 수요를 낮추는 수업, (6) 학생 이해에서 출발하는 수업, (7) 논증을 통한 탐구가 있는 수업, (8) 추상적인 과학개념을 구체화하는 수업, (9) 소외되는 학생이 없는 과학 수업으로 분류하였다. 각 PCK 유형에 따라 교사 전문성의 특징을 고찰하고, 높은 수준의 PCK를 지닌 교사들이 공유하는 특징을 결론으로 도출하였다.

주제어: 교과교육학 지식(PCK), 교사교육, 전문성 개발

## 참고 문헌

- 박성혜 (2006). 중등과학교사들의 교수법 및 자기효능감과 태도에 따른 교과교육학 지식. *한국과학교육학회지*, 26(1), 122-131.
- 이연숙 (2006). 교수학적 내용지식(PCK) 및 그 표상(PCKr)의 개념적 정의와 분석도구 개발: 예비 과학교사의 '힘과 에너지' 수업 사례를 중심으로. *서울대학교 석사학위논문*.
- 임정환 (2003). 초등교사의 과학 교과교육학 지식의 발달이 과학 교수 실제와 교수 효능감에 미치는 영향. *한국지구과학회지*, 24(4), 258-272.
- 조희형, 조영신, 권석민, 박대식, 강영진, 김희경, 고영자 (2006). 중등 과학교사 양성 교육과정과 교수내용 지식 연구 동향의 탐색. *교과교육학연구*, 10(2), 281-301.
- Ball, D. L., & Bass, H. (2000). Interweaving content and pedagogy in teaching and learning to teach: Knowing and using mathematics. In J. Boaler (Ed.), *Multiple perspectives on mathematics teaching and learning*, (pp. 357-387). Westport, CT: Ablex.
- Bond-Robinson, J. (2005). Identifying pedagogical content knowledge (PCK) in the chemistry laboratory. *Chemistry Education Research and Practice*, 2005, 6 (2), 83-103.
- Carlsen, W. S. (1999). Domains of teacher knowledge. In J. Gess-Newsome, & N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge*, (pp. 133-144). Dordrecht: Kluwer.
- Fernandez-Balboa, J. M., & Stiehl, J. (1995). The generic nature of pedagogical content knowledge among college professors. *Teaching & Teacher Education*, 11(3), 293-306.
- Gess-Newsome, J. (1999). Pedagogical content knowledge: An introduction and orientation. In J. Gess-Newsome, & N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge*, (pp. 3-17). Dordrecht: Kluwer.
- Grossman, P. L. (1990). *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*. New York, Teachers College Press.
- Hashweh, M. Z. (2005). Teacher Pedagogical Constructions: A reconfiguration of pedagogical content knowledge. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 11, 273-292.
- Loughran, J., Berry A., & Mulhall P. (2006). *Understanding and Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Magnusson, S. J. & Palincsar, A. S. (2005). Teaching to Promote the Development of Scientific Knowledge and Reasoning About Light at the Elementary School Level. In M. S. Donovan & J. D. Bransford (Eds.), *How students learn history, mathematics, and science in the classroom*, (pp. 397-565). Washington, DC: National Academy Press
- Marks, R. (1990a). Pedagogical content knowledge : From a mathematical case to a modified conception. *Journal of teacher education*, 41(3), 3-11.
- Mortimer E. and Scott, P. (2000). *Meaning making in secondary science classrooms*. Open university press: Berkshire, England.
- Osborne, H. D. (1998). Teacher as knower and learner, reflections on situated knowledge in science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 427-439.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Shulman, L. S. (1987). *Knowledge and teaching: Foundations of the new reform*. Harvard Educational Review, 57, 1-21.
- Tamir, P. (1988). Subject matter and related pedagogical knowledge in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 4, 99-110.
- Van Dijk, E. M., & Kattmann, U. (2006). A research model for the study of science teachers' PCK and improving teacher education. *Teaching and Teacher Education*, Available online 11 July 2006.
- Van Driel, J. H., De Jong, O., & Verloop, N. (2002). The development of preservice chemistry teachers' pedagogical content knowledge. *Science Education*, 86, 572-590.