

연소의 과학적 모형형성 수업에서 나타난 중학생의 사회적 상호작용 특징

박현주 · 김혜영* · 장신호† · 심영숙† · 김찬종‡ · 김희백§ · 유준희# · 최승언‡ · 박경미¶

조선대학교 화학교육과

†서울교육대학교 과학교육과

‡서울대학교 지구과학교육과

§서울대학교 생물교육과

#서울대학교 물리교육과

¶서울사대부설중학교

(접수 2014. 2. 6; 게재확정 2014. 5. 26)

Characteristics of Social Interaction in Scientific Modeling Instruction on Combustion in Middle School

HyunJu Park, HyeYeong Kim*, Shinho Jang†, Youngsook Shim†, Chan-Jong Kim‡, Heui-baik Kim§, Junehee Yoo#, Seung-Urn Choe‡, and Kyung-Mee Park¶

Department of Chemistry Education, Chosun University, Gwangju 501-759, Korea. *Email: kkong1020@naver.com

†Department of Science Education, Seoul National University of Education, Seoul 137-742, Korea

‡Department of Earth Science Education, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea

§Department of Biology Education, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea

#Department of Physics Education, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea

¶Seoul National University Middle School, Seoul 136-858, Korea

(Received February 6, 2014; Accepted May 26, 2014)

요약. 이 연구는 연소의 과학적 모형형성 수업에서 나타난 중학생들의 사회적 상호작용의 특징을 문화적, 언어적 상호작용, 토론유형도(map)를 통해 분석한 것이다. 중학생의 연소에 대한 모형형성 과정을 사회적 상호작용 측면에서 CLEQ (Cultural Learning Environment Questionnaire)를 살펴보고 모형형성 측면에서 언어적 상호작용, 토론유형도를 통해 분석한 결과는 다음과 같다. 첫째, 중학생들의 문화적 특징은 경쟁보다는 협동 측면에서의 집단주의를 선호하지만 과학학습 태도는 타인의존적인 경향이 높고, 모형형성 과정에서 스스로의 의견을 소극적으로 제시하는 것으로 조사되었다. 둘째, 언어적 상호작용의 특징은 모형형성에 관련된 지식을 단순하게 제시한 형태가 많았고, 상대방의 의견에 대한 반응과 피드백을 하는 메타인지 영역이 상대적으로 낮게 나타난 것으로 조사되었다. 셋째, 토론유형도는 특정한 학생에 의존하여 의견제시만 하는 개념제시 상호작용과 응답진술을 반복하며 이루어지는 반응 상호작용이 많은 것으로 나타났고, 의견교환 할 때 새로운 의견제시, 수정, 근거를 들어 설명하는 등의 정교화 상호작용은 적은 것으로 조사되었다. 이 연구는 모형형성에 영향을 주는 상호작용 유형에 대한 이해와 우리나라 학생들의 상황을 고려한 사회적 상호작용을 위한 교수 설계의 기초 자료로 활용할 수 있을 것이다.

주제어: 과학적 모형, 언어적 상호작용, 문화적 특성, 토론유형도, 연소

ABSTRACT. The purpose of this study was to investigate the characteristics of social interaction on cultural aspects, verbal interaction, and discussion maps in scientific modeling instruction on combustion in middle school. Revised-CLEQ (Cultural Learning Environment Questionnaire), verbal interaction framework, discussion maps analysis were implemented for this study. The results of study follow respectively. First, the characteristics on cultural aspects of middle school students showed cooperation rather than competition in terms of collectivism. Students' attitudes to learning science tended to depend on others' idea, and students were passive and reluctant to present their comments when they were modeling work. Second, for the characteristics of verbal interaction, they simply presented knowledge related to build a model. The response to comments and feedback was relatively few. Third, discussion maps showed a lot of interaction for responses that was alternatively brought the concept of commenters, which students were depended on a specific one, and responses. There were not many interaction for elaboration, which were described to have new presented ideas, corrections, and reasons when they exchange their ideas. In this study the model type of interaction affecting the formation of the students understanding of and in our country, it makes a lot of social interactions as the basis for teaching system could be utilized.

Key words: Modeling, Social interaction, CLEQ, Discourse maps, Combustion

서 론

2009 개정 과학과 교육과정에 의하면 과학교육의 목표는 학생들의 과학적 탐구 능력과 과학적 태도를 기르며 민주주의 사회의 구성원으로서 갖추어야 할 과학적 소양을 함양시키는 것¹이다. 또한 과학의 본성과 관련하여 과학적 방법의 다양성, 자연현상을 바탕으로 탐구능력을 기르는 과학적 모형 형성을 제시하고 있으며, 학습지도방법으로 상호 협력적 탐구활동, 의사소통 능력 함양과 과학적 사고력 및 창의적 사고력 기르기를 제시하고, 의사소통을 할 때에는 학생 자신의 의견을 명확히 표현하고 다른 사람의 의견을 존중하는 태도를 갖게 함으로써¹ 상호 협력을 통한 모형 형성 학습을 강조하고 있다. 이처럼 과학에서 탐구는 과학지식의 발전을 이끌어가는 핵심적인 활동²으로 과학교육의 중추적 역할을 하며 시대적 또는 사회적 변화에 따라 개인의 내적관점에서 사회적 공동 구성 관점으로 변화하고 있다. 교육과정 변화 흐름에 따라 과학교육은 과학적 모형형성과 사회적 상호작용을 기반으로 한 수업이 과학적 탐구와 창의성 함양을 위해 효과적인 교수학습 전략이고,^{3,4} 이러한 수업이 긍정적인 교육 결과를 산출하면서 모형형성 과정 및 사회적 상호작용을 중요하게 인식되고 있다.⁵⁻¹¹

과학적 모형은 과학의 주요 산출품의 하나임과 동시에 과학방법론에서 주요한 요소로 초반에 자연 현상의 시스템을 추상화하고 단순화한 표상으로 정의되어 사용되었으나,^{12,13} 최근에는 어떤 사물과 현상, 과정, 아이디어 등이 포함된 표상 및 설명 체계까지 확장되었다.¹⁴ 즉 과학적 모형을 과학적 법칙과 추론적 과정에 그 표상 및 설명 체계를 포함하여 정의한다.²

과학적 모형을 이용한 수업은 학생들이 주어진 학습 주제 범위 안에서 언어나 글쓰기를 통해 개인적인 생각을 표현하여 부분적으로 맞거나 또는 부족한 초기 모형을 생성하고, 그 모형의 부족한 부분을 공동 구성을 통해 한 단계씩 평가하고 진화하며 합의점을 찾아나간다.¹⁵ 이처럼 학습 공동체를 형성하여 학습활동을 자발적으로 참여할 수 있게 하며 학생들의 개인적, 사회적 측면을 모두 반영한 통합적인 학습전략을 제공한다. 또한 공동 구성을 통해 합의점을 찾아 나가감으로써 모형이 이론의 추상성을 구체화하여 실재(realism)와 이론을 연결시켜 주는 역할을 하기 때문에 과학본성에 대한 이해와 함께 탐구 중심의 과학교육에 효과적이다.¹⁶ Clement¹⁷는 사례 연구를 통하여 모형이 구성되는 과정을 모형의 생성(generation), 평가(evaluation), 수정(modification)의 순환적 과정으로 설명하고, 이를 GEM 순환모형이라고 명명하였고, Rea-Ramirez 등¹⁸은 이를 명료화하여 Fig. 1과 같이 나타내었다.

GEM 순환모형은 모형 생성 단계(Model Generation)에서

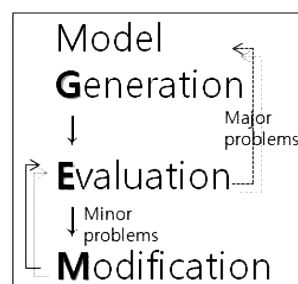


Figure 1. GEM Cycle.

