

과학적 모델의 사회적 구성 수업에서 구현된 두 과학 교사의 실천적 지식의 내용

김소정 · 맹승호¹ · 차현정² · 김찬종*² · 최승언²

계산고등학교 · ¹강원대학교 · ²서울대학교

The Contents of Practical Knowledge Realized in Two Science Teachers' Classes on Social Construction of Scientific Models

Kim, So-Jung · Maeng, Seungho¹ · Cha, Hyun-Jung² · Kim, Chan-Jong*² · Choe, Seung-Urn²

Kyesan High School · ¹Kangwon National University · ²Seoul National University

Abstract: This study investigated two science teachers' practical knowledge shaped during their science classes which intend to realize social construction of scientific models. The teachers' practical knowledge was qualitatively examined in terms of five content categories defined by Elbaz through the reflection-in-action based on video data of their teaching as well as the reflection-on-action based on their narratives and interview data obtained after their classes. The results shows: 1) two science teachers implemented their practical knowledge on appropriate subject matter knowledge when they provided students with scaffoldings to support building scientific models during the classes. 2) The teachers' knowledge about science curriculum played important roles to change the purposes of the classes from the transmission of difficult science concepts to the construction of scientific model appropriate to learning goals. 3) The teachers' implementation of pedagogical knowledge changed toward supporting students' group activities and model generations aligned to the intention of social construction of scientific models. 4) The teachers' practical knowledge about their 'selves' showed that a teacher's perception and implementation of his/her roles of helper, guide, or facilitator are important for students to construct scientific models through group activities. 5) The two teachers' practical knowledge the milieu of schooling is realized by their modes of interactions with student groups during their classes. Two teachers acted like a co-player with his students or like a coach to students near a playground. We discussed domain-specific characteristics about scientific model construction.

Key words: practical knowledge, reflection-in-action, reflection-on-action, social construction, scientific modeling

I. 서론

과학 교사의 수업 활동에서 학생들이 자연 현상을 이해하고, 그 현상의 원리에 대한 지식을 구성하는 과정을 구체화하는 것은 학생들로 하여금 능동적인 과학 학습 활동의 주체로 참여할 수 있게 해 준다. 과학 수업에서 학생들이 과학 지식 구성 과정에 참여하는 것은, 과학자들이 자연 현상 그 자체 또는 현상이 발생하는 원리를 설명하기 위한 과학적 아이디어를 표상하는 방법으로서 모델을 만들어 활용하는 것과 유사하게 과학 수업 상황에서 학생들이 직접 모델 구성 과정(modeling)에 참여하는 방식을 통해 구현할 수 있다(Kahn, 2007; Schwarz & Gwekwerere,

2007). 모델이란 일반적으로 생각, 사물, 사건, 과정 또는 시스템을 구체적이고 시각적인 표상으로 나타낸 것(Gilbert & Boulter, 2003)을 말하는데, 과학 지식을 구성하기 위한 과학적 모델은 과학적 현상을 이해하거나 설명하기 위하여 그 현상을 그림이나 다이어그램, 구체적인 복제품, 컴퓨터 시뮬레이션 및 수학적 표현 등으로 시각화하거나, 외현적으로 표상화한 개념적 모형을 말한다(National Research Council, 2012). 과학적 모델은 표상하고자 하는 과학적 현상을 완벽하게 재현하기보다는 중요한 특징이나 원리를 중심으로 비유적으로 표현하는 경우가 많다. 과학자들의 집단에서 과학적 모델은 다양한 형태로, 또 다양한 관점에서 제시될 수 있는데, 각 모델들은 그 모델

*교신저자: 김찬중(chajokim@snu.ac.kr)

**2013.03.24(접수), 2013.04.09(1심통과), 2013.05.29(2심통과), 2013.06.03(최종통과)

***이 논문은 2012년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2012S1A5A2A03034667).

에 근거하여 예상한 결과가 실제 자연 세계에서 관찰이나 실험으로 얻은 데이터와 얼마나 부합하는가에 따라 평가되고 수정되어 점차적으로 보다 설명력 있는 모델로 발전하게 된다(Gilbert *et al.*, 2000).

과학 교사는 모델을 이용하여 학생들에게 중요한 과학 개념을 이해시킬 수 있으며, 모델 구성 과정을 통해 학생들의 사고 전략을 가시화할 수 있고, 과학적 현상에 대한 학습과 탐구 기회를 제공할 수 있다(Crawford & Cullin, 2005). Feral(2007)은 이를 위한 학습 환경으로서 모델 기반 수업(model-based teaching)을 제안한 바 있으며, 그 밖에 대표적인 모델 구성 과정으로 Clement(2008)가 제안한 ‘모델 생성(generation) - 모델 평가(evaluation) - 모델 수정(modification)’이 순환적으로 진행되는 GEM 순환 과정이 있다. GEM 순환 과정은 모델의 ‘생성 - 평가 - 수정’의 단계적 절차를 진행할 때, 생성된 모델을 평가하여 큰 문제점이 발견되면 처음 단계인 모델 생성 단계로 되돌아가고, 모델의 평가에서 작은 문제점이 발생할 때는 수정 단계로 진행되는 두 유형의 순환을 포함한다. 그 밖에 Holloun(2006)은 순환 학습의 기본적인 틀에 모델 구성 과정을 적용한 모델링 순환 학습(Modeling learning cycle)을 제안하기도 하였다. 즉, ‘탐색(exploration) - 모델 도입(model adduction) - 모델 규정(model formulation) - 모델 적용(model deployment) - 일반화(generalization)’의 단계로 진행된다. 첫 단계는 기존에 과학에서 사용된 모델들을 탐색하는 과정이다. 이를 통해 학생들은 모델 구성 수업에 대해 친숙해질 수 있다. 둘째 단계에서 학생들은 그럴듯한 모델을 진술하고, 과학 현상을 더 잘 설명할 수 있는 필수 조건들을 조사, 탐색한다. 셋째 단계는 초기 모델을 완성시키고 가장 타당하고 합리적인 모델을 선정하게 된다. 넷째 단계에서 학생들이 선정한 모델을 여러 다른 상황에 적용시켜 보고 모델을 정교화하여, 마지막 단계에서 생성된 모델을 종합적으로 일반화시킨다.

이와 같은 모델 생성을 위한 교수 방법이나 교수 모형의 연구 성과에도 불구하고, 과학 학습 상황에서 학생들의 모델 생성은 교실 수업 현장에서 실제로 적용하기가 쉽지 않다(Schwarz & White, 2005). 왜냐하면, 학생들 개개인이 독립적으로 자신만의 과학적 모델을 구성하고 이를 활용하여 과학 학습을 진행하는 것은 한계가 있기 때문이다. 그래서 여러 학생들이 소

집단을 구성하여 공동의 모델을 구성하고, 이를 통해 모델 기반 학습의 효과를 증진시키려는 노력들이 과학적 모델링의 연구 성과로 최근 국내에서 보고되었다(이신영 등, 2012; 강은희 등, 2012). 이신영 등(2012)은 학생들의 소집단 활동을 통한 공동의 모델 구성 과정에서 소집단의 리더와 나머지 학생들의 모델링 참여 정도에 따라 리더의 모델이 그대로 소집단이 공동 모델로 구성되는 유형과, 리더와 다른 학생들의 모델이 합쳐지는 유형, 리더와 다른 학생들의 모델이 융합되어 새로운 형태의 공동 모델로 제시되는 유형으로 분류하여 학생들의 사회적 모델링 과정을 기술하였다. 그러나 학생들의 소집단에서 사회적인 모델 구성 과정이 보다 정교한 형태로 발전되기 위해서는 교사와 학생간의 의미 있는 상호작용을 통해 과학적 모델을 구성하는 과정을 강조한 수업 전략으로서 ‘과학적 모델의 사회적 구성’ 수업이 필요하다. 즉, 과학 교사가 학생들이 서로 협력하여 모델을 구성할 수 있도록 하기 위하여 모델 구성 과정에서 어느 수준에서 어떤 형태로 개입하고 중재하며, 학생들의 사회적인 모델 구성을 어떤 방식으로 안내해 주는지 명시적으로 제시하고 이를 실행할 수 있는 능력이 중요하게 제기되는 것이다.

이 연구에서는 과학적 모델의 사회적 구성이라는 특정한 맥락의 교수활동에서 형성되는 과학 교사의 수업 실행 역량을 과학 교사의 실천적 지식(practical knowledge)이 형성되는 과정에서 파악해 보고자 하였다. 실천적 지식이란 교사가 실제 교육 현장에서 자신이 가지고 있는 이론적 지식과 경험을 바탕으로 자신의 가치관과 신념에 따라 재구성하고 생성한 지식(Elbaz, 1981)으로서, 교사가 특정한 내용과 주제를 어떤 방법으로 어떻게 가르쳐야 할 것인지 판단하는 근거가 될 수 있다(Elbaz, 1983). 즉, 학생들이 과학 수업 시간에 소집단의 협력적인 활동을 통해 과학적 모델을 구성하는 역동적이고 복잡한 상황에서 과학 교사가 어떻게 가르칠 것인지는 그 교사가 체득한 실천적 지식에 기반하여 결정될 수 있다는 것이다.

Elbaz(1981, 1983)는 실천적 지식을 이해하고 연구하기 위해서는 실천적 지식의 내용(contents)과 지향(orientation), 구조(structure)를 활용하여 고찰하는 것이 필요함을 밝힌 바 있다. 이 중에서 실천적 지식의 내용은 수업에서 다루는 내용과 수업의 고유한 맥락에 따라 교사의 교수활동을 결정하는데 영향을 주

는 내용적 지식을 말하며, 교수법적 내용 지식(pedagogical content knowledge)과 유사한 하위 범주로 구성되어 있다(이선경 등, 2009). 실천적 지식의 지향은 교사의 수업 실행 과정에서 구현된 실천적 지식이 형성된 개인적, 사회적 배경을 말하며, 실천적 지식의 구조는 교사가 소유한 실천적 지식이 교수 언어 또는 직접적 교수 실행 과정에서 외부적으로 표현되는 양식으로서 실천적 지식을 구체적으로 실행하는 방식을 나타낸다. 과학 교사의 실천적 지식에 대한 연구는 주로 실천적 지식의 구조를 분석하는 관점에서 연구되어 온 반면(유은정 등, 2010; 조영미, 오필석, 2011, 한혜진 등, 2009), 실천적 지식의 내용이나 지향에 대한 연구는 미미한 상황이다. 특히 과학적 모델의 사회적 구성과 같이 과학 활동의 고유한 특성을 가진 수업 주제에 대해서는 과학 교사가 소유하고 구현하는 실천적 지식의 내용을 이해하는 것이 무엇보다 중요하다.

