



## 모형 구성 과정에서 나타나는 초등학생의 인지, 감정적 반박 -인식적 감정을 중심으로-

한문현, 김희백\*

서울대학교

### Elementary Students' Cognitive-Emotional Rebuttals in Their Modeling Activity: Focusing on Epistemic Affect

Moonhyun Han, Heui-Baek Kim\*

Seoul National University

#### ARTICLE INFO

##### Article history:

Received 24 January 2017

Received in revised form

7 February 2017

20 February 2017

Accepted 20 February 2017

##### Keywords:

emotion, epistemic affect,  
elaboration-oriented rebuttal,  
defence-oriented rebuttal,  
blame-oriented rebuttal.

#### ABSTRACT

This study investigates how elementary students used cognitive-emotional rebuttals in the context of modeling activities, especially on how their emotional and cognitive processes lead them to use rebuttals in terms of epistemic affect. Twenty-five fifth grade elementary students participated in the study as part of their science class. During the course of their sixth periods, students constructed a human respiratory system model through continuous discussion. The research results showed that elementary students used an elaboration-oriented rebuttal, a defence-oriented rebuttal, and a blame-oriented rebuttal in their modeling activity. The elaboration-oriented rebuttal interspersed with negative epistemic affect was used to elaborate on a student's explanation, and a negative epistemic affect was elicited from their cognitive discrepancy. On the other hand, defence-oriented rebuttal and blame-oriented rebuttal entangled with negative epistemic affect were used to defeat the students rather than help rigor evaluation of students' explanation, and the negative epistemic affect was elicited from the other students' undesirable behavior. These results suggest that students' rebuttals can be elicited by epistemic dynamics related to the epistemic affect. The study shows that if negative epistemic affect were elicited from the other students' naive or false explanations, such an emotion is natural in terms of model construction, and the model can be further developed through the acceptance of the elaboration-oriented rebuttals by students' emotion regulation. In addition, we suggest that negative emotions aroused from the worsening of relationships during small group modeling activities are difficult to regulate and can have negative effects on students' cooperative model construction.

## 1. 서론

모형 구성 과정에서 반박은 모형이 발달 또는 정교화될 수 있도록 촉진한다는 측면에서 중요하다(Lee *et al.*, 2012). 반박은 모형 평가 과정에서 모형이 수정, 거부될 필요가 있을 때 사용되며 이러한 반박 내용을 기반으로 하여 모형이 정교화되기 때문이다. 예를 들어 모형 구성 과정에서 학생은 현상을 설명하기 위한 정신 모형을 생성하고(Shen & Confrey, 2007), 그 정신 모형을 다른 학생에게 표현한다(Louca, Zacharia, & Constantinou, 2011). 다른 학생은 그 표현된 모형을 그대로 받아들이기만 하는 것은 아니다. 다른 학생은 표현된 모형이 과연 현상을 잘 설명할 수 있는지 평가하고(Vo *et al.*, 2015), 표현 모형이 특정 현상을 잘 설명할 수 없다고 판단하였을 때 표현 모형에 대한 반박을 제기한다(Lee *et al.*, 2012). 표현 모형의 제안자는 해당 반박이 타당하지 않다고 생각할 경우, 재반박을 하여 자신의 표현 모형이 왜 좋은 설명 모형인지 주장할 것이다(Schwarz *et al.*, 2009). 이와 달리, 다른 학생의 반박이 타당하다고 생각할 경우 그의 의견을 받아들여 자신의 표현 모형을 포기하거나 수정할 것이다

(Johnson & Stewart, 2002; Windschitl, Thompson, & Braaten, 2008). 이렇게 생성된 표현 모형은 반박이라는 도구를 통해 평가, 수정 또는 거부되며, 모형은 반박을 통해서 계속적으로 정교화 될 수 있다.

여러 과학 교육 연구자들은 학생들이 모형을 평가하고 수정하는 인식론적 실행의 중요성을 강조해왔다(Clement, 2008; Johnson & Stewart, 2002; Justi & Gilbert, 2002; Kang *et al.*, 2012; Kawasaki, Herrenkohl, & Yeary, 2004; Lee & Kim, 2016; Schwarz *et al.*, 2009; Windschitl *et al.*, 2008). 예를 들어 Johnson & Stewart (2002)는 과학의 본질은 설명 모형을 발달, 사용, 수정, 평가해 나가는 데 있으므로 학생들이 이러한 인식론적인 실행에 참여해야 함을 주장하였고, Schwarz *et al.* (2009)는 학생들이 생성한 모형을 수정하거나 추가로 얻은 결과, 데이터에 기반하여 모형을 평가하는 인식론적 실행을 통해 과학적 모형을 이해하는 것이 효과적임을 제안하였다. 또한, Kawasaki *et al.* (2004)은 모형의 생성, 평가, 수정 과정 중 현상기반추론에서 모형기반추론으로 이어지는 학생의 인식론적 실행을 강조하였으며, Han & Kim(2013)은 초등학생들의 모형 평가와 수정을 촉진하는 교사 질문의 역할을 탐색하기도 하였다. 그러나 선행 연구는

\* 교신저자 : 김희백 (hbkim56@snu.ac.kr)  
<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2017.37.1.0155>

과학이 즐거움, 놀라움, 경이로움, 행복함, 긴장, 분노, 두려움을 포함하는 인간 감정과 같이 실행되고 학습된다는 측면이 강조되고 있음에도 불구하고(Sinatra, Broughton, & Lombardi, 2014, p. 415) 학습 과정의 인지적 측면을 주로 고려하고 있다는 한계를 가진다.

모형 구성 과정과 같은 인식적 실행에서 인지적 측면과 더불어 감정적 측면은 학생들의 학습과 실행에 영향을 미치는 생각이자, 수업 상황의 일부로 간주된다(Pekrun, 2000). 특히 학생의 감정은 과학 학습 중 인지, 동기, 행동뿐만 아니라, 정보 처리 과정에도 영향을 미치는데(Boekaerts, 2007), 학생의 인지적 학습에 감정이 연관되어 있으며 인지와 감정을 함께 고려해야 학습을 더 잘 이해할 수 있다고 한다(Immordino-Yang & Damasio, 2007). 그 이유로 인간의 경우 신피질이 변연계로부터 온 감정 정보와 신피질에서 수행하는 인지적 생각과 추론을 모두 고려한 판단을 내리기 때문이라는 것이다(Lee, 2014; Immordino-Yang & Damasio, 2007). 이것은 학생의 인지적 학습 과정에서 감정은 인지와는 구분된 요소로서 학습을 촉진 또는 저해할 것이라 보는 데카르트식의 이분법적 관점과는 상반되는 것이다(Alsop, 2005; Alsop & Watts, 2003). 즉 학습 과정에서 인지와 감정은 서로 얽혀져 있으며 그것들이 서로 상호작용하면서 인식적 실행의 역동이 나타난다(Jaber & Hammer, 2016, p. 205).

최근 과학 교육계는 학생들의 의견 대립에 영향을 미치는 감정의 역할을 연구하였다. 예를 들어 Mercer & Wegerif(1999)는 학생들이 ‘논쟁적 대화’에서 감정적이 되며, 상대방의 의견을 받아들이기 보다는 자신들의 의견을 변함없이 유지하려 함을 보여주었다. Kwon & Kim(2016)은 의견 대립 상황에서 학생들의 인식적 목표가 ‘상대방을 이기는 것’으로 전환되어 자신들의 의견을 계속적으로 유지하려고 하였고, 이러한 상황이 유지되는데 감정이 어느 정도 영향을 끼쳤을 것이라고 제안한 바 있다. 또한, Lin & Hung(2016)은 논변 활동 중 학생들이 감정이 상하면서 감정적 반박을 하게 되는 과정을 설명하기도 하였고, Jaber & Hammer(2016)는 학생들이 과학적 탐구 과정 중 발생할 수 있는 의견 대립 과정에서 유발되는 인식적 감정에 대한 연구를 수행하기도 하였다. 선행 연구의 결과에서 알 수 있듯이 감정이 서로 이견을 드러내는 상황에서 이루어지는 설득 혹은 합의 과정에서 중요하게 작용할 수 있다는 측면에서 모형 구성 과정 중 학생들 서로의 의견이 달라 나타날 수 있는 반박에도 중심적인 역할을 할 것으로 추론해볼 수 있다. 그렇지만 현재 모형 구성 과정 중 학생의 반박과 관련된 감정을 다룬 연구는 거의 없는 실정이다. 그러므로 초등학생의 모형 구성에서 학생이 반박을 하게 되는 맥락을 학생 감정의 측면에서 탐색하고자 한다. 연구 문제는 다음과 같다.

1. 초등학생들의 소집단 모형 구성 과정에서 어떠한 유형의 반박이 어떠한 맥락에서 나타나는가?
2. 학생의 인식적 실행 속에서 인지와 인식적 감정은 어떻게 상호 작용하며 반박에 영향을 미치는가?

## II. 이론적 배경

### 1. 모형 구성 과정에서 학생의 반박

모형 구성 과정에서 학생의 반박은 모형의 발달을 촉진한다는 점에

서 필수적이다. 모형 구성 과정은 처음부터 학생들이 현상을 설명하는 최적의 모형을 생성한다기보다 초기의 초보적인 설명이나 모형을 점진적으로 발달시켜 나가는 과정이라 볼 수 있는데(Forbes, Zangori, & Schwarz, 2015; Johnson & Stewart, 2002), 이 과정에서 반박은 학생이 초기에 생성한 모형을 거부하게 하거나 수정하게 하여 모형을 정교화 하도록 촉진할 수 있기 때문이다(Lee *et al.*, 2012). 그러므로 성공적 모형 구성에는 모형 발달을 촉진하는 계속적 반박이 필요하다.

