

중학교 과학교사의 교수전략을 통한 교수지향 분석

방은정 · 백성혜*

서울한울중학교

*한국교육대학교

(접수 2011. 10. 24; 게재확정 2012. 1. 20)

Analysis of Middle School Science Teachers' Orientations toward Teaching Science based Instructional Strategies

Eunjung Bang and Seoung Hey Paik*

Hanwool Middle School, Seoul, Korea

*Korea National University of Education Chungwon, Korea. *E-mail: shpaik@knue.ac.kr

(Received October 24, 2011; Accepted January 20, 2012)

요 약. 이 연구의 목적은 중학교 과학수업에서 나타나는 과학교사의 교수전략을 분석하고, 이러한 전략을 사용하는 이유로부터 교수지향을 분석하고, PCK의 요소들 사이의 관계를 파악하여 PCK 모델의 개선 방향에 대하여 제안하는 것이다. 이를 위하여 교육 경력 등이 다양한 3명의 교사들을 연구대상자로 선정하였다. 그리고 반 구조화 된 면담과 수업 관찰을 통해 자료를 수집하였다. 얻은 자료로부터 연구대상 교사들의 교수전략의 유형을 분석하여 이를 근거로 교수지향을 판단할 수 있었다. 또한 교수전략을 사용한 이유로부터 교수내용지식의 다른 요소들인 교육과정에 대한 지식과 학습자에 대한 지식이 중요하게 영향을 미쳤음을 확인할 수 있었다. 따라서 수업을 통해 드러나는 실천적 교수전략은 내면화된 교수지향을 판단하는 가장 효율적인 방법이며, 교육과정에 대한 지식과 학습자에 대한 지식은 교수전략을 형성하는 근간이 되는 PCK 요소임을 확인하였다. 이러한 연구 결과를 토대로 PCK 모델 개선의 필요성을 제안하였다.

주제어: 과학교사, 교수내용지식, 교수전략, 교수지향, PCK 모델

ABSTRACT. The purposes of this study were to analyze instructional strategies of science teachers, science teachers' orientations toward science teaching by the reason which instructional strategies was used in middle school science classes, and the relations among PCK elements for suggesting a direction of improvement of PKC models. For this purpose, we selected three of middle school teachers as participants who had various teaching experience periods. Semi-structured interviews and classroom observations were gathered for data. From the data collected, we analyzed the type of instructional strategies of science teachers. On the base of these, we identified characteristics of the teachers' orientations toward teaching science. From the reason that instructional strategies was used, we could ascertain that knowledge of science curriculum and knowledge of students' learning which was component of PCK crucially affected instructional strategies of science teachers. Therefore we assured that analysis of practical instructional strategies of science teachers that showed through science instruction was the most effective method that could find out science teacher's orientation of teaching science internalized, and that knowledge of science curriculum and knowledge of students' learning was the basic component of PCK that formed instructional strategies of science teachers. On the basis of the result, a necessity for improvement of PCK models was presented.

Key words: Science teacher, Pedagogical content knowledge, Instructional strategy, Orientation toward science teaching, PCK model

서 론

최근 과학교육에서 교사의 전문성이 강조되고 있으며, 그 중에서 PCK(Pedagogical content knowledge)는 수업에서 학생들에게 교과내용을 전달 할 때 필요한 교사의 전문지식이라 말할 수 있다.¹⁻³ 선행연구⁴에서 PCK는 교수를 위한 전략과 표현의 지식과 개념, 학생의 이해의 지식,

특별한 주제를 가르치기 위한 목적에 관한 지식과 신념, 교육과정 지식으로 구성되어 있으며, 과목 내용 지식, 일반 교육학 지식, 상황지식 등 3가지 관련된 영역들로 둘러싸여 있다고 제안하였다. 아직까지 보편적으로 받아들여지는 PCK의 개념은 없으나, 다양한 PCK의 요소 중에서 교수 전략과 학생에 대한 지식이 중요하게 간주되고 있다.⁵ PCK의 구성 요소들 사이의 관계를 제안한 선행연구⁶

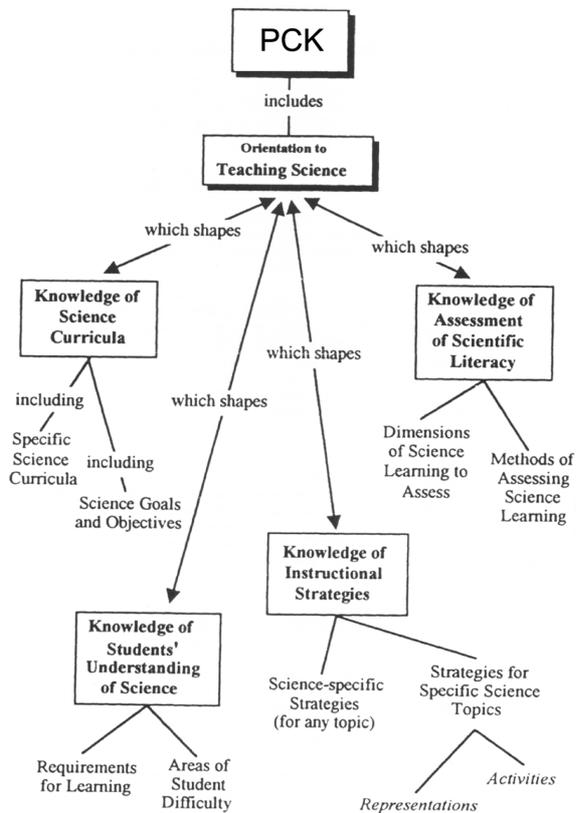


Fig. 1. PCK model.¹⁶

에서는 Fig. 1과 같은 모델과 9가지의 과학교수 지향을 제안하고 이에 따른 Table 1과 같은 수업의 특징을 제시하였다. 여기서 PCK의 구성요소는 과학교수에 대한 지향, 과학교육과정에 대한 지식, 과학평가에 대한 지식, 과학교수 전략에 대한 지식, 과학의 이해에 대한 학습자의 지식 등 5가지이며, 그 중 과학교수지향을 교사 PCK 요소를 포괄하는 상위 개념으로 보았다. 이러한 PCK모델을 발전시킨 오각형 모델도 제안되었다⁷(Fig. 2). 이 모델에서는 PCK 요소 사이의 위계 관계가 존재하지 않으며, 반성적 사고에 의해 PCK의 요소들이 통합적으로 상호작용한다고 하였다. 또한 교사의 수업실천에서 명시적으로 나타나는 PCK를 빙산의 일각으로 표현한 모델도 제안되었다⁸(Fig. 3). 이 모델에서는 물에 잠긴 빙산아래부분은 교사의 암묵적인 지식 영역들로서 수업전문성의 영역들로 구성되어 있고 이러한 교사지식 영역들이 맥락 적 지식과 상호작용하여 명시적으로 PCK로 나타나는데 이것을 물에 나와 있는 빙산의 일각으로 표현하였다.

구성된 수업을 어떻게 학생들 특성에 맞게 적용할 것인가는 교사들에게는 매우 중요한 문제⁹이다. 실제적으로 학교 현장에 있는 과학교사들은 교수 방법적 측면 즉 교수전략에 대한 정보를 가장 필요로 한다.¹⁰⁻¹² 따라서 교과 내용을 어떻게(how) 가르치느냐에 대한 교사의 지식¹²은

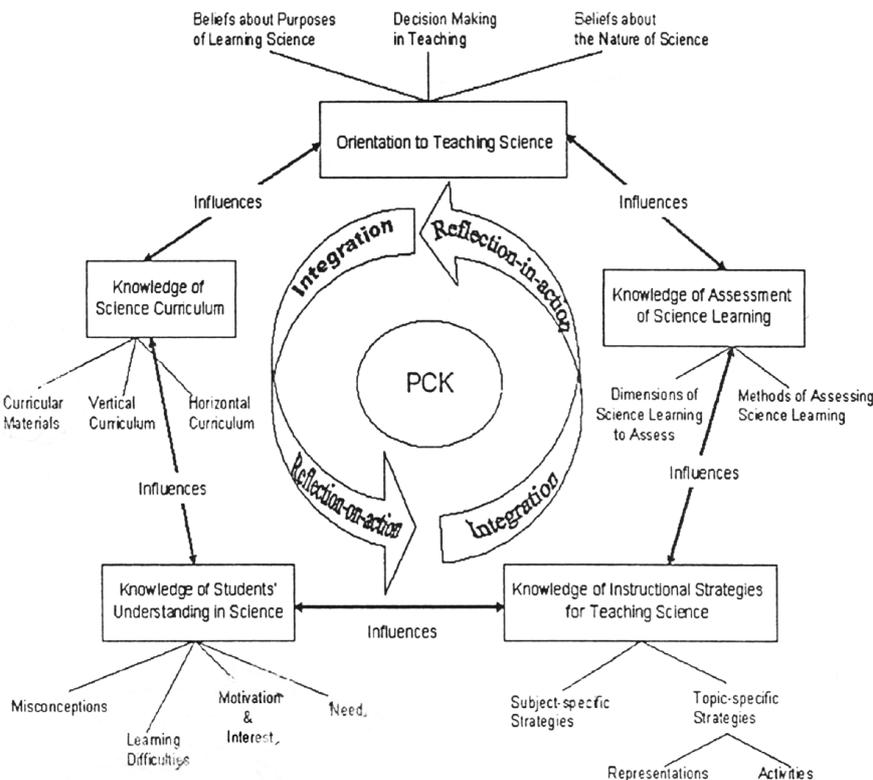


Fig. 2. Pentagon model of PCK.⁷

Table 1. The characteristic of Instruction Associated with Different Orientations to Teaching Science