Elbaz가 제시한 실천적 지식의 내용을 구성하는 하위 범주들은 교과내용지식, 교육과정, 교수법, 교사 자신, 학교 학습 환경의 5가지 범주가 있다. 첫째, 교과내용지식(knowledge of subject matter)은 교사가 자신의 교과를 가르칠 때 필요한 기능 및 교과 내용에 관한 지식이다. 곧, 교사가 특정 과목을 가르칠 때 해당 내용에 따라 달라질 수 있는 수업 기술(learning skill)에 해당한다. 둘째, 교육과정(curriculum)에 관한 지식은 교육과정 개발과 적용 및 재구성에 관련된 지식으로 교사가 교육과정이나 학교의 교육 계획에 따라 수업의 일련의 계획을 수정하고 재구성하는 부분까지 포함한다. 셋째, 교수법(instruction)에 관한 지식은 교사와 학생간의 상호작용 측면을 고려한 학습자에 대한 이해 및 일반적인 교수 지식, 교수법적 지식을 의미한다. 넷째, 교사의 자아(self)에 관한 지식은 교사가 자신을 어떻게 이해하고 판단하는지, 학교라는 사회 속에서 동료 교사와 학생들 사이에서 자신을 어떤 존재로 인식하는지를 말한다. 끝으로 학교 학습 환경(milieu of schooling)에 대한 지식은 교수 활동과 관계된 모든 교육 환경에 대한 인식으로 학교 분위기, 학생들과의 관계, 동료와의 관계 등 전반적인 부분에 대한 교사의 관점을 나타낸다. 실제 수업에 상황에서 드러나는 교사의 실천적 지식은 이 다섯 범주의 요소가 총체적으로 만들어가는 형태이므로(홍미화, 2006), 같은 교육 과정 아래에서

동일한 내용의 수업이라 할지라도 교사의 실천적 지식에 따라 수업의 형태가 달라질 수 있다. 또한, 실천적 지식이 교사의 수업 실행 과정에서 형성되고 변화할 수 있으므로 어떤 교과, 어떤 주제를 다루는가에 따라 실천적 지식의 양상이 다르게 나타날 수 있다.

이상의 논의를 바탕으로 이 연구에서는 학생들이 과학적 모델을 사회적으로 구성하는 것을 목적으로 수행된 두 과학 교사의 수업 사례를 통해, 그들의 과학 수업 실행 과정에서 형성되고 변화된 실천적 지식의 내용 영역을 규명하고자 하였다.

II. 연구 방법

과학적 모델의 사회적 구성 과정을 목표로 고안된 특정한 수업을 참여 교사들이 수행하는 동안에 형성되는 과학 교사의 실천적 지식을 파악하기 위하여 설계 기반 연구(design-based research, Cobb *et al.*, 2003)를 수행하였다. 두 참여 교사는 연구 설계 단계부터 수업 실행 및 자료 수집 과정에 이르기까지 연구자와 협력적 관계를 유지하였다. 구체적인 연구의 절차와 방법은 아래와 같다.

1. 연구 참여자

이 연구에는 과학과 협동학습 연구회에 속한 두 명의 과학 교사가 참여하였다. 김영일(가명) 교사는 교직 경력 17년의 남교사이며 지구과학을 전공하였다. 연구 참여 당시 경기도의 중학교(기독교계 대안학교)에서 2학년 학생들에게 과학을 가르치고 있었다. 지역 교육청에서 실시하는 과학과 직무 연수 및 한국 협동학습 연구회의 협동 학습 강사로 활동 중이다. 김영일 교사는 협동학습과 관련하여 과학 교과 특성이 반영된 협동학습 구현이 중요함을 강조하였다. 이성희(가명) 교사는 교직 경력 19년의 여교사이며 물리교육을 전공하였다. 연구 참여 당시 경기도의 중학교에서 3학년 학생들에게 과학을 가르치고 있었다. 이성희 교사 역시 지역 교육청의 과학과 직무연수와 한국 협동학습 연구회의 협동학습 강사로 활동하였다. 이 교사는 친숙한 과학, 즐거운 과학을 중학교 과학 교육의 중요한 가치로 생각하고 있으며, 협동학습이 이런 자신의 가치관과 부합한다고 생각하여 과학과 협동학습 연구회에 참여하게 되었다. 이성희 교사도 2005년

이후 과학과 협동학습 연구회 회원으로 활동 중이며, 꾸준히 교실에서 협동학습을 실천하고 있다.

2. 연구의 절차 및 자료 수집

(1) 연구의 절차

연구를 위한 사전 준비 단계로서 먼저 두 참여 교사와 2회에 걸쳐 과학 수업에서 사회적 상호작용 및 과학 교사로서 개인적인 배경에 대하여 심층 면담을 진행하였다. 또한, 이 논문의 제 1 저자가 두 참여 교사가 함께 활동하고 있던 ‘과학과 협동학습 연구회’의 정기 미팅에 과학 교사로서 직접 참석하여 교사 연구회에서 두 참여 교사의 활동 모습을 참여 관찰하였다. 이 연구회의 주된 관심 주제는 과학 수업에 학생들의 참여 기회를 증진시키는 것과, 협동학습을 통한 학습자간의 긍정적 상호작용이었다. 두 참여 교사와의 심층면담과 그들의 교사 연구회 참여관찰의 결과를 근거로 과학적 모델의 사회적 구성 수업에 적용될 ‘사회적 상호작용’의 실천적 요소들을 추출하였다.

그 후 본격적인 연구의 과정으로서 ‘과학적 모델의 사회적 구성’을 소재로 한 수업 과정안 및 수업 자료를 참여 교사들과 4 차례에 걸친 협의를 거쳐 개발하였다. 참여 교사와 협의회를 통해 과학적 모델의 사회적 구성을 구현하기에 적합하다고 판단된 2개 주제(2학년: 별의 연주시차, 3학년: 전선의 형성과정)를 선정하였다. 두 주제를 선정한 근거는 첫째, 참여 교사들이 지도하는 학급의 학생들의 수준에서 완벽하지는 않더라도 학생들이 주도적으로 모델을 구성할 수 있는가를 판단하였다. 둘째, 모둠 활동을 통해 모델 구성 과정에서 학생들 간의 상호작용이 활발하게 일어날 수 있는지 여부를 판단하였다. 셋째, 중학교 2학년과 3학년 과학 교육과정 내용 중에서 해당 학교의 과학 교육과정 진행 상황을 고려하였다. 선정된 주제를 사회적 상호작용과 과학적 모델 구성의 관점에서 지도할 수 있도록 수업 과정안을 고안하였다. 두 수업 과정안은 연구 참여 교사들과 사전 협의 과정에서 지속적인 피드백을 통해 수정, 보완되었다. 수업 과정안에 대한 자세한 내용은 다음 절에 제시하였다.

개발된 ‘과학적 모델의 사회적 구성’ 수업 과정안 중 별의 연주시차 수업은 김영일 교사가 중학교 2학년 3개 학급에 적용하였다. 김영일 교사는 4일에 걸쳐 3개 학급에 동일한 단원의 수업을 진행하였으며, 각

학급에서 2 시간 수업(90분)을 연이어 하는 형태로 진행되었다. 김영민 교사가 지도한 학급의 학생들은 대체로 소득 수준이 높은 편이지만, 지리적 여건 상 사교육의 영향을 거의 받지 않은 학생들이 많았다. 김영민 교사가 학기 초부터 모둠 형태의 수업을 진행해 온 탓에 학생들은 서로 협력하여 진행되는 수업에 친숙한 편이었다. 전선의 형성과정 수업은 이성희 교사가 중학교 3학년 2개 학급에 적용하였다. 이성희 교사의 수업도 2 시간 수업을 연이어 하는 형태로 진행되었으며, 첫 번째 학급의 수업을 실행한 후 1주일 뒤에 동일한 단원을 두 번째 학급에서 수업하였다. 이성희 교사가 지도한 학급의 학생들은 지역의 소도시 변두리에 거주하는 학생들이 많았으며, 학업 성취 수준이 비교적 낮았고, 과학에 대한 선행 학습이나 사교육의 영향은 거의 없었다. 두 교사의 과학적 모델의 사회적 구성 수업은 모두 연구자가 참여 관찰하며 비디오로 촬영하였다. 각 수업을 참여 관찰하는 동안에 수업 관찰 일지를 기록하였으며, 두 교사 모두 마지막 수업 후 전반적인 수업 실행 과정에 대한 면담을 1 시간 정도 수행하였다.

(2) 과학적 모델의 사회적 구성을 위한 수업 과정안

연구 과정에서 고안된 과학적 모델의 사회적 구성을 위한 수업 과정안 및 수업 자료는 Clement(2008)의 GEM 순환 과정과 Holloun(2006)의 모델링 순환 학습을 적용하여 연구자가 1차적으로 개발하였고, 참여 교사들과 협의 과정을 거쳐 수정, 보완되었다. 수업 과정안 개발에서 중요하게 고려한 요소는 목표 모델(target model)의 생성과 모델의 공동 구성(co-construction) 측면이었다. 즉, 학생들이 과학적 현상 및 이론을 이해할 때 단계적 사고 과정을 거쳐 과학적 현상을 가장 잘 설명할 수 있는 목표 모델을 생성하도록 하며, 이 목표 모델까지 도달하는 동안 학생들의 개인적인 모델 형성 과정만이 아니라 학습 공동체 구성원 간의 대화와 합의를 통해 수정하는 과정에서 점진적인 발달을 형성하는 것을 강조한 것이다. 수업 전개 과정의 세부적인 단계는 다음과 같다.

1) 교사가 문제의 상황과 학습 목표를 제시하고 공유한 뒤에,

학생들은 4명이 한 모둠을 구성하여 문제상황에 대한 2) 개인별 추론 과정 및 3) 모둠 내 공동 추론 과정

을 진행한다.

1차 모듈활동 후에 학생들은 수업에서 다루는 과학적 현상의 원인을 설명하기 위한

4) 개인적인 모델을 생성한다. 그리고 5) 모듈 구성 간의 토의 및 합의 과정을 거쳐, 6) 모듈 내에서 합의된 공동의 모델을 생성한다. 그 다음에,

7) 각 모듈을 대표할 수 있는 전문가를 한 명씩 선발하여 다른 모듈들로 파견한다.

전문가 학생은 자기 모듈에서 생성한 모델을 다른 모듈 학생들에게 설명해 주고, 그 모델에 대한 평가를 받은 뒤 원래의 모듈로 돌아가서 이전의 모델을 수정, 보완한다. 수정된 모델을 전체 학급에게 모듈별로 공개 발표한 뒤,

8) 전체 학급의 토의를 통해 모듈 간 합의 과정을 거쳐 각 모듈의 모델 중 가장 타당한 모델을 선정하여

9) 최종적인 학급의 모델로 확정된다. 최종 모델을 선정할 후

10) 교사는 그 모델을 이용하여 문제 상황과 유사한 다른 과학 현상을 설명하는데 적용하여 모델의 확장된 활용 가능성을 인식시킨다.

이 연구에서 개발되고 적용된 과학적 모델의 사회적 구성 수업의 전개 과정은 그림 1과 같으며, 두 교사가 시행한 수업의 과정안은 표 1(별의 연주시차), 표 2(전선의 형성과정)와 같다. 그림 1에서 □로 표시된 단계들은 학생들의 모듈 활동을 통해 실현하는 과정으로서 학생들의 사회적 활동을 강조한 단계이다. 그리고 ○로 표시된 두 단계는 모듈 활동이 아닌 학급 전체의 활동으로 구현되는 단계를 말하며, ▢로 표시된 단계는 특별히 모델의 생성 과정을 강조한 단계로서 모듈 활동으로 구성된다. 9 번째 단계인 ‘학급의

모델 구성’ 단계는 모듈 간 합의 과정을 거쳐 학급 전체의 공동된 모델을 구성하는 과정인데 모듈 활동에 기반한 학급 전체 활동이다. 또한, 4 단계 - 9 단계의 과정에서는 개인별, 모듈별, 그리고 모듈 간에 모델을 평가하고 수정하는 절차가 진행된다. 이것을 ▢로 표시하였다.