반박은 논변 활동에서 주로 나타나는 것으로써 상대방이 현상을 설명하기 위한 주장, 증거, 추론을 표현하였을 때, 이에 반대 논변을 시도하는 것이다(Toulmin, 2003). 반박의 구성요소는 크게 상대방의 논변에 대한 반대 주장, 이를 뒷받침하는 근거로 이루어지며 상대방의 주장, 근거, 추론에 대한 반박이 모두 가능하다. 이러한 정의에 기반할 때 예를 들어, 학생이 “네 의견에 동의할 수 없어” 라고만 반대 주장만 나타내면서 상대방의 논변에 반대하는 것은 이를 뒷받침하는 근거가 없으므로 반박으로 보기 어렵다. 한편 이 논문에서 모형 구성 과정은 내재적으로 논변 활동을 포함하고 있다는 선행 연구(Passmore & Svoboda, 2012)에 기반하여, 모형 구성 과정에 나타나는 반박도 논변 활동의 그것과 본질적으로 동일하다는 관점을 지지한다. 그리고 반박은 경쟁 모형을 평가하기 위한 질문을 발달시키기, 경쟁 모형을 평가하고 이를 수정하기 위한 질문 던지기와 같은 모형 발달 과정의 모든 측면에서 나타날 수 있다(Berland & Reiser, 2009).

이후 논변 활동과 관련된 후속 연구는 Toulmin의 관점에서 반박을 주장과 근거의 두 요소로만 바라보기 보다는 이를 뒷받침하는 근거의 특징을 조사하고 이를 통해 반박을 범주화하려는 시도가 이루어졌다(Kuhn, 1991; Lin & Hung, 2016; Pollock, 1987). 특히 Lin & Hung(2016)은 부정적 감정의 측면에서 논변 활동 중 학생들이 어떠한 반박을 사용하여 소모적인 논쟁을 촉발시키는지, 어떠한 반박을 활용하여 생산적인 논변 발달을 이끄는지 탐색하였으며 이에 따른 학생의 반박을 세 가지로 범주화하였다. 첫째, 개인적 공격으로 이루어진 반박이다. 이 반박은 상대방의 능력이나 인격을 공격하여 상대방의 논변에 대해 반대하는 것이다(Pollock, 1987). 예를 들어 어떤 학생이 “윤지의 말은 설득력이 없어. 왜냐하면 윤지는 무능하거든.”라고 반박하는 것은 상대방의 능력을 신뢰하지 않음을 근거로 든 개인적 공격으로 이루어진 반박에 해당한다. 둘째, 개인적 의견으로 구성된 반박으로 개인의 선경험(혹은 지식)이나 조사에 기반해 반대 논변하는 것이다. 예를 들어 어떤 학생이 “윤지가 검은색을 띤 백조도 있다고 했지만 난 그 말에 반대해. 왜냐하면 난 백조 깃털이 하얀색이라고 알고 있거든” 이라고 검증되지 않은 개인의 지식을 근거로 사용하는 것은 개인적 의견으로 구성된 반박이라고 볼 수 있다. 셋째, 과학적 증거로 구성된 반박으로 과학적 이론이나 논문과 같은 신뢰성 있는 자료에 기반해 반대 논변하는 것이다. 이를테면 어떤 학생이 “윤지가 찰흙을 물속에 넣으면 가라앉는다고 했는데 난 그 주장에 반대해. 왜냐하면 찰흙이 부력을 충분히 가질 수 있도록 모양을 만들어 물에 띄우면 물에 뜰 수 있거든” 이라고 검증된 과학적 이론에 근거하여 반박하는 것은 과학적 증거로 구성된 반박에 해당한다.

Lin & Hung(2016)은 학생들이 개인적 공격으로 이루어진 반박, 개인적 의견으로 이루어진 반박의 사용을 통해 서로 감정적으로 논쟁하거나 과학적 지식의 사용을 무시하는 사례를 보여주었고, 또한 이를 중재하여 과학적 증거로 구성된 반박을 사용하도록 이끌 수 있는

교사의 전략들을 제안하였다. 특히 Lin & Hung은 학생이 개인적 공격으로 이루어진 반박을 사용하는 상황이 생산적 논변 활동이 아닌 감정적 논쟁을 이끄는 경우라고 해석했고, 이러한 감정적 대응이 지속되지 않도록 교사가 잘 중재할 필요가 있음을 제안하였다. 그러나 이것은 Lin & Hung의 연구가 학생들이 논변 활동에서 보일 수 있는 감정적 반박의 사례를 설명했음에도 불구하고 감정이 단방향적으로 수준 높은 인지적 과정을 수행하는 데 있어 부정적 영향을 줄 수 있다는 관점에 기반하여 학생 반박을 범주화한 것이라 볼 수 있다. 또한 그들은 학생들이 어떠한 감정적 경험과 인지적 과정을 거쳐 감정적 반박을 사용하게 되었는지를 자세히 설명하지 않았다. 이것은 감정과 인지가 상호작용하여 인간의 행위(즉, 반박)가 나타난다는 측면이 고려되지 않은 것이라 볼 수 있으므로, 이 논문의 연구 결과에서 학생들이 감정과 인지의 상호작용에 의해 나타나는 인식적 역동이라는 측면을 고려한 인지-감정적 반박을 범주화하여 제시하고자 한다.

## 2. 감정과 인식적 감정

“일반적으로 ‘감정’은 기쁨, 슬픔, 두려움, 공포 등 내적 마음의 상태를 총칭하는 단어로 사용”되지만(Kim & Lee, 2016, p. 231), 감정을 정의하는 것은 쉽지 않다(Tomas, Rigano, & Ritchie, 2016; Turner, 2009). 감정은 “보통 ‘느낌’이나 ‘정서’와 같이 폭넓게 정의되는 데”(Turner, 2009, p. 341), 감정의 종류와 범위가 넓고 다양하여 연구자들은 ‘감정’을 생물학적, 문화적, 인지적, 상호 교류적, 행동적 측면 등으로 선택하여 접근하고 있다(Tomas *et al.*, 2016, p. 236; Turner, 2009, p. 343). 예를 들어 특정 학생의 감정적 언어에 의해 유발된 생리학적 충동을 바라보고자 한다면, 연구자는 인간의 신체적 충동에 대한 의식적 느낌을 강조할 것이다(Turner, 2009, p. 341). 만약 특정 연구자가 어떤 상황을 인지적으로 평가한 뒤에 따라오는 감정을 바라보고자 한다면 감정의 인지적 측면이 강조될 것이다.

이 논문에서 소집단 모형 구성 과정에 참여하는 학생의 ‘감정’은 사회적으로 구성된다는 입장을 지지할 것이다. 심리학적 관점에서의 ‘감정’은 육체적 변화가 동반되는 생리학적 ‘느낌’이나 ‘정서’로 정의될 수 있다(Shott, 1979). 한편 사회학적 관점에서는 ‘감정’을 생리학적으로만 다루기보다는 상황에 대한 반응으로써 사람과의 관계 속에서 나타나는 것에 초점을 맞추어, 죄책감, 짜증과 같은 사회화된 감정을 강조한다(Kim & Lee, 2016, pp. 231-232). 특히, Gordon(1981)은 다수 감정의 기원이 인간 생리학에서 온 것이 아니라 인간 사회 속의 형성된 문화에서 온 것이라고 주장한다. “사회의 구성원들은 문화에 사회화되며, 감정 언어, 자율적 신경 시스템 반응, 사회 관계의 유형을 학습해 왔다. 그러므로 감정은 내재적으로 사회적 측면을 포함하며 문화에 의해 나타난다”(Turner, 2009, p. 341). 물론 ‘감정’ 그 자체의 생성이 신체 시스템에서 만들어지는 것이기 때문에 ‘감정’의 생리학적 부분을 간과하고자 하는 것은 아니다. 그러나 모형 구성 과정과 같은 학습 과정이 사회 문화적으로 구성된다는 관점에서(Vygotsky, 1978), 학생들의 모형 구성 과정에서 사회적, 문화적으로 구성되는 감정을 다루기로 한다.

이 논문에서는 모형 구성 과정과 같은 탐구 상황에서 나타날 수 있는 인간의 감정을 사회, 문화적 측면에서의 ‘인식적 감정’이라고 바라본다. 인식적 감정(epistemic affect)이란 탐구 상황에서 발생하는

느낌과 감정을 말하며, 그 감정이 부정적인 것일 때 이를 긍정적인 방향으로 조절하는 것까지 포함하는 것이다(Jaber & Hammer, 2016; Jaber *et al.*, 2015, p. 163). 예를 들어, 자연 현상을 학습하면서 느끼는 즐거움, 학자들끼리의 학문적 상호작용에서 나타나는 감정적 측면, 학습 대상에 대한 감정 이입, 학습 과정 중 나타나는 좌절감이나 두려움 등을 인식하고 조절하는 것(Jaber & Hammer, 2016), 인지적 도전에 직면했을 때의 짜릿함, 논변 활동에서 경험하는 긴장감(Jaber *et al.*, 2015, p. 163) 등을 말한다. 또한, “문제 해결 과정에서 무엇인가 잘못되고 있다고 느낌을 받는 것”도 이에 해당한다고 볼 수 있다(Yoo & Oh, 2016, p. 270). 그리고 이 감정은 인지적 추론과 긴밀히 연결되어 있다고 한다(Immordino-Yang & Damasio, 2007). 인식적 감정은 과학자들이 경험하는 감정이며(DeBellis & Goldin, 2006, p. 136; Feynman, 1999; Lorimer, 2008, p. 377; Plantin, 2004), 학생들도 마찬가지로 탐구 상황에서 이것들을 경험한다(Jaber & Hammer, 2016). 물론 학생들이 모형 구성 과정에서 경험하는 감정이 모두 다 인식적 감정은 아닐 것이다(예를 들어, 수업 중에 배가 고파 부정적 감정이 형성된 것은 탐구라는 인식적 행위에 직접적 연관이 없다). 그러므로 이 논문에서는 탐구 과정에서 벌어지는 인지적 평가 행위와 같은 인식적 활동과 직접적으로 관련된 감정만을 인식적 감정이라 바라볼 것이며, 이것이 어떻게 반박에 관련되는지 살펴볼 것이다.

## 3. 감정의 조절

감정 조절(emotion regulation)은 한 개인이 현재 무슨 감정을 느끼는지를 인식하고, 이에 기반하여 자신의 감정 표현에 영향을 주는 과정이라고 할 수 있다(Gross, 1998, p. 275; Matthews, Zeidner, & Roberts, 2002). 일반적으로 감정 조절은 개인이 부정적 감정을 경험할 때 부정적 감정을 최소화하고 긍정적 감정을 구성하는 시도를 말하는데(Pekrun, 2000), 감정 조절이 가능하다는 것은 인간이 신체 시스템, 자신의 인지적 판단에 의해 유발되는 감정에 지배받기보다 자신의 감정을 인식하고 능동적으로 감정을 관리하며, 그 이후의 자신의 감정 표현을 어느 정도 조절할 수 있음을 의미한다(Boekaerts, 2007).