학생들은 자연 현상 또는 실세계(Real World)에 대해 기존에 갖고 있는 선개념을 바탕으로 언어나 글쓰기, 행동의 형태로 초기 모형을 생성하고, 모형 평가 단계(Evaluation)에서는 학생들이 구성하는 초기 모형이 합리적이고 경험적인 실험을 통해 평가하고, 모형 수정단계(Modification)에서는 목표 모형에 근접하도록 초기 모형을 변형하는 순환된 과정을 거친다. 만약 평가하여 초기 모형에 문제 또는 결함을 발견하게 되면 수정 단계로 진행되지만, 중요하고 치명적인 오류가 발견되면 초기 모형을 다시 생성하는 과정을 거치게 된다.¹⁸ 이 과정에서 초기 모형에 대한 정당화나 반성적인 비교·검토 과정이 잘 일어나도록 하기 위해 학생들에게 친숙하거나 실문보다 단순화되어 관찰·작동하기 쉬운 비유물을 사용하면 학생들의 자발적인 추론을 도울 수 있다.⁹ 정리하면 GEM 순환모형은 초기모형이 평가와 수정의 과정을 거치면서 복잡하고 세련된 모형으로 되는 순환적 과정으로 설명된다.¹⁸

또한 과학교육에서는 사회적 상호작용을 통해 학습자의 의미 형성과정, 참여의 형태, 학습의 문화적 상황에 대한 이해 등과 같은 학습의 사회 맥락적 중요성 및 필요성이 더 커지고 있다. 사회문화적 맥락이 충분히 고려되지 못한 채 새롭게 시도되는 교수-학습 과정은 교사와 학생들에게 많은 혼란과 어려움을 유발할 수 있다.¹⁹ 이러한 맥락에서 과학 교육의 학습 과정에서 학생과 학생, 학생과 교사 간의 언어적 상호작용이 강조되고 있다.²⁰ 언어적 상호작용을 통해 개인의 과학 의미 구성은 학습자의 언어적 배경과 관계가 있어 상호작용을 통해 학생들은 불분명했던 생각들을 보다 명확하게 하기 위한 반성적 사고의 기회와 다른 사람의 의견을 바탕으로 해답에 도달할 수 있는 기회를 가질 수 있고, 상호작용에 의해 사회적 합의를 형성하고 합의된 지식을 내면화하는 과정이 이루어진다.²¹ 이 때 교사는 학생들의 문화적 다양성을 아는 것이 중요하며 학생들이 최고의 학습을 할 수 있게 하는 방법론에 대해서도 잘 알고 있어야 하며,²² 교육에 있어서 커다란 영향을 미치는 것은 학습자의 문화적 배경이기 때문에 학생이 교사의 언어로 배우는 것보다 교사가 학생의 언어로 가르치는 것이 더욱 효과적이다.²³

연소는 2009 개정 과학과 교육과정의 중학교 2학년 물질의 구성단원에서 학습하고 있다. 이것은 초등학교 5-6학년군의 연소와 소화, 중학교 3학년 여러 가지 화학반응, 화학1의 개성 있는 원소, 화학2의 기체 단원과 연계된다. 또한 플로지스톤설, 연소설과 같은 과학사와의 밀접하게 관련되어 화학에서 중요한 위치를 차지하고 있다. 선행 연구에 의하면, 연소에 대하여 학생들이 가지고 있는 개념은 ‘탄다’라는 익숙한 일상적 용어와 유사하게 생각하고, 학생들은 그을음이 물질의 연소로부터 생성된다고 생각하거나 양초가 연소할 때 생성되는 물은 상태변화로 이해하고, 연소물이 고체인 경우에도 연소와 소화의 조건을 양초와 같은 기체 연소의 경우로 일반화하는 특징을 보인다.²⁴ 또한 초등학교 교과서에서도 ‘연소’라는 용어를 ‘물질이 빛과 열을 내며 타는 현상’이라고 제시하고 있다.²⁵ 이처럼 연소에 대한 연구는 초등학교 과정에서 연소에 대한 오개념을 많이 다루고 있지만 학생들의 모형 변화에 대한 상호작용은 다루어지지 않고 있다.

과학적 모형 형성과 사회적 상호작용에 관한 연구는 탐구 전략 연구가 많이 수행되어 모형 형성에서의 변화를 분석^{8-10,26} 하거나 학생들의 상호작용 분석²⁷⁻²⁹과 같이 서로 구별되어 진행되는 경향이 있었다. 연구의 결과를 보면 소집단 상호작용을 통해 학생들이 모형 형성을 하는데 중요한 요인이 되며, 구성원 또는 리더의 유형이 영향을 미치며⁹ 학생들에게 과학 지식의 사회적 성격을 경험해 볼 수 있는 새로운 학습 기회를 제공했다는 측면에서 긍정적이라고 보았지만 과학적 모형을 형성하는 데 있어 학생들이 많은 어려움을 겪고 있다는 지적이 있었다.⁶⁻¹¹

이 연구에서는 과학적 모형 형성 수업의 정착하기 위해 필요한 적합한 전략을 찾고자 과학 수업에서 나타나는 중학생들의 문화적 특징을 살펴보고 실제 연소 수업에 적용시켜 모형 형성 과정 중에서 일어나는 상호작용의 특징을 언어적 상호작용의 유형을 통해 살펴보고, 이를 통해 합의점을 찾아가는 단계를 살펴보기 위해 토론유형도(map) 측면에서 조사하고 분석하였다. 구체적인 연구내용은 다음과 같다.

첫째, 사회적 상호작용에 영향을 주는 중학교 학생들의 문화적 특성을 조사한다.

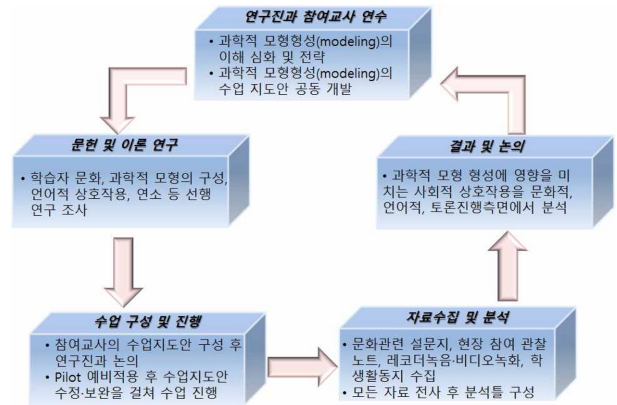
둘째, 과학적 모형 형성에 영향을 주는 언어적 상호작용을 조사한다.

셋째, 과학적 모형 형성 과정에서의 토론유형도(map)를 조사한다.

연구 방법

연구절차

이 연구의 절차는 다음과 같이 정리된다. 연구자와 현장



교사의 파트너십을 구축하기 위해 설계기반연구(DBR)를 사용하여 연구의 깊이를 더했다. 2013년 1월부터 약 3개월간 연구자와 참여교사는 과학적 모형형성의 이해를 돕기 위해 연수와 회의를 진행하였다. 연구자는 연구와 관련된 문헌 및 이론연구를 하고 현장 교사는 학교상황에 맞는 수업지도안을 개발하며 과학적 모형형성에 대해 심화 학습하고 피드백을 통해 검토하였다. 이를 바탕으로 연구 학교에 적용시켜 예비 촬영을 통해 수업을 진행하고 이를 분석하여 부족한 부분을 보완하고 수정하여 현장 교사는 실제 수업에 적용시켜 수업을 진행하였다. 약 한 달 동안 연소 수업이 진행되었는데 연구자의 개입을 최소화하고 실제 학교의 자연스러운 상황을 보기 위해 50분인 수업시간을 100분 블록타임으로 변경한 것을 제외하고는 참여교사, 모둠원, 수업 장소 등 현존의 학습상황을 유지하는 자연설정(Natural Settings)³⁰을 하였다. 연구 학교의 내적 상황을 고려하여 과학적 모형형성 수업이 가능한 4개 반을 연구 대상으로 수업을 적용하였다. 수업 진행을 촬영한 후 연구자들이 수업을 분석할 결과에 대한 연구모임을 통해 수업 환경 즉, 상호작용이 매우 우수하거나 부족한 반을 제외한 한 개 반을 심층 분석 대상으로 선정하여 자료를 분석하였다. 또한 서울 중학생들의 과학 수업 문화적 특징을 살펴보기 위해 수업 적용 전 연구 학교의 학생들을 대상으로 설문 조사를 진행하였다.

