

## 중학교 과학수업에서 과학적 모형의 사회적 구성을 촉진하는 교사 스캐폴딩 분석

도하영<sup>1</sup>, 박정우, 유준희\*

<sup>1</sup>대전판암초등학교, 서울대학교

### An Analysis of Teacher's Scaffolding for Promoting Social Construction of Scientific Models in Middle School Science Classes

Hayoung Do<sup>1</sup>, Jeongwoo Park, Junehee Yoo\*

<sup>1</sup>Daejeon Panam Elementary School, Seoul National University

#### ARTICLE INFO

##### Article history:

Received 12 July 2016

Received in revised form

3 August 2016

Accepted 19 August 2016

##### Keywords:

science education, teacher's scaffolding, scientific models, social construction

#### ABSTRACT

The purpose of this study is to figure out the characteristics of teacher's scaffolding that can promote the social construction of scientific models by analyzing a teacher's scaffolding that actually promoted the social construction in a real classroom context, so that we can better understand the teacher's scaffolding. For this study, a total of 32 middle school students and their science teacher in Seoul were observed and videotaped. The level of social construction were categorized in four stages. We divided the teacher's scaffolding by whether the level of social construction has changed or not, and analyzed teacher's scaffolding in each group. Teacher's scaffolding were categorized based on its object, purpose and means. The object were categorized into two types; small-group and individual. The purpose were categorized into two types; process-help and product-help. The means were coded into Diagnostic strategies(Reading, Listening, Questioning), Checking diagnosis and Intervention strategy(Instruct, Explain, Hint, Confirm). The result show that teacher's scaffolding is helpful in the social construction of scientific models when it supports small-groups more than individuals, and process-help more than product-help. It also shows that in diagnostic strategies, questioning and listening are effective. Finally, using checking diagnosis promoted interactions among students and a 'confirm' intervention strategy should be avoided because it has no positive effect on changes in the level of social construction. This study provides the features of the teacher's scaffolding that promotes social construction of scientific models in middle school classes.

## 1. 서론

과학에서는 다양한 탐구 중심의 학습이 이루어져야하며, 이러한 탐구 경험을 통해 사고력, 탐구능력, 문제 해결력, 의사소통 능력 등의 핵심역량을 함양해야한다(Ministry of Education, 2015). 과학적 모형은 과학 탐구를 촉진하는 특정한 측면에 집중한 현상의 단순화된 표현(Ingham & Gilbert, 1991)으로 학생들은 현상을 설명하기 위한 생산적인 도구로 모형을 사용하여 자신의 생각을 표현할 뿐 아니라, 현상에 대한 더 많은 학습을 통해 모형을 비교 하고 평가 할 수 있다(Schwarz *et al.*, 2009). 학생들이 구성한 모형은 예측과 설명력을 가지고 있으며 그로 인해 개념의 변화와 발달을 가져오고(Vosniadou, 2002), 학생들의 모형과 모형구성(modelling)은 더 진정성(authentic) 있는 과학교육을 만드는데 기여 한다(Gilbert, 2004; Windschitl *et al.*, 2008). 탐구로서 과학의 본질은 과학적 지식이 어떻게 검증되고 형성되었는지를 보이는 것이 핵심이며(Cho, 1990), 과학적 지식의 구성과 평가를 통한 모형 구성 수업은 과학의 본성적 측면에서 중요성을 드러낸다고 할 수 있다.

Vygotsky(1978)는 인지발달이 환경이나 다른 사람과의 상호작용

을 통하여 이루어진다고 하였으며, 이에 따라 과학교실에서 사회적 상호작용과 의미형성의 중요성에 대한 연구가 이루어지고 있다(Oliveira & Sadler, 2008; Richmond & Striley, 1996; Scott, 1998). 학생들의 상호작용을 강조한 학습 방법에 대한 연구는 최근 많이 수행되고 있으며, 이는 학습자 중심의 교육이라는 관점을 반영한 결과라 할 수 있다.

과학적 모형의 사회적 구성은 학생들이 상호작용을 통해 모형을 생성, 평가, 수정하는 과정이며, 사회적 요소와 인지적 요소의 통합을 시도하는 전략이다(Rea-Ramirez *et al.*, 2008). 이것은 학생의 인지발달이 개인의 내적 요인이 아닌 외부의 환경과 상호작용에 의해 내면화되어 일어난다는 사회적 구성주의 관점에 부합하는 과학교육 방법으로 탐구적 측면뿐 아니라 교사와 학생, 학생과 학생의 상호작용적 측면을 강조한다.

이러한 맥락으로 최근 국내에서도 과학적 모형의 사회적 구성 수업에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 연구의 주요 관심사는 주로 학생들의 모형 생성과 모형 발달 측면(Kim, 2015; Bae & Yoo, 2012; Song, 2015; Lee *et al.*, 2012; Chang & Kim, 2014)이며, 사회적 구성 과정의 이해를 위한 학생들의 상호작용 양상과 소집단의 특징을 분석

\* 교신저자: 유준희 (yoo@snu.ac.kr)

\*\* 본 논문은 2012년 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2012S1A5A2A01021089).

\*\*\* 본 논문은 도하영의 2016년도 석사학위논문에서 발췌 정리하였음.

<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2016.36.4.0643>

한 연구(Kang *et al.*, 2012; Shim *et al.*, 2015; Yu *et al.*, 2012)도 있다.

이렇게 과학적 모형의 사회적 구성에 대한 많은 연구들이 학생의 학습과정에 초점을 맞추고 있지만, 이들 대부분 연구에서는 학생들의 모형발달이나 사회적 구성을 돕기 위한 교사의 안내적·구체적 역할의 필요성을 시사점으로 제안하고 있다. Kang *et al.*(2012)은 집단에 따라 규범 형성이 다르게 나타나며, 소집단이 대체로 과학적 모형 구성에 적합하지 않은 규범을 형성하고 있다는 점에서 교수적인 개입이 필요하다고 하였으며, Park *et al.*(2014)은 문화적 측면에서 우리나라 학생들이 다양한 형태의 상호작용을 할 수 있도록 유도하는 교수 전략을 고민해야 한다고 하였으며, Shim *et al.*(2015)의 연구에서는 교사가 비협동적인 소집단에게 구체적인 도움을 주어야한다고 하였고, 학생들의 논의 태도 습득을 위해 지속적인 노력을 해야 한다고 하였다.

전통적으로 과학교실에서 대화를 통한 과학하기(doing science)를 위해 사회적 상호작용 전략을 사용하는 교사의 중요성은 강조되어 왔다(Lemke, 1990). 협력학습에서 소집단 활동의 목표를 달성하기 위해 교사는 긍정적 규범 형성, 학습과 이해의 지원, 소집단 모니터링 등으로 사회적 구성을 돕고(Webb *et al.*, 2002), 소집단 학생들은 효과적인 교사개입을 통해 더 협동적으로 과제에 참여하게 되고, 과제집중시간의 증가와 개선된 문제해결 능력을 보인다(Chiu, 2004). 교사는 토론 중인 소집단에게 스캐폴딩을 제공하여 점진적으로 적절하게 협력적 추론이 될 수 있는 교실환경을 제공하며(Jadallah *et al.*, 2011), 이러한 교사 스캐폴딩은 학생들의 사회적 구성에 영향을 줌으로써 학생들의 인지적 성취와도 관련이 있다(Ding *et al.*, 2007; Gillies, 2004).

이처럼 교실에서 의미형성을 위한 상호작용을 돕는 커다란 요인이 교사라는 관점에서 교사 스캐폴딩은 학습을 위한 주요한 측면으로 강조되어 왔다. 하지만, 모형의 사회적 구성에서 교사의 역할을 탐구한 국내 연구에는 두 교사의 실천적 지식 내용을 비교한 연구와(Kim *et al.*, 2013) 학생들의 모형 발달을 돕는 교사 스캐폴딩 연구(Han & Kim, 2013)가 있으며, 사회적 구성을 돕기 위한 교사 스캐폴딩의 방법과 전략에 관한 연구는 부족하다.

과학적 모형의 사회적 구성은 사회적 구성주의를 기반으로 한 소집단 구성원들의 참여와 협력을 통한 모형의 발달을 추구하는 바, 과학적 모형의 사회적 구성 수업에서 교사 스캐폴딩의 지원은 학생들의 참여와 협력을 통한 학습과 성취에 밀접한 관련이 있다고 할 수 있다. 따라서 개인모형을 합의된 모형으로 만드는 모형의 사회적 구성에 직접적으로 영향을 주는 교사 스캐폴딩의 방법이나 전략에 대한 구체적인 연구가 필요하다. 이상의 논의를 바탕으로 본 연구에서는 모형의 사회적 구성 수준과 수준의 변화를 파악하고, 모형의 사회적 구성을 지원하는 교사 스캐폴딩을 분석하여 사회적 구성을 촉진하는 교사 스캐폴딩의 특징을 알아보려고 한다.

본 연구의 구체적인 연구문제는 다음과 같다.

1. 중학생의 과학적 모형의 사회적 구성수업에서 모형의 사회적 구성 수준 및 수준의 변화는 어떻게 나타나는가?
2. 중학생의 과학적 모형의 사회적 구성을 촉진하는 교사 스캐폴딩의 대상, 목적, 방법은 어떻게 나타나는가?

## II. 연구 내용 및 방법

### 1. 연구 참여자

서울시에 위치한 여자중학교 2학년 1개 학급 32명의 학생과 교사가 수업에 참여하였다. 학생들의 학습수준은 전반적으로 중간 정도에 해당하였으며, 학급 학생들은 수준별로 학습 수준이 높은 학생, 중간 학생, 낮은 학생들이 골고루 분포하고 있다. 소집단은 전체 8조이며, 소집단 구성원은 4명으로 학습수준을 고려한 이질집단이다. 수업을 담당한 교사는 교육 경력 10년의 물리를 전공한 여교사로 ‘소리의 발생과 전달’을 주제로 한 4차시 수업을 진행하였다. 교사는 연구자와 과학적 모형의 사회적 구성 수업에 대한 수업 설계를 함께 하였으며, 지속적으로 수업에 대해 논의함으로써 과학적 모형의 사회적 구성 수업에 대한 이해도를 높였다.

### 2. 수업 과정 및 자료 수집

중학교 2학년 과학 교육과정의 대단원 II. 빛과 파동 단원 중 ‘소리의 발생과 전달’이라는 주제에 대해 총 4차시로 과학적 모형의 사회적 구성을 강조한 수업을 진행하였으며 전체 수업 내용은 Table 1과 같다. 1차시에서 3차시의 수업은 교사의 안내, 개인의 초기 모형 생성(generation), 실험활동을 통한 근거 데이터 수집과 개인모형 평가(evaluation), 개인 모형 수정(modification), 모형의 사회적 구성을 통한 모형 평가(evaluation), 합의된 모형 구성(modification)으로 이루어진 GEM cycle로 구성하였으며 차시별 수업 흐름을 Figure 1에 제시하였다. 소집단에서 합의 모형을 구성하는 1-3차시 수업과는 다르게 4차시 수업은 소집단 간의 전체토론으로 진행되었으며, 본 연구에서는 4차시의 수업을 제외한 1-3차시 수업에서 모형의 사회적 구성을 촉진하는 교사 스캐폴딩의 특징을 알아보았다. 전체 수업은 녹화 및 녹음되었고, 녹화와 녹음된 자료를 바탕으로 모형의 사회적 구성에서 나타나는 전체 담화를 전사하였으며, 학생 활동지와 소집단 활동지를 함께 수집하였다.