(3) 자료 수집

두 과학 교사의 과학적 모델의 사회적 구성 수업에 대한 실천적 지식을 조사하기 위한 자료들은 과학 수업 시연 전에 수행된 두 교사의 심층 면담 자료, 두 교사가 참여한 협동학습 연구회 모임에 대한 연구자의 참여관찰 기록지, 과학적 모델 구성에 대한 수업을 촬영한 비디오 자료 및 전사 자료, 수업에 사용된 수업 자료들, 연구자의 수업 관찰 기록지, 그리고 두 교사의 수업 후에 진행된 수업 실행에 대한 반성적 면담 자료 등이었다. 이 자료들을 심층 검토하여 두 교사의 실천적 지식을 분석하였다. 자세한 자료 분석 과정은 다음 절에서 기술할 것이다.


3. 자료 분석

이선경 등(2009)은 교사가 소유하고 수업의 상황에서 외부로 구현되는 실천적 지식을 조사하는 방법으로서 교사의 개인적인 이야기나 내러티브(Connelly & Clandinin, 1990)에 근거하여 그 교사에게 체화된 지식을 파악하는 방법과, 교사가 실행한 수업의 구체적인 행위와 경험 및 그 과정에서 형성되는 행위 동안의 반성(reflection-in-action, Schön, 1983)에 근거하여 교사의 실천적 지식을 조사하는 방법을 비교하여 고찰한 바 있다. 교사의 실천적 지식은 그 지식



그림 1 과학적 모델의 사회적 구성 수업의 전개 과정

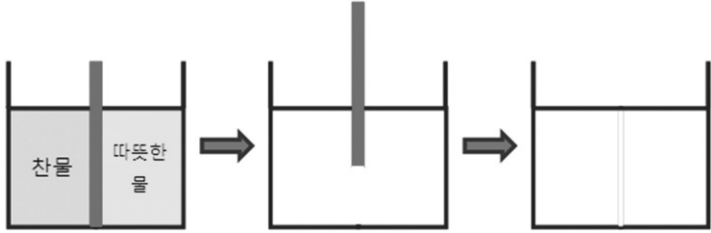
표 1
별의 연주시차 단원에 대한 과학적 모델의 사회적 구성 수업 과정안

학습 목표	관측상의 증거를 통해 연주시차의 원리를 모델을 구성하여 설명할 수 있다. 연주시차를 이용하여 관측자로부터 별까지의 거리 관계를 파악할 수 있다.
목표 모델	지구가 공전하여 천구상의 별의 위치가 변화한다. 변화한 각거리와 지구에서 별까지의 거리와의 관계를 파악할 수 있다.
수업 단계	활동 내용
도입	<ul style="list-style-type: none"> 수업의 의미와 수업의 규칙 제시 전시학습 확인 동기 유발 및 학습 목표 제시
과학적 추론	<ul style="list-style-type: none"> 과학적 사실, 현상 제시: 6개월 간격의 시차가 나타나는 3장의 천체 사진  <ul style="list-style-type: none"> 개인별 추론 이와 같이 별이 움직인 까닭은 무엇일까? 시속 300km인 KTX를 타고 여행을 가고 있다. 창밖으로 보이는 풍경에서 가까이 있는 사물과 멀리 있는 사물의 움직임을 비교하고, 그 이유를 생각하여 정리해 보자. 모둠별 추론 별 A가 움직인 이유에 대한 모둠의 의견은? 왜 그렇게 생각하는가?
개인 모델 생성	<ul style="list-style-type: none"> 개인적으로 시차를 설명할 수 있는 모델 구성 이와 같은 움직임이 일어날 수 있는 태양, 지구, 별의 이동 경로를 나타내 보자. 6개월 간격으로 찍힌 각각의 사진에서 천체들의 위치를 표시해 보고, 선으로 연결한다.
모둠내 모델 생성	모둠원이 합의하여 현상을 가장 잘 설명할 수 있는 대표 모델 생성
모둠내 모델 생성	<ul style="list-style-type: none"> 모둠 대표를 다른 모둠으로 보내어 모둠 모델 설명 두 모둠의 합의를 통해 타당한 모델로 수정, 보완
전체 모델 생성	<ul style="list-style-type: none"> 각 모둠의 모델을 전체 학급에 제시, 평가 가장 타당한 최종 모델 합의 전체 학급에서 토의된 내용을 바탕으로 선택된 모델에 맞추어 태양, 지구, 별의 이동 경로를 표시한다. 교사는 최종적으로 합의된 모델을 정리하고 설명
최종 모델 적용	<ul style="list-style-type: none"> 별의 거리와 연주 시차의 관계 파악 화살표로 표시한 별보다 지구에서 더 가까운 별과 더 멀리 떨어진 별은 어떻게 관측될 것인지 앞의 모델에 각각 다른 색으로 그려본다. 관측된 결과와 별의 거리 간의 관계를 문장으로 표현한다.

을 소유하는 것과, 그 지식이 실현되는 과정을 분리하여 이해할 수 없다. 그러므로 실천적 지식을 조사할 때는 교사의 실제 수업 실행 과정에서 사용되고 있는 특성을 근거로 파악해야 한다(Eick & Dias, 2005;

Leinhardt & Greeno, 1986). 그래서 이 연구에서는 두 참여 교사들이 과학적 모델의 사회적 구성 수업을 수행하는 동안에 형성된 실천적 지식을 파악하기 위하여 먼저 Schön 행위 동안의 반성적 접근 방식을 취

표 2
전선의 형성 과정 단원에 대한 과학적 모델의 사회적 구성 수업 과정안

학습 목표	성질이 다른 두 기단이 만나 형성되는 전선의 생성 원리를 모델을 이용하여 설명할 수 있다.
목표 모델	따뜻한 공기와 찬 공기가 서로 만나면, 두 공기의 밀도 차이 때문에 찬 공기가 하강하고 따뜻한 공기가 상승하여 전선을 형성한다.
수업 단계	활동 내용
도입	• 동기 유발 및 학습 목표 제시
개념 학습 1	<ul style="list-style-type: none"> • 기단의 성질에 따른 분류 • 우리나라 주변의 기단
과학적 추론	<ul style="list-style-type: none"> • 과학적 사실, 현상 제시: 교사의 시범 실험 - 전선이 만들어지는 과정 <p>칸막이가 있는 수조에 따뜻한 물(노란 색)과 찬 물(파란 색)을 넣고, 칸막이를 올릴 때 물의 이동 방향을 관찰하기</p>  <ul style="list-style-type: none"> • 개인별 추론 따뜻한 물과 찬 물이 움직여 경계면이 생기는 이유에 대하여 추론하기 • 모둠별 추론
개인 모델 생성	• 개인적으로 전선의 생성 과정을 설명할 수 있는 모델 구성
모듬내 모델 생성	• 모듬원끼리 합의하여 현상을 가장 잘 설명할 수 있는 대표 모델 생성
모듬간 모델 생성	<ul style="list-style-type: none"> • 모듬 대표를 다른 모듬으로 보내어 모듬 모델 설명 • 두 모듬의 합의를 통해 타당한 모델로 수정, 보완
전체 모델 생성	<ul style="list-style-type: none"> • 각 모듬의 모델을 전체 학급에 제시, 평가 • 가장 타당한 최종 모델 합의 • 교사는 최종적으로 합의된 모델을 정리하고 설명
개념 학습 2	<ul style="list-style-type: none"> • 전선과 전선면의 개념 정의 • 한랭 전선과 온난 전선의 기호 설명
최종 모델 적용	<ul style="list-style-type: none"> • 다른 형태의 전선: 정체 전선과 폐색 전선 • 일기도에서 전선이 위치한 지역의 일기 예보

하여 두 교사의 수업 촬영 비디오 및 수업 전사 자료와 연구자의 수업 관찰 기록지를 분석하였다. 분석의 초점은 각 교사가 한 가지 주제로 진행된 연속적인 수업 실행 과정에서 학생들의 사회적 모델 구성 활동을 어떻게 지원하고 중재하고 안내하는지, 그리고 그 과정에 형성되고 구현된 실천적 지식은 무엇인가에 대한 것이었다. 행위 동안의 반성 접근 방식에 덧붙여 두 교사의 이야기와 내러티브에 근거한 추가적인 실

천적 지식 조사가 진행되었다. 즉, 수업 전에 실시된 두 교사와의 심층 면담 자료와 두 교사가 참여한 협동 학습 연구회 모임에 대한 연구자의 참여관찰 기록지에 포함된 두 교사의 이야기들에서 표현된 그들의 실천적 지식 요소를 파악하였다. 그리고 두 교사의 수업을 모두 마친 후에 그들의 행위에 대한 반성(reflection-on-action, Schön 1983)적 관점에서 시행한 심층 면담에 제시된 내러티브를 분석하여 두 참여 교사의

실천적 지식의 변화 여부를 파악하였다.

두 교사의 실천적 지식을 조사하는데 사용된 분석 틀로는 Elbaz(1981, 1983)가 제시한 실천적 지식의 내용을 구성하는 5가지 범주(교과내용지식, 교육과정, 교수법, 교사 자신, 학교 학습 환경)를 적용하였다. 먼저 두 교사가 자신의 수업을 실행하는 동안 표출된 행위 동안 반성 및 그들의 내러티브에서 위의 5가지 범주에 해당하는 사례들을 추출하였다. 두 교사의 실천적 지식에 대한 범주별 사례들은 연구자(제 1 저자)가 1차적으로 추출하였으며, 이를 바탕으로 연구 설계 및 자료 수집 과정에 함께 참여했던 공동 연구자들이 모여 각 사례들이 해당하는 범주에 적합한지 여부를 검토하였다. 공동 연구자 간의 지속적인 협의 과정을 거쳐 최종적으로 합의된 분석 사례들에 대하여 질적 연구 자료 해석의 타당도와 신뢰도를 높이기 위해 Lincoln and Guba(1985)에 의해 제시된 방법들을 실시하였다. 즉, 충분한 기간 동안 연구회 활동을 지속적으로 관찰하였으며, 자료 해석의 삼각화와 수업 관찰, 심층 면담, 참여 일지 등을 통한 자료의 삼각화 과정을 실시하였다. 또한 전사한 면담과 수업 내용, 수업 분석에 대하여 연구 참여자 평가 작업(김영천, 2006)을 실시하였다.

III. 연구 결과

연구에 참여한 김영일 교사와 이성희 교사의 과학 수업 사례에서 과학적 모델의 사회적 구성과 관련된 두 교사의 실천적 지식을 Elbaz의 5가지 실천적 지식의 내용의 측면에서 연구 결과로 제시하였다.