연구 대상

이 연구는 일반 중학교 2학년 남학생을 대상으로 실시하였다. 학교 현장에 기반을 둔 연구의 목적을 살피기 위해 최대한 일반화된 학교를 선정하고자 연구진들과 협의하에 서울 소재 중학교 중학생들의 실력이 아주 우수하거나 낮은 학교, 또한 학교교육 이외의 외부 요인이 최소화된 학교를 협력학교로 선정하고, 교장 선생님, 담임 및 담당 과학교사, 학생들에게 연구의 목적, 의미, 과정에 대해서 오리엔테이션을 실시하여 연구 참여에 대한 허락과 동의를 구하였다.

Table 1. GEM Cycle of Combustion

	ACTIVITY
Model Generation	<ul style="list-style-type: none"> · Candles burning in an enclosed space · Consensus Model after recording Mental Model thoughts on combustion discussion - Individual activity sheets record → Teams activity sheets record
Evaluation & Experiment	<ul style="list-style-type: none"> · Mass change after the burning of candles and metal for presentation and argument · Candles burning Experiment : Check combustion products - Cobaltic chloride paper, limewater · Irons burning Experiment : Check such as before and after burning color, shape, changes ∴ Change in mass is measured before and after combustion
Modification	<ul style="list-style-type: none"> · Discussion in Teams : Change Mental after Candles and Irons burning Experiment · Discussion the whole (For example) - Changes in the mass of iron and candle enough, why? - Where did come out Water vapor and carbon dioxide occurred after the burning of candles? - Carbon dioxide and water vapor are common to the oxygen. - Where did that come from oxygen? - Where did that come from carbon and Hydrogen? - Combustion is combined with the oxygen in the air ,to produce a new material, which will change the chemical. ∴ Changed before and after the experiment for combustion concept activity for combustion concept activity sheets to record the macro discussion.

과학적 모형 형성 수업의 구성 및 진행

수업은 연구에 참여한 과학 담당 교사와 공동 연구진들이 서로 연구와 협의를 하여 산소의 발견(연소)을 선택하였다. 단원 선택에 있어 연구를 위한 수업이 아닌 실제 과학수업이 이루어지는 현장에서 과학적 모형의 사회적 구성주의에 맞춰 수업이 진행되면 연구자들이 직접 찾아가 관찰하도록 이루어졌다. 연구 참여 과학 담당 교사가 과학실에서 진행하였고, 이질적으로 구성된 4명 또는 5명이 한 개조로 8모둠이 편성되었다. 이 때 구성원은 모둠의 형평성을 맞추기 위해 학생의 성향이나 실력을 파악하고 있는 과학교사의 판단으로 구성되었다.

수업은 산소의 발견(연소)의 GEM 순환모형¹⁸으로 2차시에 걸쳐 구성하였다(Table 1). 첫째, 초기모형의 생성단계에서는 일상생활에서 흔히 볼 수 있는 “밀폐된 공간에서 양초는 왜 꺼질까”라는 질문과 함께 연소에 대한 개인의 생각을 활동지에 기록하고 모둠 내에서 상호작용을 통해 합의점을 찾아 초기모형을 생성한다. 이 때 수업에 대한 주의사항으로 오리엔테이션을 통해 안내한 사항 즉, 절대적으로 옳은 과학적 지식을 요구하는 것이 아니므로 솔

직하게 근거를 들어 자신의 생각 표현하기, 친구의 의견 잘 듣기 등을 다시 안내한다. 둘째, 평가와 실험단계에서는 나무와 금속의 연소에서 질량변화에 대해 예측한 생각을 모둠별로 발표하고, 발표한 의견에 대해 보충설명이나 다른 의견 시 근거를 들어 반론을 한 후, 실험을 통해 관찰한다. 이 단계에서는 탄소를 포함한 양초의 연소와 탄소를 포함하지 않는 강철솥의 연소가 다름을 알도록 하기 위해 실험을 설계하였으므로 이 점을 학생들이 인지하여 상호작용을 통해 토의가 이루어질 수 있도록 한다. 셋째, 수정단계에서는 연소 실험 후 양초와 강철솥의 질량변화에 대해 예측한 생각과 달라진 점을 모둠 토의하고 이를 통해 자연스럽게 연소에 대한 개념을 끌어올 수 있도록 전체 토의를 진행한다. 전체 토의가 진행될 때 교사는 학생들의 학습상황에 따라 미리 준비한 질문들을 탄력적으로 추가 및 보완한다. 수업 전체 흐름을 통해 교사는 학생들의 초기 모형과 최종 모형의 변화여부를 전체적으로 살펴볼 수 있고, 평가와 실험을 통해 학생들이 학습되는 부분을 구체적으로 볼 수 있어야 한다.

Table 2. Descriptive Information for CLEQ

Scales	Description
Equity	The extent to which students perceive males and females are treated equally.
Collaboration	The extent to which students perceive they collaborate with other students rather than act as individuals.
Deference	The extent to which students feel they defer to the opinions of others.
Competition	The extent to which the students are competitive with each other.
Teacher authority	The extent to which students perceive the teacher has authority in the classroom.
Modeling	The extent to which the students expect to learn by a process of modeling.
Congruence	The extent to which the students perceive learning at school matches their learning at home.

Table 3. Functions of Social Interaction

Interaction function	Meaning
Cognitive	Challenges related to the sharing of knowledge about the contents of ignition
Organizational	Group to facilitate the ongoing task performance ignition
Affective	To express personal feelings and emotions ignition
Meta cognitive	Perform tasks for self=assessment and reflection to ignition

Table 4. Patterns of Discourse Maps

Discourse maps	Meaning
Consensual interaction	Only one speaker contributed substantive statements to discussion.
Responsive interaction	Both questions and responses of at least two speakers contributed substantive statements to the discussion.
Elaborative interaction	All speakers contributed substantive statements to the discussion.

분석틀의 구성

중학생들의 연소에 대한 모형 형성 과정의 사회적 상호작용 특징을 문화적 측면, 언어적 상호작용, 토론유형도(map)의 측면을 조사하기 위한 분석틀을 다음과 같이 구성하였다.

첫째, 문화적 특성의 분석틀은 평등, 협동, 존중, 경쟁, 교사의 권위, 모델링, 일치로 나눈 이태훈(2013)의 분석틀을 사용하였다. 자세한 사항은 부록을 참고한다.

둘째, 언어적 상호작용은 상호작용의 기능에 따라, 인지적(cognitive), 조직적(organizational), 정의적(affective), 메타인지적(meta-cognitive) 기능의 네 부분으로 구분된 분석틀(김민석, 2013)을 사용하였다. 자세한 사항은 부록을 참고한다.

셋째, 토론유형도(map)는 Hogan 외 (2000) “Discourse Patterns and Collaborative Scientific Reasoning in Peer and Teacher-Guided Discussions”에 사용한 틀에 따라 개념제시 상호작용, 반응 상호작용, 정교화 상호작용으로 분석하였다.

대화의 흐름에 따라 한 개의 개념이나 초점의 전환 전까지 지를 하나의 상호작용으로 보고 참여자의 수, 협력적인 지식 구성의 에피소드에 따라 토론유형도로 도식화하였다. 이 과정에 모둠원의 의견 제시의 경우 네모상자, 이에 대한 보충 설명이나 의견제시, 질문을 육각형모양으로 표시하였다.

자료 수집 및 분석

자료 수집은 중학교 2학년 34명의 수업 전과 후의 설문 조사와 과학수업 2차시 90분의 수업 관찰을 통해 이루어졌다. 수업이 진행되는 동안 교실 전체를 녹화하기 위해 캠코더를 과학실 앞쪽과 뒤쪽에 설치하고, 각 모둠별 책상에 소형캠코더와 레코더를 설치하여 모둠별 토의 과정을 녹화하였다. 그리고 보조연구자와 함께 학생들의 모둠별 상호작용, 모형형성과정, 교사와 학생간의 상호작용에 초

점을 맞추어 현장관찰노트를 상세히 기록하여 자료 분석 시 추가데이터로 활용하였다.