선행 연구는 학생이 자신의 감정을 의식적, 무의식적으로 조절할 수 있음을 보여주며, 특히 학생들이 수업 중 분노, 화, 좌절감과 같은 감정을 경험하더라도 이를 조절한 사례를 나타내고 있다. Tomas *et al.* (2016)은 학생이 소집단에서 다른 학생에 의해 자신의 의견이 무시당하게 되어 분노와 좌절이라는 감정을 경험한 사례 연구를 보였다. 연구에서 학생은 분노와 좌절감에 나무 막대기를 내려치는 등의 부정적 감정 표현을 보였지만, 자신의 감정과 행동을 재인식하고 자신의 감정을 조절하여 다른 학생들의 활동에 다시 참여하게 되었음을 보고하고 있다. 또한 Kershner *et al.* (2012)은 학생들이 인지적 도전에 직면하여 좌절감이라는 부정적 감정을 경험한 사례를 보였는데, 이 사례에서 학생들은 ‘인내(patience)’ 전략을 사용하여, 부정적 감정을 극복하고 협력적인 태도를 유지해 나가며 학습 목표에 도달하였음을 설명하고 있다. 그러나 우리가 인간의 의식적 노력에 의한 감정적 조절만 강조한 나머지 무의식적, 즉각적인 신체 시스템 기작에 의해 유발되는 감정을 간과하고자 하는 것은 아니다. 다만 무의식적인 신체 시스템 기작에 의해 유발될 수 있는 1차적 감정을(Turner, 2009) 인정하되, 유발된 감정을 인식하고 이를 능동적으로 감정 조절할 수

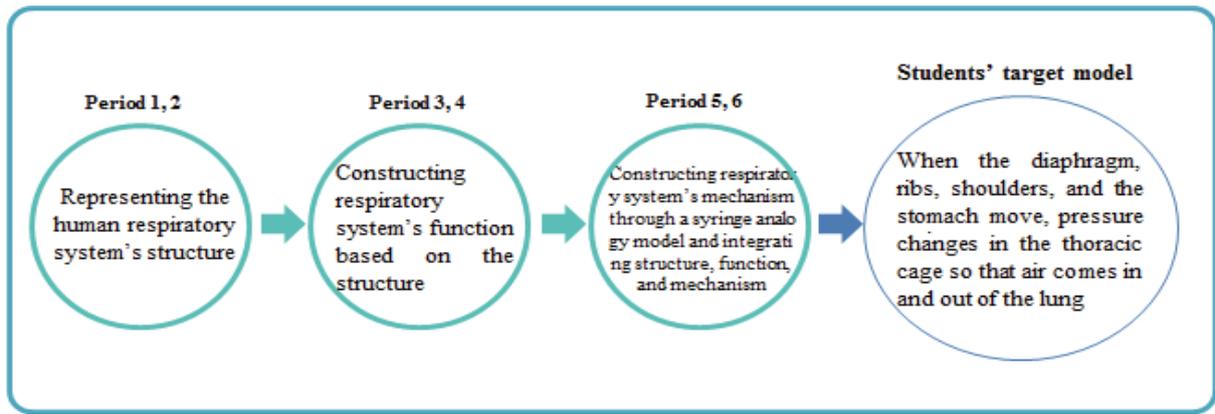


Figure 1. Design of the students' modeling activity on the human respiratory system

있다는 관점을 상정한 가운데 이 논문의 연구 결과를 설명하고자 한다.

### III. 연구 방법

#### 1. 연구 참여자 및 절차

본 연구는 초등학교의 교실 맥락에서 모형 구성 과정에 참여하는 소집단 학생들을 통해 인지-감정적 반박이 나타난 구체적 장면을 탐색하고자 한 사례 연구이다. 2015년 12월 말에서 2016년 2월 초순까지, 겨울 방학을 제외한 약 1 개월 동안 경기도 P 초등학교에서 5학년 '사랑'반(만 11세, 25명)의 모형 구성 과정이 탐색되었는데, '사랑'반 학생들은 총 6개의 소집단으로 구성되었으며 각 소집단은 4-5명으로 이루어졌다. 소집단 학생들은 5학년 2학기 4단원 '우리 몸의 구조와 기능' 수업 중의 한 부분으로 '숨을 쉴 때 우리 몸에서는 어떤 일이 일어날까요?' 라는 소단원에서 호흡 운동 모형을 구성하였다. 수업은 총 6차시, 240분 이었다.

질적 사례 연구의 삼각 검증의 일환으로 모형 구성에서 초등학교생들이 보여주는 인지-감정적 반박에 대한 통찰을 얻기 위해 세 가지 자료를 사용하였다: 1) 감정일지; 2) 모형 구성 수업에 대한 비디오 녹화, 관찰, 필드 노트; 3) 수업 후 학생 인터뷰. 학생들은 수업이 끝날 때마다 감정일지를 작성하였고 해당 수업이 끝난 후에 수업 중 자신들의 겪었던 일, 모형 구성에 대한 어려움, 모형 구성 과정 중 경험한 인식적 감정, 평소 친구들과의 관계를 인터뷰에서 설명했다. 연구자들은 학생 감정일지를 분석하여 핵심적 감정적 모형 구성 사건을 선택하였고, 이 사건은 비디오 녹화본, 관찰, 필드 노트를 사용하여 질적으로 분석되었다. 또한 수업 후 인터뷰 자료는 모형 구성 수업에서 학생들의 특정 인식적 감정이 나타나게 된 원인을 분석하기 위해 사용되었다. 종합하면, 호흡 운동 모형 구성 중 나타난 인지-감정적 반박을 이해하기 위해 위 세 가지 자료를 통해 학생의 감정을 분석하였다.

본 연구는 감정일지, 비디오 녹화본, 사후 인터뷰 자료를 사용하여 학생의 인지-감정적 반박이 잘 드러난 사례를 보여주는 대표 소집단으로써 2, 6조의 사례를 보일 것이다. 2, 6조를 대표 소집단으로 선정한 이유는 2조의 경우, 학생들이 서로 감정적 대립을 계속적으로 유지하는 논쟁적 상황을 잘 드러낸 반면, 6조는 학생들 서로 협력적 모형 구성을 위해 서로의 감정을 조절하는 모습을 잘 보여준다고 판단하였기 때문이다. 또한 2, 6조는 감정적 사건 중에 반박을 하는 모습을

계속적으로 보여주었기 때문에 이들의 사례를 통해 감정과 인지의 상호작용에 의한 반박 사례를 잘 보여줄 수 있을 것이라 판단하였다.

#### 2. 수업 설계

본 연구에서 5학년 '사랑'반 학생들은 '호흡 운동 모형' 구성 수업에 6차시 동안 참여하였다(Fig. 1). 본 수업은 복잡계 이해를 위해 학생의 추론을 도울 수 있는 S-B-F framework(Hmelo-Silver *et al.*, 2015; Liu & Hmelo-Silver, 2009, 2010)가 수정된 S-F-M 틀이 사용되었고, 이를 통해 학생들의 호흡 운동 모형 구성이 이루어지도록 수업이 설계되었다. 이 논문에서 S(structure)는 호흡 기관의 구조로써 '코, 기관, 기관지, 폐, 횡격막 등을 표상할 수 있음'을 말하며, F(function)는 호흡 운동의 기능으로써 '들숨과 날숨 때 공기가 폐의 안과 밖으로 이동함'을 구성할 수 있음을 의미한다. 또한 M(mechanism)은 호흡 운동의 기작으로써 '흉강 내의 압력차로 인해 공기가 이동할 수 있음을 구성할 수 있음'을 의미하며, S-F-M은 학생의 목표 모형으로써 '횡격막, 늑간근 등이 움직여 폐의 안과 밖의 압력차가 변하면서 공기가 폐 속으로 들어오거나 이동할 수 있다'는 통합된 설명의 구성을 의미한다. 연구자들은 대한민국의 공립 초등학교 5학년 학생을 대상으로 추상적인 압력 개념 사용이 포함된 호흡 운동 모형 구성이 쉽지 않을 수도 있음을 합의한 상태에서, 호흡 운동의 구조, 기능, 기작을 단계별로 구성할 수 있도록 하여 그들의 인지적 부담을 덜어주려 하였다. 또한 초등학교생의 경우 자신들의 의견, 생각을 표상으로 나타내고 말로 표현하는 것에 있어서 충분한 시간이 필요하다는 현장 교사들의 의견에 따라 학생들이 시간에 쫓겨 서둘러 호흡 운동 모형 구성을 마무리 하지 않도록 6차시의 수업으로 호흡 운동 모형 구성 수업이 설계 되었다.

1-2차시 수업은 학생들이 '호흡 운동 모형'의 구조를 표현하도록 설계되었다. 학생들은 코, 기관, 기관지, 폐와 같은 호흡 기관을 구조로써 표현할 수 있도록 안내되었다. 학생들은 4절 도화지, 네임펜, 유성 매직펜을 사용할 수 있고, 5학년 2학기 과학 교과서 116-117 페이지를 참고하여 호흡 운동 기관을 표현할 수 있도록 설계되었다.

3-4차시 수업은 학생들이 '호흡 운동 모형'의 기능을 구성할 수 있도록 설계되었다. 학생들은 코, 기관, 기관지, 폐의 기능, 사람이 숨을 들이 마실 때 공기는 몸 밖에서 어느 기관을 거쳐 이동하는지, 숨을 내실 때 공기는 몸 안에서 어느 기관을 거쳐 이동하는지 토의하도록 안내되었다. 그리고 토의한 내용은 호흡 운동 구조를 그린 4절

도화지에 그림 또는 말로 표현될 수 있도록 하였다.