Table 1. Contents of whole classes

차시	주제	내용
1	소리의 발생	· 소리의 발생 실험하기 (소리가 발생하는 물체의 공통점 찾기) · 소리의 발생 모형 구성하기
2	매질과 소리의 전달	· 소리의 전달 실험하기 (소리 전달과 매질의 영향 실험하기) · 매질과 소리의 전달 모형 구성하기
3	소리의 전달과 공기의 움직임	· 소리가 전달될 때 공기입자가 어떻게 움직이는지 시범실험 관찰하기 · 소리의 발생, 전달과 공기입자의 움직임 모형 구성하기
4	전체 합의 모형 수정하기	· 반 전체에서 각 소집단 모형 발표하기 · 다른 소집단의 모형과 비교하여 모형 평가 및 수정하기

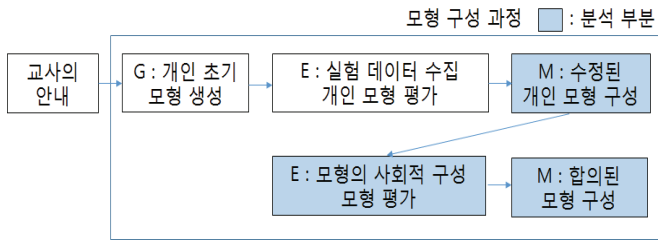


Figure 1. Flow of GEM cycle

### 3. 자료 분석 방법

모형의 사회적 구성에서 나타나는 학생들의 상호작용을 수업과 관련 없는 내용(off-task)을 제외하고, 상호작용의 양상을 살펴 대화의 흐름에 따라 주제나 초점의 변화를 토대로 주제별 담화로 구분하였다. 먼저 주제별 담화를 사회적 구성 수준으로 구분하였으며 각 수준별 특징과 수준의 변화를 살펴보고, 모형의 사회적 구성을 지원하는 교사 스캐폴딩을 분석하여 사회적 구성을 촉진하는 교사 스캐폴딩의 대상, 목적, 방법이 어떻게 나타나는지 알아보고자 하였다. 본 연구의 목적은 사회적 구성 수준을 촉진하는 교사 스캐폴딩의 특징을 분석하는 것이므로 학생들 간 상호작용을 통해 이루어진 사회적 구성 수준의 변화는 고려하지 않았다.

모형의 사회적 구성은 학생들의 상호작용을 주제별 담화로 나누어 선행연구의 사회적 지식구성 과정을 토대로 탐색하였다. Gunawardena *et al.*(1997)는 협력적 학습 환경에서 지식의 사회적 구성을 검토하기 위한 상호작용 분석 모델을 제안하였으며, Stahl (2000)은 협력적 지식 구성이 개인적 이해와 사회적 지식 형성의 순환으로 구성되는 과정이라고 보았다. 본 연구에서는 이러한 관점에 따라 개인 모형이 합의 모형으로 구성되는 모형의 사회적 구성을 탐색하기 위한 분석틀로서 이 두 연구에서 제안한 지식의 사회적 구성 모형을 수정, 보완하여 사용하였다(Table 2). 모형의 사회적 구성 1수준은 정보의 공유로 자신이 가진 정보와 의견을 소집단 구성원들에게 진술하는 수준을 의미하며, 2수준은 정보의 비교 단계로 논의수준의 상호작용이 일어나고, 타인의 진술이나 정보에 대해 질문을 제기하고 답변하는 수준이다. 3수준은 타인의 의견과 정보에 대한 불일치나 생각의 부조화를 발견하고, 그것에 대해 의미를 명료화하는 과정이 나타나는 불일치의 발견 및 탐구 단계이며, 4수준은 의미를 조정하고 타협하여 새로운 진술을 제안하고 협력적 지식을 구성하는 수준이다. 본 연구에서 1-3차시 8개 소집단의 24개 사례에서 모형의 사회적 구

성에 나타난 주제별 담화는 108개였다. 이 중 교사 스캐폴딩 담화 18개를 제외한 90개의 주제별 담화를 Table 2의 모형의 사회적 구성 수준으로 분석하여 모형의 사회적 구성 수준과 사회적 구성 수준의 변화를 살펴보았다. 이 분석은 신뢰도 검증을 위해 물리교육 전문가와 연구자가 함께 하였다. 분석한 일치도는 0.822였으며, 일치하지 않는 부분은 토의를 통해 합의된 결과를 기술하였다.

다음으로 교사 스캐폴딩은 소집단 학생들의 상호작용에 대한 교수법적 개입으로 나타나며, 학생과 교사의 담화 상황을 기반으로 한다. Oh *et al.*(2007)에 따르면 지식 공유의 관점에서 교사 스캐폴딩은 (1) 교사와 학생들이 맥락적 기초를 마련하고, (2) 상호작용을 통해 함께 문제를 해결하며, (3) 학생들이 독립적으로 문제를 해결하거나 과제를 완성해야 하는 조건 모두를 만족시키는 경우에 성립된다. 스캐폴딩을 제공하여 교사는 학습의 권한과 책임을 학습자에게 이양하므로 교사 스캐폴딩 이후 소집단 학생들은 문제를 해결하기 위한 상호작용을 지속해야 하며, 교사 스캐폴딩은 모형의 사회적 구성을 촉진하는 방향으로 지원되어야 한다. 이러한 관점을 견지하여 본 연구에서는 모형의 사회적 구성에 나타난 교사 스캐폴딩을 분석하고, 사회적 구성이 촉진되는 교사 스캐폴딩의 특징을 알아보았다.

교사 스캐폴딩을 분석하기 위해 살펴본 관련 문헌에서 스캐폴딩은 무엇을 스캐폴딩 하는가(의도, 목적)와 어떻게 스캐폴딩 하는가(방법)에 대해 주로 연구하고 있음을 알 수 있었다.(Dekker & Elshout-Mohr, 2004; Many, 2002; Mercer *et al.*, 2004; Van de pol *et al.*, 2011)

본 연구에서는 교사 스캐폴딩을 대상, 목적, 방법 세 가지로 나누어 살펴보았다. 대상은 교사가 상호작용하고 있는 상대에 따라 소집단 구성원 전체를 대상으로 하는지 특정 학생을 대상으로 하는지에 따라 나누었다. 목적은 교사가 학생들에게 학습목표, 소집단의 인지적 문제 해결, 모형의 내용적 측면에서 스캐폴딩을 하는 경우 결과적 도움(Product-help), 학생들이 서로 설명하고 토론하도록 격려하며, 학습 참여를 유도하는 상호작용과 관련한 스캐폴딩인 경우 과정적 도움(Process-help)로 구분하였다. 스캐폴딩 방법은 Van de pol *et al.* (2011)이 제시한 스캐폴딩 분석틀을 수정, 적용하였다. 모형의 사회적 구성에서 나타나는 교사 스캐폴딩 방법의 하위범주는 진단 전략(Diagnostic strategy), 진단 점검(Checking diagnosis), 중재 전략(Intervention strategy)이며, 교사가 스캐폴딩을 시작하기 위해 소집단의 상황을 진단하는 ‘진단 전략’은 소집단의 활동지를 읽어보는 읽기(Reading), 소집단 학생들의 대화를 듣고 진단하는 듣기(Listening), 진행상황에 대해 물어보는 질문하기(Questioning) 세 가지로 구분하였다. ‘진단 점검’은 학생들에게 설명이나 명료화를 요구하는 요청(Request)이며, 교사가 학생들에게 자신의 생각과 정보를 표현하도록 요청하여 중재 전략을 사용하기 전에 교사의 학생에 대한 이해를 점검한다. 마지막으로 ‘중재 전략’은 학생들에게 무엇을 어떻게 해야 하는지 알려주는 지시(Instruct), 어떠한 일을 왜 하는지에 대한 이유와 정보를 알려주는 설명(Explain), 학생들의 인지적 문제나 어려움에 대한 해결방향을 제시하는 힌트(Hint), 교사가 학생의 진술이나 학습지에 대한 이해를 확인하는 확인(Confirm)으로 나누었다(Table 3). 연구 결과에서는 모형의 사회적 구성 수준 및 수준별 특징과 수준의 변화를 알아보고, 사회적 구성을 지원하는 교사 스캐폴딩을 대상, 목적, 방법의 세 가지 범주에 따라 분석하여 사회적 구성을 촉진하는 교사 스캐폴딩의 특징을 규명할 것이다.

Table 2. Process of social construction of models

수준	세부 내용
1 정보의 공유	· 관찰 결과나 의견의 진술 · 다른 참가자들에 대한 단순 동의 진술
2 정보의 비교	· 단순 비교, 논의 수준의 상호작용 · 세부 내용에 대한 질문 제기, 답변
3 불일치의 발견 및 탐구	· 불일치 확인, 언급, 식별, 확장 · 명료화를 위한 질문과 답변, 이해의 공유
4 의미의 협상과 협력적 지식구성	· 용어의 의미 조정 및 명확화 · 협력적 구성으로 나타나는 새로운 진술 제안, 조정, 타협

Table 3. Framework of teacher's scaffolding

범주	하위 범주	
대상 (object)	소집단 (Small-group)	
	학생 개인 (Individual)	
목적 (purpose)	과정적 도움 (Process-help)	
	결과적 도움 (Product-help)	
방법 (means)	1. 진단 전략 (Diagnostic strategy)	읽기 (Reading), 듣기 (Listening) 질문하기 (Questioning)
	2. 진단 점검 (Checking diagnosis)	요청하기 (Request)
	3. 중재 전략 (Intervention strategy)	지시 (Instruct) 설명 (Explain) 힌트 (Hint) 확인 (Confirm)

III. 연구 결과

1. 모형의 사회적 구성 수준과 수준 변화

가. 모형의 사회적 구성 수준 및 수준별 특징

모형의 사회적 구성 수준을 살펴본 결과, 총 3차시 동안 관찰된 8개 소집단이 도달한 수준별 사례수는 Table 4와 같다. 사회적 구성 수준이 1수준인 사례는 2개이며, 정보의 공유단계에서 의견 진술 후 각자의 의견에 대한 상호작용 없이 모형을 구성한 사례이다. 사회적 구성 수준이 2수준인 사례는 13개로 나타났으며, 자신들의 의견을 진술 한 후 논의 수준의 단순한 의견 교환이 나타나거나, 진술의 유사 점만을 바탕으로 모형을 구성하여 표면적으로 협력된 합의 모형을 구성하고 있었다. 3수준으로 나타난 4개의 사례는 학생들이 불일치를 발견하여 탐구하였으나 합의와 조정을 통한 협력적 지식 구성이 되지 않았다. 정보의 공유, 정보의 비교, 불일치 발견 및 탐구, 의미 조정과 협력적 지식 구성의 모든 수준이 나타나 합의된 모형을 구성 한 4수준의 사례는 5개였다(Table 4).

Table 4. Level of social construction of model

(N=24)

수준	사례수	비율(%)
1수준	2	8.3%
2수준	13	54.2%
3수준	4	16.7%
4수준	5	20.8%

① 1수준

- S4 : 난 진동이 올리면서 매질인 공기를 통해서 점점 퍼져나가서 우리 귀에 들어온다고 생각해.
- S3 : S4꺼로 하자.
- S1 : 진동이 올리면서 공기중으로 이동해서 우리귀에 들어온다.
- S2 : 소리가 발생할 때 진동도 똑같이 발생하는데 이때 진동도 공기 중에 이동해가지고 귀까지 전달이 되면서 소리가 들리는거.
- S3 : 진동이 올리면서.. 진동이 올리면서 전달되는 소리가 우리귀까지

전달됨.