촬영 및 녹음한 모든 자료는 전사되었으며 이 자료를 바탕으로 학생활동지, 현장관찰노트를 비교하며 수업 전체 흐름과 모둠별 모형 형성과정에 대한 상호작용을 분석하였고, 문화관련 설문지를 바탕으로 각 영역별 점수를 측정하고, 같은 중학교 전체 학생을 대상으로 연구한 논문과 비교분석을 통해 학생들이 갖는 문화적 특성의 양상을 살펴본 후, 사회적 상호작용의 문화적 측면을 뒷받침하는 자료로 사용되었다. 첫 번째 분석은 전사본과 함께 언어적 상호작용틀을 바탕으로 코딩하였는데 발화에 대한 코딩은 표면적인 의미뿐만 아니라 진행되는 상황에 따른 맥락 또한 고려하였다. 두 번째 분석은 수업전체 흐름에 따른 GEM순환모형의 단계별로 모둠 내 학생들의 대화에 초점을 맞추어 토론유형도를 분석하였다.

자료 분석 및 결과는 다양한 자료 활용을 위한 자료의 삼각측정과 과학교육 전문가 4인의 분석 및 검토를 통한 동료 간 삼각측정이 이루어졌다.

연구 결과 및 논의

연소 수업에서 모형 형성에 영향을 미치는 사회적 상호작용을 문화적, 언어적, 토론진행측면에서 분석한 결과는 다음과 같이 정리된다.

상호작용에 영향을 주는 문화적 특징

학생들의 문화적 특성을 알아보기 위해 설문지를 7개 영역별로 5개 문항으로 구성하고, 강한 긍정을 5점, 강한 부정을 1점으로 하는 리커트 척도법으로 응답하도록 하였다. 연구반의 점수로 학생들의 문화를 일반화하기에는 다소 무리가 있을 것으로 판단되어 중학교 전체 학생을 대상으로 설문조사한 점수와 비교하여 판단하였다. 연구반과

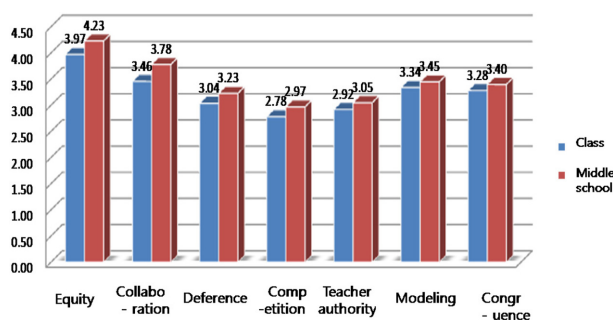


Figure 2. Analysis of CLEQ.

중학교 전체학생을 대상으로 한 평균 점수와 순위는 크게 다르지 않았고, 영역별 점수는 다소 차이가 있지만, 전체적으로 비슷한 양상을 나타냈다.

문화적 특징을 살펴본, 7개 영역 중 수치가 가장 높은 영역은 평등으로 조사되었다(전체 4.23/4.50, 연구대상 3.97/4.50). 이것은 학생들이 과학 수업에 있어서 남자 교사와 여자 교사의 교사 성별, 그리고 남학생과 여학생의 학생 성별에 대해 평등하다고 인식하고 있음을 알 수 있다. 한편 7개 영역 중 가장 낮은 영역은 경쟁으로 나타났다(전체 2.97/4.50, 연구대상 2.78/4.50). 협동 영역과 경쟁 영역을 비교할 때, 협동 영역(전체 3.78/4.50, 연구대상 3.46/4.50)이 경쟁 영역보다 더 높은 수치를 보였다. 이러한 결과는 Than-Pham³¹의 ‘아시아 학생에게 있어서 좋은 모둠의 동료는 정신적으로 서로를 도와줄 수 있는 동료이다’라는 내용과 유사한 맥락으로 해석할 수 있다. 즉 중학생들은 과학 수업에 있어 다른 학우보다 잘해야 한다는 경쟁의 측면보다는, 모둠 활동과 같이 활동하는 협동을 선호하는 경향을 선호하는 것으로 사료된다.

7개 영역 중 두 번째로 낮은 수치를 나타낸 ‘교사의 권위’ 영역(전체 3.05/4.50, 연구대상 2.92/4.50)은 동아시아의 교사와 교과서가 학생들보다 본질적으로 우월하기 때문에 그대로 전수되어야 한다는 유교 중심적 학교 문화에서 지식 전달식 수업의 형태가 지배적이라는 선행 연구 결과를 검토할 필요가 있다는 것을 나타낸다.³⁰ 따라서 우리나라 교실 문화적 특징과 학습 효과를 확보할 수 있는 방안에 대한 지속적인 고민이 필요할 것이다.

모델링 영역의 수치는 전체 3.45/4.50, 연구대상 3.34/4.50으로 나타났다. 모델링 영역은 수치가 높을수록 모형 형성을 할 때 타인 또는 권위에 의존적으로 진행하고, 수치가 낮을수록 자발적으로 형성해야 한다는 인식으로 해석된다. 이것은 중학생들은 평등, 협동 등의 영역보다는 낮지만, 존중, 경쟁, 교사의 권위, 일치 영역보다는 높은 것이다. 즉 학생들은 과학수업에 있어 스스로 학습을 통해 조사하고 이해하는 것에 있어서 경쟁, 교사의 권위 등 보

다 적극적으로 인식하고 있는 것으로 사료된다.

일치 영역의 수치는 전체 3.40/4.50, 연구대상 3.28/4.50으로 나타났다. 일치 영역은 학생들은 과학 수업의 내용과 실생활과의 연계 정도를 인식하는 것을 의미한다. 과학 수업의 내용과 실생활 연계를 인식하지 못하는 경우, 학생들은 과학 수업의 유용성이나 필요성을 느끼지 못하고, 궁극적으로 과학 학습 동기에 부정적인 영향을 줄 수 있다.

존중 영역의 수치는 전체 3.23/4.50, 연구대상 3.04/4.50으로 조사되었다. 존중 영역은 학생들이 의견제시를 하고, 교사나 다른 학생들의 의견을 수용하는 정도를 의미한다.

중학생들의 교실 문화적 특성은 평등과 협동을 높게 인식하고, 경쟁과 교사의 권위는 낮게 인식하고 있는 것으로 나타났다. 학생들의 평등과 협동에 대한 인식, 그리고 경쟁과 교사의 권위에 대한 인식은 모둠별로 사회적 구성으로 과학적 모형을 형성하는 과정에서 긍정적인 영향을 제공할 것으로 사료된다.

모형 형성 과정의 언어적 상호작용

소모둠 내 모듬원의 상호작용 과정을 인지적, 조직적, 정의적, 메타인지적 기능의 네 부분으로 구분하여 분석한 내용은 Fig. 3과 같다. 연구 결과, 인지적 영역의 비율이 가장 높음을 확인할 수 있었다. 이것은 모형 형성과 관련된 내용에 대한 지식을 공유하기 위해 단순 제시는 많이 하지만, 타당한 근거를 들어 표현하는 것을 극히 제한적이라고 할 수 있다.

조직적 영역 중 대부분은 상호작용과 무관한 행동을 하는 것이었고, 모듬원의 참여 및 의견제시를 할 수 있도록 행동 유발을 통해 상호작용을 이끌어내기보다는 모듬원 중 한 사람의 의견을 쫓리는 경향을 보였다. 메타인지 영역은 모듬원 의견에 대한 반응, 이해를 통한 추가 보충 설명 또는 이해부족으로 인한 이유 묻기, 모듬원의 의견에 대한 반박 및 평가, 추가 보충 설명을 하며 피드백을 진행

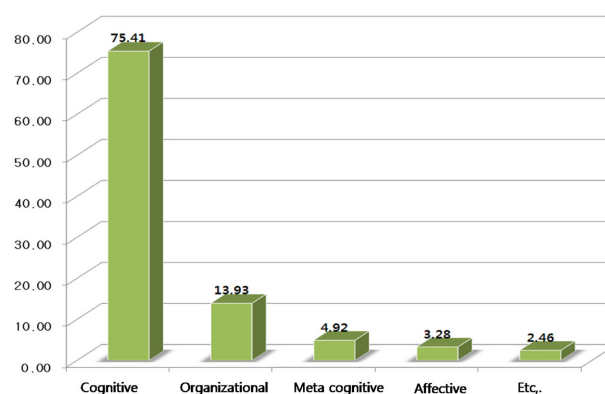


Figure 3. Analysis of Social Interactions.