5-6차시 수업은 학생들이 ‘호흡 운동 모형’의 원리(기작)를 설명하도록 설계되었다. 교사는 5차시 수업에 앞서 ‘주사기’를 각 소집단에 나누어 준다. ‘주사기’는 학생들이 호흡 운동 원리 구성을 도울 수 있는 도구로 제공될 수 있도록 했다. ‘주사기’는 인간 폐를 상징하는 ‘비유 모형’이며, 주사기 피스톤을 밀고 당길 때 압력의 세기를 직접 느껴볼 수 있어 공기가 이동할 수 있는 핵심 이론인 ‘압력’을 호흡 운동 원리에 적용할 수 있도록 촉진하는 도구로 사용된다. 학생들은 2015년 9월, 5학년 2학기 1단원 ‘날씨와 우리 생활’에서 ‘고기압’과 ‘저기압’을 학습하며 공기 이동 원리를 이미 이해한 상태였기 때문에, 그들이 ‘압력’을 호흡 운동 원리에 적용할 수 있다고 판단하였다. 학생들은 호흡 운동의 원리가 ‘흉강의 압력이 상대적으로 변화함에 따라서 공기가 폐 안에서 밖으로, 폐 밖에서 안으로 이동할 수 있다’는 ‘압력’ 기반의 설명을 구성하도록 안내되었다. 5-6차시에서도 학생들이 호흡 운동 구조와 기능이 이미 표현된 4절 도화지에 호흡 운동 원리를 표현할 수 있도록 했다(Fig. 2).



Figure 2. A students' representation of the human respiratory system

모든 차시는 소집단 활동으로 이루어지며 모형 구성 과정에서 학생들은 자유롭게 서로의 논변을 주장과 근거를 들어 펼치도록 안내된다. 이것은 학생들이 소집단에서 자유롭게 서로의 논변에 대한 반박이 일어나도록 하기 위함이다.

### 3. 데이터 자원과 분석

감정일지는 학생의 감정을 확인할 수 있는 신뢰성 있는 자가 기록 방법 중 하나다 (King et al., 2015; Tomas et al., 2016), 본 연구에서 감정일지는 학생들이 수업동안 경험한 가장 핵심적인 감정을 기록한 것이다. 학생들은 수업이 끝날 때마다 감정일지를 작성하였으며 이는 두 부분으로 나뉜다. 첫 번째 부분은 8개의 감정 예시를 포함하고 있으며(즉, 흥분됨, 즐거움, 지루함, 분노, 불안, 좌절, 짜증, 실망), 학생들은 8개의 감정 예시 중 하나를 선택하여 자신이 경험한 감정을 나타낼 수 있었다. 그리고 비교란이 있어 8개의 예시 감정 이외의 것을 경험하였을 경우 해당 감정을 쓸 수 있는 칸이 주어졌다(예를

들어, 당황, 두려움, 수치심, 긴장 등). 각 예시는 학생들이 경험한 감정을 말로 잘 표현할 수 있도록 돕기 위함이었다. 그리고 8개의 감정 예시는 학생들에게 평소 수업 시간에 어떠한 감정을 경험하는지 물어보아 예시로 만들어졌다. 학생들은 수업 중 경험한 핵심적 사건을 떠올리며 그 때 경험한 감정 중 하나를 선택하였다. 두 번째 부분은 학생들이 해당 감정을 경험하였을 때 무엇을 하고 있었고, 무슨 상황이었으며, 무엇 또는 누군가에 의해 특정 감정을 경험하였는지에 대한 간략한 설명을 작성하는 것을 포함한다.

감정일지를 작성하기 전, 교사는 학생들에게 감정일지에 대해서 설명하였다. 먼저 8개의 감정 예시는 하나씩 설명되었고 학생들은 예시에 대해서 서로 잘 이해했는지 공유할 수 있도록 어떠한 상황에서 특정 감정을 기록해야 하는지 토의하는 시간을 가졌다(예를 들어, 나는 짜증이 났어. 왜냐하면 내가 말할 때 계속 끼어들었잖아). 그 이후 학생들은 특정 감정에 대해 표현하는 것을 연습하였다. 이것은 학생들이 온전히 자신이 경험한 감정을 잘 표현하는 것을 돕기 위함이었다.

연구자들은 소집단별로 감정일지를 분류하였고 이를 귀납적으로 검토하여 각 소집단에서 벌어진 반박과 관련된 감정 사건이 무엇인지 확인하였다. 그리고 해당 사건은 비디오 녹화본, 수업 관찰, 필드 노트, 수업 후반 인터뷰에 의해 삼각 검증되어 데이터의 신뢰성과 타당성을 확보하였다.

총 6차시 수업의 비디오 녹화본은 감정일지 데이터를 보완한다. 비디오 카메라는 소집단 학생들의 반박에 대한 상호작용을 관찰하기 위해 설치되었다. 비디오 카메라는 학생들의 표정이나 몸짓을 잘 포착할 수 있도록 설치되어 비디오 녹화본을 통해 걸로 드러난 학생들의 감정을 확인할 수 있도록 하였다. 비디오 데이터의 질적 분석은 감정일지 데이터에서 검토되었던 인식적 감정적 사건을 중심으로 이루어졌다. 학생들의 감정 표현(예를 들어, 화를 냄, 즐거위함), 얼굴 표정(예를 들어, 짜증을 내는 표정), 감정적 목소리(예를 들어, 웃음, 흥분한 목소리), 몸짓(예를 들어, 갑자기 책상을 치는 것), 행동(예를 들어, 갑자기 다른 소집단으로 이동하는 것)과 같은 감정적으로 유의미한 상호작용이 분석되었다. 이것은 학생-학생 상호작용에서 매순간의 감정적, 개념적 인식적 역동을 탐색하고 그 신뢰성을 확보하기 위한 질적 비디오 분석의 일환이었다(Jordan & Henderson, 1995; Sidnell & Stivers, 2005).

연구자는 수업 후반부에 소집단별로 반구조화된 인터뷰를 수행하였는데, 인터뷰 전에 인터뷰를 위한 질문을 작성하기 위해 학생들의 감정일지, 비디오 녹화본, 수업 관찰, 필드 노트 자료를 참조하였다. 질문은 학생들의 수업에 대한 인식, 경험(예를 들어, 호흡 운동 모형 구성에서 어떤 부분이 어려웠는지), 다른 학생들과 협력에 대한 질문(예를 들어, 호흡 운동 모형 구성을 위해 다른 학생들과 서로 주장과 근거를 통해 더 나은 설명을 만들 수 있었는지), 인식적 감정과 감정일지에 대한 질문(예를 들어, 감정일지에 ‘짜증’이 났었다고 작성했는데, 짜증이 났던 상황과 그 이유에 대해서 좀 더 자세히 설명해줄 수 있나?) 이었다. 연구자들은 학생들이 작성한 감정일지, 비디오 녹화본 분석, 반구조화된 인터뷰를 통해 학생들의 인식적 감정과 인지의 상호작용을 통해 어떠한 반박이 나타나게 되었는지 탐색할 수 있었다.

연구자들은 모형 구성 과정 중 학생들이 경험하는 인식적 감정과

인지의 상호작용이 일어나는 맥락에서 학생의 반박을 다음의 기준에 따라 범주화하였다. 첫째, 학생의 반박은 반대 주장과 근거를 포함하고 있어야 한다. 예를 들어, “그 주장은 틀렸어” 라고 근거를 포함하지 않고 반대 주장만 나타낸 경우는 반박으로 보지 않는다. 둘째, 근거는 상대방의 설명을 향한 수정, 거부를 포함하여야 한다. 이를테면, “그 설명에 이러한 내용을 추가하면 어떨까?” 라고 하며 상대방의 설명에 대한 수정, 거부라기보다 다른 설명이나 추가적인 요소를 제안하는 경우는 반박이라 보지 않는다. 마지막으로, Lin & Hung(2016)의 연구를 참조하여 근거의 특징을 모형 구성 과정 맥락에 맞게 범주화한다. 그리고 연구자들은 각 반박이 나타나게 된 인식적 감정과 인지적 과정까지 모두 고려하여 최종적으로 학생의 반박을 범주화하였다. 학생 반박은 수업 초반보다는 후반 단계인 호흡 운동 원리 구성(즉, 5-6차시)에서 주로 많이 나타난 것을 바탕으로 해당 차시에 나타난 학생 반박의 사례를 제시할 것이며, 학생 반박의 유형은 연구 결과에서 설명하고자 한다.

## IV. 연구 결과

### 1. 학생들의 인지, 감정적 반박

지속적 반복적 비교 방법(Corbin & Strauss, 2014)에 따라, 감정일지, 비디오 녹화본, 필드 노트, 학생 인터뷰 자원들이 귀납적으로 분석되었고 이를 통해 호흡 운동 모형 구성 과정에서 나타나는 학생들의 반박을 세 가지로 범주화할 수 있었다. 첫째, **정교화형 반박**으로 상대방의 설명에 결함이 있다고 판단될 때 이를 거부하거나 수정하고자 하는 목적에서 사용될 수 있다. 이것은 과학적 증거로 구성된 반박(Lin & Hung, 2016)과 유사하다. 예를 들어 어떤 학생이 “주사기 안에 공기가 빠져 나가게 되는 원리는 주사기 피스톤을 손으로 힘을 주어 밀어서 공기를 내보낼 수 있게 되는 거야” 라고 설명했다고 하자. 이 때 상대 학생은 “주사기 피스톤을 힘으로 밀어서 공기가 빠져 나갈 수 있게 되는 것이 아니라 주사기 안과 밖의 기압차로 인해 공기가 빠져 나가게 되는 거 아니야?” 라고 상대방의 현상 기반 추론을 거부

하는 모형 기반 추론에 의한 정교화형 반박을 사용할 수 있다. 둘째, **방어형 반박**으로 상대방의 설명이나 제안을 거부하기 위해서 사용될 수 있다. 예를 들어 어떤 학생이 “호흡 운동 원리 구성에서 뇌가 하는 역할도 포함시켜야 해. 왜냐하면 숨쉬는 것은 뇌가 조절하니까” 라는 제안을 했다고 하자. 이 때 상대 학생은 “호흡 운동 원리를 설명하는 것이지 뇌의 원리까지 설명하는 건 아니야. 받아들이지 않겠어” 라는 상대방의 제안을 고려하지 않겠다는 방어형 반박을 사용할 수 있다. 셋째, **비난형 반박**은 상대방의 설명에 관한 것이 아닌 사람에 대한 비난이라고 볼 수 있으며, 사람에 대한 비난을 통해 상대방의 설명 전체를 폄훼하려는 목적을 가지고 사용될 수 있다. 이것은 개인적 공격으로 이루어진 반박(Lin & Hung, 2016)과 유사하다. 예를 들어 어떤 학생이 상대방의 설명을 들은 뒤에 “네 말은 틀렸어. 왜냐하면 너는 이전부터 이상한 이야기만 주로 해왔잖아. 믿을 수 없어” 라고 하며 상대방의 인격을 낮추면서 상대방의 설명의 타당성과 신뢰성을 떨어뜨리는 비난형 반박을 사용할 수 있다. 이 논문에서는 정교화형 반박, 방어형 반박, 비난형 반박이 모형 구성 과정 중 어떤 맥락에서 어떻게 사용되었는지, 그 과정에서 학생의 인식적 감정과 인지가 어떻게 상호작용하며 학생들의 반박이 나타나게 되었는지 탐색하고자 한다.