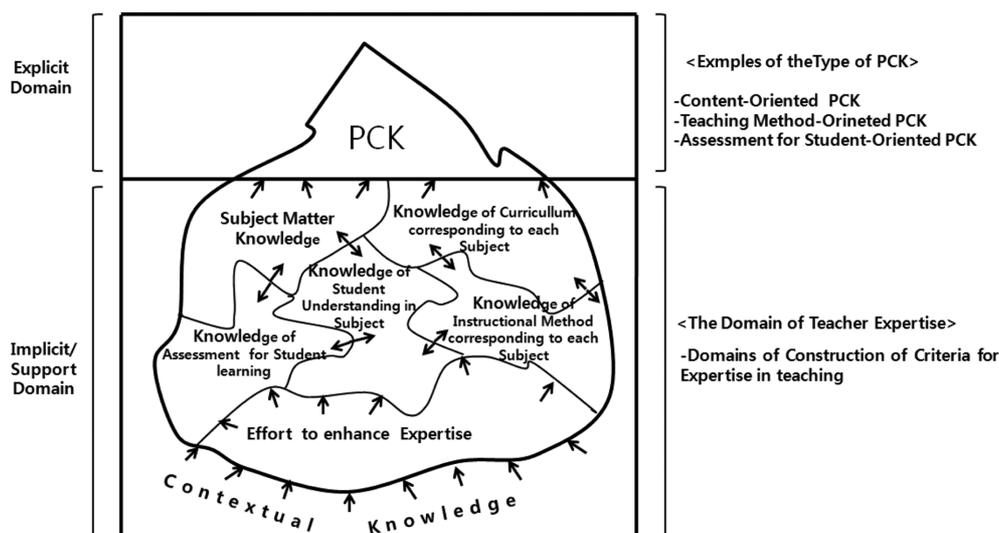
Orientation	Characteristics of Instruction
Process	Teacher introduces student to the thinking processes employed by scientists to acquire new knowledge. Students engage in activities to develop thinking process and integrated thinking skills.
Academic Rigor	Students are challenged with difficult problems and activities. Laboratory work and demonstrations are used to verify science concepts by demonstration the relationship between particular concepts and phenomena
Didactic	The teacher presents information, generally through lecture or discussion, and questions directed to students are to hold them accountable for knowing the facts produced by science.
Conceptual Change	Students are pressed for their views about the world and consider the adequacy of alternative explanations. The teacher facilitates discussion and debate necessary to establish valid knowledge claims.
Activity-driven	Students participate in “hands-on” activities used for verification or discovery. The chosen activities may not be conceptually coherent if teachers do not understand the purpose of particular activities and as a consequence omit or inappropriately modify critical aspects of them.
Discovery	Students-centered. Students explore the natural world following their own interests and discover patterns of how the world works during their explorations.
Project-based Science	Project-centered. Teacher and students activity centers around a “driving” question that organizes concepts and principles and drives activities within a topic of study. Through investigation, students develop a series of artifacts (products) that reflect their emerging understandings.
Inquiry	Investigation-centered. The teacher supports in defining and investigating problems, drawing conclusions, and assessing the validity of knowledge from their conclusion.
Guided Inquiry	Learnig community-centered. The teacher and students participate in defining and investigating problems, determining patterns, inventing and testing explanation, and evaluating the utility and validity of their data and the adequacy of their conclusions. The teacher scaffolds students' efforts to use the materials and intellectual tool of science, toward their independent use of them.

PCK의 핵심이라고 해도 과언이 아니다.

Magnusson 등⁶은 PCK의 수업 전략 구성요소에 대한 교사의 지식을 교과 한정적 교수전략 지식(knowledge of subject-specific strategies)과 주제 한정적 교수전략 지식(knowledge of topic-specific strategies)으로 나누었다. 교과 한정적 교수전략 지식은 PCK의 요소인 ‘과학 교수에 대한 지향’과 관련 있으며, 주제 한정적 교수전략 지식은 특정한 과학 개념을 이해하도록 돕는데 유용한 특정 전략을 말한다. 여기에는 표상(실례, 예제, 모델, 유추)과 활동

(이 범주는 학생들의 개념 또는 관계를 이해하게 돕는데 사용 될 수 있는 활동에 관한 지식을 말하며, 예를 들면 질문, 시범실험, 시뮬레이션, 조사, 실험) 등이 포함된다.

PCK 연구 중 교수전략과 관련한 선행연구들을 살펴보면, 전문가와 초보자의 시범실험을 비교하는 연구¹³에서 경험 있는 교사는 많은 교수 전략을 더 잘 알고 있다고 보고했다. 그러나 학생들의 대안개념을 다룰 때 교수전략에 대한 정보에 무지하다는 연구도 있었으며,¹⁴ 교사들은 학생들의 오개념에 대해 무지하거나 그것에 대해 안다고

**Fig. 3.** Relationship of PCK and Domains of teachers' expertise.⁸

해도 다시 되풀이하여 말하는 것 외에는 다른 전략들을 별로 갖고 있지 않다는 연구¹¹도 있다.

또한 초임교사에 대한 PCK 연구^{3,15}에서 초임교사들은 과학교과 수업 중에 교과내용을 요약정리하고 절차적 나열을 하며, 형성평가를 보는 정도의 전략을 사용한다고 한다. 영재교사의 교수전략에 대한 연구⁹에서는 동일한 학생들을 대상으로 4명의 영재교사들이 서로 다른 교수 전략으로 수업을 진행하였다. 이런 선행연구들은 주로 예비교사나 초임교사와 같이 교수 경험이 매우 짧은 연구 대상자들이거나 영재교사와 같은 특별한 학생을 대상으로 하는 연구라는 제한점이 있다. 또한 특별한 교수전략의 유형을 분석하기보다는 교수전략의 부족함을 밝히는 수준에서 머물러 있다. 따라서 중학교 현장교사의 과학수업에 대한 구체적인 교수전략의 사용에 대한 정보를 얻을 수 있는 연구는 부족한 편이다. 중학교 과학 교사의 수업 전문성을 높이기 위한 PCK의 연구는 수업현장에서 보이는 교수 전략을 기반으로 연구하는 것이 보다 구체적인 시사점을 얻을 수 있을 것이다.

이 연구는 과학 교실 수업에서의 구체적인 교수전략을 중심으로 중학교 현장 과학교사의 PCK를 알아보고, 교수 전략에 영향을 미친 요인이 무엇인지를 분석한 후에 이를 토대로 PCK의 모델 개선방향에 대해 제안하고자 한다. 구체적인 연구문제는 다음과 같다.

첫째, 물질의 특성 단원을 지도할 때 나타난 과학교사의 교수전략은 어떠한가?

둘째, 과학교사의 교수전략과 관련된 PCK의 요소들은 무엇인가?

연구방법

연구대상

질적 연구의 대상 선정에서는 발생한 사건, 사건의 시사점, 사건들의 연관성 등을 알아보기 위해 의도적 표본(purposeful sampling)이 가장 널리 쓰이는 방법¹⁶이다. 중학교 과학 교사는 자신의 전공이 아닌 과학 영역을 전체 수업 중에 3/4정도 다루어야 하기 때문에 전공이 아닌 과학 수업을 하는 상황이 더 보편적이라고 할 수 있다. 따라서 이 연구에서는 자신의 전공이 아닌 영역에서 교사의 실천적 지식이라고 할 수 있는 PCK를 분석하고자 하였다. 또한 동일한 수업 내용에 대한 교사의 교수전략을 비교하기 위하여 물질의 특성 단원에 한정하여 수업 자료를 수집하였다. 이를 위하여 화학을 전공하지 않은 과학교사 3인을 연구대상자로 하였다. 또한 경력이 짧은 교사와 10년 이상인 교사를 선정하여, 경력에 따른 특성도 고려하여 분석하고자 하였다. 연구자들은 연구 대상자의 학교들

의 학교장에게 공문을 보내고 2차례 방문하여 연구의 목적을 자세히 설명하고 동의를 얻었으며, 연구자와의 래포(rapport)형성을 위하여 사적인 모임도 2-3 차례 가진 후에 연구를 시작하였다.

A교사는 사범대학을 졸업한 지구과학 전공의 교육학 석사학위 소지자이며, 근무는 중학교의 학생들의 학업성취도는 전국기준으로 볼 때 중간 수준이다. A교사는 2학년 담임, 연구부 기획업무를 하고 있으며 교사평가 선도 학교의 시범학교 일을 주도적으로 하며 방과 후에는 과학 부진아 수업을 한다. B교사는 사범대학을 졸업한 후 전남소재의 고등학교에서 근무하다가 서울 중학교로 전근을 왔다. B교사가 근무하고 있는 학교는 남녀공학의 중학교로서 경제적 여건이 어려운 지역이고 학생들의 성취수준은 전국수준으로 볼 때 낮은 편이다. B교사는 과학부가 아닌 정보부에서 업무를 맡고 있고 2학년 담임을 하고 있다. 또한 B교사는 학생들과 대화를 즐겨하고 학급, 축제 등의 학교 행사에 학생들과 적극적으로 참여한다. C교사는 서울소재 사범대학을 나온 후 지금 근무하고 있는 중학교로 발령을 받았다. C교사가 근무하고 있는 학교는 남녀공학으로서 역시 경제적 여건이 매우 어려운 지역으로 학생들의 성취수준도 많이 낮은 편에 속한다. C교사는 발령 후 과학부 보다는 주로 교무부에서 업무를 맡아 왔으며 지금은 2학년 담임과 수업 계를 담당하고 있다. Table 2에 연구대상자의 배경정보를 제시하였다.