하는 모습은 거의 찾아볼 수 없었으며, 정의적 영역은 의견의 옳고 그름, 감정의 표현을 나타내주는 발화가 낮음을 확인할 수 있었다.

인지적 영역이 높고 나머지 영역이 낮은 결과는 우리나라 중학생들은 ‘틀리면 안된다’는 생각, ‘남들과는 의견이 같아야 한다’는 생각과 더불어 수동적인 태도와 의견 충돌 회피로 나타나는 무조건적 수용과도 연결시켜 이해할 수 있다. 이것은 이태훈(2013)의 연구결과에서 나타난 우리나라 학생들의 낮은 책무성과 자발성, 의존적이고 수동적인 학습태도, 의견충돌 회피와 비슷한 맥락에서 해석된다.⁵ 각 영역의 대표적인 사례를 제시하였다.

인지적 영역: 과제와 관련된 내용에 대한 지식을 공유하기 위한 발화로 설명, 제시, 고민, 확인질문 등이 포함된다. 예를 들면, 예1)의 경우 학생2와 학생3은 친구들의 이해를 돕기 위해 앞서 설명하였던 연소에 대한 자신의 의견을 보충 설명하고 있고, 학생4는 연소에 대한 자신의 생각을 처음으로 보여주고 있다는 진술 양상으로 구분되었다. 학생2와 학생3의 경우 공통 모형을 가지고 있음에도 불구하고 학생4의 발언으로 이들은 질문이나 추가 보충 설명을 제안하지 않고 학생4의 의견을 수렴하는 모습을 보인다. 예2)의 경우 학생1이 혼잣말을 하며 자신의 의견을 보이자, 학생3이 자신의 의견으로 대답하는 모습을 보이며, 긍정이나 인지적 확인 질문없이 다음 단계의 질문으로 넘어가며 교사의 또 다른 질문에 궁금한 학생1이 자신의 의견이 맞는지 확인하기 위해 확인질문을 하고 이에 대한 대답으로 학생3이 자신의 의견을 제시하고 있는 양상을 나타낸다.

예1)

- 학생2: 연소란 물체가 가열되고 기체가 불타 없어지는 거야. (설명)
- 학생3: 연소란, 3가지 조건이 있다고 했잖아. 탈물질이다. 그거 쓰고, 연소가 발생되면 물체가 없어지고, 불타 없어지는 거... (설명)
- 학생4: 인명피해를 발생하는 거... (제시)
(그리고 모둠 활동지에 기록한다.)

예2)

- 학생1: 나무는 왜 질량이 감소했을까? (고민)
- 학생3: 나무에 있는 수분이 타면서 기체로 날아가서야. (제시)
- 학생1: 그럼 강철솨는 열팽창해서 그런거야? (확인질문)
- 학생3: 나 알아. 강철솨에 탈 때 불 속에 있던 원소가 강철 안에 스며들어서 화합물이 됐어. (제시)

조직적 영역: 집단의 과제 수행을 원활하게 하기 위해 진행되는 발화로 요청, 제안, 확인 질문, 행동 제재, 무관한 행동 등을 포함한다. 이 때 학생들의 표정이나 몸짓 또한 고려하였다. 예3)의 경우, 상호작용 중 활동지를 작성하는 과정에서 학생1의 요청과 제안을 통해 학생3이 결론을 내리며 제안하는 모습을 보였다. 또한 초기 모형들의 합의점을 찾아가는 단계에서 상호작용이 진행되어야 하는 상황임에도 불구하고 제안을 통해 상호작용이 마무리 되는 모습을 볼 수 있다. 예4)의 경우, 모듬원의 질문에 시간을 끌고 있는 학생에게 모듬장이 되물으며 행동을 제재하는 모습을 보이고, 학생5가 두 개의 질문에 대해 대답하려는 모습을 보이자 학생4가 행동을 제재하는 모습을 보였다. 또한 상호작용에 함께 참여하지 못하며 질문과약을 못하고 있던 학생2는 주제외의 다른 대답을 하는 모습을 나타냈다.

예3)

- 학생1: (모듬활동지) 네가 써봐. (요청)
- 학생1: 나는 조금 부족한 것 같으니 네 것으로 하자. (제안)
- 학생3: 일단 다 쓰자. (제안)

예4)

- 학생4: (질문에 대답 못하는 학생에게) 쓰긴 했니? (행동 제재)
- 학생5: 앉았던 강철솨가 하나로 뭉쳐졌기 때문이다. 그럴지? (확인 질문)
- 학생4: 나무는 이따 말해~ (행동 제재)
- 학생2: 강철솨가 타는 이유는 학생3 때문이다. (무관한 행동)

정의적 영역: 개인의 느낌이나 감정을 표현하는 발화로 긍정적 감정표현과 부정적 감정표현을 포함한다. 예5)의 경우, 의견제시를 하며 모듬원의 의견을 듣고자 하였으나 참여하지 않는 모듬원에게 감정을 표현하는 모습을 보이지만 말끝을 흐리며 확실한 표현을 하지 않았지만 앞뒤 상황을 고려하면 상호작용에 참여하지 않는 모듬원들에게 부정적 감정을 표현하며 참여독려를 하려는 모습이다. 예6)의 경우 한 모듬의 평가 단계로 의견을 제시하는 학생3의 의견에 대해 학생4는 긍정적인 감정을 표현을 통해 모듬활동지를 기록하며 의견을 수렴하는 모습을 보인다. 수업 촬영하는 동안 긍정적 감정표현은 이 모듬의 한 마디뿐이었다.

예5) 초기 모형 생성 단계

- 학생4: (의견 제시 하지 않는 모듬원에게) 근데 너네들은 생각... 아니다! (부정적 감정표현)

예6) 평가 단계

학생3: 나무에 있는 수분이 타면서 기체로 날아가서...
 학생4: 좋은 생각이야. 그것도 하나의 요인이 될 수 있어.
 좋은 의견이야. (긍정적 감정표현)

메타인지적 영역: 과제 수행 자체에 대해 평가 및 반성하는 발화로 긍정적 이해, 이해 부족 등을 포함한다. 예7)의 경우 앞서 말한 모둠원의 의견과 동의한다는 표현을 하였고, 학생5 또한 모둠원의 의견을 이해한다는 긍정적 이해의 표현은 하였지만 다른 모둠원의 경우 이해가 되지 않는 모습을 보임에도 2명의 학생이 긍정적인 반응을 보이자 반박하지 못하고, 수긍하는 모습을 보였다. 예8)의 경우, 학생3의 의견에 대해 자신이 생각하고 있던 것과는 달라 이해가 되지 않는 듯 다시 되묻고 있는 모습을 보였다. 그러나 이 상호작용 또한 길게 연결되지 못하는 모습을 보이고, 보충 설명 또한 하지 못하는 모습을 보였다.

예7)

학생5: 나도 학생3의 의견과 같아, 팽창해서... (긍정적 이해)
 학생5: 어! 응. (고개를 끄덕이며) 탐! 탐! 정말 간단해... (긍정적 이해)

예8)

학생3: 나는 나무는 포함되어있던 산소가.. 물이 있을꺼 아니야. 증발하고.
 학생2: 물이 왜 있어? (이해 부족)

모형 형성과정의 토론유형도

언어적 상호작용을 바탕으로 시간 흐름에 따른 GEM순환모형의 소집단 상호작용을 참여자의 수, 협력적인 지식 구성의 에피소드에 따라 토론유형도로 도식화하여 이것을 개념제시 상호작용, 반응 상호작용, 정교화 상호작용으로 분류하였다(Fig. 4). 개념제시 상호작용은 모둠내에서

주로 학 한생에 의존적으로 토론이 진행되고, 1인의 물음과 또 다른 1인의 대답이 반복되는 유형이다. 반응 상호작용은 최소 두 명의 대화자가 상호작용하면서, 1인의 물음에 대한 다른 1인의 대답과 물음, 그리고 또다른 1인의 대답과 물음이 계속적으로 이루어지는 유형이다. 정교화 상호작용은 모둠원들의 토의 기여도가 높고 물음과 대답하는 과정에서 의견의 추가 제시, 수정, 근거를 들어 의견 주장하는 유형이다.