### 2. 정교화형 반박

정교화형 반박이 나타난 사례로 6차시에 일어난 소집단 2조 ‘영리’, ‘뽕뽕’, ‘명석’이의 담화를 제시하고자 한다(Table 1). 소집단 2조 학생 모두는 감정일지에 6차시에 경험한 그들의 감정을 ‘즐거움’이라는 단어로 기록하였다. 그 이유로 ‘영리’는 ‘모형 구성 초반에는 힘든 점이 있었지만 점점 힘이 들지 않게 되어서’, ‘뽕뽕’이는 ‘처음에는 서로의 의견이 맞지 않았지만 점점 하다 보니 좋은 설명을 만들어 낼 수 있어서’, ‘명석’이는 ‘점점 서로 말이 잘 통하게 되어서’ 라고 기록하였다. 연구자들은 이것을 학생들이 모형 구성 과정 후반부에는 긍정적인 인식적 감정을 경험하였으나 그 전까지는 부정적인 인식적 감정을 경험하였음을 암시하는 것이라 판단하였고, 이러한 인식적 감정과 학생들의 정교화형 반박이 어떻게 상호작용하는지 녹화본을

Table 1. Discourse from small group 2 (Period 6)

행	학생	담화 내용	특징
1	영리	자, 봐봐[주사기 피스톤을 밀면서]. 이렇게 (손으로 피스톤에) 힘을 주면 공기는 (주사기) 안에서 밖으로 나가.	초기 설명
2	뽕뽕	[높은 톤의 목소리로] 아니야. (주사기 피스톤에) 힘을 가해서 (주사기 속) 공기가 (주사기 밖으로) 나가는 게 아니야. 누가 바람을 (힘으로) 밀어서 바람이 부는 게 아니잖아.	정교화형 반박
3	영리	아, 뭐래? [인상을 찌푸리며 조그만 목소리로 짜증난 듯이] 그러면 (주사기) 밖으로 공기가 나가는 것을 어떻게 설명해? (손으로) 힘을 주어서 (주사기 속에) 공기를 밀어내는 거. 이렇게 (주사기 피스톤을) 힘으로 밀면 공기가 나가잖아 [주사기 피스톤을 조작하며].	정교화형 반박
4	명석	[영리가 주사기 피스톤을 조작하는 모습을 바라보며 높은 톤의 목소리로 대화에 개입함] (주사기) 피스톤을 밀고 당기는 것은 (주사기 속의 기압을) 고기압, 저기압 상태로 만들어 주기 위한 거 아니냐?	정교화형 반박
5	영리	음... [턱을 괴면서 미간을 찌푸림]	
6	명석	[높은 톤으로] (인간이) 숨을 들이마시고 내쉬는 게 우리 몸이 공기를 (밖으로 이동시키기 위해) 힘으로 미는 게 아니잖아. 쌔미 폐는 근육이 없다고 했어.	정교화형 반박
7	뽕뽕	[웃으면서] 결국은 공기가 들어오고 나가는 이유를 설명하는 거. (주사기) 피스톤을 밀었어. 주사기 안이 고기압이 돼. (그래서) 공기가 나가. (주사기) 피스톤을 당겼어. 주사기 밖이 고기압이 돼. (그래서) 공기가 들어와.	정교화된 설명
8	영리	(뽕뽕이의 정교화된 설명을 수용한 뒤) 그런데 이거 고정되어 있는 상태는 아니야. (주사기) 피스톤이 계속 움직이면 공기가 (주사기 안, 밖으로) 들어오잖아.	정교화형 반박
9	뽕뽕	[미소 지으며] 이걸 어때. (주사기) 피스톤을 밀면 순간 순간 (주사기 속) 기압이 바뀌면서 공기가 들어온다.	더 정교화된 설명

통해 탐색하고자 하였다. 답화 설명 전 소집단 2조 학생들에 대한 간단한 소개를 하고자 한다. ‘영리’는 여학생으로 ‘사랑’반에서 과학 학업 성적이 가장 우수한 학생이며 발표력이 뛰어나 자신의 의견을 학생, 선생님에게 명확하게 표현하는 능력이 뛰어나다. ‘똥똥’이는 남학생으로 과학 과목을 좋아하며 평소 쉬는 시간에 과학 관련 잡지를 탐독하기도 하며 선생님에게 과학과 관련된 질문을 자주 할 정도로 과학에 대한 호기심이 많다. ‘명석’이는 남학생으로 과학 학업 성적이 뛰어나며 평소 수업 중 심층적인 질문을 던지거나 깊이 있는 이해를 발표를 통해 드러내는 모습을 자주 보여주었다. 답화는 6차시 중 호흡 운동 원리 구성 과정에서 나타난 것으로 학생들은 주사기 비유 모형을 조작하면서 더 나은 원리 구성을 위해 서로의 설명, 반박을 반대 논변하거나 수용하는 모습을 보이면서 호흡 운동 원리를 정교화 해 나갔다.

모형 구성 과정 중 정교화형 반박이 나타난 사례를 통해 학생들의 인식론적 실행 속에서 인식적 감정과 인지적 측면이 어떻게 상호작용하고 있는지를 설명하고자 한다. 먼저 ‘영리’는 호흡 운동 원리 설명을 위해 주사기 비유 모형을 조작하면서 공기가 이동할 수 있는 원리는 피스톤을 통해 공기를 밀어내는 것이라고 설명하였다(행 1). 이 설명을 들은 ‘똥똥’이는 ‘영리’의 설명이 현상을 잘 반영하지 못한다고 생각하고 부정적 인식적 감정을 가지게 된 것으로 보인다. 부정적 인식적 감정은 다른 사람의 아이디어에 대한 좋고 싫음을 포함하는데 (Bellocchi *et al.*, 2014, p. 1303), 행 2에서 ‘똥똥’이는 높은 톤의 목소리로 “아니야”라는 언급을 통해 ‘영리’의 설명에 대한 부정적 감정을 표현하였기 때문이다. 그래서 ‘똥똥’이는 ‘영리’의 설명으로 인해 유발된 부정적 인식적 감정에 의해 ‘바람이 부는 것이 공기를 힘으로 밀어서 부는 것이 아니듯 주사기 안의 공기도 피스톤에 힘을 가해서 공기가 밖으로 나가는 것이 아니야’ 라는 정교화형 반박을 사용하게 되었다(행 2). ‘똥똥’이의 정교화형 반박으로 인해 ‘영리’도 부정적 인식적 감정을 경험한 것으로 생각된다. 행 3에서 ‘영리’는 인상을 찌푸리며 짜증난 듯이 “아, 뭐래”라고 말하며 ‘똥똥’이의 정교화형 반박에 대한 불편한 감정을 표현하였기 때문이다. 이것은 ‘영리’가 ‘똥똥’이의 정교화형 반박 내용에 대한 부정적 평가를 내렸다는 것을 의미하며 이에 따라 ‘영리’는 다시 “이렇게 (주사기 피스톤을) 힘으로 밀면 공기가 나가잖아” 라는 정교화형 반박을 사용하여 ‘똥똥’이의 정교화형 반박을 재반박했다(행 3). 그런데 ‘똥똥’이만 ‘영리’의 초기 설명에 동의하지 않은 것은 아니었다. 행 4에서 ‘명석’이도 “피스톤을 밀고 당기는 것은 고기압, 저기압 상태로 만들어 주기 위한 것 아니냐”라는 높은 톤의 목소리로 자신의 부정적 감정을 드러내며 정교화형 반박을 통해 ‘영리’의 설명에 대한 반론을 제기하였다. 이것은 ‘명석’이도 ‘영리’의 설명에 대한 부정적 평가를 내리고 부정적 인식적 감정을 경험하였기 때문에 위와 같은 정교화형 반박을 사용한 것이라 볼 수 있다.

‘영리’는 ‘똥똥’이와 ‘명석’이의 연속적인 정교화형 반박 사용이 자신을 향한 부정적 제재를(Thamm, 2004; Turner, 2009) 가하는 것이라 여기고 이에 따른 부정적 인식적 감정을 경험한 것으로 생각된다. ‘영리’는 행 5에서 불편한 감정의 일환으로 “음...” 이라고 말하며 턱을 괴면서 미간을 찌푸린 행동을 보였기 때문이다. 이 상황에서 ‘명석’이는 추가적으로 ‘영리’를 설득하기 위해 ‘폐는 근육으로 이루어져 있지 않기 때문에 폐가 근육을 움직여 공기를 힘으로 밀어낼 수 없어’

라는 정교화형 반박을 사용하였고(행 6), ‘똥똥’이는 지금까지 나타난 정교화형 반박 내용을 종합하여 공기의 이동 원리는 기압차에 의한 것이라는 정교화된 설명을 소집단에게 설명하였다(행 7). 이러한 ‘똥똥’이와 ‘명석’이의 행위는 ‘영리’가 자신의 설명을 포기할 수 있도록 도운 것으로 여겨진다. 왜냐하면 ‘영리’는 ‘똥똥’이의 정교화된 설명(행 7)을 들은 뒤 ‘우리가 설명하고자 하는 호흡 운동 원리는 정적인 상태를 말하는 것이 아니다’(행 8) 라는 정교화형 반박을 사용하였는데 이는 ‘영리’가 ‘똥똥’이의 정교화형 반박을 수용한 상태에서만 말할 수 있는 반박 내용이었기 때문이다. 즉 이것은 ‘영리’가 자신의 설명을 포기하고 ‘똥똥’이의 정교화된 설명을 받아들였기에 가능한 일이었다고 생각된다. 또한 이것은 ‘영리’ 자신이 ‘똥똥’, ‘명석’이의 정교화형 반박에 의해 느꼈던 부정적 인식적 감정을 어느 정도 조절하였기에 가능한 일이라 볼 수 있다. 그 뒤 ‘똥똥’이는 즉시 ‘영리’의 정교화형 반박을 수용하였고 최종적으로 호흡 운동 원리에 대한 더 정교화된 설명이 소집단 내에서 구성될 수 있었다(행 9). 위 사례는 학생이 모형 구성 과정이라는 인식적 실행을 경험하면서 느낄 수 있는 부정적 인식적 감정과 정교화형 반박 사용이 서로 얽혀 있음을 보여주는 것이다. 사후 인터뷰에서도 학생들은 6차시 마지막에 이르러서 ‘즐거움’이라는 인식적 감정을 경험하기 전까지는 상대방의 설명, 정교화형 반박이 마음에 들지 않아 유발된 부정적 감정을 드러냈을 뿐만 아니라, 연속적인 반박 직면으로 부정적 제재를 받은 것 같아 경험하게 부정적 감정까지도 언급하였다(인터뷰 1, 2).