- S1 : 스케치북에다 그리자. oo으로 그려야 돼. 아 이걸로 그리는구나. (중략)
- S4 : 그림부터 그리자. 일단 모양은 다 이거니까 이걸로 그리고. 모양이 다 이거잖아. 이렇게 되있는거잖아 점점퍼지는걸로. S2야 나꿔줘 봐. 너랑 나랑 짬뽕하자. 내꺼랑 니꺼랑 짬뽕하자. 어? 써도돼? 아 글씨 이상한데. 컴싸로 해도 되지 않을까? 소리가 발생해서 진동이 똑같이 발생하는데 이 진동이 공기를 통해 퍼져나가고 우리 귀까지 들린다. 소리가 발생할 때, 크게 써야되잖아.
- S3 : (받아씀)
- S4 : (읽는 중) 소리가 발생할 때. 진동도 똑같이 발생하는데, 이때 진동이 공기를 통해 퍼져나가. 퍼져나가. 우리 귀까지 전달된다. 뭔가 조금 더 보충해 주고 싶어. 이게 음파잖아. 파장이 점점 길어지는 거지? 에너지 전달. 소리에너지라 쓸까? 소리 에너지라 쓰자. (발췌 1. 2조 1차시)

1수준 사례에서는 S4가 먼저 개인 모형에 대한 정보를 공유하였고, S3이 ‘S4꺼로 하자.’라고 말하며 S4의 의견에 단순히 동의함으로써 소집단 논의에 대한 의지가 보이지 않았다. S1, S2, S3이 의견을 말함으로써 모든 학생들이 정보를 공유했으나, S1이 ‘스케치북에 그리자’라고 하여 정보의 비교가 차단되었고, S4가 지시 하는 대로 S3이 활동지를 작성하였다. 그로 인해 S4의 모형이 전체를 대표하는 모형이 되었으며, 모형을 활동지에 작성 한 이후 더 이상의 논의가 일어나지 않았다.

② 2수준

- S4 : 누구게 제일 짬뽕건지 하자? 하나둘 셋. (손가락질, S2(2), S4(2))
- S3 : 둘이 둘이, 난 아무거나 상관없어.
- S4 : 안내면 진거 .. 아니 아니 잠깐만 이긴 사람이 할래 진 사람이 할래.
- S2 : 근데 이게 더 길지 않아? 나는 그냥 전달된다고 했는데 넓게 퍼진다고 했잖아.
- S1 : 그냥 S4걸로 할까?
- S2 : (끄덕끄덕)
- S4 : 소리굽쇠 어떻게 그려?
- S1 : 말굽처럼 통통하게 그리면 돼. 그냥 그 위에 그리지.
- S2 : 크게 그려야 되잖아.
- S4 : 응. (그리는 중)
- S3 : 망치도 그려 귀 그려봐.
- S1 : 그냥 이렇게.
- S4 : 너무 크게 그린거 아니야?
- S1 : 괜찮아.

(발췌 2. 5조 1차시)

2수준의 사례에서 학생들은 각 개인 모형에 대한 정보를 공유한 뒤, 누구의 모형이 제일 잘 된 모형인지 다수결로 정하는 모습을 보였다. 서로의 모형에 대한 구체적인 비교는 상호작용에서 드러나지 않았으며, 단순한 의사결정과정이 다수결로 의견을 결정하는 과정에서 암묵적인 정보 비교가 일어났다. S2와 S4의 모형이 2대2로 갈아지자 S2가 S4의 것이 설명이 더 길다는 이유를 들어 S4모형을 합의된 모형으로 제안하였고, S2의 제안에 대한 생각을 표현하거나 반대 의사 표현 없이 S1이 동의하여 활동지를 작성하였다. 1수준과 마찬가지로 S4의 모형이 전체를 대표하는 모형이 되었으나, 한 학생의 일방적인 지시 없이 서로 어떻게 활동지를 작성할지에 대해 논의함으로써 표면

적으로 협력된 합의 모형을 구성하였다.

③ 3수준

(중략)

S1 : 근데 너 여기가(그림3) 막혀있잖아. 근데 어떻게 애가 나가? 진동이?

S3 : 너는 어떻게 나왔어?

S2 : 원소리야. 아니 바닥으로 전해지잖아. 여긴 진동이 울리고 있는데 여긴 진공 상태니까 밖으로 안나간거고, 여기는 바닥이...

S1 : 여기도 진공상태인데?(그림4)

S2 : 여기도 진공상태니까 여기가 아예 나가지가 않지 밖으로. 안에서만 울리고.

S3 : 맞아

S4 : 그러니까 진공이므로 여기가 전달이 아예 안되서 여기도 전달이 안 될 것이다?

S2 : 안에서만 울리고 밖에서는 안 울리는거야.

S4 : 아 나는 안에서는 안 울릴거잖아. 왜냐하면 진공 자체가 아아. 안에서 울리긴 울리는데 울리긴 울릴건데, 진동이 있잖아. 아. 진동(을) 막을거 같애. 막아 가지고, 전달을 못하잖아. 진공이 있는데 그래서 밖에 못 나가는거 같아.

(중략)

S4 : 근데 내생각. 여기 이거 바닥에 있을 때 이거 진공상태 있잖아. 요고는 아까 바닥에 댄잖아. 그래서 공기가 매질이 아니라. 바닥 교체. 이거 바닥을 매질로 해서 전달되서 우리 귀까지 들리는거잖아.

S1 : 그러니까. 그럼 이거는 공기와 상관이 없는거 아냐?

S4 : 요기는 공기와 상관이 없는데 요고는 잠시만 요게 진공이잖아. 요기가 그래서 아무리 울려도...

(중략)

S1 : 아니 근데 있잖아. 솔직히 말하자면은 이게 박스가 있잖아. 박스가 원래 없는 상태라고 치면은 그거는 막혀있는게 아니잖아

S4 : 아니지 요고는 지금은 이거지 박스. 이게 박스인데 지금 진공이라 했으니까 여기는 공기 자체가 없어. 그런데 여기 지금 이게 바닥이 있잖아. 그래서 이 바닥을 통해서 진동이 울려가지고 우리 귀까지 들렸다 이소리야. 난.

S1 : 아니 근데 여기 여기서(그림4)

S4 : 여기는 진공. 진공이잖아. 그럼 울리지 않을거 아냐. 울리지 않아? 진동이므로... 전달이 안돼. 공기가 없잖아. 매질이 없잖아.

(발췌 3. 1조 2차시)

3수준 사례의 경우 학생들은 각자의 개인모형에 대한 정보를 공유하고, 서로의 모형을 살펴봄과 질문과 답변을 통해 매질인 공기 표현이 진공장치 안과 밖에 그려진 그림모형을 비교하였다. S1이 S2의 그림모형3에서 의문점을 발견하였고, 진동이 진공장치에 의해 막혀 있는데 어떻게 밖으로 전달되는 것을 그렸는지에 대해 질문함으로써 불일치가 발견되었다. S2는 그림모형3에서 진공장치 안은 진공 상태지만 바닥의 접촉으로 진동이 바닥을 통해 전달될 수 있어 귀에 들렸다고 주장하였다. S1은 네 번째 실험의 진공 조건에서 진동이 전달되지 않았으므로 그림모형3에서도 전달이 되지 않는다는 의견을 제시하였고, S2는 그림모형4에서는 당연히 진공장치 안이 진공이니까 밖으로 전달이 되지 않고 안에서는 울린다고 하였다. S2의 개인 모형에 대한 논의가 끝나고도 계속해서 S4와 S1은 공기유무와 소리 전달에 대한 탐구를 지속하였으며, S1이 이해하지 못한 내용에 대해 S4는 자신이 이해한 내용을 공유하고 의미의 명료화를 시도하였다. 하지만,

활동지를 작성하는 동안에도 계속해서 S1의 의문은 이어졌으며, 의미의 조정을 통해 모든 학생들이 이해하는 합의된 모형을 구성하지는 못하였다. 이처럼 3수준의 사례에서는 학생들이 각자의 의견을 주장하고 서로의 의견에 대해 질문하고 답변하는 정보의 비교 단계가 상호작용으로 드러나게 되며 이를 통해 의견의 불일치가 발견되었고, 불일치에 대한 소집단 학생들의 탐구가 지속적으로 이루어졌다.

④ 4수준

- 교사 스캐폴딩 -

S1 : 여기도 어떻게 해야 되지? 공기를 넣어야 되나?

S4 : 근데 이게 이게 방향이... 이걸 그리라는게 아닐까 이게 점점 작아지지 않을까?

S2 : 왜? 커지지.

S3 : 커지지 않나?

(중략)

S4 : 그런데 왜 커져?

S2 : 커지지

S1 : 왜 커져? 이유가 뭐야?

S3 : 왜?

S4 : 왜?

S1 : 처음에 시작한거는 적는데. 진동이 이게 점점 퍼지면서 울리지 않나? 웅~웅~

S4 : 그러면 이 표현대로면 작아지는거지. 퍼지니까?

S1 : 어? 이걸 뭐라고 설명해야 되지?

S2 : 아니..거기 어디야 소리의 음향관인가 거기 있잖아. 거기 안에 내 부분면 이렇게 되었잖아. 소리가 자꾸 커지니까 그걸 모으려고 해놓은 거잖아. 그러니까 그런거처럼 커는거지 진동이.

S4 : 아 여기를 귀로 모아주니까?

S2 : 응.

S1 : 근데 귀로 모아주면 작아지잖아. 아닌가?

S2 : 아니

S4 : 그러니까 이 이 여기만 봤을 때 그러니까 전체적인거 보지 말고 여기만 봤을때 여기는 진동이 커지는거잖아. 이쪽으로는 이 면적이... 도달하는 면적이 작아지니까 아닌가? 야 우리 틀린거 같아.

S1 : 저기도 커지고 있어. 아닌가 작아져야 돼? 커져야 돼?

(중략)

S4 : 그냥... 이게 커지는게 아니라 넓어진다는 이야기 아니야? 이게 세진다는게 아니라 진동이 넓어진다는거 아니야?

S1 : 진동이 세질 리가 없잖아. 그런데 동동했는데 원래 처음에는 크지. 근데 열어지면서 퍼지지. 퍼진다는 거야. 퍼진다.

S2 : 퍼진다.

S1 : 퍼진다?

S1 : 왜 공기 중이 되게 넓으니까 퍼지겠지? 그리고 한사람 귀에만 들어가는게 아니니까. 물체에서 진동이 시작되어 공기중에서 뭐 어떻게 써야해?

(발췌 4. 4조 1차시)

4수준인 사례의 경우 S1의 ‘어떻게 해야 되지?’ 라는 질문에 S4가 모형에서 표현을 점점 작아지는 것으로 하자는 의견을 제시하였고, S2와 S3이 S4의 의견에서 커진다는 표현에 의문을 제시하면서 불일치가 발견되었다. S4의 왜 커지냐는 질문을 시작으로 학생들은 의미의 명료화를 위한 질문과 답변을 주고받으며 토론을 통해 불일치를 탐구 하였다. 이후 S4가 진동이 커지는 것이 아니라 ‘넓어진다’라는

새로운 제안을 함으로써 의미를 조정하였고, S1이 제안한 ‘열어지면서 퍼진다.’ 라는 의미의 조정을 통해 모형을 협력적으로 구성하여 활동지에 작성하였다.