1. 교과내용 지식의 실천

개념 중심의 과학 수업에서 교사는 과학 지식의 전달자로 그 역할을 담당하는 경우가 많다. 그러나 과학적 모델의 사회적 구성을 강조한 수업에서 교사의 역할은 학생들의 모델 생성 과정에서 조정자(moderator), 중재자(arbitrator), 또는 비계 제공자(scaffolder)의 역할을 담당하게 된다(Halloun, 2006). 조정자로서 교사는 학생들이 생각을 비교하게 하고, 학생들 스스로 상반된 점들을 해결할 수 있게 하며, 중재자로서

교사는 학생이 비과학적 개념을 가지고 있을 때 인지 갈등 상황을 제시하거나, 과학적 관점을 가지고 동료들과 협상할 수 있게 한다. 한편, 비계 제공자로서 교사는 조정과 중재에서 문제점을 보이거나, 학생들이 주제에 대한 지식이 부족할 때 적당한 개념을 끌어낼 수 있도록 직접 구체적인 데이터를 제시할 수 있다. 이와 같은 변화된 역할을 수행할 때 교사는 자신의 교과내용 지식에 대한 실천적 지식을 형성하고 이를 표현하게 된다.

다음은 김영일 교사의 2학년 1반¹⁾ 수업 사례 중 일 부분이다.

■ 모둠별 공동 추론 단계의 수업 중 담화 사례

T: [5모둠으로 이동] 모뎀 칠판 활용해서 의논해도 좋아요. 이거 활용해 가지고 의논해도 좋아요.

[교실을 돌아다니다 3모뎀으로 이동]

3S2: 멀리 있는 거는 예를 들어서 이게.. 이게 멀리 있고, 이게 가까이 있다고.. 그럼 우리가 여기서 봤을 때, 가까이 있는 거는 확 지나가고, 멀리 있는 거는 이렇게 멀리 있으니까 거의 움직이는 거야.

3S3: 나는 구름.. 구름 이렇게 하면 구름이 지나가니까 같이 가. 아니야?

3S4: [교사를 보며] 뭐예요?

3S2: 구름이...

T: [6모뎀으로 이동하여] 이야기 했어? 너희시간이 많이 없으니까 오히려 토론을 하는 게 좋을 것 같다. 이 상황에서 두레만의 답을 한 번 생각해 봐. 알겠지?

(T: 교사, 3S2: 3 모뎀의 2 번째 학생, 3S3: 3 모뎀의 3 번째 학생, 3S4: 3 모뎀의 4 번째 학생)

■ 모뎀간 모델 생성 단계의 수업 담화 사례

T: [2모뎀으로 이동]

5S3: 그니까 큰 별들이... 생각이야. 큰 별들이 있어 가지고 이게.

T: 탁구공을 이용해서 한번 도와줘 봅시다. 탁구공 한번 이용해서 알았죠?

T: [3모뎀으로 이동] 설명할 때 탁구공을 이용해서 한번 해봐. 탁구공을 이용하면 더 이해가 쉬울 거니까.

1) 김영일 교사는 2학년의 세 학급을 4일에 걸쳐 순차적으로 수업하였다. 편의상 첫 번째 학급을 2학년 1반, 두 번째 학급을 2학년 2반, 세 번째 학급을 2학년 3반으로 지칭하였다.

T: [6모둠으로 이동] 여기도 그림으로 설명해도 좋
 구요. 탁구공 이용해서 서로 이야기하면서...
 (T: 교사, 5S3: 5 모둠의 3 번째 학생)

2학년 1반에서 김영일 교사는 학생 활동의 조정자 역할을 담당하였다. 모둠별 추론 단계에서 교사는 5 모둠, 3 모둠, 6 모둠을 조용히 순회하며 ‘모둠 칠판을 활용해서 의논해 보라’, ‘토론을 하는 게 좋을 것 같다’ 라는 모둠 내의 토론을 유도하였다. 모둠간 모델 생성 단계에서도 2 모둠, 3모둠, 6 모둠을 순회하며 ‘탁구공’을 이용하여 3차원 공간적으로 천체들이 움직이는 상황을 재연하도록 제시하였다. 두 상황에서 교사는 학생들이 스스로 과학적 사고를 수행할 수 있도록 활동을 조정해 주는 역할을 하고 있지만, 교과내용적으로 심도 있는 접근이 일어나지 않고 단지 활동의 단계를 안내하는 역할만 담당하고 있었다.

1반의 수업에서는 교사가 한 모둠에서 체류하는 시간이 짧고, 교사가 모둠 학생들의 대화 과정에 구체적으로 참여하지 않았으며, 구체적인 교과내용 지식을 제공하여 학생들의 모델 구성과정을 지원하는 것이 뚜렷하지 않았다. 그러나 3반의 수업에서는 모둠의 대화에 참여하여 학생들의 사고 흐름을 확인하고, 명시적으로 교과내용 지식을 제공하며 학생들의 모델 생성 과정에 적절한 도움을 주는 역할을 수행하였다. 다음은 김영일 교사의 2학년 3반 수업 사례 중 일부분이다.

■ 모둠별 추론 단계의 수업 담화 사례

T: 뭐 나왔어요? 여기?
 4S2: 아니요. 공전하기 때문이라는 결론이 나왔거든요. 이게 딱 있잖아요. 지구가 돌아요. 그러면 별 A는요 이렇게 딱 돌면요, 6개월 뒤 위치가 여기잖아요. 그러면 요기서 요기서 보는 위치가 다르고, 6개월 다시 일로 돌아오잖아요. 다시 별이 떠 있는 위치가요.
 T: 어.
 4S2: 지구에서 보이는 거랑 다르지 않나요?
 T: 어. 좋아. 그렇다면 다른 별은 왜 안 움직였지?
 4S2: 어....
 T: 좀 더 생각, 그 단계에서 좀 더 더 나가 봐.
 (T: 교사, 4S2: 4 모둠의 2 번째 학생)

■ 모둠간 모델 생성 단계의 수업 담화 사례

4S2: 또 저희가 추가한 이론이 뭐냐면요. 아니 추가한 저희 생각이 뭐냐면? 딱 가까이 있으면 변동이 심하다는 거잖아요. 그런데 멀리 있으면요 빛은 넓이가 엄청 넓잖아요. 그니까 애가 비추는 넓이가 넓어 가지고..
 T: 아~ 빛의 넓이는 복잡해져. 이렇게 해 버리면 오히려 너희가 혼돈돼 버려. 빛은 일직선으로 하나만 온다고 생각하는 게 제일 좋아.
 4S2: 근데 (빛은)일직선으로 온다구요?
 T: 응

4모둠의 학생 4S2는 모둠별 추론 단계에서 ‘지구의 공전에 의해 별 A의 위치가 천구상에서 달라짐’을 교사에게 확인 받고 싶어 했다. 이에 교사는 ‘다른 별들은 왜 움직이지 않는지’에 대해 다시 학생에게 질문을 던지면서 사고의 확장을 유도하였다. 이와 같이 교사는 ‘조정자’ 역할을 수행하며 4모둠 학생들이 별 A와 다른 별들의 위치를 비교하게 하였다. 모둠간 모델 생성 단계에서는 모델을 완성한 4모둠에서 4S2 학생이 ‘빛의 넓이’라는 새로운 관점을 제시하는데, 교사는 ‘빛은 일직선으로 온다’라는 과학적 사실을 제시해주며 학생들의 모델 구성을 지원하는 비계를 제공하였다.

김영일 교사는 면담을 통해 수업이 반복될수록 과학적 모델 구성에서 자신의 역할이 학생 활동을 촉진시키는 것을 지향하게 되었다고 밝히고 있다. 또한, 효율적인 비계 설정을 위한 과학 교사의 교과내용 지식 전문성이 중요함을 강조하였다.

“1차시에는 일단 제가 이 구조가 너무 복잡했기 때문에 제가 적응하는 단계였어요. 비계는 생각도 못 했어요. (중략) 3차시 때, 3반 했을 때는 충분한 시간과 그 다음에 비계에 대한 조정 능력이 생겼어요. 조정 능력을 최대한 이제 끌고 당기고, 이성 교제 하듯이 아이들의 상호작용 하는 걸 각 모둠마다 돌아다니면서 상호작용을 충분히 배려하고 각 모둠뿐 아니라 전체의 반 아이들의 수준과 따라오는 정도까지 배려해서 비계를 넣고 빼고 이렇게 하는 거, 전문성이 되게 많이 요구되는 부분이었던 것 같아요.” (김영일 교사, 2011/06/31, 4차 면담)

김영일 교사의 비계 지원 과정은 단순히 모둠 활동이 원활하게 진행되고 있는지 확인하는 것이 아니라 교사가 각 모둠 학생들의 대화에 참여하여 학생들의 사고 과정을 직접 확인하고, 논의의 방향을 과학적 관점으로 유도하여 학생 상호간의 활동을 촉진할 뿐만 아니라, 학생 활동에 필요한 과학적 개념을 구체적으로 제시하는 다양한 역할을 담당하였다.

2. 교육과정 지식의 실천

이성희 교사는 학급 전체의 모델 구성 단계에서 찬기단과 따뜻한 기단이 만나 전선이 생기는 과정을 바탕으로 온난 전선과 한랭 전선 및 저기압의 생성 과정에 대해 학생들에게 설명하였다. 동일한 단원과 내용으로 일주일 간격으로 진행된 두 학급²⁾의 수업에서 이 교사는 상이한 수업 담화의 양상을 나타내었다.

■ 3학년 1반의 학급 전체의 모델 구성 단계 중 수업 담화 사례

- T: 자. 화면 봐. 지금 상태에서 따뜻한 공기와 찬 공기, 여기를 봐 이제. 알겠어? 전체 주목. 자. 지금 지난 시간에 여러분 저기압에서 바람이 들어와요, 나가요?
 S: 들어와요.
 T: 들어와요. 그런데 우리는 지구가 어때요? 자전하니까 그냥 들어와요? 돌아서 들어와요?
 SS: 돌아서 들어와요.
 T: 무슨 방향으로? 반시계 방향. 그러다 보니까 이 곳이 이 곳이 [화면의 고위도 저압대를 가리키며] 무슨 일이 벌어지겠어. 충돌이 벌어지겠죠. 공기가 들어가는 곳이에요? 나가는 곳이에요?
 S: 나가는 곳
 T: 공기가 모이는 곳이에요? 퍼지는 곳이에요?
 SS: 모이는 곳
 T: 공기가 모이는 곳은 저기압이야? 고기압이야?
 SS: 고기압이요, 고기압
 T: 공기가 모여 들어가는 곳이 고기압이야? 저기압이야?
 SS: 저기압
 T: 다 같이 저기압.
 SS: 저기압

T: 열대 저기압일까요? 온대 저기압일까요? 이름 붙여 보세요.

T: 열대 저기압일까요? 온대 저기압일까요?