연구자: 질문할게요 그럼 안 좋은 감정으로 인해 호흡 운동 모형 구성하기 힘들었습니까?

똥똥: 처음에는 좀 어려웠는데 두 번째 할 때는 같이 해가지고 오히려 별로 안 힘들었고 말도 잘 통하고. 그러니까 뜻이 뭇쳤다고 해야 하나. 뜻이 잘 맞아가지고 그래도 두 번째 할 때는 그래도 괜찮았어요.

명석: 처음에는 좀 안 맞으니까 좀 싸우고 했지만.

똥똥: 점점 하다보니까 뜻이 하나가 되고 하다 보니, 잘 되었어요.  
인터뷰 1, 2016. 02. 02.

연구자: 반박을 당하거나 하는 게 두렵지는 않았어요?

똥똥: 두렵지는 않은데 반박 당하면 기분이 좋진 않았어요.

영리: 처음에는 기분이 나빠서 말을 안 하기도 했어요.

연구자: 그럼 어느 정도 감정이 상하더라도 모형 구성을 못할 정도로 감정이 상한 건 아닌가요?

똥똥: 네.

영리: 뭔가 싸운 것 같아서 기분이 안 좋긴 했는데 그래도 더 좋은 설명이 나오니까.

똥똥: 저도 처음에는 좀 짜증났었는데 이야기하면서 뜻도 맞고 뭔가 더 나아지는 것 같아서.

인터뷰 2. 2016. 02. 03

### 3. 방어형 반박

방어형 반박이 나타난 사례로 6차시, 소집단 6조의 ‘성실’, ‘충실’, ‘명랑’, ‘쾌활’이의 답화를 제시하고자 한다(Table 2). 소집단 6조의 학생 모두는 6차시 수업 때 경험했던 감정을 그들의 일지에 ‘짜증’이라고 기록했다. 특히 ‘성실’이는 짜증이 난 이유로 ‘명랑’이와 ‘쾌활’이 (소집단에서 모형 구성을 위한) 대화를 방해하거나 쓸데없는 짓을

했기 때문'이라고 하였다. 그래서 연구자들은 감정일지에서 '짜증'으로 표현되는 부정적 감정과 인지적 과정의 상호작용을 통해 학생들의 방어형 반박이 어떻게 나타나게 되었는지를 탐색하였다. 그러기에 앞서 소집단 6조 학생에 대한 간략한 설명을 하고자 한다. '성실'이는 여학생이며 평소 성실하고 과학 공부를 열심히 하려고 노력하는 학생이다. 그녀는 수업 시간 중 발표할 기회가 있을 때 수줍어하며 머뭇거리기 보다는 당당하게 발표를 하려고 노력하는 편이다. '충실'이는 '성실'이와 친한 사이이며 수업 시간 외에도 '성실'이와 함께 지내는 편이었다. '충실'이의 과학 학업 성적은 좋은 편은 아니었지만 '성실'이가 하는 모습을 배우려고 노력하며 수업 태도가 좋은 편이었다. '명랑'이는 남학생이며 과학 학업 성적이 좋은 편이다. 그런데 수업 시간 중 선생님을 당황하게 하는 질문을 많이 하는 편이며(예를 들어, 선생님, 왜 '성실'이는 저한테만 뭐라고 할까요? 다른 애들한테는 아무 말도 안하거든요 억울해요), 수업 시간에 장난을 많이 치기도 하여 '성실'이와 '충실'이는 '명랑'이를 좋아하지 않는 상태였다. '쾌활'이는 남학생이며 과학 학업 성적이 좋지 않은 편이다. '쾌활'이는 '명랑'이랑 친하며 평소 수업 시간에 '명랑'이와 함께 장난을 많이 쳐 '성실'이와 '충실'이를 방해한 적이 잦았다.

위의 방어형 반박의 사례에서 학생들의 인식적 감정 역동을 통해 그들이 어떻게 상대방의 제안을 방어형 반박을 통해 거부해 나가는지 설명하고자 한다. '명랑'이는 '성실'과 '충실'이가 주사기 피스톤을 조작하면서 호흡 운동 원리를 구성해 나갈 때 그들의 원리 구성에 도움이 되고자 "여기 주사기 앞(입구)을 (손가락으로) 막으면 피스톤이 안 당겨지잖아. (마찬가지로) 우리 입하고 코하고 다 막으면 (공기가 이동하지 못하기 때문에) 숨을 못 쉬는 거 아니야? (이 점을) 생각해봐." 라고 제안했다(행 12). 이렇게 '명랑'이가 주사기 비유 모형을 '성실', '충실' 으로부터 뺀 행동을 통해 주의를 환기시키며 '성실', '충실'이의 대화에 참여하려고 한 것은, '성실', '충실'이의 설명에 부족한 점이 있다고 판단하여 이로 인한 부정적 인식적 감정이 생성되었고 이 감정으로 인해 하나의 제안을 드러낸 것이라 볼 수 있다.

이 때 '성실'이는 '명랑'이의 제안에 의한 부정적 감정이 형성된 것으로 생각된다. 이는 상호 의례 이론(Collins, 2004, 2008)으로 설명

될 수 있다. 상호 의례 이론의 관점에서 인간은 공동의 목표를 위해 공동체의 결속을 유지하려 하며 이를 위한 공동의 긍정적 감정을 유지하려고 한다고 한다. 예를 들어 인간은 상대방의 말에 귀를 기울이기, 상대방의 작업을 돕기, 상대방에게 긍정적 감정을 표현하는 의례적 행위를 통해 공동의 긍정적 감정을 유지하려 한다는 것이다. 반면 공동체 내에서 긍정적 감정을 유지하기 위한 의례적 행동이 나타나지 않을 경우 공동체의 긍정적 감정이 줄어들게 되며 이는 개인의 긍정적 감정의 하락을 가져오게 된다고 한다(Tomas *et al.*, 2016, pp. 245-251). 그러므로 긍정적 감정의 유지를 위해서는 서로가 긍정적 감정 유지에 도움이 될 것으로 기대되는 의례적 행동을 계속 주고받는 상황이 이어져야 한다. 위 사례에서 '성실'이는 '명랑', '쾌활'이 전까지 소집단 호흡 운동 모형 구성에 적극적으로 참여하지 않는 것(즉, 명랑이와 쾌활이는 서로 장난을 치거나 성실이와 충실이의 행동을 방해하는 모습을 계속 보여왔음)에 대해서 공동체의 결속을 유지하려 하지 않는 행위라는 부정적 판단을 내렸고 이로 인한 부정적 감정이 형성되게 되었다. 이러한 부정적 감정을 유지한 상태에서 '성실'이는 행 12의 '명랑'이의 제안을 소집단에 도움이 될 수 있는 긍정적 감정을 향상시키는 의례적 행동이라고 여기지 않았던 것으로 생각된다. 그렇기 때문에 '성실'이는 행 13에서 '명랑'에게 높은 톤의 목소리로 소리를 화를 내며 "주사기 앞을 (손가락으로) 왜 막아. 지금 숨 쉬는 거 이야기하는 거 모르냐?"와 같은 방어형 반박을 사용하여 자신의 불편한 감정을 표현하였다고 볼 수 있다. 또한 행 17-18에서도 '쾌활'이의 제안에 대해 '성실'이가 방어형 반박을 사용해서 거부하는 모습을 보여주었다. 이것은 '성실'이가 탐구 상황에서 '명랑', '쾌활'의 제안을 여전히 긍정적 감정을 높일 수 있는 의례적 행위가 아닌 가벼운 장난의 연장선(즉, 긍정적 감정을 줄이는 행위) 정도로 파악한 것이며, 이러한 감정 하에 '성실'이는 자신의 설명 체계를 방어하고 자신들의 설명 체계에 '명랑', '쾌활'이 참여할 수 있는 여지를 거부하기 위한 방어형 반박을 사용하였다고 해석된다.

사후 인터뷰에서도 '성실', '충실'이는 '명랑', '쾌활'의 행동이나 말을 공동체의 결속을 해칠 수 있는 부정적 행위로 인식했고, 그들이

Table 2. Discourse from small group 6 (Period 6)

행	학생	대화 내용	특징
10	성실	[주사기 피스톤을 조작하면서 충실이를 향하여] 충실아, 이렇게 주사기 피스톤을 (바깥쪽으로) 당길 때가 주사기 밖(의 기압)이 고기압이잖아. 그러면 안(의 기압)은?	
11	충실	(주사기) 안은 저기압이고 공기는 (주사기) 밖에서 (주사기) 안으로 들어와.	
12	명랑	[성실이와 충실이를 계속 지켜보고 있다가 성실이가 가지고 있는 주사기를 뺏어서 주사기 피스톤을 조작하면서] 여기 주사기 앞(입구)을 (손가락으로) 막으면 피스톤이 안 당겨지잖아[손가락으로 주사기 입구를 막고 피스톤을 당기면서]. (마찬가지로) 우리 입하고 코하고 다 막으면 (공기가 이동하지 못하기 때문에) 숨을 못 쉬는 거 아니야? (이 점을) 생각해봐.	다른 측면의 현상 제시와 이에 대한 호흡 운동 원리 제안
13	성실	[명랑에게 높은 톤의 목소리로 화를 내며] 주사기 앞을 (손가락으로) 왜 막아. 지금 (숨을 못 쉬는 상황이 아닌) 숨 쉬는 거 이야기하는 거 모르냐?	방어형 반박
14	쾌활	[성실이와 명랑이의 말을 듣고 있다가 주사기 입구를 손가락으로 완전히 막지 않은 상태로 주사기 피스톤을 당기며] 주사기 앞을 조금 (손가락으로) 열어 놓으면 (주사기) 피스톤(이) 당겨지잖아. 그래서 우리도 (마찬가지로) 코와 입 중 하나를 막아도 숨 실 수 있어. 이것도 원리야.	정교화형 반박
15	명랑	[화를 내면서, 말이 빨라짐] 내 말이 그 말이야. 야, 성실. 왜 무시하는데?	
16	성실, 충실	[이후 성실, 충실은 서로 계속 명랑, 쾌활이의 발언을 무시하며 주사기 비유 모형을 조작하면서 호흡 운동 원리를 도화지에 표상으로 나타내고 있음]	
17	쾌활	[성실이를 향하여] 내 생각에는 뇌의 역할도 그려야 할 것 같아. 숨 쉬는 것을 뇌가 조절하잖아.	다른 측면에 대한 제안
18	성실	[화를 내며] 호흡 운동의 원리를 설명하라고 했지, 뇌의 원리를 설명하라고 했냐?	방어형 반박

호흡 운동 모형 구성에 참여하기 위한 상대방의 제안마저도 부정적인 판단을 내리는 등의 부정적 감정을 계속적으로 경험했음을 보여주었다(인터뷰 3).