수업관찰

수업관찰에 해당하는 내용은 중학교 2학년 2단원인 ‘물질의 특성’단원이었으며 A교사가 근무하고 있는 학교는 K출판사의 교과서를, B, C교사는 G출판사의 교과서를 사용하였고 출판사에 따라 물질의 특성(녹는점, 끓는점, 용해도, 밀도)에 대한 내용배열에 약간의 차이가 있었다. 수업관찰은 연구 대상 교사가 근무하고 있는 학교의 사정, 출장에 따라 교사 당 5-6차시 내외로 이루어졌고 같은 교사가 동일한 학년의 여러 반을 수업하였기 때문에 물질의 특성에 관하여 수업하는 기간 동안 연구자가 허락하는 시간 한도 내에서 가능한 여러 차시를 관찰하고자

Table 2. Participants' information

Teacher	A	B	C
Gender	Female	Female	Female
Age	Early 40's	Middle 30's	Late 20's
Major	Earth science ^a	Earth science ^b	Earth science ^b
Teaching Experience	11 years	11 years	2 years

^aMaster degree

^bUndergraduate degree

Table 3. The Title of Classroom Observation Lesson

Textbook K (teacher A)	Textbook G (teacher B, C)
1 Boiling Point and Melting Point 1. How can we distinguish among substances? 2. Do All materials change their states is in the same temperature? 3. External pressure between the boiling point is there any relationship? 4. Which phenomenon can be explained by the boiling point and melting point?	2.1. How do you distinguish between twins? 2.2. Why does become hard, while meat soup is cooing, 2.3. What happens If we drop water in oil?? 2.4. How do you measure the amount of yogurt?
2 Solubility 1. When materials are melted, do they disappear? 2. How much amount of solute dissolved? 3. According to temperature and pressure, how does change solubility of gas? 4. What kinds of dissolving phenomena around us can we observe?	2.5. How do you measure the amount of sugar? 2.6. What is the reason fleece is lighter than the iron? 2.7. Where is the sugar?
3 Density 1. What kinds of method are to measure volume? 2. The same volume of material would have the same mass? 3. What kind of phenomena can we explain by density in every day life?	2.8. Which material is more soluble?? 2.9. What kind of dissolution phenomena can we be viewed in around?
<input type="checkbox"/> teacher A, <input type="checkbox"/> teacher B, <input type="checkbox"/> teacher C	

하였다. 그리고 한 교사가 여러 반을 수업을 하여도 반마다의 진도가 달랐기 때문에 다른 반을 관찰하는 경우 내용이 겹치거나 약간의 차이가 있었다. A교사의 경우는 녹는점과 끓는점 관련 수업 2차시, 용액 관련 2차시, 밀도 관련 수업 2차시를 관찰 하였고, B교사는 녹는점 관련 수업 2차시, 물질의 부피와 질량 측정을 포함한 밀도 관련 수업 3차시, C교사의 경우는 B교사의 수업관찰 내용을 포함하여 용액관련 1차시, 밀도에 관한 실험수업 1차시를 더 관찰하였다. 각 교사의 수업 관찰 단원을 Table 3에 제시하였다.

수업에 대한 분석의 신뢰성과 객관성을 높이기 위하여 수업 관찰은 연구자와 동료 연구자 2인이 함께 참여하였으며, 모든 수업을 녹화한 캡코더는 연구대상교사와 학생들의 관심이 풀리지 않도록 교실 뒤 쪽의 한 옆에 놓아두었다. 그리고 수업의 전반적인 상황과 분위기는 연구자들이 각자 필드노트에 기록하였다. 수업 중에 발생하였던 상황에 대하여 궁금한 부분이 생기면, 쉬는 시간과 면담 시간을 이용하여 학생들과 연구대상교사에게 질문하고 응답을 기록하였다. 녹화된 수업은 전사하여 문서화된 자료를 얻었다.

면담

면담은 사전 면담 1회, 수업관찰 후 면담 1-2회, 분석 후 면담 1-2회를 포함하여 각각의 교사마다 총 4-5회씩 실시하였다. 추가적으로 전화 면담을 3-4회 더 실시하였다. 면담은 편안하고 조용한 분위기에서 진행되었고 시간은 50분 정도 소요되었으며, 질문은 일반적으로 반구조화 된 형식으로 진행되었다. 사전면담은 교사의 배경정보, 근무

하고 있는 학교상황, 과학교수학습에 대한 자신의 생각, 수업준비에 관한 것이었고, 수업관찰 후 면담은 수업 중에 나타난 교사의 행동에 대한 이유, 학생들의 반응, 수업 내용, 수업자료, 수업방법이나 형식에 관한 것이었다. 수업 전사를 마친 후 분석과정에서 연구자가 궁금하게 여긴 점, 다른 교사의 동일한 행동이나 같은 내용에 대하여 다른 특성을 보이는 것 등은 분석 후 면담을 실시하여 추가 자료로 얻었다. 면담내용은 녹음되고 바로 전사되었다.

기타 문서 자료

기타문서 자료로는 8개의 문항으로 구성된 CoRe(Content Representation)¹⁷를 이용하였다. 이것은 특정 영역이나 주제에 대해 교사가 가지고 있는 지식을 표현하는 도구이다. 이것을 먼저 연구대상자들에게 사전 설명을 자세히 한 후 요청하여 작성한 CoRe를 각각의 교사로부터 이메일로 회수하여 얻었으며, 그 밖에 교사들이 사용하는 교과서와 학습지, 파워포인트 자료, 교육과정 문서, 자연스러운 분위기의 사적 자리에서 언급된 학교상황, 학생, 업무에 관하여 대화한 내용도 녹음하여 일부 자료를 얻었다.

교사 PCK에 대하여 연구하는 것은 교사들은 내적으로 체화된 개인적인 인식을 가지고 있다는 가정 하에 교사들의 지식, 신념, 행동한 이유에 대하여 정보를 수집할 수 있는 다양한 방법들의 조합이 필요하다.¹⁸ 그러므로 수업 촬영 및 면담, CoRe, 학습지 및 파워포인트의 다양한 자료를 수집하는 것은 교사 PCK에 대한 왜곡된 해석의 가능성을 최소화 할 수 있고,¹⁹ 자료의 다각화(triangulation)를 추구하는 것이 되므로, 질적 연구의 신뢰도와 타당도를 높인다.^{16,20}

자료분석

자료의 분석은 반복적 비교분석을 사용하였다. 이를 통해 자료를 관통하는 공통적 범주와 속성들을 탐색 도출해 내었다.^{16,21}이 과정은 수업관찰 직후부터, 합의가 이루어질 때까지 반복하였다. 최종적으로 공통적인 범주와 속성을 도출하는 데까지 약 4-5개월 정도 소요되었다. 이 과정에 타당도와 신뢰도를 높이기 위해 과학교육 전문가 1인, 석박사과정 대학원생 4명의 전문가 집단과 동료검토를 실시하였다. 교사의 PCK의 대한 연구는 매우 영역이 넓기 때문에, 기본적으로는 과학교사의 PCK 모델⁶에서 제안한 요소를 중심으로 분석하였으나, 수집한 자료에서 특징적으로 도출된 것을 기반으로 재영역화 하였다.

이 연구에서는 교수전략의 의미는 과학내용을 어떻게 가르칠 것인가에 대한 교수 방법으로서 중학교 학생들의 과학학습을 위하여 의도적으로 사용한 질문, 시범실험, 활용매체, 기본개념 표현 등을 포함한다. 학습자 이해에 대한 지식은 학습자를 어떻게 가정하고 있느냐에 대한 교사의 인식, 학습의 접근성, 오개념, 학생의 학습어려움, 학생들이 특정 개념을 배우기 위하여 요구되는 선수학습에 대한 지식 등^{2,4,6,22,23}을 말하며, 과학교육과정에 대한 지식은 학생들이 과학교과에서 배워야 할 것에 대한 지식으로 이전 학년에서 학생들이 배운 것이나 다음 학년에서 배울 것, 과학교육과정의 목표나 목적에 대한 지식 등을 말한다. 과학교수지향은 과학을 가르치는데 있어 과학교사가 가지고 있는 방향성을 말하는 것²⁴으로 과학교수를 위한 포괄적이고 최종적인 목적과 목표에 관한 교사의 지식과 신념을 말한다. 이 연구에서는 주제 한정적 교수전략으로 세 명의 과학교사들이 공통적으로 사용한 시범 및 실험, 모델, 질문을 중심으로 교수전략의 특징을 분석하고 PCK 요소와의 관계를 확인하였다.

결과 및 논의

본 연구에 참여한 세 명의 교사의 교수전략은 ‘표상과 활동’에 관련된 주제 한정적 교수전략과 ‘과학 교수에 대한 지향’과 관련된 교과 한정적 교수전략의 측면에서 분석하였다.

시범 및 실험

A교사는 기압에 따라 끓는점이 변하는 현상을 수업 중에 보여주기 위하여 보온병에 80 °C 정도의 물을 준비하였다. 그리고 물의 온도가 100 °C가 아니라는 것과 주사기의 피스톤을 밀었다 잡아당겼다 하는 것이 주사기 안의 압력 변화의 원인이 됨을 학생들에게 설명하고 시범실험을 실시하였다. 다음은 이와 관련된 A교사 수업의 일부이다.

(A교사는 주사기에 80 °C의 물을 넣은 후, 주사기 앞을 고무마개로 막고, 밀고 잡아당기면서 물의 변화를 학생들에게 관찰시킨다. 학생들은 물이 끓는다고 환호성을 지른다).

학생 1: 끓는 거예요? 아니면 공기만 나오는 거예요?

A교사: 지금 여기서 분명히 열을 가해주지 않은데도 불구하고, 내가 피스톤을 이렇게 잡아당기면 이 안에 온도가 올라가는 거예요?

학생 2: 아니요. 기압이 낮아져요!

A교사: 애(80 °C의 물)가 올라가서 갑자기 100 °C가 돼서 끓는 건가?

학생 3: 기압이 낮아져요.

A교사: 그러니까, 그런 생각을 할 수 있거든요! 그렇잖아!

학생 4: 나 그런(온도가 올라가서 물이 끓는다는) 생각했는데!

A교사: 그치! 그럴 수 있지! 여기서 ‘뭔가 압력의 변화로 온도변화가 생겨서 애가 끓을 수 있다.’ 라고 생각할 수 있거든요!

(2008년 4월 7일 4교시 수업)

학생1, 학생4는 물의 온도가 100 °C가 되어야 끓는다는 선개념을 가지고 있었으며, A교사는 이러한 학생들의 선개념을 드러내도록 하기 위하여 시범실험을 제시하였다. 따라서 시범실험은 학생들의 선개념에 대한 인지갈등을 위한 것이라고 할 수 있다. A교사에게 기압에 의한 액체의 끓는점 변화에 관련된 시범실험을 한 이유를 면담을 통해 알아보았다.

연구자: 기압에 따른 끓는점 실험을 말로 설명할 수 있는데도 시범실험을 한 이유는?

A교사: 물이 끓는 것은 항상 100도라는 기존 생각에서 기압에 따라 끓는점이 달라진다는 것을 가르쳐야 했어. 새로운 개념을 가르쳐도 이미 저장된 기억이 너무 확고하면 변화하기가 어렵지. 그래서 이것저것 그들의 인지를 흔들어서 놓을 질문을 (시범실험 중에) 많이 해요.

(2008년 4월 7일 수업 후 면담)

이러한 A교사의 응답을 통해 ‘교사는 타당한 지식 주장을 입증하는 데 필요한 토론과 논쟁을 촉진하고, 학생들은 자신들의 세계관을 피력하고 대안적 설명의 적절성을 고려한다.’는 개념변화 지향⁶의 교수전략을 사용하였음을 알 수 있다. A교사가 시범 실험 결과의 실패에 대해 걱정하지 않고 교육적 효과가 있다고 판단하는 이유도 같은 맥락에서 해석할 수 있다.