모형의 사회적 구성 수준을 살펴본 결과, 60%가 넘는 사례에서 사회적 구성이 1 또는 2수준에 머무르고 있음을 알 수 있었다. 사회적 구성이 1수준과 2수준에 그친 소집단은 논의를 통한 사회적 구성에 집중하기보다 소집단 활동지 작성에 더 큰 의미를 두고 있었으며, 학생들은 인지적 발달을 위한 논의를 지속하기보다 빨리 활동지를 작성하여 주어진 과제를 끝내고 싶어 하였다. 또한, 설명이 더 길고 정답에 가까운 모형을 활동지에 작성하는 것에 집중하였으며, 정보에 대한 비교가 학생들의 상호작용에서 드러나지 않고 의사결정과정에서 암묵적으로 나타나 불일치를 발견할 수 있는 기회가 없었다.

사회적 구성 수준이 낮은 소집단 학생들은 지식의 사회적 구성과 그러한 과정을 통해 학습이 일어난다는 인식이 부족하고(Kang et al., 2012), 모형을 사회적으로 구성하는 것에 생소함을 느끼기 때문에 사회적 구성에서 무엇을, 어떻게 논의해야 하는지 논의 대상과 방법에 대해 어려움을 느낀다. 그렇기 때문에 정보를 비교할 때 상호작용으로 드러나는 비교보다 활동지 작성에 의미를 두게 되고, 서로의 의견에서 불일치를 발견하지 못하거나 불일치에 대해 탐구하지 못하였다.

나. 사회적 구성 수준 변화

모형의 사회적 구성 수준의 변화는 Figure 2에 제시하였다. 각 소집단에서 나타난 주제별 담화의 사회적 구성 수준을 점으로 표시하였으며, 이를 연결하여 모형의 사회적 구성 수준의 변화를 선으로 나타내었다. 추가적으로 모형의 사회적 구성에 지원된 교사 스캐폴딩은 화살표로 표시하였다. 교사 스캐폴딩 후에 학생들의 상호작용이 이어질 경우 주제별 담화의 사회적 구성 수준 변화를 따라 화살표로 나타내었고, 교사 스캐폴딩 이후 더 이상의 학생 상호작용 없이 활동이 종료된 경우 아래로 향하는 화살표로 표시하였다.

Figure 2에서 보면 소집단별로 도달한 사회적 구성 수준이 차시마다 똑같은 수준으로 나타나는 것이 아님을 알 수 있다. 이는 모형의 사회적 구성에서 나타난 소집단의 상호작용 양상이나 소집단 특징을 살펴본 선행연구와는 다르게 사회적 구성 수준을 소집단의 특성으로만 특징지을 수 있는 것이 아님을 의미한다. 또한, 교사 스캐폴딩에

의해 사회적 구성 수준이 변화 한 사례도 있고, 변화하지 않은 사례도 볼 수 있다. 그러나 사회적 구성 4수준에 도달한 5개의 사례 중 4개, 사회적 구성 3수준에 도달한 4개의 사례 중 3개에 교사 스캐폴딩이 지원되었음을 보았을 때, 교사 스캐폴딩의 지원이 학생들의 높은 사회적 구성 수준과 관련이 있음을 알 수 있다. 이러한 결과는 과학적 모형의 사회적 구성 수업을 보다 효과적으로 운영하기 위해 학생들에게 소집단 협력을 촉진하고 자발적 참여를 격려하며, 학습목표와 모형 관련 내용에 대한 교사 스캐폴딩이 필요함을 뒷받침 해준다.

2. 교사 스캐폴딩의 대상, 목적, 방법

교사 스캐폴딩은 소집단이나 차시별로 다양하게 나타났다(Figure 2). 수업에서 나타난 교사 스캐폴딩 담화는 총 18회이며, 3차시의 수업 동안 차시별로 6회, 5회, 7회, 소집단별로는 최소 1회에서 최대 6회였다. 하지만 사회적 구성 수준의 변화를 알 수 없는 4수준에서 제공된 교사 스캐폴딩 2회를 제외한 16회의 교사 스캐폴딩 중 사회적 구성 수준이 변화된 사례는 9회이며, 교사가 스캐폴딩을 지원했음에도 사회적 구성 수준이 변화되지 않은 사례는 7회로 나타났다. 이는 소집단에게 교사 스캐폴딩이 지원되어도 모형의 사회적 구성이 촉진되지 않을 수 있음을 의미하며, 사회적 구성을 촉진하는 교사 스캐폴딩의 특징을 살펴볼 필요성을 제기한다. 따라서 모형의 사회적 구성 4수준에 지원된 교사 스캐폴딩 2회를 제외한 16회의 교사 스캐폴딩을 사회적 구성 수준의 변화 여부에 따라 대상, 목적, 방법의 측면에서 분석하였다.

가. 스캐폴딩 대상

교사의 대화 상대가 소집 단 구성원 전체를 대상으로 하는지 특정 학생을 대상으로 하는지에 따라 교사 스캐폴딩 대상을 나누었다. Table 5에서 보듯 교사가 소집단의 학생 개인을 대상으로 지원한 스캐폴딩은 2회이며, 집단을 대상으로는 14회의 스캐폴딩을 지원하였다.

교사는 스캐폴딩을 지원하는 대부분의 사례에서 ‘너네 어떻게 그리기로 했어요?’, ‘누구의 의견이 가장 좋았니?’ 등 주로 소집단 구성원 전체를 대상으로 대화를 시작하는 스캐폴딩을 지원하였다. 하지만, 사례 1과 사례 2에서 보듯 개인을 대상으로 스캐폴딩을 지원하는 경우도 있었다.

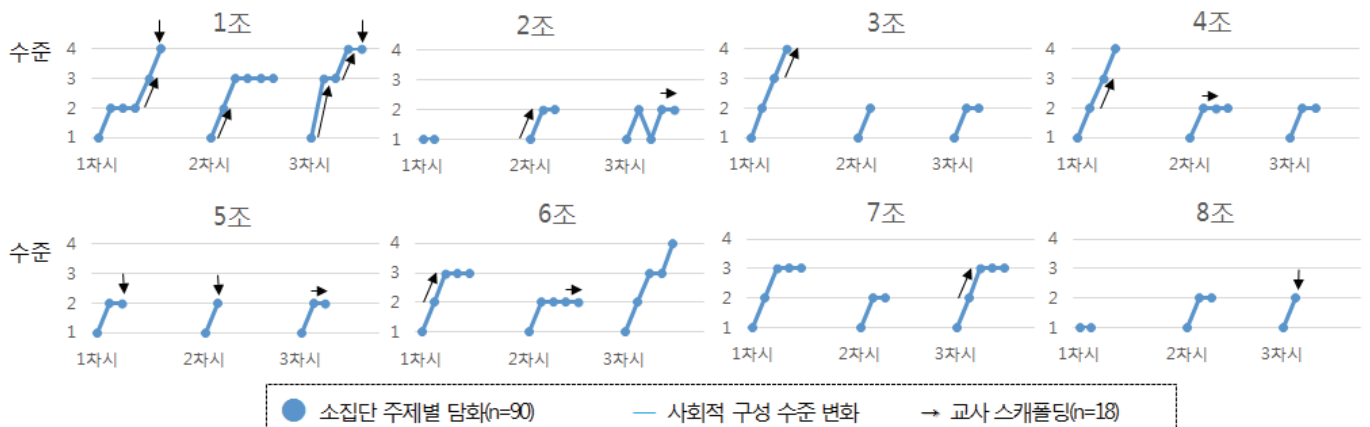


Figure 2. Change of social construction level (N=24)

Table 5. Scaffolding object & Change of social construction level (N=16)

대상	사회적 구성 수준이 변화된 사례수	사회적 구성 수준이 변화되지 않은 사례수
학생 개인	0	2
소집단	9	5

교사 : 음? (그리는 걸 지켜봄) <Diagnostic strategy>  
 교사 : 왜 여기(S2의 그림4)는 아무것도 안그렸어?  
 <Checking diagnosis>  
 S2 : 이게 여기서 진동이 된 게 다른데로 전달이되서 거기서부터 여기  
 타고 와야 되는데 중간과정이 없길래 여길 안그렸어요.  
 교사 : 그럼 애는? 애는 애는(손가락으로 가리키며) 소리랑 진동이 같은  
 거예요 다른거예요? <Checking diagnosis>  
 S2 : 다른거죠.  
 교사 : 다른거예요? <Checking diagnosis>  
 S2 : 아 헛갈려  
 교사 : 잘 생각해 보세요. <Intervention strategy>

(사례 1)

사례 1의 경우 소집단 내에서 S4가 활동지를 작성하고 있음에도 교사는 S2의 개인 모형을 보고 S2에게 스캐폴딩을 제공하였다. 교사는 S2에게 개인모형에 대해 설명하도록 요구하였으며, S2의 답변에 S2의 이해에 대한 정보를 요청하는 질문을 계속하였다. S2는 교사의 질문에 어려움을 표현하였고 교사는 ‘잘 생각해 보세요’ 라는 지시 전략을 사용하고 이동하였다. 하지만, S2가 표시한 어려움에 대해 소집단 내에서 논의가 시작되지 않았으며, 사회적 구성이 촉진되지 않았다.

교사 : 누구꺼를 그리기로 했어요? <Diagnostic strategy>  
 SS : (무응답)  
 S4 : 근데요 생각을 해 보니까요.이거는 소리가 전달될 때요 한쪽으로  
 가는게 아니라 사방으로 가는거잖아요?  
 교사 : 그렇지  
 S4 : 그럼 동그라미로 이렇게 쪽쪽 그려야되지 않아요?  
 교사 : 그런데 내 귀에 있는거는 이걸 다 들진 않는거잖아. 여기서 중요한  
 거는 내 귀에 들어오는 소리예요. 그럼 내 귀에 들어오는 걸 우선적  
 으로 그려야되는거야. 이 주변을 생각하지 말고 주변은 우선 내  
 귀 여기에 있는 사람 여기에 있는 사람 여기에 있는 사람 귀 생각하  
 면 다 그려야 되는게 맞는데 이 귀에 들어오는 것 내가 들 수  
 있는 걸 먼저 그려야겠죠? 그쵸? 그거를 공기입자의 움직임으로  
 먼저 표현해 보세요. <Intervention strategy>  
 S4 : 공기 입자 좌우로 움직임.

(사례 2)

사례2는 소집단을 대상으로 교사가 진단 질문을 시작 하였지만, 학생들은 교사의 질문에 응답하지 않았고 교사는 학생들의 상황을 진단할 수 없었다. 이후 S4는 자신이 생각하고 있는 어려움에 대한 해결책을 얻기 위해 교사에게 질문하였으며, 교사는 S4에게 인지적 문제를 해결하는 힌트 전략을 제공하였다.