SS: 온대 저기압

(T: 교사, SS: 학생들 여럿이 함께 말하는 사례)

■ 3학년 2반의 학급 전체의 모델 구성 단계 중 수업 담화 사례

T: 여러분 활동지 5번부터 보자. 활동지 5번. 자, 활동지 5번은 굉장히 복잡한 그림이 있는데 고민하지 마. 1단계 그림 봐봐. 자~ 1단계 그림 보니까 위에 무슨 공기 내려와?
 SS: 찬 공기
 T: 밑에 무슨 공기 올라와?
 SS: 따뜻한 공기
 T: 어느 나라하고 관련짓는 것이 좋겠어?
 SS: 우리나라
 T: 어느 나라하고 연결이 잘 될 것 같애? 우리나라

SS: 찬 공기

T: 밑에 무슨 공기 올라와?

SS: 따뜻한 공기

T: 어느 나라하고 관련짓는 것이 좋겠어?

SS: 우리나라

T: 어느 나라하고 연결이 잘 될 것 같애? 우리나라 그렇지. 우리나라 극지방과 적도 지방에서 이런 공기의 흐름이 많이 있다는 말이야. 자, 그러면 공기가 이렇게 위에서 내려오고, 아래서 올라오고 하다가 부딪히는 일들을 1,2,3,4,5,6 여섯 장으로 표현해 본 거야. 이게 자주 일어난대. 이런 그림. 이 여섯 장을 단계별로 한번 1,2,3,4,5 순서적기. 틀려 막 섞어 봤어. 자, 123456 시작. 단계별로. 아~ 어떻게 알아? 어! 알 수가 있어. 한번 해 봐. 자 힌트 하나 줄까? 안 줘도 될까?

S: 네.

(T: 교사, SS: 학생들 여럿이 함께 말하는 사례)

1반의 수업에서 이성희 교사는 전선의 생성 과정을 설명하기 위해 교사는 학생들에게 둘 중 하나를 선택하도록 하는 닫힌 형태(closed question)의 질문을 사용하였다. 이전 시간에 학습했던 고기압과 저기압의 내용을 상기시키고, 그것을 온대 저기압의 형성과 관련 지어 전선의 개념을 설명하였다. 아래 면담에서 보는 바와 같이 교사는 내용 전달에 익숙했던 자신의 평소 수업과 마찬가지로 학생들에게 새로운 개념을 전달시키기 위해 이전에 학습한 내용과 연결 짓는 기억 확인을 위한 양자택일형 질문을 했던 것이다.

2) 이성희 교사는 3학년 두 학급을 일주일 간격으로 순차적으로 수업하였다. 편의상 첫 번째 학급을 3학년 1반, 두 번째 학급을 3학년 2반으로 지칭하였다.

“온대 저기압 부분에 대한 생각을 1 반에서는 그 어려운 부분들을 아이들이 이해할 수 있을까? 그 어려운 부분들을 어떻게 하면 잘 전할까? 이런 어떤, 평소에는 전하는 거에 익숙했던 것들이 그냥 그 자리에서도 그때도 드러났던 것 같아요.” (이성희 교사, 2011/10/31, 4차 면담)

그러나 온대 저기압이라는 용어나 개념은 고등학교 지구과학 I 에서 다루는 내용이며, 교사의 개념 나열식의 질문 형태가 모델을 형성하는 수업에서 적절하지 않음을 깨닫고, 2 반의 수업에서는 1 반에서 설명했던 여러 가지 개념을 생략하였다. 반면에 ‘위에서 무슨 공기 내려와?’, ‘아래에서 무슨 공기 올라와?’ 라는 전선의 생성 원리에 해당하는 질문을 제시하여 학급 전체의 모델을 생성 단계의 목적에 부합한 질문을 제시하였고, 학생들은 쉽게 이 단계를 해결하는 모습이 확인되었다. 이러한 모습은 과학적 모델 형성 수업에서 과학 교사가 교육과정에 부합하는 내용과 수준으로 학생들의 모델 생성을 지원하는 것이 중요함을 말해 준다.

3. 교수법 지식의 실천

김영일 교사의 수업에서 학생들이 모델을 생성해

나가는 과정은 ‘개인별/모듬별 추론 → 개인 모델 생성 → 모듬 내 모델 생성 → 모듬 간 모델 생성 → 학급 전체의 모델 생성’의 순서로 진행되었다. 김영일 교사가 지도한 세 학급에서 모델 생성 과정의 각 단계별 활동 시간의 비율을 비교한 결과, 세 학급의 수업에서 교사의 교수법적 지식의 변화가 있었음을 알 수 있었다.

그림 2를 보면, 개인별 추론이 진행된 시간의 비율은 2반 수업이 1반 수업보다 증가했지만, 3반 수업에서는 많이 감소했고, 개인별 모델 생성이 진행된 시간의 비율은 1반 수업에 비해 2반, 3반으로 갈수록 점점 줄어드는 경향을 보였다. 반면에, 모듬별 추론, 모듬 내 모델 생성, 모듬 간 모델 생성은 3반으로 갈수록 그 시간의 비율은 증가하였다. 그림에서 화살표(↓)는 세 수업에서 학생들에게 ‘기차를 타고 가는 관측자가 바라본 바깥 풍경’에 대한 동영상을 보여준 시점이다. 이 동영상은 학생들이 지구와 거리가 가까운 별에서 시차가 발생하는 것에 대한 비유물로 제시된 것이었다. 1반과 2반의 수업 중에 교사는 개인별 추론 단계에서 학생들의 사고를 돕기 위해 이 동영상을 2회 제시한 반면, 3반의 수업에서는 모델 생성 및 학급 전체의 모델 합의 단계가 모두 끝난 이후 이 모델을 실제 현상에 적용하는 사례로서 동영상을 제시하였다.

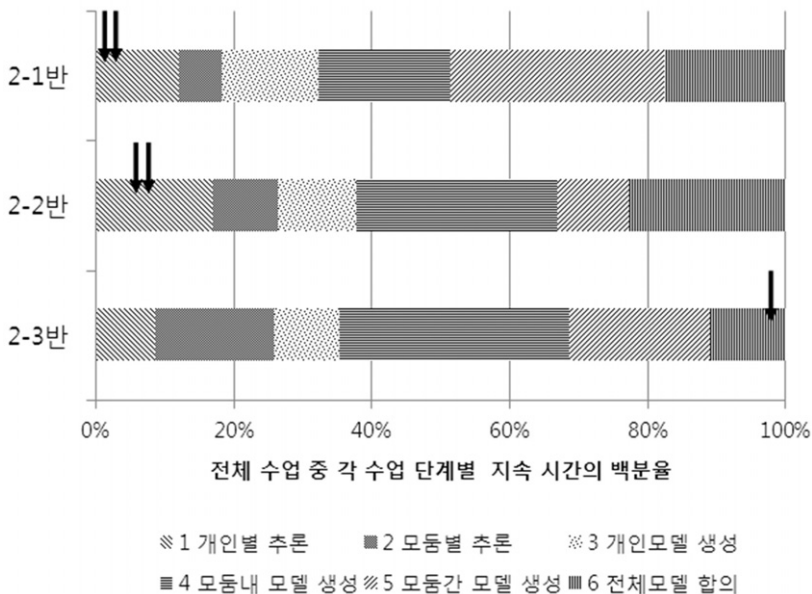


그림 2 김영일 교사의 수업 단계별 지속 시간의 비율 (전체 수업 시간 중에서 각 수업 단계가 지속된 시간을 백분율로 표시함)

“첫 번째, 두 번째 반들은 어쩌면 주어진 시간에 맞춰서 해 보려는 시도, 주어진 지도안대로 해 보려는 게 강했다면 세 번째는 좀 더 학생들을 배려하는 과정이었어요. 좀 더 아이들이 활동을 ‘어느 단계까지 갔다’라는 것을 인식, 예를 들면 혼자 쓰기가 대부분 끝나 보인다면 끝난 시점에 맞춰 2분이라도 더 빨리 끝낼 수 있는 것이고, 두 번째 모둠 활동 같은 경우는 제 기억으로는 모둠 활동을 충분히 해 줘야만, 아까 말씀 드렸던 우리가 동영상 활용할 수 있는 문제를 해결할 수 있겠다, 동영상을 주고 했을 경우와 안 주고 했을 때는 모둠 활동으로 답이 나올 수 있는 시간 차이가 나잖아요. 그거까지 고려하면서 계속해서 생각을 했어요. 아이들의 하나하나 활동 속에서 조금씩 보면서 이 단계를 넘어 갈 수 있겠다, 없겠다 하는 가능성을 타진하면서 들어갔던 거구요.” (김영일 교사, 2011/07/20, 5차 면담)

3반의 경우, 모델을 생성하는 데 중요한 단서가 되는 동영상을 교사가 의도적으로 제시하지 않음에 따라 학생들이 과학적 추론을 통해 모델을 생성하는 과정에 더 많은 시간이 소요되었다. 이는 교사가 수업에서 모둠원끼리 의견을 나누고 서로의 생각을 확인하고, 모델을 수정, 보완하는 과정을 더 강조하여 진행했기 때문이었다. 즉, 교사는 구성원들의 사회적 합의를 통해 과학 지식을 구성하는 구성주의적 관점에서 학생들 간에 더 활발한 상호 작용이 일어나도록 수업의 진행과 단계별 시간을 재구성하였다. 실제로 김영일 교사는 동영상을 나중에 제시한 3반의 수업을 학생들이 스스로 만들어 낸 성공적인 수업이라고 평가하였다.

김영일 교사는 이 연구에 참여하기 전에도 협동 학습에 많은 관심을 가지고 자신의 과학 수업을 진행해 왔다. 그러나 김 교사의 평소 수업은 협동 학습의 틀을 가지고 있더라도 교사가 중심이 되어 교사와 학생 간의 상호작용을 통해 과학 내용을 학습하려는 경향이 강했다. 반면에 이 연구에서 설계했던 과학적 모델의 사회적 구성 수업에 참여하면서 김영일 교사는 자신의 교수법이 교사 중심의 협동 학습에서 학생들이 상호작용의 주체가 되는 학생 중심의 협동 학습으로 변화되었음을 인식하였다.

“그전까지는 리더십으로 끌어 댕기는 게 제가 생각

했던 방식이었는데, 그러면서도 아이들과 교감을, 나와 교감을 중요하게 생각했어요. 그리고 간혹 아이들 간의 교감을 시켜야 된다. 서로 소통하면서 문제 풀어나가는 걸 짝으로 많이 시켰거든요. 근데 이번에는 특별히 모둠 안에서 그거를 하고, 또 모둠 간에 하게 하는 역할에서 제가 구조화를 잘 만들어서 트라이를 계속 했어야 됐고, 되게 복잡했어요. …… 리드는 분명히 하고 있는데 그게 측면에서 올라가는 비계가 아니고 제가 볼 때, 내부에서 만들어서 유기적으로 만들어낸 비계예요. …… 유기적인 소통을 만들어내는 리더십이 필요한 거예요. 단순히 측면에서 보조하는 비계로는 불가능한 거예요.” (김영일 교사, 2011/06/30, 4차 면담)

학생들이 스스로 목표 모델에 도달하기까지 교사는 여러 형태로 접근하여 학생들을 상위 단계까지 끌어 올려야 한다. 이를 위해서 김영일 교사는 수업에서 학생들의 모둠 활동에 더 많이 할애하면서 자신은 모둠 활동의 진행 정도를 점검하고, 모델 생성 과정에서 학생들의 학습 활동이 어느 정도 진행되었는지, 학생들의 모델 구성에 장애 요인이 무엇인지 확인하는 활동을 수행하였다. 그 결과, 교사가 옆에서 학생 활동을 격려하고 도와주는 보조자로서 비계 역할을 아니라, 모둠 활동의 내부에서 학생들의 활동을 깊숙이 들여다보며 씨실과 날실로 천을 짜듯 함께 엮어가는 (interweaved) ‘내부적으로 비계를 쌓아가는 조력자’ (김영일 교사의 말을 빌면 내부에서 유기적으로 비계를 만들어내는 것) 역할을 하는 것이 중요한 교수법 지식임을 인식하게 된 것이다.