연구자: 수업 때 시범실험이나 여러 가지를 많이 보여주는 이유는?

A교사: 당연 주위를 집중시키고 호기심을 유발하기 위해서지. 현상을 보고 아이들은 ‘왜 그럴까?’ 의문을 갖게 되는데, 이것이 내가 가장 중요하게 생각하고 좋아하는 생각을 학생 스스로 하게 되는 것이고. 이를 유도하기 위해서. 시범실험 하는 내용은 성공해도 좋지만 실패해도 상관없어. 그 과정에서 아이들은 웃기도 하고, 실패원인에 대해 활발하게 말할 수 있는 분위기가 되니까.

(2008년 7월 3일 면담)

한편, B교사는 물질의 밀도에 대한 내용을 수업하면서 학생들이 잘 볼 수 있도록 액체는 색소를 사용하여 표시하였고 구리, 스티로폼, 코르크마개를 넣어서 물질의 뜨고 가라앉는 것을 시범 실험으로 보여줌으로써 여러 가지 물질의 밀도 차이를 가시적으로 확인할 수 있는 시범을 수업 중에 제시하였다. 또한 B교사는 밀도가 '단위부피당 질량'이라는 것을 설명하기 위해, 1세제곱센티미터가 얼마 정도의 부피인가를 학생들이 감각적으로 느끼도록 각설탕모형을 준비하여 구체적으로 보여주었다.

B교사: (중략) 자, 앞을 보세요. 이게 뭔가요? 여러분들.

학 생: 각설탕.

B교사: 각설탕, 맞습니다. 각설탕입니다.

학 생: 저거 맛있는데!

B교사: 자 각설탕처럼 생긴 스펀지예요!

학 생: 아(웃음).

B교사: 각설탕, 아닙니다! 각설탕 스펀지인데, 이 스펀지를 잘 보세요. 이 스펀지에 가로, 세로, 높이가 얼마일 것 같아요?

학 생: 1!

B교사: 맞습니다. 가로는 1, 세로는 1, 높이도 얼마? 1! 그러면 이 스펀지의 부피는 얼마까요?

(2008년 4월 23일 2교시 수업)

B교사는 질량측정에 대한 수업을 할 때에도 수업시간의 절반 정도를 할애하여 학생들이 직접 위 접시저울을 조작해 보는 활동을 체험하도록 하였다.

B교사: 자, 한 번 해보세요! 지우개나 아니면 연필이나 자기가 원하는 것…….

(교사는 교실을 돌아다니며 조마다 학생마다 질량 측정하는 것을 도와주며 가르쳐준다.)

B교사: 아직도 안 된 사람!

학생들: (시끌벅적 함.)

B교사: (앞에 교탁으로 나가며)자, 지우개를 다 측정해서 측정할 조는 앞으로 나오세요!

학생들: (다 쟀 한 조의 학생들이 앞으로 나간다. 전자저울로 쟀 질량과 자기들이 위 접시저울로 측정한 값을 비교한다. 박수를 치며 좋아 한다.)

B교사: 여기 22.9 g을 정확하게 맞혔습니다. 다 쟀 조는 가져오세요! 거기 그 조는 반납 하세요.

(2008년 4월 23일 3교시 수업)

이 수업 전에도 메스실린더로 부피를 재는 방법을 상세히 설명한 후, 학생들이 직접해보도록 수업을 진행하였다. 이러한 특징을 가진 주제 한정적 교수전략을 사용하는 이유를 알아본 결과, 개념 확인을 위해 실험 결과가 정확하게 나오기를 바라는 마음으로 측정 오차가 많이 발생하지 않도록 하기 위해서였음을 확인할 수 있었다.

B교사: 사실 밀도라는 개념이 중요하지. 질량, 부피는 어느 정도 알고 있다고 생각하니까 넘어갈 수 있는데 내가 중요하게 생각하는 것은, (질량이나 부피를) 재는 방법을 모르는 애들이 많이 있죠. 그런데 나중에 밀도 실험을 할 때 (중략) 실험에서는 어떤 전문적인 양을 재는 거, 이런 거를 잘 해야 밀도가 정확하게 나오잖아요. 물의 밀도도 사실 1이 잘 안 나오더라고요. 부피하고 질량 측정해보면, 어느 정도 재는 것의 오차가 많고 이러니까. 물론 오차는 발생할 수 있지. 만날 그럴지만, (오차가) 적게 나와 봤으면 해서.

(2008년 4월 23일 3교시 수업 직후 면담)

그 외에도 B 교사는 시범과 실험이 수업 내용을 기억하는 데에 효과적이기 때문에 사용하는 것으로 나타났다.

B교사: 예를 들어 나무가 물에 뜨는 건 누구나 다 알고 있어요. 그렇지만 내가 ‘밀도가 달라서 나무가 물위에 뜨잖아요!’하고 아예 준비해 가지고, ‘너네도 알겠지만, 나무를 물 위에 띄어보면서 밀도가 서로 다르면 이렇게 뜰 수도 있다.’ 이런 걸 보여주는 건, 애들 교육에 훨씬 더 기억하는데 도움도 되고.

(2008년 9월 4일 면담)

따라서 B교사의 수업을 교과 한정적 교수전략으로 분석하면, ‘학생들에게 특정한 개념들과 현상들의 관계를 보여주어 실험과 시범으로 과학 개념을 검증하는 데 이

용한다.’는 학문중심 교수지향⁶과 관련되어 있음을 확인할 수 있다. 뿐만 아니라, 시범과 실험은 학생들의 주의집중에 효과적이기 때문에 이론이 머릿속에 잘 남도록 하는데 도움을 준다고 생각하였다.

B교사: 안 보여주면 재미가 없잖아! 하하하. 보여주면서 집중을 시키기도 하고, 그 다음에 말로 설명하는 부분이 있어요. 분명히 과학에서도 이론적인 부분이 그렇지만 그걸로 끝나면 머릿속에 잘 남지도 않고. 그러니까 한 번 보여줌으로써 ‘나무가 물에 뜬다.’ 너희 알고 있지 하는 것 보다는 나무가 물에 뜨는 걸 직접 보여줌으로써 과거의 애크 경험들 이끌어 내는 거죠.(중략) 집중을 시키는 뭔가가 있기 때문에 좋은 것 같아요.

(2008년 9월 4일 면담)

C교사도 A교사와 마찬가지로 기압에 따라 액체의 끓는점이 다르다는 것을 설명하기 위하여 둥근바닥 플라스크에 물을 넣어 끓여서 식힌 후에 찬물로 기압을 낮추어 물을 끓이는 시범실험을 제시하였다.

C교사: (둥근바닥 플라스크를 준비하여 기압에 따른 끓는점 변화를 보여 줄 실험 준비) 자, 끄고 달았어요. 아까 분명히 액체 내부에서부터 기포가 올라오는 것, 끓고 있는 것을 확인했을 거예요. 세 번째(파워포인트로 제시한 실험 순서를 읽음) ‘삼발이에 뒤집어서 고정한 다음에 찬물을 부으면서 관찰한다.’ 라는 과정이 나왔어요. 자, 찬물 한 번 부어보도록 할게요. (중략) 아까 끓었던 물의 온도가 알코올램프를 켜기 때문에 약간의 온도가 낮아진 상태에서 식고 있는 거예요. 이 상태에서 미리 떠왔던 찬 물을 부으면 어떤 일이 생기는지 한번 할 테니까 잘 봐. 자 차가운 물을 위에서 붓습니다.

(물이 끓어오른다)

학생들: (동시에) 와-와-와. 우와. 끓는다.

(중략)

C교사: 자, 왜 찬 물을 부으면 물이 식지 않고 다시 끓을 수가 있을까? (학생들 대답을 기다리지 않고) 여기에는 눈에 보이지는 않지만 이 플라스크 안에서 일어나고 있는 일 때문이야. (학습지를 가리키며) 1번 먼저 보도록 할게요. 자, 찬물을 넣었더니 플라스크 안에서는 어떤 반응이 생기니까?

학생들: 끓는다.

C교사: 자기가 눈으로 관찰한 대로 적으세요. (학습지에 제시된 질문을 읽음)

학생들 :기포가 올라 왔어요.

(2008년 6월 17일 4교시 수업)

그러나 A교사와 달리 학생들의 선개념에 대한 인지갈등을 유발하는 질문을 제시하지 않고, 시범 활동 후에 바로 파워포인트를 이용하여 기압과 끓는점의 관계에 대해 설명하였다. 시범 실험의 결과에 대한 학급담화는 거의 없었고, 실험을 통해 학생들이 스스로 현상에 대한 이유를 생각할 시간도 제공하지 않았다. 면담을 통해 C교사가 시범실험을 제시한 이유는 A교사처럼 학생들의 인지갈등을 유발하기 위한 것이 아니라, B교사와 마찬가지로 수업내용을 기억하는 데에 효과적이기 때문으로 나타났다.

연구자: 선생님, 시범실험을 하는 목적이 뭐예요?

C교사: 설탕이 녹는 거라도, 그냥 설명하는 거랑 보여주는 거랑, 한번이라도 하나라도 보여주면 집중력이 되게 좋아지고 눈에 본 게 덜 잊혀 진다고 하더라고요. 같이 못해 봤더라도 그래도 (시범 실험으로라도) 보는 거라도 되어야 될 것 같아요. 일일이 다 실험할 수 없으니까, 시범실험으로….

(2008년 6월 23일 수업 후 면담)

뿐만 아니라 B 교사와 마찬가지로 C 교사는 실험을 하는 이유가 이론의 확인이라고 생각하였으므로, B교사와 C교사는 A교사와 달리 실험 결과가 이론대로 나오는 것을 중요하게 생각하였다. 이러한 점에서 C교사도 역시 학문중심 교수지향⁶이라고 판단할 수 있다. 다음은 그와 관련된 면담내용이다.

연구자: 애들이 실험을 하는 이유가?

C교사: 조작 방법도 익히고, 이론으로 그렇다고 하는 것 보다 자기들이 확인하게 되고.

연구자: 음. 확인하게 되고. 원래는 과학의 실험이 어떤 건데요?