Shepardson & Britsch(2006)에 의하면 소집단 과학 활동에서 교사와 학생은 개별 다중, 공동의 세 가지 상호작용 영역을 구성하여 상호

작용한다. 이때 개인 상호작용 영역은 한명의 학생에게 집중하여 효과적으로 절차적 지식과 개념적 지식을 지원하기 위해 교사가 구성하는 상호작용 영역이다. 이 두 사례의 경우 교사와 한명의 학생이 개인 상호작용 영역을 구성하여 교사 스캐폴딩이 지원되었으며, 다른 소집단 구성원들과 공동 상호작용 영역을 구성하지 못하였다. 개인 상호작용 영역의 구성은 개인의 개념적 지식발달에는 효과적일 수 있으나, 소집단 구성원들의 토론 참여를 증가시키지 못함으로써 교사 스캐폴딩 이후 모형의 사회적 구성 수준의 변화에는 영향을 주지 못하였다.

나. 스캐폴딩 목적

교사 스캐폴딩의 목적은 스캐폴딩 의도에 따라 동료 토론과 학습에 참여를 촉진하는 과정적 도움(Process-help)과 학습 목표와 모형의 내용 구성을 돕는 결과적 도움(Product-help)으로 나누었으며, 교사 스캐폴딩의 담화상황에 따라 두 가지 목적이 동시에 나타나기도 하였다. Table 6에서 보면 과정적 도움을 제공한 경우 사회적 구성의 수준이 변화하였으며, 결과적 도움만 제공한 경우 사회적 구성 수준이 변화하지 않은 사례가 많음을 알 수 있다.

Table 6. Scaffolding purpose & Change of social construction level (N=16)

목적	사회적 구성 수준이 변화된 사례수	사회적 구성 수준이 변화되지 않은 사례수
과정적도움	5	0
결과적도움	1	7
혼합	3	0

① 과정적 도움 스캐폴딩

- 교사 모니터링 - <Diagnostic strategy>  
 교사 : 그림을 공유하면 될 것 같아. <Intervention strategy>  
 S1 : 그니까 공기가 있었을 때는 소리가 공기와 부딪혀서 소리가 나지만. 공기가 없었을 때는 소리가 부딪 힐 것이 없어가지고 소리가 아주 조금 낫지만... 실제 상황에서는 안 낫을 것 같아.  
 S3 : 여기(그림3) 이거 기러기 뭐야?  
 S1 : 진동  
 S3 : 이거 갈매기  
 S1 : 아 이거는 알람이 바닥과 맞대어 있어서 그 진동이 우리 귀에 들렸던거고 공중에 있을때는 맞닿게없고 공기도 없기 때문에 안 들렸을 것 같아.  
 S2 : 똑같아.  
 S4 : 음 똑같아. 똑같아?  
 교사 : 그림이 그런데 다르네요? 그림을 같이 한번 보세요. <Intervention strategy>

S2 : 근데 이거 근데 공기.

(사례 3)

사례 3에서 교사는 학생들이 대화하는 것을 듣고, 정보를 공유하는 사회적 구성의 1수준임을 진단하여 ‘그림 공유하면 될 것 같아’ 라고 지시 전략을 사용하였다. S1은 자신의 개인모형을 구성원들에게 공유하는 중이며, S3이 S1의 모형에 대한 질문을 시작함으로써 세부내용에 대한 질문과 응답을 통해 정보를 비교하려는 시도를 하였다. S2와

S4가 ‘똑같아’라고 말하며 S1의 의견에 동의했으나, 교사는 한 번 더 ‘그림이 다르네요 그림을 같이 한번 보세요.’ 라고 말하여 학생들이 그림을 살펴보고 정보를 비교하여 불일치를 발견 할 수 있도록 지시 전략을 사용하였다. 교사 스캐폴딩 이후 S2가 상호작용을 지속하며, 다른 구성원의 모형에서 공기에 대한 질문을 시작함으로써 사회적 구성 2수준의 담화로 이어졌다. 교사는 학습목표나 모형의 내용과 관련된 스캐폴딩이 아닌 학생들이 지속적으로 참여 할 수 있도록 촉구하는 스캐폴딩을 제공하고 있으며, 이러한 과정적 도움을 지원할 때 “같이, 공유, 논의, 토론”과 같은 용어를 사용하고 있었다. 이렇게 과정적 도움이 지원된 경우 학생들의 상호작용 수준이 높아지는 결과를 가져왔다.

② 결과적 도움 스캐폴딩

- 교사 모니터링 - <Diagnostic strategy>  
 교사 : 으흠. 귀는 어디 있어요? <Checking diagnosis>  
 S1 : 귀 여기에  
 교사 : 우선 집중 할 거는 내 귀에 들어오는 걸 먼저 집중해서 그리세요. 왜냐면 이쪽에 있는 공기는 소리가 내 귀에 들어오진 않잖아요.  
 <Intervention strategy>  
 S3 : 네  
 교사 : 그쵸? 여러 사람이 있다는 가정하에 이렇게 많이 그리면 잡아요 그쵸? 그러니까 우선 여기에 있는 귀에 들어오는 건 어떻게 들어오지 우선 그리고. 그 다음에 여기있는 사람에게 어떻게 들릴까? 또 지금 그 논의를 하는거 같아. 이쪽으로 가는거 이쪽으로 가는거 애를 하고 있는거잖아 그쵸? 우선 중요한건 내 귀에 들어 오는데 어떻게 오는지를 먼저 그려야 할 것 같아요.  
 <Intervention strategy>  
 (사례 4)

사례 4에서 학생들은 소리굽쇠에서 발생한 진동이 귀까지 전달될 때, 공기입자가 좌우로 흔들린다는 것을 실험을 통해 알고 있었고, 공기입자의 움직임을 나타내는 그림모형으로 표현하기 위해 논의 중이었다. 하지만 소리굽쇠 주변으로 가득 차 있는 공기입자가 좌우로만 움직여서는 위·아래에 그려진 공기입자들의 이동을 설명할 수 없다는 불일치를 발견하여 그것을 표현하기 위한 담화를 나누고 있었다. 교사는 소집단에서 학생들이 논의하는 과정을 듣고, 소집단이 문제 상황에 처해있음을 진단하였다. 문제를 해결하기 위한 힌트를 제공해 주기 위해 ‘귀는 어디있어요?’ 라는 진단 점검으로 학생들에게 정보를 요청한 후, 왼쪽에는 소리굽쇠가 있고 오른쪽에는 귀가 있음을 학생들에게 인식시켰다. 그리고 우선 그 부분을 먼저 표현하면 나머지를 표현할 수 있을 것이라는 힌트 전략을 제공하여, 학생들이 공기 입자가 좌우로 움직인다는 실험에서 나온 결과를 사용하여 모형을 표현할 수 있도록 하였다. 결과적으로 학생들은 어떻게 하면 위·아래에 있는 공기까지 설명할 수 있을지를 찾아내어 의미를 조정하고 새로운 협력적 지식을 구성하는 4수준까지 도달하였다. 이때 교사 스캐폴딩의 목적은 학생들의 참여를 독려하는 것이 아니라 학생들이 모형 구성에서 겪는 어려움을 해결해 주는 것이었으며, 결과적 도움을 제공하고 있었다. 하지만 교사가 결과적 도움을 지원한 7회 중 사례 4를 제외한 나머지 사례의 경우 사회적 구성이 촉진되지 않았다.

③ 혼합 스캐폴딩

교사 : 어떻게 그리기로 했어요? <Diagnostic strategy>  
 S1 : 이 넷 중에 하나.  
 S2 : 맞아 넷 중에 하나로 하자  
 교사 : 아니지, 넷 중에 하나가 아니라 이제 누가 맞는 내용이 있고, 어떤 부분은 애가 맞고 어떤 부분은 재가 맞을수도 있는거잖아. 논의를 해서 누가 가장 설명이 잘되는지를 생각해 보거나.  
 <Intervention strategy>  
 S3 : 몰라 너 걸로 해.  
 S1 : S4 걸로 하자.  
 S2 : 틀렸어. 다 틀렸어.  
 S3 : 아 애 안 썼어.  
 S1 : S4 걸로 하자 점점 작아진다고  
 S2 : 맞아 그냥 점점 작아진다고  
 교사 : S4가 왜, 왜 옳다고 생각을 해요? S4가 한번 볼까?  
 <Checking diagnosis>  
 S2 : 소리가 커질 리가 없잖아.  
 S4 : 소리가 커졌다가 작아진다고 했는데, 소리가 어떻게 커지는지가 설명이 안되서 그냥 점점 작아진다고 했어요.  
 (중략)  
 교사 : 그러면, 근데 여기서 원하는건 소리가 발생해서 그치? 발생했을 때, 발생한게 무엇이나를 생각해보고 공기 입자의 움직임 움직임이 나타나야 돼. 공기가 어떻게 움직였는지. 알겠지? 그 다음에 소리의 전달방향. 그래서 어떻게 전달됐는지. 이렇게 해서 이렇게 내 귀에 들어왔는지. 그치? 아까 움직임을 보면 어떻게 전달됐는지도 예측이 가능하니까요. 요 세 개가 다 드러날 수 있는 모형을 그려야 되요. 알겠쵸?  
 <Intervention strategy>  
 (사례 5)

사례 5의 학생들은 소리가 커졌다가 작아지는지, 점점 작아지는지, 점점 커지는지 등으로 서로의 설명모형에 대한 비교를 하고 있었다. 교사는 학생들의 상황을 파악하기 위해 ‘어떻게 그리기로 했어요?’ 라고 질문을 통한 진단을 했고, 학생들은 넷 중에 하나를 고를 것이라고 답변하여 논의가 충분히 되지 않은 상황임을 나타내었다. 교사는 학생들에게 아무거나 고르는 것이 아니라 논의를 통해서 가장 올바른 설명 모형을 구성해야 한다고 말하며 동료 토론과 학습 참여 촉진을 위한 과정적 도움을 목적으로 스캐폴딩을 지원하였고, 학생들은 S4의 의견으로 하자고 하며 의사결정으로 단순히 모형을 구성 하는 듯 했다. 하지만 교사가 진단 점검을 사용하여 S4의 모형에 대해 설명을 요청하자 학생들은 소리의 발생과 소리의 크기에 대한 의견 불일치를 나타내었다. 학생들이 소리의 발생과 크기에 대해서만 지속적으로 불일치를 탐구하는 것을 들은 교사는 최종 목표 모형에 드러나야 하는 소리의 발생, 공기의 움직임과 전달방향 세 가지를 강조하여 결과적 도움을 위한 지시 전략을 사용하였다.

Mercer et al.(2004)는 교사의 안내를 자연현상 관련 지식, 탐구방법, 과학적 개념과 용어 등 내용적 측면을 지원하는 것과 생각의 협상, 함께 결정하기 등을 위한 언어를 사용하는 안내로 나누었고, 두번째 안내의 경우 흔하게 나타나지 않으므로 두 가지 안내의 통합적 프로그램을 제안하였다. Dekker & Elshout-Mohr (2004)는 사전 사후 검사를 통한 인지적 수준 변화를 비교하여 교사에게 결과적 도움을 받은 학생들보다 과정적 도움을 받은 학생들이 더 수학적 성취수준이 높아진다고 하였다. 교사가 수업상황에서 과정적 도움을 지원하는 것은



학생들에게 토론을 독려하여 모든 학생이 사회적 구성과정에 참여할 수 있도록 자연스러운 상황을 만들어 주었다. 또한, 교사에 의해 자연스럽게 참여하고 의견을 표현할 수 있는 상황이 형성되고, 교사가 학생들에게 참여와 토론의 중요성을 인식시킴으로써 실제로 사회적 구성이 수준이 높아지는 결과가 나타났다. 하지만, 학습 목표와 모형 구성에 대한 결과적 도움만 제공한 경우는 함께, 논의, 토론 등의 언어를 사용하지 않았으며, 문제에 대한 해결책만을 제시하여 서로의 의견을 공유하고 비교 할 수 있는 상황을 형성하지 못하게 됨으로써 결과적으로 사회적 구성 수준이 높아지지 않은 사례가 많이 나타났다.