8개 모둠의 초기 모형 생성, 평가, 수정 과정에서 나타난 토론유형의 빈도를 분석한 결과, 개념제시 상호작용의 가장 많이 나타났고, 정교화 상호작용이 가장 낮게 나타남을 볼 수 있다. 모둠원들의 상호작용은 이루어지고 있으나 근거를 들어 의견제시를 하거나 하나의 에피소드에 있어서 상호작용이 길게 가지 못하였다. 따라서 모둠원간의 의견에 덧붙여가며 모형을 완성해나가는 모습은 쉽게 찾아볼 수가 없었다. 다시 말하면 연소 모형형성 과정에서 토론을 진행함에 있어서, 학생 개인의 아이디어를 제시하며 초기 모형은 구성을 통해 토론이 진행은 되지만, 모둠원간의 상호의존성이 결여되어 초기모형이 모둠의 최종 모형으로 진화하는 과정에서 모둠간의 합의점을 찾는 데 어려움이 있는 것으로 판단된다. 과학적 모형의 사회적 구성주의 수업의 관점을 고려한다면, 하나의 논제에 대해서 넓은 범위에서 좁은 범위로 합의점을 찾고, 수업이 진행될수록 정교화 상호작용이 가장 많이 나타나는 것이 바람직한 특성일 것이다.

각 영역의 대표적인 사례를 제시하였다.

개념제시 상호작용: 예9)의 경우, 학생1의 진행 아래 모둠원들은 단순한 의견이나 단답을 제시하는 경향을 보이고, 예10)의 경우 학생1의 진행 아래 모둠원들이 단순 의견만 제시할 뿐 질문이나 의견제시의 모습은 보이지 않고 있다. 두 개의 예시 모두 학생 한 명에 대해 단순 대답만 할 뿐 상호작용이 길게 가지 못하고, 활동지 작성을 통해 마무리 되는 것을 볼 수 있다.

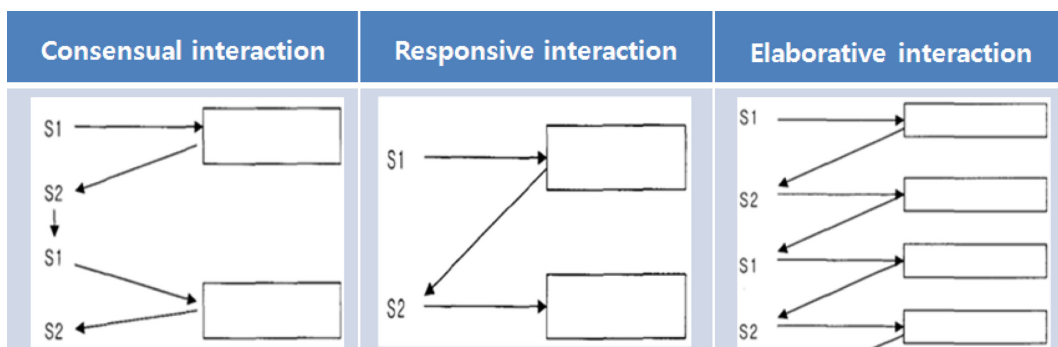


Figure 4. Discourse Maps.

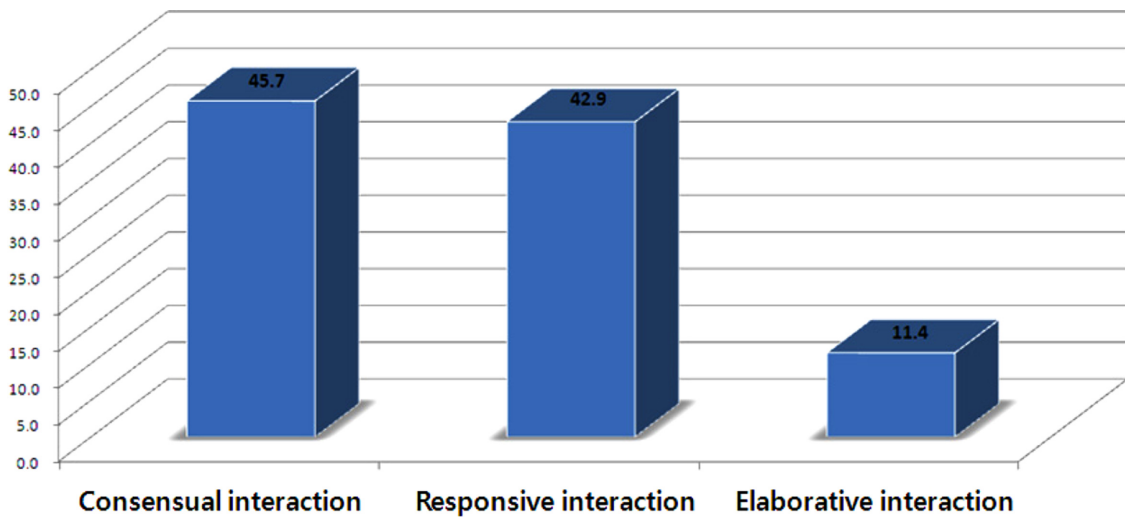


Figure 5. Analysis of Discourse maps.

예9)

학생1: 말해봐, 의견을. (말을 하도록 종용)
 학생4: 산소가 없어지는 것. 탈물질
 학생1: 발화점 이상의 온도, 연소의 조건이 뭘까? 말해봐.
 학생3: 모든 물질이 타는 것..

학생4: 나는 모르겠어. 특정한 나무에서 특정한 물질이 빠져나가서 질량이 줄어들었다고 생각해.
 학생5: 나무를 이루고 있는 분자들이...
 학생1: 연소란, 물질이 산소와 결합해서 수증기와 이산화탄소가 생긴다고 생각해.

예10) 평가 단계

학생1: 네 의견 써봐. 불러봐.
 학생2: 몰라. 똑같아.
 학생4: 이걸로... 강철숨이라고 써.
 학생1: 너꺼 활동지 줘봐.
 학생2: 산소와 결합해서

예12)

학생1: 내 생각은.. 나무는 특정한 물질이 빠져나가서 질량이 줄어드는 것 같고, 강철숨은 강철숨이 열을 흡수해서 질량이 증가한다고 생각해.
 학생4: 난 나무는 너랑 의견이 같고, 물질이 타면서 형태는 유지되잖아, 근데 거기서 떨어진 재의 질량까지 합쳐서 무게가 늘어나는 것 같아.
 학생2: 재 때문에 그런가?
 학생4: 생각대로 썼어.

반응 상호작용: 모형형성을 위해 학생간에 질문과 응답을 반복하며, 동의나 반대, 질문으로 이루어졌다. 예11)의 경우, 학생4의 진행하에 학생2가 의견을 제시하고, 이에 대해 학생5와 학생1이 자신의 의견제시와 함께 질문을 정리하는 과정으로 진행되었다. 예12)의 경우, 학생1이 의견을 제시하고, 학생4가 자신의 생각을 덧붙여 학생1의 의견에 동의하고, 학생2가 학생4에게 새로운 질문을 하였다. 개념제시 상호작용과 비교했을 때 1인의 물음-대답으로만 끝나는 상호작용이 아닌 다수의 물음-대답으로 이루어지는 것을 확인할 수가 있다.