- 명랑 : 쾌활이랑 같이 주사기 입구를 손으로 막고 뒤를 당길 때, 이게 코를 막고 하는 것이라 같은 거냐고 그것을 추가시키자고 했는데 쾌활이도 그 의견을 넣자고 했거든요. 그러나 성실, 충실이는 그냥 그림이나 그리라고 하고 꺼지라고 하고.
- 성실 : 꺼지라고 한 적은 없어요. 우리는 그냥 우리 거에 집중하고 있었어요(냉담하게). (우리 거라는 말에는 성실이의 인식에서 성실이와 충실이만이 한 팀임을 의미한다고 볼 수 있음).
- 충실 : 그리고 코를 막고 하는 것을 굳이 넣을 필요가 없다고 생각한 것도 있고요.
- 명랑 : 호흡 운동 원리면 호흡 운동과 관련된 거는 다 넣어야지.
- 성실 : 그래서 도화지에 쓸 수 있도록 해주었잖아(화내면서).
- 명랑 : 그건 거의 생색낸 거예요.
- 성실 : 아니(높은 톤으로) 주로 장난치고 떠들다가 어쩌다가 갑자기 끼어들어서 하는 말도 그렇게 중요한 얘기도 아니었어요. 그래도 포함을 안 시킨 것도 아니고.

인터뷰 3. 2016. 02. 03

#### 4. 비난형 반박

비난형 반박이 나타난 사례로 5차시 수업에서 일어난 소집단 6조의 '성실', '충실', '명랑', '쾌활'이의 담화를 설명하고자 한다(Table 3). 소집단 6조의 학생 모두는 5차시 수업 때 경험했던 감정을 그들의 일지에 '짜증' 이라고 기록했다. 특히 '명랑'이는 그 이유로 '성실이와 충실이만 서로 대화하려고 하고 그들의(성실과 충실) 대화에 끼워주지 않았기 때문' 이라고 하였다. 다음에서 감정일지에 짜증으로 표현한 부정적 감정과 비난형 반박 사용이 어떻게 상호작용하면서 나타나게 되었는지를 녹화본을 통해 탐색하고자 한다.

연구자들은 상대방에 의해 무시당함으로써 유발된 부정적 감정에 기반한 인식적 실행의 한 사례로서의 비난형 반박을 설명하고자 한다. 행 20에서 '명랑'이는 "성실아, 기압이 중요해? 그치만 다른 것도 중요하지 않아?"라는 정교화형 반박을 사용하여 '성실', '충실'의 호흡 운동 모형 구성에 참여하려 하였다. 이것은 행 2, 12의 정교화형 반박과 마찬가지로 상대방의 설명을 부정적으로 판단하여 나타난 부정적 인식적 감정에 의해 사용된 정교화형 반박이라 볼 수 있다. 그러나 '성실', '충실'이는 행 21에서 '명랑'의 정교화형 반박에 아무런 대꾸를 하지 않는 방식으로 무시하였다. 이로 인해 '명랑'이는 부정적 감정을 경험한 것으로 보인다. 이것은 상징적 상호주의 이론(Cooley,

1902; Mead, 1934; Shott, 1979; Stryker, 1980, 2004)으로 설명될 수 있다. 상징적 상호주의 이론은 인간을 '사회-문화적으로 형성된 자아'로써 다른 사람의 행위, 상황, 몸짓 등을 해석해 나가며 이를 통해 긍정적, 부정적 감정을 구성해 나가는 존재'로 규정한다. 이러한 상징적 상호주의 관점에서 Thamm(2004)와 Turner(2009)는 인간이 부정적 감정을 경험하게 경우는 자신이 기대하는 바가 충족되지 않았을 때와 상대방에게 부정적 제재를 받았을 때라고 정의하였다. 이에 기반해 '명랑'이의 행위를 해석하였을 때 '명랑'이는 행 21에서 '성실', '충실'이가 자신의 말을 무시해 버리는 행위를 하나의 부정적 제재로써 경험한 것이라 볼 수 있다. 다시 말해 '명랑'이는 '성실'의 무시 행위가 자신이 기대했던 반응(즉, 자신의 반박을 진지하게 검토해보는 것)이 아니라고 여긴 것이고, 이를 부정적 제재를 받은 것으로 해석했으며 이로 인한 부정적 감정을 경험한 것이라 볼 수 있다. 이후 '명랑'이는 그로 인한 부정적 감정에 기반하여 '성실', '충실'이의 말을 듣다가 일어서서 공격적인 말투로 비난형 반박을 사용하였다(행 22). 이 사례는 정교화형 반박에 대한 무시가 어떠한 과정을 통해 상대방에 대한 부정적 제재로 해석되었고 상대방의 기분을 상하게 만들어 비난형 반박이 나타나게 되었는지 잘 보여주는 것이다. 사후 인터뷰는 '명랑'이가 '성실', '충실'이의 부정적 제재로 인해 기분이 상해 있었고 이것이 비난형 반박을 사용하게 된 이유가 되었음을 보여준다(인터뷰 4).

- 연구자 : 소집단 내에서 주장과 근거를 들어 말하고, 반박하는 일이 많이 일어났나요?
  - 명랑 : 제가 반박을 했지만, 성실, 충실이가 제 의견을 무시하고, 자기들끼리 말했어요.
  - 연구자 : 성실, 충실. 무시를 한 거예요? 아니면 그 의견이 옳지 않은 것 같아서 그렇게 한 거예요?
  - 성실 : 옳지 않은 것 같아서 다시 원래 말했던 것을 말했어요.
  - 명랑 : 그래서 제가 반박을 다시 했어요. 그런데 또 무시했어요. (중략). 기분이 계속 상했고, 괜한 말(비난형 반박)도 한 것 같아요.
- 인터뷰 4. 2016. 02. 01

#### V. 논의

##### 1. 정교화형 반박을 받아들일도록 하는 부정적 인식적 감정 조절의 중요성

선행 연구는 교사가 탐구 상황 중에 학생이 긍정적 감정을 경험하도록 돕고 부정적 감정을 최소화시키도록 하는 것이 학생의 과학 실험의 향상을 돕는데 효과적일 수 있음을 밝히고 있다. 예를 들어

Table 3. Discourse from small group 6 (Period 5)

행	학생	담화 내용	특징
19	성실	주사기 안 (기압이 상대적으로 주사기 밖에 비해) 고기압인지, 저기압인지 알아야 돼.	
20	명랑	[높은 톤으로] 성실아, 기압이 중요해? 그치만 다른 것도 중요하지 않아?	정교화형 반박
21	성실, 충실	[성실이는 명랑이의 말을 무시한다. 그리고 성실과 충실은 함께 주사기 비유 모형을 조작하면서 주사기 안의 기압이 상대적으로 고기압인지, 저기압인지 작은 목소리로 토의한다]	명랑이의 정교화형 반박을 무시함
22	명랑	[성실과 충실의 말을 듣다가 갑자기 자리에서 일어나면서 화를 내는 듯한 공격적인 말투로] 논리적으로 생각해보면 충실이의 말은 거짓부렁이라서 믿을 수 없어요. 반박할 사람 있습니까?	비난형 반박
23	쾌활	[큰 목소리로] 아니요.	

Tobin *et al.* (2013)은 학생의 능동적 참여를 촉진하는 교사의 긍정적 감정 지원을 설명하였다. Tobin *et al.* (2013)은 학생이 학문적 내용을 이해해 나가는 과정에서 느낄 수 있는 좌절감과 불편한 감정은 과학 수업에 대한 흥미를 떨어뜨려 학생의 과학적 실행을 비생산적으로 만드는데 영향을 미칠 수 있으므로 이러한 것을 극복하도록 돕는 교사의 흥미 유발 전략(즉, 연구톤의 목소리로 과학 개념을 설명하기, 역할 놀이)이 적절하게 사용될 필요가 있음을 제안한다. 또한 King *et al.* (2015)은 과학 수업에서의 긍정적 경험이 학생의 흥미를 높이고 참여를 촉진하는데 기여할 수 있음을 제안하였다. King *et al.* (2015)은 학생들이 과학 시연 활동을 통해 경이로움과 놀라움이라는 감정을 경험할 수 있고, 실험 활동을 통해 즐거움과 행복감을 느낄 수 있게 된다고 설명한다. 그리고 학생들이 긍정적 감정을 경험할 때 학습 주제로 다루고 있는 현상에 더 집중하게 되는 것과 학습 이후에도 관련 활동을 더 잘 기억해낼 수 있게 된다고 하며, 그들의 긍정적 감정을 이끌어내는 것이 과학 학습에서 고려되어야 할 측면임을 제안한다. 결론적으로 King *et al.* (2015)과 Tobin *et al.* (2013)의 연구는 학생의 긍정적, 부정적 감정을 이분법적으로 나누면서 긍정적 감정의 경험은 촉진되어야 하는 것인 반면, 부정적 감정은 최소화되어야 할 것임을 주장하고 있는 것이다. 또한 이것은 학생의 부정적 감정이 그들의 인지적 과정에 단방향적으로 좋지 않은 영향을 미칠 수 있다는 감정, 인지의 이분법적 관점에서 부정적 감정을 설명하는 것이다.