다. 스캐폴딩 방법

본 연구에서 스캐폴딩의 방법은 교사가 지원한 스캐폴딩 전략의 순서와 과정을 의미한다. 비형식 평가의 실행에서 Ruiz-Primo & Furtak(2007)는 교사의 평가 과정으로 이끌어내기-학생 응답-응답 인식-수집된 정보 활용의 ESRU 순환모형을 제시하였으며, 학생에게 수집된 정보를 사용하여 학습을 지원하는 ESRU 순환 과정을 완전히 사용한 교사가 학생들의 더 높은 성취를 지원한다고 하였다. 이러한 관점에 따라 Van de pol *et al.*(2011)은 교사 스캐폴딩의 방법을 ‘진단 전략 - 진단 점검 - 중재 전략’으로 보았으며, 본 연구에서는 분석틀의 하위 전략을 수경·적용하였다. 16회의 교사 스캐폴딩에서 모형의 사회적 구성 수준의 변화 여부를 구분하여 교사가 사용한 스캐폴딩 방법의 순서를 연결하였으며, 사회적 구성 수준 변화 여부에 따라 많이 사용된 전략을 점선으로 표시하여 Figure 3에 나타내었다.

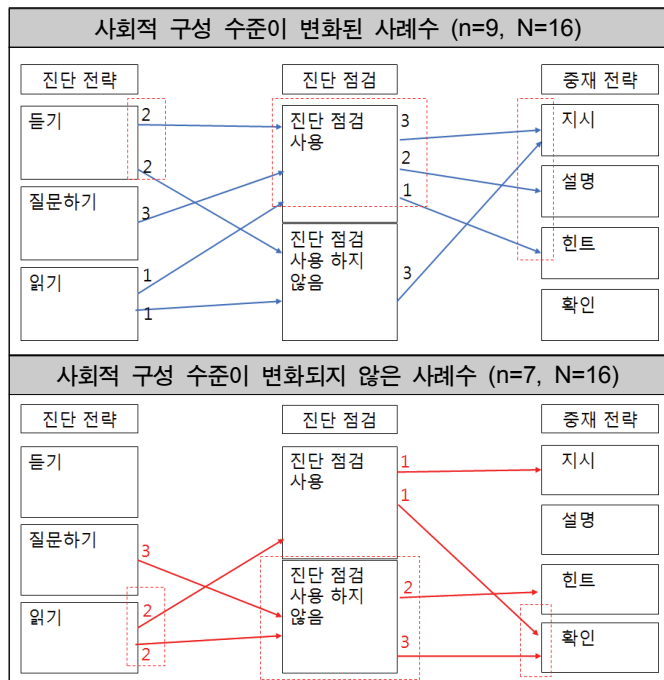


Figure 3. Scaffolding means & Change of social construction level (N=16)

① 진단 전략

교사 스캐폴딩은 진단 전략에서 시작된다. 교사는 학생들이 써놓은 활동지를 읽는 읽기전략, 학생들의 대화를 듣는 듣기전략, ‘어떻게 하고 있어요?, 어디까지 했니?’ 라는 질문 전략을 통해 학생들의 상황

을 파악한다. 세 가지 진단 모두에서 사회적 구성 수준 변화가 나타났으나, 학생들의 상호작용을 듣고 진단한 경우 4회의 모든 사례에서 사회적 구성이 촉진되었으며, 학생들의 활동지를 읽고 진단하는 경우 6회중 2회만 사회적 구성이 촉진되었다. 질문 전략의 경우 진단 점검 과정의 유무에 따라 사회적 구성 수준의 변화가 다르게 나타났으며, 진단 점검이 있을 때 사회적 구성이 더 촉진되었다. Chiu(2004)는 교사가 모니터링 활동 중에 학생들에게 중재를 시도하는 때는 주로 학생들이 과업을 하고 있지 않거나, 문제 해결이 되지 않았을 때, 전체적인 과정이 없을 때라고 하였다. 본 연구에서도 교사는 모니터링 과정에서 학생들이 과업과 관련된 논의를 하고 있을 때는 바로 스캐폴딩을 사용하기보다 학생들의 담화를 들으면서 학생들의 상황을 진단하여 적절한 시기에 스캐폴딩을 제공하였고, 학생들이 논의 중인 상태가 아닐 때는 활동지를 읽어 상황을 파악하거나, 질문으로 상황을 파악하여 스캐폴딩을 지원하는 것을 볼 수 있었다. 교사는 진단 전략을 다양하게 사용하였으나, 듣기 전략과 질문 전략에 비해 읽기 전략은 학생들의 사회적 구성을 촉진하는데 도움이 되지 못하였다.

② 진단 점검

진단 점검에서는 학생들의 상황을 구체적으로 파악하기 위해 학생의 정보나 논의 상황에 대해 설명이나 명료화를 요청한다. 예를 들면, 교사는 ‘설명해주세요’, ‘어떻게 되는거예요?’, ‘이 둘 다 이렇게 하는 거예요?’ 등의 발화를 통해 학생들에게 좀 더 상세한 정보를 요구한다. 사회적 구성 수준이 높아진 사례에서는 진단의 점검 과정이 많이 나타났고, 사회적 구성 수준의 변화가 없는 사례에서는 진단의 점검 과정이 없는 경우가 많이 나타났다.

Van de pol *et al.*(2011), Wood(1991)의 연구에 의하면 교사는 학생들에게 학생의 이해를 반영한(contingent) 피드백을 해야 한다. 학생을 진단하고 현재의 수준에 맞추어 학생의 이해를 지원하는 것이 중요하며, 학생의 이해를 진단하지 않거나 학생에 적절하지 않은 수준의 스캐폴딩을 제공하는 것은 학생의 이해를 반영하지 못했다(non-contingent)는 것이다. 사회적 구성을 지원하기 위한 스캐폴딩에서 학생의 이해정도와 수준을 바르게 파악하려면 교사는 학생들을 진단할 때 학생들의 상호작용을 듣거나, 질문을 통해 상황을 파악해야 한다. 또한, 더 자세한 설명을 요구하는 진단 점검을 통해 학생들의 응답을 듣고 이해를 점검한다면 학생들을 정확히 파악할 수 있으며, 학생들의 수준과 필요에 적합한(contingent) 전략을 제공할 수 있다. 이것은 Ruiz-Primo & Furtak(2007)가 제안한 완전한 순환과정의 사용이 효과적이라는 결과와 일치하며, Vygotsky(1978)가 말한 근접발달영역(ZPD) 범위 내에서 교사의 전략이 사용되는 것이라 할 수 있다.

교사 : 물? 아 물체. 어떻게 해야 됐어? 누구의 의견이 가장 좋았니?  
 <Diagnostic strategy - Questioning>

S1 : 다 의견이 같았어요.

S4 : 비슷해요

S4 : 어떻게 같았어요?

S4 : 그냥 공기를..

S1 : 공기로 인해서 귀까지..

교사 : 아... 그럼 어떻게 그리기로 했어? 설명 한번 해줄래?

<Checking diagnosis>

SS : 무응답, 허허허..

교사 : 그런데 사실 그림은 다 다르거든. 왜냐하면 여기도 봐봐. 애(s3그림) 이거 이거 방향을 표시한 거구요. 여기는(s4그림) 퍼져나간다고 했고, 여기는(s2그림) 이렇게 퍼져나가지만 이 진동이라는걸 표현하기 위해서 S2가 이렇게 한 거잖아 그렇지?  
다 다른데? 그림은? 여기도 그림이 다르지? 그런데 이 그림도 모형이란 말이야. 가장 과학적이고 나은 모형을 그리고 싶으면 누구의 어떤 점을 받아야 되고 누구의 어떤 점을 받아야 되고 아니면 우리가 합해서 했을 때는 어떻게 할 수 있는지 토론을 통해서 이끌어내야 하는 거지. 이걸 누구 어떻게 그린거야?

〈Intervention strategy - Explain〉

S1 : S4요.

(사례 6)

사례 6에서 학생들은 2수준에서 합의된 모형을 활동지에 작성하는 상황이었고 교사는 ‘누구의 의견이 가장 좋았어요?’ 라는 질문을 통해 상황을 진단하였다. S1과 S4의 ‘다 비슷했어요.’ 라는 대답에 교사는 학생들에게 설명을 요구하여 진단점검을 하였다. 교사는 진단과 진단 점검을 통해 학생들이 모형의 사회적 구성 2수준에 있으며 불일치를 발견하지 못했음을 인지하였다. 이후 교사는 설명 전략을 사용하여 학생 개인의 모형이 같은 것이 아니라 다른 것이라는 불일치를 인식시키고, 사회적 구성을 통해서 합의된 모형을 이끌어 내야한다는 토론 참여를 강조하여 학생들의 사회적 구성을 촉진하는 스캐폴딩을 제공하였다.

교사 : 아하, 한명이 이렇게 그린거야?

〈Diagnostic strategy - Questioning〉

S2 : 아뇨 저희 다 비슷하게 그렸어요.

S3 : 다 똑같이 그렸어요.

교사 : 조금, 아. 여기 두명은 움직임을 이렇게 화살표로 나타내고, 두 사람은 공기까지 그린게 다 똑같군요. 그래서 이걸 했을 때 애네가 더 옳다고 본거예요? 움직임을 표현했기 때문에?

〈Intervention strategy - Confirm〉

S2 : (끄덕끄덕)

교사 : 오케이. 그럼 소리가 어떻게 전달되는거야? 설명도 자세하게 써주세요. 자세하게 알겠죠? 그러면 애가 다 다 이렇게 음... 뭐 나쁘지 않은 모형인거 같아. 해보세요. 다른것도 한번 비교해봅시다.

〈Intervention strategy - Confirm〉

(사례 7)

사례 7은 소집단이 활동지 작성에만 집중하였으며, 학생들이 작성한 모형은 교사가 생각했던 목표 모형과 유사한 경우였다. 교사는 학생들을 진단하기 위한 질문으로 스캐폴딩을 시작하였고, 사례 6과 마찬가지로 학생들은 모두 비슷하다고 응답을 하였다. 하지만 교사는 학생들의 생각을 요청하는 진단 점검의 과정 없이 소집단이 작성한 활동지를 보고 평가하여 확인하는 전략을 사용하였다. 그림이나 글로 표현된 모형은 교사의 이해 수준에서 해석해서 받아들여졌고, 교사는 학생들이 목표 모형과 유사한 모형을 구성했다고 생각하여 ‘오케이, 나쁘지 않은 모형인거 같아.’ 라고 말하여 확인전략을 사용하였다. 그러나 학생들은 높은 사회적 구성 수준에 도달하지 않았으며 그저 활동지 작성에만 몰두하였을 뿐으로 교사는 학생들의 상황과 이해를 반영하지 않은(non-contingent) 스캐폴딩을 제공하게 되었다. 이처럼

교사가 작성된 활동지만 보고 학생의 이해에 대해 진단하여 진단 점검을 사용하지 않은 경우 잘못된 진단을 할 수 있으며, 이렇게 학생의 이해를 바르게 진단하지 않은 상태로(non-contingent) 스캐폴딩을 제공할 경우 학생들은 더 이상의 논의를 하지 않으며 사회적 구성이 촉진되지 않는다.