C교사: 여러 가지 의문이 생겼으면 그 문제를 해결하기 위해서 가설을 세우고 여러 가지 실험도구 같은 것도 자기가 가지고 와서 실험방법을 설계해가지고 해야 되는데, 그게 한 차시 하기는 여러 가지 문제가 있더라고요.

(2008년 6월 23일 수업 후 면담)

C교사는 실험의 본래 목적을 ‘학생의 흥미에 따라 자연 세계를 탐색하고 작동하는 방식의 패턴을 발견’하는 발견학습 교수지향⁶으로 이해하고 있었으나, 학생들이 한 차시 안에 이러한 실험 활동을 하는 것이 불가능하다고

판단하여 실제 수업에서는 학문중심 교수지향을 드러내었다. 이러한 지향 사이의 충돌은 한 차시 안에 수업을 마무리 하여야 한다는 학교 상황 맥락에 대한 지식과 학생이 스스로 탐구하는 능력이 부족할 것이라는 학생에 대한 인식 등의 영향 때문에 나타나는 것이라고 해석할 수 있다.

모델

A교사는 교과서의 설명방식과 달리, 자석을 이용하여 물질을 구성하는 입자의 조밀한 정도 차이를 비교하는 입자 모델을 통해 밀도가 물질의 고유한 성질임을 설명하였다. 다음은 A교사의 밀도에 관한 수업 내용 중 일부이다.

A교사: 물질마다 밀도가 다른 이유? 물질을 구성하는 입자의 종류! 선생님이 이 자석으로 설명을 할게요. (빨간색, 보라색, 노란색 칠판에 붙는 자석을 준비함.) 지금 물질을 이루고 있는 알갱이, 성질을 갖고 있는 기본 알갱이인 분자라는 게 있습니다. 그치? 그러면 A라는 물질이 있어요. A라는 물질은 이렇게 보라색 분자들로 이루어져 있습니다. B라는 애요. 다른 물질이라서 다른 색으로 표현을 하겠습니다. 이렇게 빨간색 분자로 되어 있다. 그런데 애(A)를 이루고 있는 분자가 있지, 지금 애(B) 빨간색 분자하고요, 보라색 분자가 있거든. 이게 다른 분자죠, 그죠? 근데 분자 자체가 달라 물질을 이루고 있는 분자가, 그치? 애는 A라는 물질이고, B라는 물질인데, 각각 애 네를 이루고 있는 분자가 다른데, 분자가 한 개만 떼어서 보면은요, 저울에다 이렇게 재보니까, 누가 더 무겁습니까? (칠판에 분자를 저울에 재는 것처럼 그리면서 이해를 시키려고 함)

(2008. 04.22 6교시 수업)

A교사가 이러한 입자 모델을 사용하는 이유는 밀도가 물질의 특성임을 학생들에게 이해시키기 위해서였다.

A교사: 나는 교과서에 안 나와 있어서 그건(밀도를 입자 모델로 설명하는 것은) 분명히 나의 역점과제야. 이게 3학년 때 나오는 거야. 원자설에서 설명이 나오잖아. 나는 그걸(입자 모델 설명을) 했을 때 아이들이 훨씬 더 쉽게 이해하고 받아들일 수 있을 거라 생각해. 외우지 않아도. 왜냐면 중2라도 3학년 때 나오는 과정이지만 이 과정에서 설명했을 때 훨씬 더 쉽게 받아들일 수 있을 거라고 생각을 했어요.

(2008년 7월 3일 면담)

A교사가 이러한 교수전략을 사용한 근거는 자신의 학습 경험 때문이었다.

A교사: 기본적으로 상태변화에서 수증기가 서리가 된다고 할 때에도 나는 기본적으로 거의 입자로 이해해.

연구자: 선생님이 입자로 이해해서 이해가 빨랐던 거지?

A교사: 응. 내가 그렇게 이해를 해서 내가 받아들이기 쉬워서 애들한테도 그런 식으로 설명을 하는 거야. 상태변화나 기타 등등이나 뭐 이런 설명할 때.

(2008년 7월 3일 면담)

과학 교사의 PCK에 대한 연구¹¹에서 학생들에게 설명하기 위한 교수전략으로 교사들은 자신의 이해 방식대로 언급하는 것을 좋아한다고 하였다. 이러한 선행연구의 결과와 A교사의 교수전략 사용 이유는 유사하다고 할 수 있다. 이러한 사고를 통해 A교사는 ‘새로운 지식을 습득하기 위해 학자(혹은 교사)가 채택하는 사고 과정을 학생들에게 소개한다. 학생들은 사고 과정과 통합된 사고 기술들을 개발하기 위한 활동을 한다.’⁶은 과정 교수지향을 가지고 있다고 판단할 수 있다.

그러나 A교사가 물질의 특성 중 용해도에 대한 수업에서 중학교 3학년에서 다루는 원소기호와 분자구조 모델을 제시하고, 이를 통해 물질의 극성과 비극성의 차이를

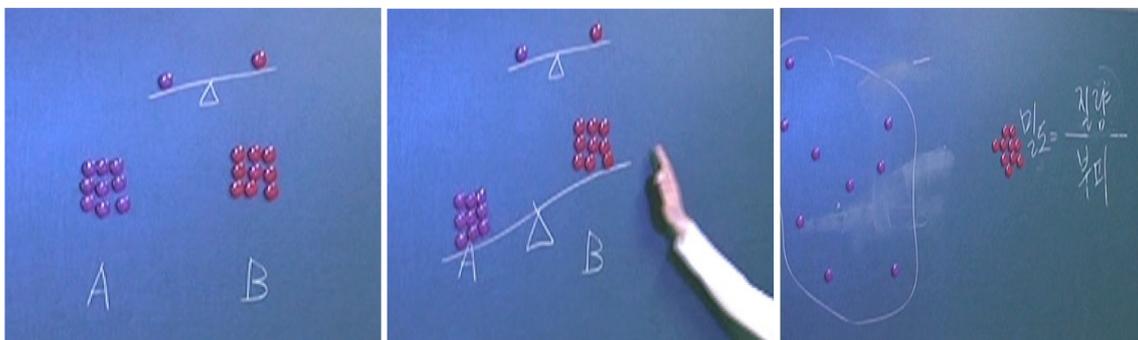


Fig. 4. Teacher A's teaching strategy of particle model.

이용하여 용해도의 차이를 설명할 때 학생들이 잘 이해하지 못하는 장면이 관찰되었다.

A교사: (칠판에 그리면서) 탄소 하나에 산소가 몇 개? 양쪽으로 두 개가 있거든. 그러니까 원자들이 결합해서 분자들이 됐을 때, 분자에 따라서 어떤 애들은 무게 중심이 딱 잘 잡혀 있어요. 아니면 세 개가 120도씩 되어 가지고 딱 잡히는 애들도 있고. 90도씩 4개가 잘 잡히는 애들도 있고. C 하나에 H, H, H, H 이런 식으로 대칭이 딱 맞아서 무게 중심이 잘 잡히는 애도 있고. 그런데 애(H₂O) 같은 경우는 산소에 수소가 대칭이 돼 있어? 안 돼 있어?

학생들: 안 돼 있어요.

A교사: 안 돼 있지? 이런 애들은 극성이라고 얘기를 해요. 그리고 이렇게 대칭이 무게 중심이 딱 잘 맞은 애들을 무극성, 이렇게 얘기를 하는데(중략).

학생1: 선생님? C-H 그게 뭐예요?

A교사: 메탄입니다

학생1: 메탄이요?

A교사: 네. 분자 여러분들이 분자 원소기호를 안 외어서 모르는데 고런 것들이 있어. 이렇게 뭐.. 금방 얘기 한데로, 이렇게 대칭일 수 있고, 이렇게 대칭일 수 있고 삼각형 대칭일 수도 있고, 중심이 잡힐 수도 있고. (후략)

(2008년 4월 11일 6교시 수업)

이렇게 A교사가 수업을 진행한 것은 일부 학생들이 선행 학습으로 알 것이라는 것을 전제하고 있었기 때문이었다.

연구자: 아까 그거 분자식 그거 애들 안 배우지 않았어?

A교사: 그래서 내가 아는 것만 기본적으로 CO₂, H₂O, 그 정도는, 그 정도는 이제 아는 애들은 알고 모르는 애들은 모를 수 있지, 그래서 얘기를 한 거고.

(2008년 4월 11일 수업 후 면담)

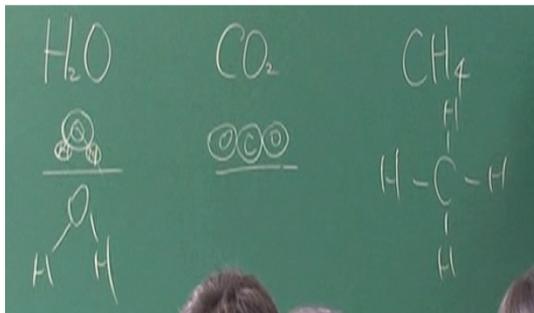


Fig. 5. Teacher A's teaching strategy of molecular structure model.

또한 상태변화에 관련된 수업에서 A교사는 물의 분자 구조 모델을 사용하여 열게 되면 육각형 모양의 안이 비어 있는 형태가 되면서 부피가 늘어난다고 설명하였다. 이 수업에 대한 교사의 생각을 알아본 결과, 자신이 궁금한 내용을 찾아보고 물 분자구조 모델로 그 이유를 알게 되어 이를 교수전략으로 사용하였음을 확인할 수 있었다.

연구자: (얼음의 배열 구조에서) 육각형 안에 빈 공간이 생긴다는 건 어떻게 알았어?

A교사: 그것도 찾아 봤었지. 왜냐면 육각모양인 것만 알고 있었는데 궁금했어. 정확히 육각모양이 어떤 모양인지. (중략) 그걸 찾다 보니까, 이렇게 터널 모양이 나와 가지고. (중략) 애들이 '아, 부피가 늘어나는구나. 일정한 틀을 가지고 모양을 만들고, 다닥다닥 붙는 것이 아니라서 그럴 수 있겠구나.'라고 (생각)할 테니까.