4. 교사의 자아에 대한 실천적 지식

이 연구에서 설계한 수업에서 과학적 모델을 구성하는 주체는 수업에 참여한 학생들이며, 학생들 간의 사회적 공동 구성이 일어나야 하기 때문에 교사는 조력자, 안내자, 또는 조정자의 역할을 하게 된다. 김영일 교사는 수업이 반복되어 진행될수록 학생 활동의 조력자로서 자신의 역할을 더 깊이 인식하고 점차 그 역할을 명시적으로 조절하였다. 1반의 수업에서 모둠 활동이 진행되는 동안 교사는 각 모둠을 순회하며 모둠의 상황을 점검하였다. 그러나 이 때 교사의 역할은 수업의 단계를 알려 주고, 그 단계에서 무엇을 해야 하

는지, 그리고 학생들의 활동이 어느 정도 진행되었는지 확인하는데 그치는 표면적인 수준의 안내자 역할을 담당하였다. 반면에, 3반의 수업에서는 각 모듈 활동의 진행 상황을 구체적으로 파악하고, 학생 활동의 어느 부분에서 교사가 개입하여 학생들의 사고를 확장시키고, 정교화시킬 수 있을지 가늠하게 되었다. 아래는 3반의 수업 중 모듈별 추론 단계에서 교사가 제 6 모듈의 활동을 지켜본 후 교실 중앙으로 돌아와서 학생들에게 이야기하는 상황의 수업 담화 사례이다.

■ 2학년 3반 수업 중 모듈별 추론 단계의 수업 담화 사례

T: [6모듈로 이동하여 학생 활동을 지켜봄]

6S4: 저는 지구가 자전하기 때문에 A별이...

6S1: 지구가 돌기 때문이야. 난 나와 달라.

6S4: 효연이는 쓴 게 없네.

6S4: 장우는 뭐라고 썼니? 서현이는 뭐라고 썼다고? 지구가 돌기 때문에?

6S3: 일단은 1년이기 때문에...

6S4: 일년 동안 지구가 돌기 때문에?

6S3: 그니까 1년...

6S4: (교사를 바라보며)답 이거죠.

6S3: 그니까 똑같이 보이는 거지.

T: 답을 말해 줄 수 없어요. 너희가 생각하는 거야.

6S2: 별은 가만히 있나?

6S3: 가만히 가만히 있어. 아니 아니야.

T: 야, (모듈 내에서 침묵하고 있는 학생에게)효연이, 효연이 생각 좀 들어봐라. 어?

6S3: 근데 왜 다른 별들은 안 움직이는 거야?

T: (6모듈 활동을 지켜본 후 전체에게) 탁구공 이용하세요. 탁구공. 탁구공 이용하세요. 탁구공 이용하세요. 탁구공 이용해서 서로의 생각을 이야기해봐. 탁구공 이용해서. 탁구공 이용해서 서로의 생각을 이야기 해보세요.

T: 중요한 포인트를 한 가지를 놓치고 있어. 여러분은 뭘 놓치고 있다면 별 A만 움직였다는 거야. 왜 다른 별은 움직이지 않았을까도 고민을 같이 하셔야 됩니다. 알겠죠? 자 같이 토론하세요. 계속 토론하세요.

T: [3모듈로 이동하여 모듈 활동을 바라봄]

(T: 교사, 6S4: 6 모듈의 4번째 학생, 대화에 나오는 학생들의 이름은 모두 가명임)

6모듈의 학생들은 시차가 나타나는 원인을 지구의 공전이라고 생각은 하지만 지구에서 가까운 천체인 별 A의 움직임에 대한 이유는 설명하지 못하고 있다. 학생들이 제시한 지구의 공전은 친구상에서 별 A가 움직이는 현상에 대한 설명으로 충분하지 못했다. 이에 교사는 '탁구공을 이용하여 태양과 지구의 운동을 고려해 볼 것과, 별 A는 움직이는데 다른 별은 안 움직이는 이유를 고민할 것'을 학급 전체에게 안내하면서 학생들의 논의에서 간과된 부분을 지적하고, 후속적인 모델 생성 논의를 촉구하였다. 또한, 정답을 확인하려는 한 학생(6S4)의 질문에 직접 답을 하지 않고 학생에게 다시 생각해 보도록 요구하자 학생들은 (6S2, 6S3) 추가적인 논의를 진행하게 되었다. 뿐만 아니라 논의에 활발히 참여하지 못하는 효연에게 대화에 참여할 것을 독려하고 있다. 이 담화 사례에서 김영일 교사가 수행한 조력자의 역할은 모듈 내 학생 활동의 시간을 연장시키고, 모델 구성 및 학습의 중심이 교사가 아닌 학생으로 이동되도록 하였다.

“첫 번째, 두 번째 받은 힘들었던 게 제가 그 구조 (이전에 교사가 진행해 오던 수업의 구조)에 대해서 익혀져 있는 상태였기 때문에 내부로 들어가기 힘들더라고요. 해 불려고 노력은 했는데 ‘그 다음 순서가 뭐지?’에 대해서 인지가 딱 안 되니까, 근데 세 번째 시간은 다 보이니까 실제적으로 해야 될 일들을 하면서 좀 유기적으로 시간 구성까지 (가능했어요).”
(김영일 교사, 2011/7/20, 5차 면담)

면담에서 김영일 교사는 1반과 2반의 수업에서는 과학적 모델의 사회적 구성 수업의 전체적인 구조를 충분히 파악하지 못하였다. 그러나 수업이 반복되어 수업의 전체적인 열개가 교사에게 내면화된 후 교사는 각 모듈에서 일어나고 있는 활동을 가늠할 수 있었고, 전체 모듈을 고르게 순회하면서 활동의 내용까지 파악할 수 있게 되었다. 3반의 수업에서 교사의 활동은 더욱 구체적으로 이루어짐을 확인할 수 있으며, 그 활동 범위가 교실 전체로 확대된다. 교사는 모듈을 순회하면서 학생들 간에 어떤 대화가 오가는지 확인하고, 적절한 순간에 개입하며, 학생 활동의 유연함을 위해 학습도구를 챙겨주는 역할을 하였다.

이성희 교사는 수업에서 자신의 역할을 학생들의 모델의 옳고 그름을 판단하는 평가자에서 학생들의

모델 구성 활동을 지지하고 칭찬하는 격려자로 변화하는 모습을 보였다. 아래는 이성희 교사가 지도한 두 학급에서 학급 전체의 모델을 합의하는 단계의 수업 담화 사례이다.

■ 3학년 1반의 수업 중 학급 전체의 모델 합의 단계의 수업 담화 사례

T: [모둠 칠판을 확인하며] 어, 여러분들이 대체적으로 비슷한 편인데요. ‘올라간다고 내려간다’라는 것을 표시한다고 하는 경계면을 잘 표시한 팀이...

T: 자, 여러분 여기 좀 보세요. [8모둠 칠판을 들고] 찬 공기가 지금 어디 공기 위로 갔어요.

S: 따뜻한 공기 위로.

T: 자, 이거 어때요. 이거 기본적으로 뭐가 필요해요. 수정이 필요합니다. 요거.

8S4: 야~ 가져와.

SS: (모뎀판을) 뒤집어 놓은 거 아니에요?

T: 뒤집었어요? 아니요, 아닌데요. 뒤집은 거 아닌데요.

T: 자, 주목. [모뎀 칠판을 둘러보며] 어... [6모뎀 칠판을 집어 들고] 여기를 보세요. 찬 기단이 밑으로 내려가게 그랬네요. 어때요. 괜찮죠?. 자 따뜻한 기단이 어디로? 찬 기단 위로 올라갔죠. 자. 굉장히 잘 했어요.

(T: 교사, 8S4: 8모뎀의 4번째 학생, SS: 학생들)

■ 3학년 2반의 수업 중 학급 전체의 모델 합의 단계의 수업 담화 사례

T: [모뎀 칠판을 쪽 훑어보며] 자~ 주목. 6모뎀, 6모뎀 나와 볼래? 6모뎀 그림 한번. 6모뎀, 잠깐. [6모뎀 학생이 앞으로 나와 모뎀 칠판 옆으로 선다.]

T: 주목 (6모뎀 학생에게) 너네 모뎀에서 이런 그림이 같이 생각이 났어?

6S1: 네.

T: 자 잠깐 주목. (설명)한번 들어 봐.

6S1: 차가운 공기가 따뜻한 공기를 밀지만요, 이게 충돌이 커가지고 공기의 상승이 빠르게 일어나고 기온기가 높아져가지고 구름이 수직하게.

T: 두꺼운?

6S1: 네. 그런 구름으로 만들어지구요. 따뜻한 공기가 차가운 공기하고 부딪히면요, 부딪히는 거 그게 약하게 일어나 가지구요. 상승이 느리구

요. 기온기가 낮아가지고 공기가, 아니 구름이 얇게 상승해요.

T: 얇게~. 박수 좀 쳐 줘.

SS: 오~~ [모두 박수를 크게 칩]

(중략)

T: 자. 8모뎀 나와 보세요. 8모뎀 비슷하지 여러분 한 번 들어보자. 자 우리 조용히 하자.

[한 학생이 교실 앞으로 나눔]

8S1: 찬 기단이 이동할 때는 이동 속도가 빠를 것입니다. 그렇게 기온기는 가파를 것이고 구름은 적운형 구름이 생길 것입니다.

T: 아~ 누가 이동 속도가 빠를 것 같애? 찬 공기가 이동할 때. 아! 구름도... 전체 여기 봐봐. 구름도 어디가 두껍게 그려어.

S: [원가를 가리킴]저거

T: 어, 저거 어디? 찬 공기 가는 길은 두꺼운 구름. 여기는 [따뜻한 공기가 이동하는 쪽을 가리키며] 좀 얇은 구름. 좋아요. 잘했어요 박수.