### ③ 중재 전략

교사는 소집단의 상황을 진단과 진단 점검을 통해 파악 한 후 학생들의 필요에 적합한 중재 전략을 제공해주었다. 학생들의 필요를 잘 반영하여 지시, 설명, 힌트의 전략을 사용한 경우 사회적 구성 수준에 변화를 가져왔으나, 학생들의 필요나 이해상태 반영 여부와 상관없이 확인 전략의 사용은 사회적 구성 수준의 변화를 가져오지 못 할뿐 아니라 과업을 종결하게 만들었다.

교사 : 소리... 아 귀? 소리와 진동...

〈Diagnostic strategy - Reading〉

소리랑 진동은 같은 거예요? 다른 거예요?

〈Checking diagnosis〉

S1, S2, S3 : 다른 거

교사 : 완전히 다른 거예요? 그럼 애는...

〈Checking diagnosis〉

S4 : 완전히 다르지는...

S1 : 소리 안에 진동 있는 거 아니야?

교사 : 음~~~~~

S4 : 소리 안에 진동?

S1 : 응 소리 안에 진동

S2 : 진동이 울리면 소리가 들리는 거잖아 같은 거 아니야? 같은 거?

S1 : 모르겠다

교사 : (다시 한번 읽어보고)음~~ 이렇게 해서 이렇게 퍼져나간다고 그래서 여기 있는 사람 여기 있는 사람 다 들을 수가 있다? 근데 소리와 진동? 소리와 진동이 같은 건지 다른 건지 부터 합의를 해야 할 것 같아. 니네들은 지금 다르다고 합의를 한 거지? 소리는 소리고 진동은 진동이다?

〈Intervention strategy - Instruct〉

S4 : 좀 더 토론을 해야 할 것 같아요.

교사 : 네 알겠어요. 우리가 실험했던 거 생각해보세요.

〈Intervention strategy - Instruct〉

S1 : 야 근데 있잖아. 소리 안에 진동이 있어서..

(사례 8)

사례 8에서 교사는 ‘소리와 진동은.’ 이라고 쓰여진 학생들의 활동지를 읽고 진단을 한 후, 학생들에게 소리와 진동의 의미에 대한 설명을 요청했다. 학생들은 소리와 진동이 다른것이라고 대답했으며, 교사는 완전히 다른것인지 좀 더 정교화 된 설명을 요구했다. S4는 완전히 다르지는 않다고 하고, S1은 소리가 진동을 포함하는 개념이라고 말했으며, S2는 진동이 울릴 때 소리가 나는 것이므로 같은 것이라고 주장함으로써 불일치가 발견되었다. 교사는 다시 한번 활동지에 작성된 의미를 파악하여 소리와 진동에 대한 불일치에 대해 탐구하고 합의할 것을 지시하였다. S4는 교사의 지시를 수용하였고, 교사는 실험했던 것을 생각해보라고 지시한 후 다른 소집단에게 이동하였다. 이후 학생들은 소리와 진동에 대한 불일치 탐구를 위한 논의를 시작하여 사회적 구성이 촉진되었다.

교사 : (그림2 그리는 것 보는 중) <Diagnostic strategy - Reading>  
 교사 : 어? 이거(그림1 속)는 뭐고 이거(그림2 속)는 뭐예요?  
 <Checking diagnosis>  
 S4 : 아 이거는 공기가 있는 거고 공기가 없는거 같아요. 근데 애는 공기 분자가 안에 있는 거고, 애는 공기 분자가 없어서 그냥 소리가 바로 바로 전달되는 거.  
 S2 : S4야, 너 지금 잘 못 그렸어.  
 교사 : 이 둘 다 이렇게 진동을 하는 거예요? (공기중에서) 뾰름 그림이 둘 다 똑같아 보이는데요?  
 <Checking diagnosis>  
 S2 : 살짝 다르게 그려야 되는데... 엑스자,, 엑스 해도 되요?  
 교사 : 네 되요.  
 S2 : 애는 공기가 없으니까 전달이 안되잖아. 애가 지금 바닥에 붙어있으니까 바닥만 울리는거야. 바닥에 붙어서.  
 S4 : 아 바닥에 붙어있어서  
 S2 : 왜 아까 그렇게 얘기했었잖아.  
 교사 : 아.. 그래서 소리가 조금 들리는 이유가 바닥에 있어서? 아..  
 <Intervention strategy - Confirm>  
 S2 : 그래서.. 이렇게...근데 좀 약하게 들리는거죠. 바닥을 통해서 들리니까.  
 교사 : (끄덕끄덕) <Intervention strategy - Confirm>  
 (사례 9)

사례 9에서 교사는 사례 8과 마찬가지로 학생들의 활동지를 보고 진단 후, 그림1과 그림2를 비교하여 학생들에게 설명을 요청했다. S4가 교사의 질문에 대해 응답하여 모형에 대해 설명하였고, S2는 '내가 잘 못 그렸다'라고 S4의 오류를 지적하였다. 교사는 계속해서 그림이 똑같아 보인다고 설명의 정교화를 요청했으나, S2는 그 자리에서 개인적으로 소집단 활동지에 쓰여진 합의된 모형을 수정하기 시작하였다. S2는 계속해서 자신의 생각대로 활동지의 모형을 수정하며 S4에게 수정한 모형을 설명 하였고, 교사는 S2의 수정에 확인 전략을 사용함으로써 S2의 생각으로 모형이 수정되었다. 교사는 고개를 끄덕여서 다시 한번 모형을 확인해주었고, 교사가 떠난 후 소집단에서는 더 이상 논의가 없었으며 과업이 종결되었고 사회적 구성은 촉진되지 않았다.

#### IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 과학적 모형의 사회적 구성 수업에서 사회적 구성을 촉진하는 교사 스캐폴딩의 특징을 알아보기 위해 중학교 2학년 8개 소집단에게 소리의 발생과 전달을 주제로 수업을 진행하여 3차시 동안 모형의 사회적 구성 수준과 수준의 변화를 탐색하고, 사회적 구성을 촉진하는 교사 스캐폴딩의 대상, 목적, 방법을 알아보았다.

모형의 사회적 구성은 정보의 공유, 정보의 비교, 불일치의 발견 및 탐구, 의미의 협상과 협력적 지식 구성의 4수준으로 구별되었으며, 24개의 사례의 사회적 구성 도달 수준은 1수준에서 4수준까지 다양하게 나타났다. 사회적 구성의 1수준은 정보의 공유 후 논의 없이 모형을 구성하였고, 2수준은 정보의 공유와 학생들의 의견 진술에 대한 비교가 암묵적으로 일어나 의사결정 수준에서 표면적으로 협력된 모형을 구성하였다. 3수준은 정보 공유 후 서로의 모형에 관심을 가져 질문과 답변을 통한 세부정보를 비교하고, 불일치를 발견하여 불일치

에 대해 증거와 이유를 들어 탐구하였으며, 4수준은 불일치 탐구 후 새로운 의견을 제시하여 의미를 조정하거나 협력적 지식으로 합의된 모형을 구성하였다. 전체 사례 중 사회적 구성 2수준에서 합의모형을 구성한 사례가 가장 많이 나타났으며, 이러한 낮은 수준의 사회적 구성에서는 사회적 구성의 의미를 고차원적 사고와 과학적 의미 형성보다 의사결정 수준의 표면적 논의에 두고 있으며, 모형의 사회적 구성의 목표를 활동지의 완성에 두고 있음을 알 수 있었다. Lee(2006)는 상호작용적 논증의 발전적 전개를 위하여 학생들에게 이견을 불러일으키고, 이견을 지지하는 이유가 제기되어야한다고 하였다. 연구결과 1에서 불일치를 탐구하는 사회적 구성 3수준에 도달하지 못한 사례가 많다는 것은 학생들의 상호작용 논의가 활성화되지 않았음을 의미하며, 이것은 학생들의 논의가 활성화되도록 사회적 구성을 촉진하는 교사 스캐폴딩이 지원되어야함을 뒷받침해준다.

모형의 사회적 구성 수준이 3수준과 4수준에 도달한 사례에서 교사 스캐폴딩 지원이 많이 나타난 것으로 보아 교사 스캐폴딩은 모형의 사회적 구성 수준을 높이는데 도움이 됨을 알 수 있었다. 그러나 사회적 구성에 지원된 16회의 교사 스캐폴딩 중 학생들의 사회적 구성이 촉진된 스캐폴딩은 9회였으며, 촉진되지 않은 스캐폴딩은 7회로 나타나 모든 스캐폴딩이 사회적 구성을 촉진하는 것은 아님을 알 수 있었다. 연구결과2에서는 모형의 사회적 구성에 지원된 교사 스캐폴딩을 사회적 구성 수준 변화 여부로 나누어 대상, 목적, 방법의 범주로 분석하였다. 개인을 대상으로 스캐폴딩을 지원한 경우 모형의 사회적 구성 수준이 변화되지 않았으며, 결과적 도움보다는 과정적 도움이 사회적 구성 수준 변화에 영향을 주는 것을 알 수 있었다. 또한, 스캐폴딩 방법에서는 학생들의 대화상황을 듣거나 질문으로 진단 후 진단 점검을 통해 학생의 필요와 요구를 반영하여 학생의 필요에 적합한 다양한 중재 전략을 사용해야하지만, 확인 전략의 사용은 모형의 사회적 구성 수준의 변화를 가져오지 못함을 알 수 있었다.

이상의 연구 결과를 토대로 한 모형의 사회적 구성을 촉진하는 교사 스캐폴딩의 특징은 다음과 같이 결론지을 수 있다. 첫째, 교사는 개인을 대상으로 스캐폴딩을 제공하기보다 소집단 전체 구성원을 대상으로 한 스캐폴딩을 제공하여야 한다. Ding et al.(2007)은 협력적 학습에서 교사들이 개인의 독립적 사고를 점검하기 위한 기회를 제공함과 동시에 동료 자원을 사용하는 것 역시 중요하다고 함으로써 학생들의 인지적 발달을 위해서는 동료 토론과 개인 사고의 균형이 중요하다고 하였다. 모형의 사회적 구성 촉진을 위해 교사는 학생의 개인적 사고의 발달을 지원해 주는 것도 중요하지만, 동료 토론을 격려하는 것 역시 중요하다고 할 수 있다. 이는 한명의 학생에게 인지 발달을 위한 스캐폴딩을 제공하고 책무를 부여하기보다 다른 학생들도 공동의 책임을 가질 수 있도록 소집단의 공동상호작용 영역을 마련해 주어야함을 의미하며, 모형의 사회적 구성에서 교사 스캐폴딩이 학생 개인이 아닌 소집단의 구성원 전체를 향해 있어야함을 의미한다. 둘째, 학습목표와 내용에 초점을 맞춘 결과적 도움(product-help)만 제공하기보다는 참여를 격려하고, 상호작용을 원활히 할 수 있도록 과정적 도움(process-help)를 지속적으로 지원해 주어야한다. 교사의 중요 역할은 학생들 사이의 상호작용을 촉진하고 학습과정에 학생들을 참여시키는 것이며(Gillies, 2004), 학생들이 상호작용과 토론을 지속할 수 있는 환경을 조성해 주어야 한다. 교사 스캐폴딩이 수업 내용이나 지적인 문제 해결에 집중되어있을 때 보다 "같이, 공유, 논