(2008년 7월 3일 면담)

A교사는 '새로운 지식을 습득하기 위해 학자(혹은 교사)가 채택하는 사고 과정을 학생들에게 소개한다. 학생들은 사고 과정과 통합된 사고 기술들을 개발하기 위한 활동을 한다.'는 과정교수지향으로 분석되었다. 그러나 용해도를 원소기호와 분자구조 모델을 제시하여 설명하고 물이 얼음으로 상태변화 할 때 부피가 늘어나는 것을 물 분자 모델을 사용하여 학생들에게 설명한 것은 자신의 이해수준과 학생들의 이해수준을 동일시하고 일부 학생들이 선행학습으로 알 것이라는 신념 때문에 학년 수준에 맞는 교육과정에 대한 지식과 학생수준의 고려 없이 교수전략으로 나타나게 된 것으로 판단되었다. 학생은 자신이 이미 알고 있거나 내면화 되어 있는 개념을 바탕으로 외부로 들어오는 과학개념들을 발달시킨다.²⁵ 이런 관점에서 볼 때 선행학습으로 미리 알아야만 하는 내용을 도입하여 수업을 진행한 것은 바람직하다 할 수 없을 것이다. 이것은 교사자신이 가지고 있는 교수지향이 학습자에 대한 이해나 교육과정에 대한 지식과의 상호작용이 없는 학생들이 과학의 이해를 위한 교수전략이 실천적 지식으로서의 PCK로 나타나기 힘들다는 것을 의미한다.

B교사는 중학교 2학년 과학시간에 다루는 녹는점을 가르치기 전에, 중학교 1학년에서 다루는 물질의 세 가지 상태에 관련된 분자운동 모델 시뮬레이션을 제시하였다. 이 모델을 통해 고체 상태에서 액체 상태로 분자운동이 변한다는 시각을 연결시켜 물질의 특성인 녹는점을 설명하였다.

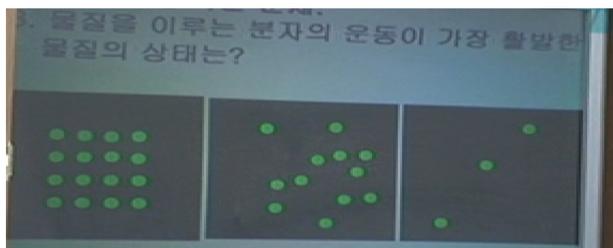


Fig. 6. teacher B's teaching strategy of molecular motion model.

(고체, 액체, 기체 상태에서 각각 분자가 운동하고 있는 시뮬레이션을 파워포인트로 보여 주면서)

B교사: 자, 지난 시간에 공부했던 거 정리 좀 해보죠! 음, 물질을 이루는 분자 운동이 가장 활발한 상태. 물질은 세 가지 상태가 3가지 있다고 했죠? (중략) 보다 분자운동이 활발해지려면 에너지를 흡수해야 에너지 레벨이 올라간 상태가 된다고 했죠? 그 다음에, 액체에서 기체가 되기 위해서는 에너지를 흡수? 방출?

학생: 흡수!

B교사: 흡수해야 분자운동이 활발해진다고 했죠? 반대로, 기체에서 액체가 될 때는 어떻게 될까요? 자신이 가지는 에너지를 방출해야 좀 더 분자운동이 덜 활발해지는 상태가 되고. 액체에서 고체가 되기 위해서도 에너지를 방출해야 자신의 에너지가 조금 더 떨어지는 상태가 된다고 했죠! 그래서 가장 분자 운동이 가장 활발한 상태는, 세 번째, 기체 상태라고 했습니다.

(2008년 4월 14일 3교시 수업)

B교사가 작성한 CoRe에서, 녹는점이 물질의 고유한 성질임을 가르칠 때 학생들에게 가르쳐야 하는 중요한 개념은 분자운동과 에너지 관점이라고 하였다. 그리고 이것을 가르칠 때의 어려움은 '눈에 보이지 않는 미시세계에 대한 접근'이라고 생각하였다. 따라서 분자운동 모델 교수 전략을 통해 미시세계의 분자운동과 에너지 관점을 가시적인 형태로 바꾸어 설명하려고 한 것이다.

중학교 1학년 때 배운 분자운동모델을 도입하여 중학교 2학년에서 다루는 녹는점과 끓는점을 가르친 이유를 면담한 결과, 분자운동과 에너지에 대한 기본적인 개념을 알아야 녹는점과 끓는점을 배우는 의미가 있다고 생각함을 확인할 수 있었다.

B교사: 고체가 액체가 되고 액체가 기체가 될 때, 어쨌든 분자는 똑같은데, 에너지 관계가 다르다. (1학년 때 배운) 이걸 기본적으로 알고 있어야 나머지를

(이해)할 수 있잖아요. 그래서 그거(1학년에 나오는 분자운동모델 시뮬레이션)를 보여주고 시작하는 거고. 사실 물하고 기체하고 수증기하고 다르고 생각해 버리면 안 되는 거잖아요. 그런 것에 대한 기본이 있어야 나머지 녹는점, 끓는점을 배우는 것도 의미가 있다고 생각한 거지.

(2008년 9월 4일 면담)

따라서 B교사는 '특정한 개념을 통해 현상을 이해하는' 학문중심 교수지향을 가지고 있음을 알 수 있다.

B교사는 A교사와는 달리 학습자의 어려움에 대한 인식이 강했다. 예를 들어, A교사는 밀도를 가르칠 때 얼음의 분자구조 모델을 제시하였지만, B교사는 뜨고 가라앉는 현상만 제시하고 밀도 개념을 도입하였다. 얼음이 물보다 밀도가 작은 이유를 설명하기 위하여 물의 분자구조 모델을 사용하지 않은 이유를 묻자, 그러한 모델은 학생들의 이해에 오히려 혼란을 줄 수 있다고 생각하였다.

B교사: 애들이 헛갈릴까봐 말 안했어. 왜냐면 다른 거는 다 안 그러는데, 물만 그렇잖아요.

(2008년 7월 3일 면담)

이러한 점에서 '학자들이 채택하는 사고 과정을 이해하고 이를 통해 사고 기술을 획득' 하는데 초점을 둔 과정 교수지향의 A교사와 '기본 개념을 통해 현상을 이해' 하는데 초점을 둔 학문중심 교수지향의 B교사의 모델사용 교수전략은 차별화된다고 할 수 있다. B교사의 교수지향을 확인하기 위하여 과학수업에서 중요하다고 생각하는 것에 대해 추가 면담을 하였다.

B교사: 과학을 배우면서, '탐구하는 방법을 배우다.' 이렇게 말하는데, 탐구하는 방법을 배울 수 있나? 글썄요. 물론 탐구하는 방법을 배우야 되는 게 맞는데. 모든 학생들이 다 과학자가 되는 건 아니죠. 근데 우리 교육은 그런 데에 맞춰져 있는 것 같아, 과학 교육은, 기본개념을 알아야 나중에 무엇이든 할 수 있다 이런데 맞춰져 있어서 기본개념을 중요시 하죠. 그런데 기본개념을 알아야 나중에 탐구하는 방법을 안다 이거는 어때가 있는 것 같아. 탐구하는 방법은 원래부터 가르쳐야 되는데, 과정을 알아야 그것을 바탕으로 연구하고 이렇게 된다는데, 모든 애들이 과학자가 되는 건 아니니까. 좀 어때가 있는 것 같아요. 나도 사실은 과학개념을 중심으로 가르치죠. 그게 만족스런 수업은 아닌 것 같아요.

(2008년 9월 4일 추가 면담)

B교사와의 추가 면담을 통해 A교사와 달리 B교사가 탐구과정을 중요시하는 과정 교수지향보다는, 기본개념을 중요시하는 학문중심 교수지향을 가지는 이유가 학생들에 대한 인식 때문임을 확인할 수 있었다. 즉, 학생들은 과학자처럼 사고하는 것이 어려우므로 이상적인 과학교육보다는 현실적인 면에서 개념 중심의 학습이 필요하다고 생각하였다.

C교사도 B교사와 유사하게 중학교 1학년 내용을 연결하여 2학년 과학 수업을 진행하였다. 그 이유를 묻는 면담에서 개념의 이해를 돕기 위해서라는 의미의 답을 하였다. 따라서 B교사와 마찬가지로 학문중심 교수지향이라고 판단할 수 있다.

C교사: 그냥 애들이 1학년 때 배우고 나면, 시험보고 나면 다 까먹잖아요. 2학년 때 또 새로운 내용을 알려 주려면, 그러면 막 되게 어려워해요. 그래서 한번 다시 떠올려 보고, 그 다음에 연결 지어서 들어가니까 그렇게 된 것 같아요.

(2008년 11월 29일 전화면담)

질문

A교사는 수업 중에 과학 현상에 대한 이유를 물어보는 질문을 많이 제시하였다. 이에 관련된 A교사 수업의 일부이다.

(고체 금속의 녹는점과 끓는점에 대한 자료를 파워포인트로 띄워 놓고 설명하는 중)

A교사: 금, 철, 구리, 알루미늄, 납. 이런 애들은 금속류죠? 왜 제들은 녹는점이나 끓는점이 높을까? 녹는점이나 끓는점이라는 게 뭐였지? 무슨 온도였지? 상태?

학생들: 변화.

A교사: 상태 변화하는 데 제들(금속)은 그렇게 높은 온도가 필요한 이유는? 왜 그럴까? 왜?

학생들: 비싸서. 하하

A교사: 맞아요. 비싸거든. 비싸면 변질도 잘 안되는데.

학생들: 하하.

A교사: 모양도 잘 흐트러지지 않고, 금속류는 그렇거든요. 근데 왜 그럴까? 왜? 단단하기도 하고 그런 이유가?

학 생: 밀도가 커서.

A교사: 밀도는 우리가 아직 안 배웠고.

학생들: 맞아.

A교사: 밀도 개념 말고?

학 생: 분자 간 인력이 세서.

A교사: 그렇죠!

(2008년 4월 7일 5교시 수업)

A교사는 ‘왜 그럴까?’라는 질문을 자주 던짐으로써 학생들이 질문에 대해 생각해 보도록 유도했다. A교사가 질문을 자주 던지는 이유는 학생들이 의문을 가지는 사고습관을 가지기를 바라기 때문이다.

A교사: 내가 질문을 꺼내는 건, 나도 좋아하고 아이들한테 궁금증을 유발시키려고.

(중략)

A교사: 화학은 어려워. 깊게 가면. 문제가 바로 그거예요. 내가 그런 것(어려운 것)들을 수업시간에 건드리면서 수업을 하잖아!

연구자: 많이 질문을 하면서?