(T: 교사, 6S1: 6모뎀의 1번째 학생, 8S1: 8모뎀의 1번째 학생)

학급 전체의 모델 합의 단계는 각 모뎀에서 만든 ‘전선 생성 모델’을 교실 앞에 전시하여 모뎀 간의 차이점을 확인하고, 그 중 가장 타당한 모델로 전체적인 합의를 이끌어내는 과정이다. 1반과 2반의 수업에서 가장 큰 특징은 전체 모델 합의 과정에서 드러난 교사의 역할 변화이다. 1반의 수업에서 교사는 특징적인 모델을 생성한 두 모뎀(8모뎀과 6모뎀)을 자신이 선택하여 목표 모델과 일치하는 모델을 구성한 모뎀과 일치하지 않은 모델을 구성한 모뎀으로 구분한다. 교사는 각 모뎀에게 모델 구성에 대한 의견을 묻지 않고 일방적으로 ‘수정이 필요하다’와 ‘굉장히 잘 했다’로 모뎀의 활동 내용을 즉각적으로 평가하였다. 이러한 교사의 교수활동은 학생들이 구성한 모델의 옳고 그름을 판단하는 평가자로서 자신의 역할을 규정한 것에서 기인한 것으로 볼 수 있다. 반면에 2반의 수업에서 이성희 교사는 교실 앞에 전시된 모뎀판의 내용을 모두 확인한 후 그 중 한 모뎀(6모뎀)을 선택한 후 모뎀 대표 학생에게 모뎀에서 구성한 모델을 설명하게 하였다. 모뎀 대표 학생 6S1은 모뎀에서 구성한 모델을 전체 학급에게 설명하였다. 교사는 발표 내용을 확인한 후 다른 모뎀의 발표 내용과 비교하기 위하여 8

모듬의 대표 학생에게 모듬의 모델을 발표하게 한다. 이 과정에서 교사는 두 모듬에서 구성한 모델의 옳고 그름을 판정하여 그 내용을 제시하기보다는 그들의 모델 구성 활동을 칭찬하고 격려하는 것으로 자신의 역할을 수정하여 수행하였다.

5. 학습 환경에 대한 실천적 지식

교실의 학습 환경은 여러 측면에서 논의될 수 있다. 그러나 이 연구의 상황은 과학적 모델을 학생들의 사회적 협력 과정으로 구성하는 것이므로 교실의 물리적 환경보다는 학생들의 모듬 활동을 가장 중요한 학습 환경으로 보고, 교사가 학생들의 모듬과 어떤 관계를 형성하는지에 따라 두 교사의 학습 환경에 대한 실천적 지식을 파악하였다. 수업을 진행하면서 김영일 교사와 이성희 교사는 학생들의 모듬 활동 속에 깊이 관여하기도하고, 모듬 활동을 지켜보다가 도움이 필요할 때 부분적으로 지원하기도 하였으며, 때로는 학생 활동이 적극적으로 일어나지 않아 계속 독려하는 모습도 보였다. 두 교사가 학생들의 모듬과 관계 맺기의 모습은 앞서 서술한 교과내용 지식, 교육과정 지식, 교수법 및 교사의 자아에 대한 실천적 지식과 밀접히 연관되어 있다고 볼 수 있다.

김영일 교사가 1반의 수업과 3반의 수업에서 학생들의 모듬과 상호작용하는 수업의 양상을 비교해 보면 그 변화된 모습을 잘 파악해 볼 수 있다. 아래의 그림 3은 김영일 교사가 1반 수업과 3반 수업의 '모듬 내 모델 생성 단계'에서 학생들의 모듬과 상호작용하

는 모습과 시간을 나타낸 것이다. 교사가 교실 중앙의 교사 테이블에 위치하는 경우는 각 모듬 활동의 방향을 제시하거나 다음 단계를 위한 학습 준비를 하고, 학생들과 전체적인 토론이 이루어지는 경우이다.

1반 수업의 모듬 내 모델 생성 단계에서 김영일 교사는 6분 53초에 걸쳐 6개의 모듬에 8회 방문하여 모듬 활동을 지도하였다. 모듬별로 방문한 횟수는 1~2회에 그쳤으며, 각 모듬의 활동을 지도할 때 교사의 역할도 학생들의 활동을 안내하는 정도였다. 그러나 3반 수업의 모듬 내 모델 생성 단계는 12분 17초 동안 진행되어 1반의 수업과 비교할 때 거의 두 배 이상 증가하였다. 방문 횟수는 16회로 1반의 수업보다 두 배 정도로 각 모듬별로 교사가 방문하여 학생들과 상호작용하는 횟수도 3회~4회에 이를 정도로 증가하였다. 이와 같은 변화는 김영일 교사가 학생 중심의 모듬 활동을 더 적극적으로 장려하고 지원하기 위해 수업을 재구성하였음을 보여준다.

이성희 교사는 학생들을 모듬으로 구성하여 수업을 진행하면서도 교사 중심의 활동 시간이 많았다. 모듬 활동에 대해서도 교사가 전체 모듬을 하나의 대상으로 취급하여 표면적으로 나타나는 모듬 활동에만 관심을 두고 각 단계마다 학생 활동 결과를 확인하면서 교사 주도적인 형태를 띠었다. 모듬 활동에서 이루어져야 할 교사 역할에 대한 자각은 있었지만 모듬 활동에 깊이 개입하여 학생들의 모델 구성을 안내하는 교사의 활동은 부족하였다. 그러나 반복된 수업 실행을 통해 각각의 모듬 내부에서 일어나고 있는 활동에 대해 간과하고 있었음을 깨닫게 되었고, 수업의 흐름에 따라

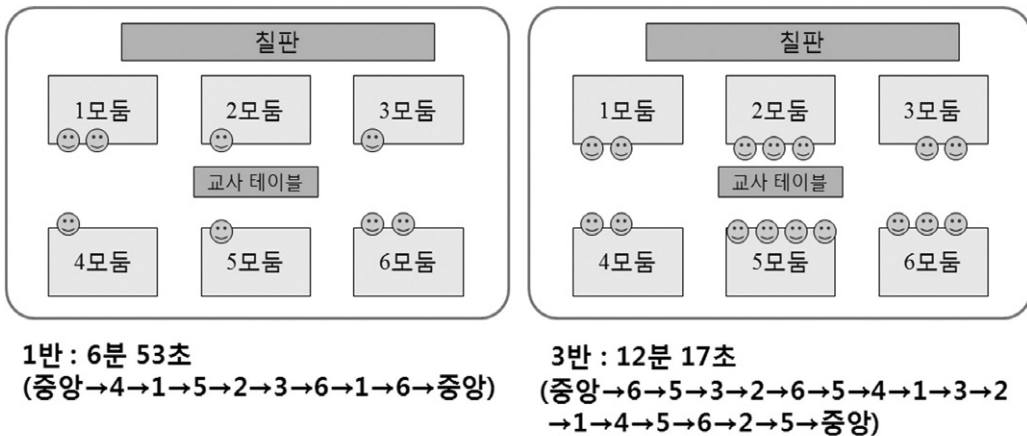


그림 3 김영일 교사가 학생 모듬과 상호작용하는 양상 (모듬 내 모델 생성 단계)

학생들의 모둠 활동을 중재하면서 자신의 역할을 학생을 지원하는 쪽으로 변화시키려는 모습을 보였다.

지금까지 이런 수업이 아니었다면 교사는 넷에서 알아서 하겠지 그냥 구체적으로 아이들 속에 들어가지 않은 채로 착착 제한하고 틀 맞추고 전체적인 어떤 흐름으로만 갔을 텐데 애들 속으로 조금 더 깊이 들어가는 기회가 됐던 거죠. 그런 각오가 되어 있었고 어느 정도, 조금은 교사가 모둠에 더 집중하고 전체의 열 모둠에 집중하기 보다는 작은 네 명안에 이 모둠 이 모둠에서 열 개의 하나 하나 안에 조금 '평소보다는 집중해야겠다' 이런 마음으로 임했던 것 같아요. (이성희 교사, 2011/11/01, 4차 면담)

평소 협동 학습에 대해 친숙하다고 인식하던 이성희 교사는 과학적 모델 생성이라는 내용적 요소를 반영하고서 좀 더 객관적으로 자신의 수업을 볼 수 있었으며, 1반에서 수업 실행 후 자신의 수업에 대한 취약점과 보완점을 함께 고민하게 되었다. 그래서 2반의 수업에서 이성희 교사는 지식 전달자로서 교사의 역할은 줄이고 학생 활동 중심으로 점차 수업을 변화시켰다. 이성희 교사가 실행한 두 학급의 수업 중 '모둠

내 모델 생성 단계'에서 교수 활동을 진행한 흐름을 정리한 그림 4를 살펴보면 이러한 특징을 잘 살펴볼 수 있다.

1반의 수업에서 모둠 내 모델 생성 과정을 지도하며 교사가 할애한 시간은 6분 27초였는데, 이 시간 동안에 교사는 6개의 모둠에 총 15회의 모둠별 방문이 있었다. 산술적으로 한 모둠에 방문할 때 약 25 초 정도의 시간만 머물러 있었던 셈이다. 그만큼 이성희 교사는 학생들의 모둠 내에서 형성되는 모델 구성 과정을 자세히 파악하지 못하고 대략적인 확인만 했던 것이다. 그러나 2반의 수업에서 동일한 수업 단계를 진행하면서 이 교사는 비록 4개의 모둠만 방문했지만, 4분 10초를 할애하여 모둠 당 62초 정도 머무르면서 학생들과 긴밀한 대화와 모둠 구성 과정을 지원하는 역할을 수행하였다.

두 참여 교사가 동일한 내용의 수업을 반복적으로 실행하면서 구현했던 교과내용 지식의 실천, 교육과정 지식의 실천, 교수법 지식의 실천, 교사의 자아에 대한 실천, 및 학생들의 모둠과 맺은 관계를 통해 형성된 학습 환경에 대한 실천적 지식을 종합해 보면, 김영일 교사는 모둠 활동에서 논의되는 과학 내용에 대하여 자세히 파악하고, 학생들의 변화 양상을 확인

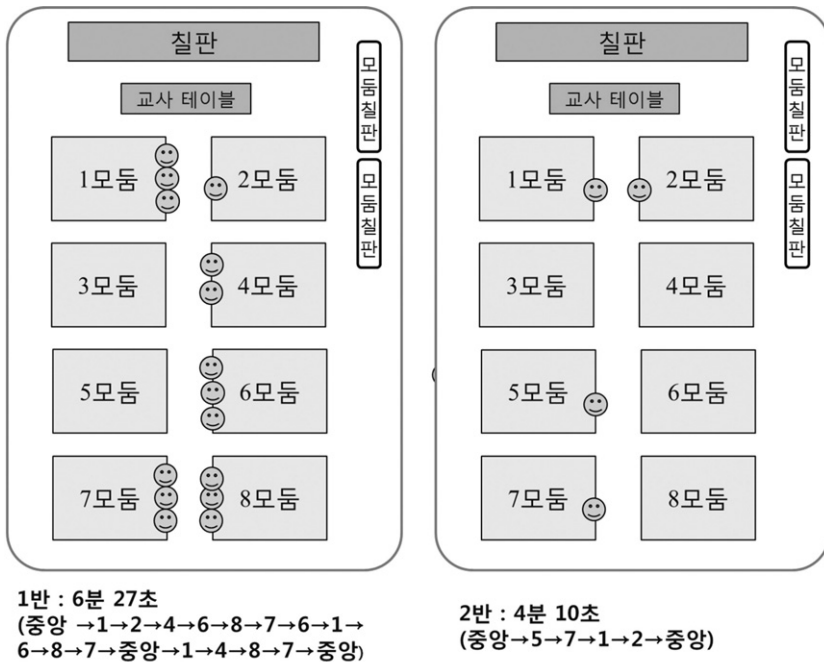


그림 4 이성희 교사가 학생 모둠과 상호작용하는 양상 (모둠 내 모델 생성 단계)

하여 자신이 직접 모둠 활동에 개입하는 ‘함께 뛰는 운동 선수’와 같은 양상을 보였다. 반면에 이성희 교사는 벤치에 앉아서 그라운드 밖에서 지켜보기도 하고 상황에 따라 그라운드로 들어가기도 하는 코치와 같이, ‘교실’이라는 그라운드 안에서 학생 모둠과 같이 있으면서도 학생들의 모둠 활동에 간접적인 영향을 주면서 학생들의 모델 구성 과정을 격려하고 지원하는 조력자 역할은 하지만, 학생들과 직접적으로 깊이 있는 상호작용은 형성하지 않는 양상을 보였다(그림 5).