의, 토론” 등의 용어들을 사용하여 학생들에게 지속적으로 토론을 통한 사회적 구성에 참여 할 수 있도록 촉구하는 과정적 도움을 제공할 때 사회적 구성이 촉진된다. 셋째, 학생들의 상황과 필요에 대한 적절한 진단 전략과 진단 점검을 통해 학생에 대한 이해를 반영한 중재전략을 지원해야한다. 교사가 소집단 학생들이 어떠한 주제로 상호작용 하고 있으며 학생들의 이해수준이 어떠한지를 파악하고, 학생들의 응답을 반영한 스캐폴딩을 제공할 때 사회적 구성이 촉진된다. 이를 위해 교사는 학생의 활동지를 보고 상황을 판단하기 보다는 소집단의 상호작용을 듣거나, 질문을 통해 학생들의 응답을 이끌어내어 상황을 파악해야한다. 또한, 교사는 소집단의 구체적 상황을 점검하기 위한 설명이나, 설명의 정교화를 요구하여 학생들에게 필요한 적절한 중재 전략을 제공해야한다. 진단 전략과 진단 점검을 통해 학생들의 수준과 필요를 정확하게 파악하였을 때 교사의 중재 전략은 소집단 학생들에게 다양하게 제공되었으며 사회적 구성이 촉진되었다. 다만 활동지에 대한 내용을 확인하거나 학생들의 응답에 대해 교사가 자신의 이해를 확인하는 전략의 사용은 교사가 이동한 후 학생들에게 더 이상의 논의를 촉진하지 않는 경우가 많았으며, 오히려 학생들이 과제를 종결 하게 되는 결과를 가져왔으므로 교사의 판단으로 학생들의 이해를 확인하는 전략의 사용은 제한적이어야 한다.

본 연구를 통해 중학교 과학교실에서 과학적 모형의 사회적 구성 수준과 수준 변화를 알아보았으며, 교사가 학생들의 사회적 구성을 촉진하기 위해서 어떤 스캐폴딩을 어떻게 제공해야하는지에 대한 시사점을 얻을 수 있었다.

위의 결과는 한명의 교사와 하나의 교실을 대상으로 사례가 제시되었기 때문에 이를 일반화 하는 것은 무리가 있을 수 있다. 그럼에도 불구하고 본 연구에서 교사 스캐폴딩을 사회적 구성 수준의 변화와 관련지어 제시한 것은 사회적 구성을 촉진하는 요인으로써 교사 스캐폴딩의 방법에 대한 맥락적 연구가 부족했기 때문이다.

## 국문요약

본 연구에서는 중학교 과학적 모형의 사회적 구성 수업에서 사회적 구성을 촉진하는 교사 스캐폴딩의 특징을 알아보기 위해 중학교 2학년 8개 소집단에게 소리의 발생과 전달을 주제로 수업을 진행하여 3차시 동안 모형의 사회적 구성 수준과 수준의 변화를 탐색하고, 사회적 구성을 촉진하는 교사 스캐폴딩을 대상, 목적, 방법으로 분석하여 사회적 구성을 촉진하는 교사 스캐폴딩의 특징을 살펴보았다. 사회적 구성을 촉진하기 위한 교사 스캐폴딩은 첫째, 개인의 인지 발달보다 소집단을 대상으로 스캐폴딩을 지원하고 있었다. 둘째, 결과적 도움보다 과정적 도움을 지속적으로 제공해 주어 참여와 토론을 강조하고 있었다. 셋째, 학생들의 요구와 수준에 맞는 전략을 제공하기 위하여 진단 전략과 진단 점검을 사용하여 학생들의 이해 정도와 상황을 파악하고 학생들에게 적합한 전략을 제공하고 있었다. 이러한 결과를 토대로 과학적 모형의 사회적 구성을 촉진하기 위해 교사가 스캐폴딩을 어떻게 지원해야하는지에 대한 시사점을 얻을 수 있었다.

**주제어** : 교사 스캐폴딩, 사회적 구성, 과학적 모형, 과학교육

## References

- Bae, D., Yoo, J. (2012). Middle School Students' Learning Progressions for Scientific Modeling Force and Motion. *Sae Mulli*, 62(8), 809-825.
- Chang, J. E. & Kim, H. B. (2014). Exploring Science-Gifted Middle School Students' Explanatory Models for Interpreting Data from *Drosophila* Breeding Experiments. *The Korean Society of Biology Education*, 42(2), 219-235.
- Chiu, M. M. (2004). Adapting teacher interventions to student needs during cooperative learning: How to improve student problem solving and time on-task. *American educational research journal*, 41(2), 365-399.
- Cho, J. I. (1990). The meanings of teaching science as inquiry and change of conditions for inquiry science education. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 10(1), 65-75.
- Dekker, R., & Elshout-Mohr, M. (2004). Teacher interventions aimed at mathematical level raising during collaborative learning. *Educational Studies in Mathematics*, 56(1), 39-65.
- Ding, M., Li, X., Piccolo, D., & Kulm, G. (2007). Teacher interventions in cooperative-learning mathematics classes. *The Journal of Educational Research*, 100(3), 162-175.
- Gilbert, J. K. (2004). Models and modelling: Routes to more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2(2), 115-130.
- Gillies, R. M. (2004). The effects of communication training on teachers' and students' verbal behaviours during cooperative learning. *International Journal of Educational Research*, 41(3), 257-279.
- Gunawardena, C. N., Lowe, C. A., & Anderson, T. (1997). Analysis of a global online debate and the development of an interaction analysis model for examining social construction of knowledge in computer conferencing. *Journal of educational computing research*, 17(4), 397-431.
- Han, M. H. & Kim, H. B. (2013). The Role of Teacher's Question Prompt in Elementary Students' "Food Web" Modeling. *The Korean Society of Biology Education*, 41(2), 296-309.
- Ingham, A. M., & Gilbert, J. K. (1991). The use of analogue models by students of chemistry at higher education level. *International Journal of Science Education*, 13(2), 193-202.
- Jadallah, M., Anderson, R. C., Nguyen-Jahiel, K., Miller, B. W., Kim, I. H., Kuo, L. J., Dong, T. & Wu, X. (2011). Influence of a teacher's scaffolding moves during child-led small-group discussions. *American Educational Research Journal*, 48(1), 194-230.
- Kang, E., Kim, C. J., Choe, S. U., Yoo, J., Park, H. J., Lee, S., & Kim, H. B. (2012). Small group interaction and norms in the process of constructing a model for blood flow in the heart. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(2), 372-387.
- Kim, S. J., Maeng, S., Cha, H. J., Kim, C. J., Choe, S. U. (2013). The contents of practical knowledge realized in two science teachers' classes on social construction of scientific models. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 33(4), 807-825.
- Kim, Y. J. (2015). Aspects and Effects of Constraints in Students' Scientific Model Co-construction. Unpublished master's thesis. Seoul National University, Seoul, Korea.
- Lee, S. K. (2006). The patterns and the characteristics of students' interactive argumentation in the small-group discussions. *Journal of the Korean Chemical Society*, 50(1), 79-88.
- Lee, S., Kim, C. J., Choe, S. U., Yoo, J., Park, H. J., Kang, E., & Kim, H. B. (2012). Exploring the patterns of group model development about blood flow in the heart and reasoning process by small group interaction. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(5), 805-822.
- Lemke, J. L. (1990). *Talking science: Language, learning, and values*. Ablex Publishing Corporation, 355 Chestnut Street, Norwood.
- Many, J. E. (2002). An exhibition and analysis of verbal tapestries: Understanding how scaffolding is woven into the fabric of instructional conversations. *Reading Research Quarterly*, 37(4), 376-407.
- Mercer, N., Dawes, L., Wegerif, R., & Sams, C. (2004). Reasoning as a scientist: Ways of helping children to use language to learn science. *British Educational Research Journal*, 30(3), 359-377.
- Ministry of Education (MOE). (2015). *Middle school Science Curriculum*. Seoul: Ministry of Education.
- Oh, P. S., Lee, S. K. & Kim, C. J. (2007). Cases of science classroom discourse analyzed from the perspective of knowledge-sharing. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 27(4), 297-308.
- Oliveira, A. W., & Sadler, T. D. (2008). Interactive patterns and conceptual convergence during student collaborations in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(5), 634-658.
- Park, H. J., Kim H., Jang, S., Shim, Y., Kim, C. J., Kim, H. B., Yoo, J.,

- Choe, S. U., & Park, K. M. (2014). Characteristics of social interaction in scientific modeling instruction on combustion in middle school. *Journal of the Korean Chemical Society*, 58(4), 393-405.
- Rea-Ramirez, M. A., Clement, J., & Núñez-Oviedo, M. C. (2008). An instructional model derived from model construction and criticism theory. In *Model based learning and instruction in science* (pp. 23-43). Springer Netherlands.
- Richmond, G., & Striley, J. (1996). Making meaning in classrooms: Social processes in small-group discourse and scientific knowledge building. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(8), 839-858.
- Ruiz-Primo, M. A., & Furtak, E. M. (2007). Exploring teachers' informal formative assessment practices and students' understanding in the context of scientific inquiry. *Journal of research in science teaching*, 44(1), 57-84.
- Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Achér, A., Fortus, D. Schwartz, Y. Hug, B. & Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners.
- Scott, P. (1998). Teacher talk and meaning making in science classrooms: A Vygotskian analysis and review.
- Shepardson, D. P., & Britsch, S. J. (2006). Zones of interaction: Differential access to elementary science discourse. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(5), 443-466.
- Shim, Y., Kim, C. J., Choe, S. U., Kim, H. B., Yoo, J., Park, H. J., Kim, H., Park, K. M., & Jang, S. (2015). Exploring small group features of the social-construction process of scientific model in a combustion class. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 35(2), 217-229.
- Song, Y. J. (2015). A Case Study for Model Change of Elementary School Students Through Co-construction of Scientific Model. Unpublished master's thesis. Seoul National University, Seoul, Korea.
- Stahl, G. (2000). A model of collaborative knowledge-building. In *Fourth international conference of the learning sciences* (Vol. 10, pp. 70-77). Mahwah, NJ: Erlbaum, 2000a.
- van de Pol, J., Volman, M., & Beishuizen, J. (2011). Patterns of contingent teaching in teacher-student interaction. *Learning and Instruction*, 21(1), 46-57.
- Vosniadou, S. (2002). Mental models in conceptual development. In *Model-Based Reasoning* (pp. 353-368). Springer US.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society* (M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, & E. Souberman, Eds.). Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Webb, N. M., Farivar, S. H., & Mastergeorge, A. M. (2002). Productive helping in cooperative groups. *Theory into practice*, 41(1), 13-20.
- Windschitl, M., Thompson, J., & Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science education*, 92(5), 941-967.
- Wood, D. (1991). 6 Aspects of teaching and learning. *Learning to think*, 2, 97.
- Yu, H. W., Ham, D. C., Cha, H. J., Kim, M. S., Kim, H. B., Yoo, J., Park, H. J., Kim, C. J. & Choe, S. U. (2012). Model creation and model developing process of science gifted students in scientific model constructing class for phase change of the moon. *Journal of Gifted/Talented Education*, 22(2), 291-315.