A교사: 응, (질문을 통해) 건드리며 하니까, 애들이 사고의 습관이 되는 거야. 천문학 들어갈 때 난리가 났잖아. 얼마나 궁금한 게 많겠어? ‘거리까지는 어떻게 재는 건데요? 태양 안에 대기, 핵이 있고 복사열이 복사되고, 대류가 되고, 어떻게 하라는 건데요?’ (라고 애들이) 계속 물어 보잖아. 아는 것도 있고 모르는 것은 훨씬 더 많지. 대부분 중 3 과정에 나오고. 태양에서부터 지구까지 아주 단순한 것에서부터 계속해서 질문이 나와 가지고, 정말 3단원(지구와 별)은 끝내 주더라고.

(중략)

A교사: 이제 애들이 막 의문이 드는 거야, 모든 게. 예를 들어 중성자별이 나왔다면 그러면 ‘중성자별이라고 한다’. 이렇게 받아들이면 좋잖아? 하하하. (학생들이) ‘어떻게 알아 낸 건데요?’, ‘그거는 어떻게 관측한 건데요?’ ‘목성 같은 게 표면이 기체에 속에 들어가면 액체고 또 들어가면 고체고, 그건 또 어떻게 안건데요?’. 애들도 너무 피곤한 거야. 애들도 의문을 안 갖고 있다가 다 의심스러운거야, 모든 것이. (흐뭇한 표정으로) 그럼 어떻게 하라는 거야?

(2008년 7월 3일 면담)

A교사는 자신의 질문 전략을 통해 학생들이 모든 것에 의문을 가지고 질문하기 시작한 것에 대해 매우 만족스러운 반응을 보였다. 교사가 수업 중에 한 행동은 학생들에게 암묵적으로 학습되며, 교사의 세계관이나 가치관이 학생들에게 전달된다는 연구결과²⁶와 같이 A 교사의 교수전략은 학생들에게 효과적으로 전달되었음을 확인할

수 있다. 과학자들은 그들의 관찰, 패턴에 대해서 호기심 (curiosity)과 엄격함(rigor)은 과학자가 설득적 논쟁을 발달시키고 모델-기반 추론으로 통해 지식을 적용하기 위한 정신의 습관(habits of mind)을 가지고 있다.²⁷ A교사도 과학자처럼 학생들이 현상에 대해서 의문을 가지는 것이 중요하다고 생각하고 있었으므로, 일관성 있게 과정 교수 지향을 가지고 있음을 확인할 수 있었다.

B교사는 A교사와 달리, 학생들이 정해진 답을 말하도록 유도하는 질문을 반복적으로 사용하였다. 물질의 특성 단원에서 물질의 세 가지 상태를 분자운동의 활발 정도로 설명하는 내용에서도 여러 학생들에게 반복적으로 질문하였다.

B교사: (파워포인트로 물질의 세 가지 상태에 따른 분자운동 모형을 보면서) 물질을 이루는 분자운동의 가장 활발한 상태는? 첫 번째, 두 번째, 세 번째 중에서?

학 생: 세 번째.

B교사: 세 번째. (학생1을 지목하면서) 첫 번째는 무슨 상태지?

학생1: 고체.

B교사: (학생2를 지목하면서) 두 번째는?

학생2: 액체.

B교사: (학생3을 지목하면서) 세 번째는?

학생3: 기체.

B교사: (학생4를 지목하면서) 분자운동이 가장 활발한 상태는?

학생4: 기체.

B교사: (학생5를 지목하면서) 분자의 운동이 가장 활발한 상태는?

학생5: 기체.

B교사: (학생6을 지목하면서) 분자의 운동이 가장 활발한 상태는?

학생6: 기체.

B교사: 세 번째, (학생7을 지목하면서) 분자의 운동이 가장 활발한 상태는?

학생7: 기체.

B교사: 기체, (학생8을 지목하면서) 첫 번째, 두 번째, 세 번째 중에서 어떤 것?

학생8: 세 번째.

B교사: 세 번째, 맞죠, 분자의 운동이 가장 활발한 상태는 세 번째 기체 상태라고 볼 수가 있습니다!

(2008년 4월 14일 4교시 수업)

B교사는 질문은 학생들의 생각을 표현하고 수업 참여를 위한 과정으로는 좋지만 지식을 제공해 주기에는 시

간이 제한적이 되므로 유도된 질문을 하는 것으로 분석되었다. 이와 관련된 면담 내용은 다음과 같다.

B교사: 질문을 하는 게 좋죠. 내가 쪽 전달하면 애들도 지루하고, 나도 지루하고. 그런데 내가 질문을 하면 애들이 질문에 대해 생각은 할 것 아녜요? 깊게 생각은 안하더라도 자기 생각 있을 거 아냐? 그것에 대해 말을 하면, 난 또 말해 줄 수 있고. 사실 (학생) 질문 받고 답해주는 과정은 좋지만, 그런 과정을 하면 수업 진행이 안 되잖아요. 그러니까 내가 원하는 질문만 하지. 하하하.

연구자: 선생님이 계속 질문을 던지는 이유가 있을 것 아녜요?

B교사: 질문하면 애들이 반응을 하게 되니까. (중략) 애들 반응 보면서 (수업) 하는 게 좋잖아요. 그렇게 해야 애들도 잡 안 오고, 나도 '나 혼자 가르친다.'는 느낌 없이 하고 싶은 거겠죠.

(2008년 6월 17일 면담)

B교사의 질문은 학생들을 수업에 집중하고, 교사가 혼자서 수업하는 것을 피하고 단순한 수업 내용을 전달하기 위하여 의도된 질문을 하였다. 이러한 점에 비추어 볼 때, '교사의 강의나 토론을 통해 정보 제공을 제공하고 학생들이 알 수 있는 과학 사실들을 설명할 수 있도록 유도된 질문을 하는 강조'하는 '강의법 교수지향'에 해당한다고 볼 수 있다.

C교사의 질문은 예제 풀이의 형태였다. 예를 들어, 용해도 수업에서 농도 구하는 법을 공식으로 암기시키고, 사례를 풀어 주었다. 다음은 C교사 수업의 일부이다.

C교사: 자, 용액의 질량은 다른 말로 표현하면 용해된 그 안에 용매와 용질의 질량이 존재한다 할 수 있기 때문에, 용매+용질의 질량분에 용질의 질량으로 표현 할 수 있어요.

학 생: 용액의 농도.

(학생들이 공식을 적느라 부산스럽다.)

C교사: 이 식에 별표 해주세요. 자, 농도식은 반드시 알아야지 문제를 풀 수 있겠죠? (중략) 자, 용액의 질량분에 용질의 질량. 같은 식으로 용매+용질의 질량 분에 용질의 질량 곱하기 100해서, 답이 %로 나옵니다. 자, 1,2,3번 확인문제가 있는데, 1,2,3번 풀어보세요!

(C교사는 교실 주변을 돌며 학생들이 문제 푸는 것을 살펴본다.)

(2008년 6월 23일 3교시 수업)

C교사는 수업 중간에도 배운 내용에 관련된 문제를 자주 풀어주었다. 메스실린더에 대한 내용을 설명하고 난 후에도 메스실린더를 철조각의 부피를 재는 법에 대한 문제풀이를 해주었다.

C교사: 자, 다 같이 풀어보자! 메스실린더를 이용한 철조각의 부피를 측정한다. 철조각의 부피를 구하기 위해서 철이 녹지 않는 물에다가 담가서, 이거 구하는 공식, 밑에서 뭘 빼줘야 돼? 처음에 있던 것이 30.0 이었다. 나중엔 얼마였어요?

학 생: 38.

C교사: 나중엔 얼마였어요? 38.0밀리터였죠. 나중엔 38.0밀리터에서 처음에 부피 얼마를 빼주면 될까?

(2008년 6월 17일 3교시 수업)

선행연구²⁸에서 초임교사들은 짧은 시간 안에 개념을 설명하고 남은 시간 안에 계산문제를 다루는 경향이 있으며 과학적 과정이나 내용의 이해보다는 공식을 이용한 문제풀이를 강조한다고 지적하였다. 이러한 점에서 교직 경력 3년차였던 C교사는 초임교사의 특성을 드러내는 교수 전략을 사용하였음을 확인할 수 있었다. C교사가 문제풀이를 강조하는 것은 평가를 의식하였기 때문이었다. 이와 관련된 면담 내용은 다음과 같다.

C교사: 일단 나가야 할 진도는 한정되어 있고, 그 시간에 꼭 나가야지만 시험을 볼 수가 있잖아요. 그리고 좀 널털하게 제가 재량을 가지고 하기에는, 지도도 그렇고 애들이 너무 많고.

(2008년 6월 23일 수업 후 면담)

C교사: 시험이 없으면 소신을 가지고 할 수 있을 것 같은데, 이 정도까지 애들 머릿속에 집어넣어서 시험을 봐야 된다는 그 압박감이 너무 커요.

(2008년 7월 6일 면담)

C교사는 교사의 재량으로 수업을 하는 것에 대한 자신감이 부족하였기 때문에 외부 평가에 의존하여 교수전략을 사용하고 있었다. 평가 문항이 주로 개념을 응용하는 능력을 알아보는 것이었으므로, ‘학문중심 교수지향’에서 크게 벗어나지 않았음을 알 수 있다.

결론 및 제언

3명의 중학교 과학 교사들의 수업을 관찰하고, 이들이 공통적으로 사용한 교수전략의 특징 및 사용 이유에 대

한 면담 자료 등을 토대로 각 교사들이 다른 교수지향을 가지고 있음을 확인할 수 있었다. 이 연구에서 분석한 주제 한정적 교수전략은 활동 측면에서 시범 및 실험, 질문, 그리고 표상적 측면에서 모델 등 3종류였다.