IV. 결론 및 제언

이 연구는 별의 연주시차와 전선의 생성 과정, 두 주제에 대하여 학생들이 사회적 협력 과정을 거쳐 과학적 모델을 구성하는 맥락의 수업을 실행할 때 형성된 과학 교사의 실천적 지식을 조사하였다. 학생들은 개별적 추론과 모둠내 공동 추론을 거쳐 개인적 모델을 생성한 후 모둠 내 합의를 거쳐 모둠의 공동 모델을 생성하고, 모둠 간 합의 과정을 거쳐 학급 전체의 모델을 구성하는 단계들을 체험하면서 과학적 모델의 사회적 구성 수업에 참여하였다. 수업을 실행했던 과학 교사의 실천적 지식을 Elbaz(1981, 1983)가 규정한 **실천적 지식의 내용**에 대한 5가지 범주(교과내용 지식, 교육과정 지식, 교수법적 지식, 교사의 자아 및 학습 환경에 대한 지식)의 측면에서 조사한 결과, 과학적 모델의 사회적 구성 수업의 각 단계별 진행 절차와 과정에 대한 교사의 이해 및 친숙도가 높아질수록 5가지 범주 전체적으로 학생들의 모델 구성 과정을 촉

진하거나 지원해주는 교사의 실천적 지식이 발전되고 더욱 명시적으로 형성되었다. 그리고 교과내용 지식 및 교육과정에 대한 지식의 실천이 뚜렷해질수록 과학 교사는 학생 활동을 안내하거나 조정하는 역할을 넘어 학생 중심의 모둠 활동 및 그들의 모델 형성을 내용 면에서 지원해 주는 비계 제공자의 역할을 수행하게 되었다. 이런 양상은 교과내용 지식의 실천과 교육과정 지식의 실천이 교사의 자아에 대한 실천적 지식의 형성 및 발현에 영향을 주었음을 잘 보여준다. 또한, 김영일 교사의 사례에서 본 바와 같이 과학 수업 설계와 교사 개인의 교육적 지향, 그리고 교수법에 대한 자신의 이해와 노력이 일치되면, 교사의 자아에 대한 실천적 지식은 다시 교수법적 지식의 실천 및 학습 환경에 대한 실천적 지식의 형성에도 영향을 주게 됨을 알 수 있다.

이 연구에서 분석틀로 사용된 Elbaz의 실천적 지식의 내용을 구성하는 5가지 범주는 범교과적이며 영역 일반적인 범주들이다. 그러나 이 연구의 결과로 제시한 과학 교사의 실천적 지식의 내용은 참여 교사들이 과학적 모델을 학생들의 협력적인 활동을 통해 사회적으로 구성하는 것을 지향하는 수업 과정안을 연구자와 함께 작성하고, 이를 실제 수업에서 실행하는 동안에 형성된 것이다. 따라서 교사의 실천적 지식은 그 교사가 실행하는 구체적인 과학 수업의 목표와 지향에 따라 다양한 형태로 제시될 수 있음을 보여준다. 학생들이 개별적으로 모델을 생성하고, 동료들과 공동의 모델을 구성하는 전략은 모델의 소재가 되는 과학적 현상의 특성에 따라 다양하게 제시될 수 있다.



<함께 뛰는 운동 선수형>



<그라운드 옆의 코치형>

그림 5 두 교사의 실천적 지식의 유형

따라서 과학 교사는 과학 수업의 주제에 맞추어 학생들의 모델 형성을 구체적으로 가르칠 수 있는 수업 실행 능력이 필요하다. 즉, 과학 교사의 실천적 지식은 과학 수업에서 다루는 주제의 영역 특이적인 특성을 반영한 고유한 분석 틀을 바탕으로 더욱 구체적으로 조사될 필요성이 제기된다. 그러므로 과학 교사의 실천적 지식이 갖추어야 할 영역 특이적 특성에 대해 과학교육학 및 교사교육학 분야에서 더 깊이 있는 논의와 후속 연구가 필요하다.

국문 요약

이 연구는 과학적 모델의 사회적 구성 과정을 목적으로 설계된 수업을 실행한 두 과학 교사의 과학 수업에서 형성되었던 실천적 지식의 내용을 Elbaz가 제시한 실천적 지식의 5가지 내용 범주를 준거로 조사하였다. 이를 위해 두 과학 교사의 과학 수업에 대한 참여 관찰 및 수업 촬영 비디오 자료를 바탕으로 행위 동안의 반성 과정 및 수업 후 면담에 반영된 교사들의 내러티브를 통한 행위에 대한 반성 과정을 질적으로 분석하였다. 연구 결과, 1) 두 과학 교사의 수업 실행 과정에서 학생들이 과학적인 모델을 구성할 수 있도록 지원하는 비계를 제공할 때 교과내용 지식에 대한 실천적 지식이 발현되는 것을 볼 수 있었다. 2) 교육 과정에 대한 교사의 지식이 어려운 과학 개념의 이해와 전달에서 주어진 학습 목표에 적절한 모델 형성으로 수업의 목표를 변화하는데 중요함을 알 수 있었다. 3) 참여 교사의 교수법 지식의 실행은 과학적 모델의 사회적 구성 수업의 의도에 맞추어 학생들의 모둠 활동과 모델 생성 활동을 지원하는 방향으로 변화하였다. 4) 교사의 자아에 대한 실천적 지식은 학생들이 모둠 활동을 통해 과학적 모델을 구성하는 것을 지원할 수 있으려면, 교사는 조력자, 안내자, 그리고 격려자로서 자신의 역할을 인식하고 변화된 역할을 적절하게 수행하는 것이 중요함을 보여주었다. 5) 두 참여 교사의 학습 환경에 대한 실천적 지식은 수업을 진행하는 동안 각 모둠과 교사가 형성한 상호작용의 양상을 통해 발현되었으며, 두 교사는 함께 뛰는 운동 선수 또는 그라운드 옆의 코치와 같은 양상을 보였다. 이상의 결과를 바탕으로 과학적 모델 구성에 대한 영역 특이적 실천적 지식의 특성에 대해 논의하였다.

참고 문헌

- 강은희, 김찬중, 최승언, 유준희, 박현주, 이신영, 김희백 (2012). 심장 혈액 흐름의 모형 구성 과정에서 나타난 소집단 상호작용과 소집단 규범. *한국과학교육학회지*, 32(2), 372-387.
- 김영천 (2006). *질적방법연구론 I*. 서울: 문음사.
- 유은정, 이선경, 최종립, 김찬중 (2010). 과학 교사의 실천적 지식 탐색: 생애사적 이해를 바탕으로. *한국과학교육학회지*, 30(8), 971-987.
- 이선경, 오필석, 김혜리, 이경호, 김찬중, 김희백 (2009). 과학 교사의 교수내용지식과 실천적 지식에 관한 연구 관점 고찰. *한국교원교육연구*, 26(1), 27-57.
- 이신영, 김찬중, 최승언, 유준희, 박현주, 강은희, 김희백 (2012). 소집단 상호작용에 따른 심장 내 혈액 흐름에 대한 소집단 모델 발달 유형과 추론 과정 탐색. *한국과학교육학회지*, 32(5), 805-822.
- 조영미, 오필석 (2011). 과학 실험 수업에 관한 한 초등학교 교사의 실천적 지식의 '구조' 분석. *초등과학교육*, 30(2), 162-177.
- 한혜진, 이선경, 김찬중, 이경호, 김희백, 오필석, 맹승호 (2009). 생애사적 접근을 통한 과학교사의 교수실행 변화 과정에 관한 사례연구. *한국과학교육학회지*, 29(1), 22-42.
- 홍미화 (2006). 교사의 실천적 지식으로 읽은 초등 사회과 수업. *한국교원대학교 박사학위 논문*.
- Clement, J. J. (2008). *Creative model construction in scientists and students*. Netherlands: Springer.
- Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. *Educational Researcher*, 32(1), 9-13.
- Connelly, F. M., & Clandinin, D. J. (1990). Stories of experience and narrative inquiry. *Educational Researcher*, 19(5), 2-14.
- Crawford, B., & Cullin, M. (2005). Dynamic assessments of preservice teachers' knowledge of models and modelling. *Research and the Quality of Science Education*, 6, 309-323.
- Elbaz, F. (1981). The teacher's practical knowledge: Report of a case study. *Curriculum Inquiry*, 11(1), 43-71.
- Elbaz, F. (1983). *Teacher thinking: A study of practical knowledge*. New York: Nichols Publishing Company.
- Eric, C., & Dias, M. (2005). Building the authority of experience in communities of practice: The development of preservice teachers' practical knowledge through coteaching in inquiry classrooms. *Science Education*, 89, 470-491.
- Feral, O, B. (2007). Effects of model based teaching on

pre service physics teachers' conceptions of the moon, moon phases, and other lunar phenomena. *International Journal of Science Education*, 29(5), 555-593.

Gilbert, J. K., & Boulter, C. J. (2003). Learning science through models and modelling. In B. J. Fraser & K. G. Tobin (Eds.), *International handbook of science education* (pp. 53-66). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Gilbert, J. K., Pietrocola, M., Zylbersztajn, A., & Franco, C. (2000). Science and education: Notion of reality, theory, and model. In, J. K. Gilbert & C. J. Boulter (Eds.), *Developing models in science education* (pp. 19-40). London: Kluwer Academic Publishers.

Halloun, I. A. (2006). *Modeling theory in science education*. Boston: Kluwer Academic.

Khan, S. (2007). Model-based inquiries in chemistry. *Science Education*, 91(6), 877-905.

Leinhardt, G., & Greeno, J. (1986). The cognitive skill of

teaching. *Journal of Educational Psychology*, 78(2), 75-95.

Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Beverly Hills, CA: Sage.

National Research Council (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, cross-cutting concepts, and core ideas*. Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards. Washington DC: National Academy Press.

Schön, D. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. New York: Basic Books.

Schwarz, C. V., & White, B. Y. (2005). Meta modeling knowledge: Developing students' understanding of scientific modeling. *Cognition and Instruction*, 23(2), 165-205.

Schwarz, C., & Gwekwerere, T. (2007). Using a guided inquiry and modeling instructional framework to support preservice K-8 science teaching. *Science Education*, 91(1), 158-186.