정교화 상호작용: 모형형성을 위해 토론이 진행되는 경우, 새로운 의견을 제시하고, 추가하며, 서로의 의견을 수정해주고, 근거를 들어 자신의 주장을 하였다. 예13)의 경우, 학생1의 질문에 학생3이 대답하고, 학생4가 그 의견에 긍정적인 반응을 보인 것으로 나타났다. 학생1의 질문에 학생3이 근거를 들어 의견을 제시하는 모습을 보이고, 이러한 과정으로 학생1이 모두의 의견을 수렴하는 모습을 보였다. 예14)의 경우, 학생4가 질문에 대한 답을 하고, 이해하지 못한 학생1이 재차 질문을 하자 학생3이 대답을 하지만 학생1이 이해를 못하자 학생3이 추가설명을 하며 학생1의 이해를 돕는 모습을 보인다. 개념제시 상호작용, 반응 상호작용과 비교하면 단순 반응-대답으로 이루어지는 것이 아니라 근거를 들어 대답을 한다.

예11)

학생4: 각자의 의견을 발표해보자.
 학생2: 나무의 질량이 줄어드는 까닭이 뭐라고 생각하니?
 나는 나무가 타면서 수증기가 공기 중으로 빠져나가서 질량이 줄어들었다고 생각해.

예13)

학생1 : 나무는 왜 질량이 감소했을까?

학생3 : 나무에 있는 수분이 타면서 기체로 날아가서..

학생4 : 좋은 생각이야. 그것도 하나의 요인이 될 수 있어. 좋은 의견이야.

학생1 : 그럼 강철솥은 열팽창해서 그런거야?

학생3 : 난 알아. 강철솥이 탈 때.. 불 속에 있는 강철솥에 들어가 스며들어 팽창하면서 비어있는 공간에 물의 원소가 들어가서 원소 화합물이 되었어. 알겠지?

학생1 : 여기에 둘 다 써야겠어.

예14)

학생4 : 나무 안에 있던 것들이 산소로 날아가 재로 변했어.

학생1 : 같아?

학생3 : 아니, 나무 안에 있던 질량에 포함되어 있던 물이 있을꺼 아냐. 그것이 타서 없어질 것 같아.

학생1 : 물이 왜 있어?

학생3 : 너의 몸속에도 물이 있지아. 나무 뭐 먹고 살아? 산소와 물이.. 증발하고 연소되어서 사라져서 가벼워져. 나무에 포함되어있던 물질들이, 즉 산소나 물 같은 것이 증발하거나 사라져서 가벼워진거야.

결론 및 제언

본 연구에서는 과학적 모형의 사회적 구성주의 수업을 현장에 적용하고 중학생들의 모형형성에 미치는 영향을 문화적, 언어적 상호작용, 토론유형도 등으로 구분하여 조사한 결론 및 제언은 다음과 같다.

첫째, 문화적 측면에서 분석 결과 평등영역에서 가장 높은 수치를 보였고, 협동, 모델링, 일치, 존중, 교사의 권위, 경쟁 순으로 낮아짐을 확인할 수 있다. 중학생들은 과학수업에 있어서 남교사와 여교사, 남학생 여학생의 차이를 두지 않고 있으며, 경쟁보다는 협동면에서 모둠활동을 선호하고, 자신의 의견 제시에 있어 소극적이며 수동적이고 타인에 대한 의존성이 높다는 결론을 내릴 수 있다. 과학적 모형형성은 협동은 필요하지만, 소극적 의견제시, 교사 또는 타인에 의존적이고 수동적인 태도를 바람직하지 않으므로 상호의존적으로 열린 수업이 전개될 수 있도록 교수전략이 필요할 것이다.

둘째, 언어적 상호작용의 특징은 모형형성에 관련된 지식을 단순하게 제시한 형태가 많았고, 상대방의 의견에 대한 반응과 피드백을 하는 메타인지 영역이 상대적으로 낮게 나타난 것으로 조사되었다. 의견 제시는 하지만 타인의

반응을 살피거나, 상황 회피하려는 모습에서 소극적인 태도와 수동적인 자세를 갖는다는 문화적 측면과도 연결시킬 수 있다. 이를 우리나라 학생들의 과학적 모형 형성 과정에서 다양한 형태의 상호작용을 유도하는 교수전략에 대한 고민이 필요할 것이다.

셋째, 토론유형도는 특정한 학생에 의존하여 의견제시만 하는 개념제시 상호작용과 응답진술을 반복하며 이루어지는 반응 상호작용이 많이 나타났다. 그러나 새로운 의견제시, 수정, 근거를 들어 설명하는 등의 정교화 상호작용은 제한적인 것으로 조사되었다. 이것은 학생의 초기모형이 모두의 최종모형으로 진화하고 형성하는 과정에 제한점으로 작용할 수도 있을 것이다. 또한 문화적 측면에서 보았던 모델링, 일치의 낮은 점수, 경쟁이 아닌 협동을 선호한다는 것과도 연결시켜 보았을 때 중학생들은 상호작용 본인의 의견보다는 타인의존성이 높다는 것과 일치한다. 따라서 학생들의 상호작용 유형을 파악하여 상황에 따른 교사의 적절한 스캐폴딩 제공을 위해 과학교사의 꾸준한 수업 연구가 필요할 것이고, 효과적으로 토론에 이끌어 낼 수 있도록 결과의 원인에 대한 체계적인 분석을 통해 우리나라 학생들의 과학 학습의 문화와 맥락에 대한 지속적이고 심층적인 연구가 필요할 것이다.

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

REFERENCES

1. Ministry of Education, National Science Education Curriculum 2011-361, 2011.
2. Schwarz, C.; White, B. *Cognition and Instruction* **2005**, *23*, 165.
3. Kang, S.; Noh, T. *The Korean Journal of Science Education* **2000**, *20*, 250.
4. Bae, J.; Ok, S. *Elementary Science Education* **2009**, *28*, 519.
5. Lee, T. Cultural Features of Middle School Students in Small Group Inquiry Practices. M.D. Thesis, Seoul National University, 2013.
6. Kang, E.; Kim, C.; Choe, S.; Yoo, J.; Park, H.; Lee, S.; Kim, H. *The Korean Journal of Science Education* **2012**, *32*, 372.
7. Kim, M. Understanding the Co-construction of Scientific Modeling Process of Middle School Students in Small Groups: Focusing on Situation Definition and Inter-subjectivity. M.D. Thesis, Seoul National University, 2012.
8. Yu, H. Relation between the Personal and Social Factors and the Interacting Role of Science Gifted Students in Social Co-construction of Scientific Model Class. M.D.

- Thesis, Seoul National University, 2012.
9. Lee, S.; Kim, C.; Choe, S.; Yoo, J.; Park, H.; Kang, E.; Kim, H. *The Korean Journal of Science Education* **2012**, *32*, 805.
 10. Jeong, Y. An Instructional Design and Implementation by Co-Construction of Scientific Model as Learning Inquiry. M.D. Thesis, Chosun University, 2012.
 11. Ham, D. The Process of Students' Model Evolution through Peer-centered Interaction in Model Construction Class of the Astronomy Domain. M.D. Thesis, Seoul National University, 2012.
 12. Harrison, A.; Treagust, D. *Science Education* **2000**, *84*, 352.
 13. Justi, R. S.; Gilbert, J. *International Journal of Science Education* **2002**, *24*, 1273.
 14. Or-Bach, R.; Van Joolingen, W. *Education and Information Technologies* **2004**, *9*, 355.
 15. Clement, J. J. *Six Levels of Organization for Curriculum Design and Teaching*; Springer: New York, 2008; p 255.
 16. Gilbert, J.; Boulter, C. *Developing Models in Science Education*; Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, The Netherlands, 2000; p 119.
 17. Clement, J. J. *Creative Model Construction in Scientists and Students*; Springer: New York, 2008; p 35.
 18. Rea-Ramirez, M.; Clement, J.; Nunez-Ovedo, M. *An Instructional Model Derived from Model Construction and Criticism Theory*; Springer: New York, 2008; p 23.
 19. Chan K.; Chan, C. Chinese Culture, Social Work and Education and Research. *International Social Work* **2005**, *48*, 381.
 20. Lee, H. *The Korean Journal of Science Education* **2002**, *22*, 660.
 21. Driver, R. Constructivist Approaches to Science Teaching; In *Constructivism in Education*, Steffe, L., Gale, J., Eds.; NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.: Hillsdale, NJ, 1995; p 385.
 22. Harkirat S. Dhindsa. *Research Report*. **2005**, *27*, 575.
 23. Hofstede, G. *International Journal of Intercultural Relations* **1986**, *46*, 632.
 24. Moon, M. An Investigation of Conceptions on Combustion and a Proposal of Correction Teaching Programs Using History of Science in Elementary School Students. M.D. Thesis, Busan National University of Education, 2008.
 25. Um, S. *Elementary Science Education* **2000**, *19*, 75.
 26. Bae, D. Middle School Students' Learning Progression for Scientific Modeling a Force and Motion Phenomenon. M.D. Thesis, Seoul National University, 2012.
 27. Hogan, K., Nastasi, B., Pressley, M. *Cognition and Instruction* **2000**, *17*, 379.
 28. Seong, S. Change and Characteristics of Verbal Interactions in Science Inquiry Experiments Emphasizing Social Interactions. M.D. Thesis, Korea National University of Education, 2005.
 29. Kang, K. *The Korean Journal of Science Education* **2004**, *25*, 239.
 30. Maykut, P.; Morehouse, R. *Beginning Qualitative Research a Philosophic and Practical Guide*; The Falmer Press: Washington, DC, 1994.
 31. Than-Pham, H. *Journal of Higher Education Policy and Management* **2011**, *33*, 519.
-