A교사는 시범 실험 등을 수행하는 이유로부터 개념변화 교수지향을 가지고 있으며, 질문과 모델을 사용하는 이유는 과정 교수지향과 관련이 있는 것으로 나타났다. 특히 A교사는 질문 전략을 통해 학생들이 현상에 의문을 가지고 질문을 하는 사고의 습관을 가지게 된 것에 대해 매우 만족스러워하였으며, 이는 A교사가 가지고 있는 두 종류의 교수지향 중에서 과정 교수지향이 더 강하게 자리 잡고 있음을 나타낸다. 사고의 습관은 미국 AAAS에서 국가성취기준으로 제안한 Benchmarks²⁹의 12번째 목표인 Habits of mind에 해당하는 내용으로, 이는 과학교육 과정에 대한 교사의 신념과도 일맥상통한다. 이러한 점에서 A교사의 교수전략은 교수지향 뿐 아니라 교육과정에 대한 지식과도 관련되어 있음을 확인할 수 있었다. 그러나 모델전략에서는 자신의 이해했던 방식으로 학생들에게 소개하면서 교사 자신과 학생들의 사고 수준을 동일시하여 교육과정에 대한 지식과 학생들의 학년별 수준을 고려하지 못하고 선행학습을 해야만 학생들이 이해할 수 있는 전략이 관찰되기도 하였다. 이는 교사의 교수지향의 PCK요소가 학생들의 과학에 대한 이해를 위한 실천적 지식인 PCK로 구현되려면 학습자의 대한 지식을 바탕으로 한 교육과정에 대한 지식이 반드시 고려되어야 바람직한 교수전략이 나타난다고 할 수 있겠다. 또한 이것은 교사 PCK는 학생에 대한 지식과 교육과정에 대한 지식이 긴밀하게 관련되어 있음을 의미한 다 할 수 있겠다.

B교사는 시범 실험과 모델 등을 제시하는 이유를 통해 학문중심 교수지향을 가지고 있는 것으로 나타났다. 특히 B교사는 학습자가 학습에서 겪는 어려움을 고려하여 기본 개념을 이해시키는 것을 강조하였다. 또한 질문 전략을 사용할 때에는 강의 교수지향을 나타내었다.

C교사는 수업 중 제시한 시범 실험과 모델, 질문 등 모든 전략이 학문중심 교수지향과 일관성 있게 관련되어 있었다. 학생들이 어려워하지 않도록 관련 개념들을 연결 지어 수업하려는 의도를 가지고 있었으므로, B교사의 교수전략과 마찬가지로 PCK 요소 중 학습자에 대한 지식과도 관련이 있는 것으로 나타났다. 그러나 B교사와 달리, 이상적인 교수지향과 수업 현실에서의 교수지향이 충돌하는 것으로 나타났다. 시범 실험을 제시하는 경우에도 학생이 스스로 탐구하는 ‘발견학습 교수지향’을 이상적으로 생각하였으나, 한 차시 안에 수행하여야 한다는 학교상향 맥락이나, 학습자의 능력 부족에 대한 우려 등 때문에 이상적인 교수지향을 실천에 옮기지 못하였다. 따라

서 C교사의 교수전략은 학교 상황맥락과 학습자 이해에 대한 지식과 관련되어 있음을 알 수 있다. 또한 C교사는 평가에 대한 강한 압박감으로 문제풀이를 강조하는 전략을 사용하였는데, 이는 교수전략이 평가에 대한 교사의 지식과 관련되어 있음을 드러내는 것이다.

이것으로 한 교사가 여러 종류의 교수지향을 가질 수도 있고 한 종류의 교수지향만 가질 수도 있다는 것을 알 수 있었다. 또한 교수지향은 교수지향대로 따로 있고 전략은 전략대로 따로 있지만 잘 연결이 안 되어 교사가 가지고 있는 교수지향은 있는데 전략으로 드러나지 않은 지향도 있었다. 이 연구로 모든 교수지향이 전략으로 드러나는 것은 아님을 알 수 있었다. 교수지향과 교육과정에 대한 지식을 기반으로 한 학생에 대한 지식의 고려가 되지 않아 바람직하지 않은 교수전략이 드러나기도 하였다.

이러한 연구 결과에서 도출한 내용을 서론에서 제시한 Fig. 1과 Fig. 2의 특징과 비교하면 다음과 같다. 우선, Fig. 1에서 제시한 PCK 모델에서는 과학교육과정에 대한 지식, 학습자 이해에 대한 지식, 교수전략에 대한 지식 및 평가에 대한 지식이 각기 독립적이며, 과학교수지향만이 상위개념으로 다른 PCK 요소들과 연결되어 있다. 따라서 본 연구에서 찾은 결과와 같이, 교수전략과 교육과정에 대한 지식, 교수전략과 학습자에 대한 지식, 교수전략과 평가에 대한 지식, 교수전략과 학교상황맥락에 대한 지식의 관련성이 드러나지 않았다. 개념생태적 측면에서 볼 때에도 서로 관련지어질 수 있는 PCK 요소들이 너무 분리되어 있다는 면에서 Fig. 1 모델은 한계를 가진다고 할 수 있다.

Fig. 2의 오각형 모델에서는 PCK 요소들 간에 상호 관련성은 잘 표현되어 있으나, 연결 고리가 각 요소별로 두 개씩만 직접적으로 표현되어 있다. 즉, 교수지향은 교육과정에 대한 지식과 평가에 대한 지식과만 직접적인 관련을 가지며, 교수전략은 학습자 이해와 평가에 대한 지식과만 직접적인 관련을 가지는 것으로 표현되었다. 그러나 이 연구를 통해 교수전략은 교수지향을 드러내는 바로미터로 분석이 가능하며, 교수전략에 대한 지식은 또한 교육과정에 대한 지식, 학습자 이해에 대한 지식, 평가에 대한 지식, 학교 상황맥락에 대한 지식과 직접적인 상호 관련성을 가짐을 확인하였다. 이러한 점에서 오각형 모델 역시 PCK의 요소들 간의 상호 관련성을 정확하게 표현하는 데에 한계를 가진다고 할 수 있다. 또한 Fig. 3은 교사 전문 지식의 영역이 암묵적으로 작용하여 실천적 지식인 PCK로 명시적으로 드러나는 것을 잘 표현하였으나 암묵적으로 존재하는 교사전문지식영역간의 관계에 대해서는 설명이 미약하다.

이 연구에서는 PCK의 여러 요소들 중 교수전략에 대한

지식이 실천적 지식으로 구현 될 때 보다 중요한 역할을 담당하고 지표가 된다는 것을 발견하였으며 또한 이것으로부터 선행연구에서 제안한 모델을 개선하고 앞으로 더 심화된 연구를 통해 교사 PCK가 실천적 지식으로서의 개선된 PCK 모델이 완성되리라 생각한다.

Acknowledgements. 이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(과제번호 2011-0003831).

REFERENCES

1. Shulman, L. S. *Educational Researcher* **1986**, *15*, 4.
2. Shulman, L. S. *Harvard Educational Review* **1987**, *57*, 1.
3. Ahn, Y. M.; Kim, C. J.; Choe, S. U. *J. Korea Assoc. Sci. Edu.* **2006**, *26*(6), 69.
4. Grossman, P. L. *The making of a teacher: teacher knowledge and teacher education*; Teachers College Press: New York, 1990.
5. Van Driel, J. H.; Verloop, N.; de Vos, W. *Journal of Research in Science Teaching* **1998**, *35*(6), 673.
6. Gess-Newsome, J.; Lederman, N. G. Nature, sources and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In *Examining Pedagogical Content Knowledge: PCK and Science Education*; Magnusson, S.; Krajcik, J.; Borko, H. Kluwer, Eds.; Academic Publishers: Dordrecht, The Netherlands: 1999; pp 95-132.
7. Park, S.; Oliver, J. S. *Journal of Research in Science Teaching* **2008**, *45*(7), 812.
8. Kwak, Y.; Choi, S. H. *Korea Institute for Curriculum and Evaluation, RRI*, March 3, 2007.
9. Kim, S. K.; Paik, S. H. *J. Korea Assoc. Sci. Edu.* **2011**, *31*(2), 295.
10. Bang, E. J.; Paik, S. H. *J. Korea Assoc. Sci. Edu.* **2010**, *30*(6), 719.
11. Halim, L.; Meerah, S. M. *Research in Science & Technological Education* **2002**, *20*(2), 215.
12. Park, J. W. The analysis of instruction according to elementary school teachers' pedagogical content knowledge on the unit of weight and pressure in water. Doctor thesis, Korea National University of Education, Chung-Buk, Korea, 2006.
13. Clermont, C. P.; Borko, H.; Krajcik, J. S. *Journal of Research in Science Teaching* **1994**, *31*(4), 419.
14. Berg, T.; Brouwer, W. *Journal of Research in Science Teaching* **1991**, *28*, 3.
15. Min, H. J.; Park, C. Y.; Paik, S. H. *J. Korea Assoc. Sci. Edu.* **2010**, *30*(4), 437.
16. Merriam, S. B. *Qualitative Research and Case Study Application in Education*; Jossey-Bass: San Francisco, U.S.A., 1998.
17. Loughran, J.; Mulhall, P.; Berry, A. *Journal of Research in Science Teaching* **2004**, *41*(4), 370.

18. Kagan, D. M. *Review of Educational Research* **1990**, 60(3), 419.
 19. Gess-Newsome, J.; Lederman, N. G. Assessment and Measurement of Pedagogical Knowledge. In *Examining Pedagogical Content Knowledge: PCK and Science Education*; Baxter J. A.; Lederman N. G. Kluwer, Eds.; Academic Publishers: Dordrecht, The Netherlands, 1999; pp 147-166.
 20. Denzin, N. K. *The research act: A Theoretical Introduction to Sociological Methods*; McGraw-Hill: New York, U.S.A., 1978.
 21. Strauss, A.; Corbin, J. *Basics of Qualitative Research: Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory*, 2nd ed.; Sage: Thousand Oakes, CA, 1998.
 22. Cochran, K. F.; DeRuiter, J. A.; King, R. A. *Journal of Teacher Education* **1993**, 44, 263.
 23. Marks, R. *Journal of Teacher Education* **1990**, 4(3). 3.
 24. Park, C. Y.; Min, H. J.; Paik, S. H. *J. Korea Assoc. Sci. Edu.* **2008**, 28(6), 641.
 25. Vygotsky, L. *Thought and Language*; Kozulin, A. Ed.; The MIT Press: U.S.A., 2002.
 26. Kim, M. H. Narrative Natures of Science Teaching Based on Polanyi's Epistemology. Doctor thesis, Korea National University of Education, Chung-Buk, Korea, 2003.
 27. Anderson, C. W. *Teaching Science for Motivation and Understanding. Unpublished*; Michigan State University: 2003.
 28. Kwak, Y. *J. Korea Assoc. Sci. Edu.* **2009**, 29(6), 611.
 29. <http://www.project2061.org/publications/bsl/online/index.php?home=true>.
-