[부록] 사회적 상호작용 분석 틀

상호작용 기능 (Interaction function)	진술 양상 (Statement Type)	의미(Meaning)	코드 (Code)
인지적 Cognitive	제시	주관적인 생각이나 의견을 단순히 제시함	C-Pr
	정보	문제 상황이나 교과서 등으로부터 얻은 객관적인 사실이나 정보를 제시함	C-In
	설명	생각이나 의견에 대한 보충 설명	C-Ex
	고민	타인과 상호작용 없이 개인적으로 고민하는 과정에서 나타나는 발화	C-De
	확인 질문	자신이 알고 있는 것 혹은 자신의 의견을 기반으로 하여 상대방의 확인을 구함	C-Id
	요청	추가적인 설명이나 정보, 의견 등을 요청함	C-Rq
	동의	상대방의 인지적 의견이나 행동에 동의함	C-Ag
	거부	상대방의 인지적 의견이나 행동에 거부감을 표현	C-Rj
	무시	상대방의 의견을 중요하게 여기지 않음	C-Ig
	회피	상대방의 질문이나 의견에 대한 응답을 피함	C-Ev
조직적 Organizational	요청	상대방에게 인지적인 요소 외에 것을 요청함	O-Rq
	제안	상대방에게 무언가를 제안함	O-Sg
	확인 질문	조직적인 요소에 대해 상대방의 확인을 구함	O-Id
	행동 제재	상대방의 행동을 통제하기 위한 발화나 행동	O-Re
	무관한 행동	과제와 관련 없는 행위 및 발화	O-Ir
	동의	상대방의 조직적 의견이나 행동에 동의함	O-Ag
	거부	상대방의 조직적 의견이나 행동에 거부감을 표현	O-Rj
메타인지 Metacognitive	평가	의견이나 의견에 대한 평가	M-Ev
	긍정적 이해	의견이나 설명을 이해했다는 것을 표현	M-P
	이해 부족	의견이나 설명을 이해하지 못함을 표현	M-N
	확인 질문	상대방이 의견이나 설명을 이해했는지 확인함	M-Id
정의적 Affective	긍정적 감정 표현	상대방의 의견이나 행동에 대해 긍정적인 감정을 표현	A-P
	부정적 감정 표현	상대방의 의견이나 행동에 대해 부정적인 감정을 표현	A-N
기타	코딩 불가		Un

김민석(2012), 중학생 소집단의 과학적 모형의 사회적 구성 과정 이해 : 상황정의와 상호주관성을 중심으로. 서울대학교 대학원 교육학석사 학위논문

[부록] 학습 관련 문화 요소 검사지

표기 방법 | 질문지를 잘 읽고, 자신의 생각과 가장 일치하는 것을 골라서 해당 칸에 O표하여 주십시오. 한 문제도 빠짐없이 답하여 주십시오. 만약 답에 대한 여러분의 생각이 달라질 경우, 그 칸에 X 표시하고 새로운 칸에 O표하여 주십시오.

	전혀 아니다	아니다	보통이다	그렇다	매우 그렇다
1. 나는 여자 선생님과 남자 선생님을 똑같이 존경해야 한다고 생각한다.					
2. 나는 남자 선생님에게 배우는 것과 여자 선생님에게 배우는 것, 둘 모두 좋아한다.					
3. 나는 남자와 여자 모두 훌륭한 선생님이 될 수 있다고 생각한다.					
4. 나는 남자 선생님과 여자 선생님이 똑같은 대접을 받아야 한다고 생각한다.					
5. 나는 남자 선생님이 여자 선생님보다 학생들을 가르치는데 더 유리하다고 생각한다.					
6. 나는 모둠으로 활동하는 것이 좋다.					
7. 나는 모둠을 이루어서 함께 공부하는 것이 중요하다고 생각한다.					
8. 나는 어떤 결정을 할 때, 혼자보다는 모둠이 함께 결정하는 것이 더 좋다.					
9. 나는 수업시간에 토의에 참여하는 것이 중요하다고 생각한다.					
10. 나는 친구들과 함께 공부하는 것을 좋아한다.					
11. 나는 평소에 나와 친하게 어울리는 친구들이 있다.					
12. 나는 평소에 친하게 지내는 친구들의 모임을 벗어나고 싶지 않다.					
13. 나는 수업시간에 모둠을 만들 때, 친한 친구들을 선택하고 싶다.					
14. 나는 수업시간에 친하지 않은 친구와 같은 모둠을 하는 것을 좋아하지 않는다.					
15. 나는 친하지 않은 친구와 같은 모둠이 되면, 토의할 때 말을 적게 하게 된다.					
16. 나는 모둠의 의견 보다는 나의 의견을 중요하게 생각한다.					
17. 나는 우리 모둠이 잘하는 것 보다는 내가 잘하는 것이 중요하다.					
18. 나는 수업시간에 모둠을 만들 때, 친한 친구보다는 성적이 좋은 친구를 선택한다.					
19. 나는 내가 속한 모둠 안에서 나의 의견이 무시되어서는 안된다고 생각한다.					
20. 나는 모둠에서 맡은 일 보다는 내 개인적인 일을 먼저 해야 한다고 생각한다.					
21. 나는 다른 아이들보다 내가 더 잘 하는 것이 중요하다.					
22. 우리 반의 모든 아이들은 나의 경쟁자이다.					
23. 나는 내가 다른 아이들만큼 하지 못할까봐 걱정된다.					
24. 나는 다른 아이들과 경쟁하는 것을 좋아한다.					
25. 나는 우리 반의 다른 아이들보다 더 잘 하는 것이 좋다.					
26. 나는 선생님에게 대답하기 어려운 질문을 하는 것을 좋아한다.					
27. 나는 선생님의 말에 도전하거나 의문을 가질 수 있다고 생각한다.					
28. 나는 선생님이 내게 한 말에 대해 질문하기를 좋아한다.					
29. 나는 선생님에게 동의하지 않아도 괜찮다고 생각한다.					
30. 나는 선생님과 논쟁을 해도 괜찮다고 생각한다.					
31. 나의 나 자신의 의견보다는 선생님이 원한다고 생각하는 것을 말하려고 노력한다.					
32. 나는 답을 하기 전에 다른 아이들의 의견을 듣는 것을 좋아한다.					
33. 나는 나 자신의 의견보다는 우리 반 아이들의 생각을 이야기하려고 노력한다.					
34. 나는 나 자신의 의견보다는 모둠의 생각을 이야기하려고 노력한다.					
35. 나는 수업에서 질문에 올바른 대답을 하는 것이 나에게 중요하다.					