반면, Jaber & Hammer(2016)는 학생들의 의견 대립에서 부정적 인식적 감정이 유발되는 상황을 설명하며 이것이 자연스러운 현상이며 이러한 부정적 감정을 계속적으로 경험하는 것이 과학 학습에서 필요함을 제안하였다. 이 논문에서 'Jordan'이라는 학생은 자연 현상을 이해하기 위한 자신의 질문에 상대방이 불만족스러운 답변을 보였을 때, 좌절감을 보이며 상대방의 답변에 대한 냉소적인 자세를 보이며 반박을 시도하는 모습을 보였다. 또한 이 논문에서 'Jack'이라는 학생은 자연 현상을 이해하는 중에 자신이 가지고 있던 선지식과 실제 일어나는 현상 사이의 인지적 비평형이 일어나면서 불편한 감정을 경험하였고, 이를 해결하고자 상대방에게 계속적으로 질문하는 모습을 보였다. 즉, 이 논문 결과는 학생들이 자연 현상을 이해해 나가는 과정에서 발생할 수 있는 상대방의 불충분한 설명, 인지적 비평형으로 인해 발생하는 부정적 인식적 감정이 해로운 것이라기보다 오히려 모험 발달을 이끌 수 있는 반박과 질문을 촉진하는 역할을 하였다고 설명한다. 다시 말해 Jaber & Hammer(2016)는 과학적 실행에서 학생의 부정적 감정을 최소화하기 위한 방법으로써 긍정적 감정만을 강조하는 것이 중요한 것이 아닐 수 있으며 오히려 학생이 경험하는 부정적 인식적 감정이 학생의 참여를 이끌 수도 있음을 강조하고 있다. 그러므로 이 논문은 과학 수업에서 학생이 부정적 감정이 포함된 다양한 감정적 역동을 경험하는 것이 필요하며, 다양한 감정들에 대해 편해지도록 돕는 것이 필요하다고 주장한다.

본 연구에서도 유사하게 정교화형 반박의 사례에서(Table 1) 학생들이 상대방의 아이디어에 대하여 동의하지 않는 인지적 비평형 상태를 경험하고 이로 통해 불편한 감정을 느껴(Jaber & Hammer, 2016, p. 205) 상대방에게 정교화형 반박을 시도하는 것을 발견할 수 있었다. 여기서 더 나아가 연구자들은 불편한 감정을 느껴 정교화형 반박을 시도하는 학생의 역할뿐만 아니라 정교화형 반박을 수용하는 학생의 역할도 중요함을 강조하고자 한다. 예를 들어 '영리'의 설명은(행 1)

'똥똥'이의 정교화형 반박에 직면하였다(행 2). '똥똥'이의 정교화형 반박에 의해 '영리'는 행 3에서 감정적이 되면서 자신의 설명을 다시 한 번 강조하는 모습을 보여주었다. 그러나 '명석'이까지도 정교화형 반박을 통해 '영리'의 설명이 과학적으로 타당한 설명이 아님을 제안하자(행 4), '영리'는 "음..."이라고 하면서 그들의 정교화형 반박을 고민하고(행 5) 이후 받아들이는 모습을 보였다(행 8). 이것은 '영리'가 상대방의 정교화형 반박으로 인해 처음에는 기분이 상하고 불편한 감정을 느꼈지만, 이러한 감정을 조절하고 상대방의 정교화형 반박을 수용한 것으로 볼 수 있다.

연구자들은 '영리'가 어떠한 상태에서 자신의 부정적 감정을 조절할 수 있었는지를 소집단 2조와의 사후 인터뷰를 통해 세 가지 측면에서 해석할 수 있었다. 첫째, '영리'는 반박에 직면했을 때 자신에게 올라오는 부정적 감정을 인식하였으며 이로 인해 기분이 상했지만, 계속되는 반박 직면 상황에서 기분이 상할 수 있는 것이 자연스러운 일임을 인식하게 되면서 그것이 그녀의 감정 조절을 도왔다는 것이다. "처음에 반박을 계속 받을 때는 재(똥똥)는 나한테 왜 저러지? 그랬었는데 조금씩 시간이 지나면서는 이것이(반박에 직면하는 것) 자연스러운 일구나. 라는 생각이 들어서 조금은 기분이 풀리기 시작했어요(2016. 02. 03, 영리의 인터뷰 발화)." 둘째, '영리'는 상대방의 반박에 직면함으로써 기분이 상한 상태였더라도 모두가 협력적으로 더 나은 설명을 만들어야 한다는 인식적 목표를 가지고 있었고 이것이 영리의 감정 조절을 도왔다는 것이다. "그리고 우리 조의 설명이 더 나아져야 하니까요, 이해할 수 있어요. 반박을 받는 것은(2016. 02. 03, 영리의 인터뷰 발화)." 이것은 학생들이 그들의 인식적 목표를 '현상 이해, 과학적 의미 형성'으로 전환할 때 감정이 어느 정도 상한 상태에서도 협력적 논변 활동이 이어질 수 있음을 제안한 Kwon & Kim (2016)의 연구 결과와도 일치하는 것이다. 마지막으로 '영리'는 '똥똥'이와 반박을 주고받으며 생기는 불편한 마음에서 벗어나고 싶다는 마음을 가졌다고 진술하였는데 이것도 '영리'의 감정 조절을 도왔던 것으로 여겨진다. "똥똥이와 반박을 (주고) 받으며 생기는 긴장 상태를 풀고 싶었어요(2016. 02. 03, 영리의 인터뷰 발화)." 결론적으로 '영리'는 상대방에게 반박을 주고받으면서 느낄 수 있는 부정적 인식적 감정을 자연스럽게 여길 수 있게 된 상태에서, 세련된 인식적 목표(더 정교화된 설명 추구)를 가지고 있었으며, 반박이 계속적으로 이어지는 불편한 상황을 벗어나고자 하는 마음에서 자신의 감정 조절을 할 수 있었다고 볼 수 있다.

또한 '영리'는 행 8에서 '똥똥'이와 '명석'이의 설명을 수용하고 추가적으로 고려 가능한 사항이 포함된 정교화형 반박을 사용하였는데, 이 역시 '영리'가 자신의 불편한 감정을 조절하고 상대방과 더 정교화된 모형을 구성하기 위해서 대화하고자 하는 시도(즉, 만약 '영리'가 감정 조절을 하지 않았다면 정교화된 설명(행 8)을 수용한 가운데 정교화형 반박을 사용하기 보다는 아예 말을 하지 않았을 것이라 추론해볼 수 있음)라고 볼 수 있다. 인터뷰 1, 2 에서도 알 수 있다시피 '영리'는 상대방의 정교화형 반박으로 인해 기분이 상했지만(즉, '영리'는 초반, 반박에 직면한 직후 기분이 나빠서 말을 안했다고 인터뷰 1에서 진술함) 점점 그러한 감정을 조절하였다고 언급하였는데, 그러한 증거도 위의 해석과 일치하는 것이다. 모형의 발달은 정교화형 반박의 시도만으로 충분치 않을 수 있다. 소집단 구성원이 제기한 정교화형 반박을 듣고 그것이 과학적으로 타당하다고 여기고 그것을

수용할 수 있어야 모형이 발달될 수 있을 것이다. 이것이 가능하려면 자신들이 불편한 감정을 인식하고 그것을 조절하여(Jaber & Hammer, 2016, pp.194-195) 상대방의 주장을 수용할 수 있는 감정적 조절이 일어나야 될 필요가 있다. 그러므로 탐구 과정에서 정교화형 반박을 수용하는데 있어 필요한 학생의 감정 조절은 모형을 정교화, 발달시키는데 있어 핵심이 될 수 있음을 제안한다.

## 2. 부정적 인식적 감정 조절의 실패로 인해 나타나는 방어형 반박과 비난형 반박

Hatano와 Inagaki(1991)는 사례를 통해 학생들이 과학적 논의 도중 편이 갈리게 되며 논쟁하게 되는 과정을 설명하였다. 그들의 연구 결과에 따르면 학생들은 서로의 의견이 다르지 않을 때 연대하였고 다른 의견을 가진 사람에게는 배척하는 모습을 보였다고 한다. 그런데 학생들이 편을 갈라 논쟁하는 것이 항상 견해 차이로 발생하는 것은 아니라고 하였다. 오히려 학생들 간 이미 형성되어 있는 관계가 이러한 연대와 배척에 영향을 줄 수 있다고 하였다. 이것은 소집단 내에서 학생들이 편이 갈리는 문제가 서로의 견해 차이뿐만 아니라 관계적 문제까지 고려되어 결정될 수 있음을 의미한다. 이와 비슷하게 본 연구에서도 방어형 반박과 비난형 반박이 나타난 사례는 모형 구성 과정 중 인식적 비평형에 의해 불편한 감정이 유발되어 나타난 것이 아니었다. 방어형 반박과 비난형 반박의 사례에서의 학생들의 행동은 상징적 상호주의적 관점에서(Cooley, 1902; Mead, 1934; Shott, 1979; Stryker, 1980, 2004) 상대방에 대한 부정적 감정을 유발한 것이며(즉, 무시하기), 상호 의례적 관점에서(Collins, 2004, 2008) 상대방에 대한 부정적 감정을 촉진한 것이다(즉, 장난치기). 이것은 소집단이라는 공동체 속에서 지켜야 될 필요가 있는 규범이나 의례적 행위가 잘 이루어지지 않았을 때 어떻게 서로의 감정이 상하게 되는지 설명한 것이다. 연구 결과에서는 소집단 내 관계를 악화시키는 부정적 감정이 왜 생겨나게 되었는지를 상징적 상호주의, 상호 의례적 관점에서 설명하였지만 그것이 어떻게 인식적 감정에 영향을 미치며, 또한 인식적 감정이 인식적 행위로서의 방어형 반박, 비난형 반박에 어떻게 작용하였는지를 자세히 설명하지 못했다.

논의에서는 ‘성실’이와 ‘충실’, ‘명량’이와 ‘쾌활’의 사회적 관계 속에서의 감정 악화만으로 방어형 반박, 비난형 반박 사례를 설명하기 보다는 다른 사람의 아이디어의 형성에 미친 영향을 인식적 감정의 측면에서 설명하고자 한다. 우선 방어형 반박이 나타나게 된 맥락을 살펴보자. 인터뷰 3, 4을 통해 알 수 있듯이 ‘성실’이는 ‘명량’이와 ‘쾌활’에게 모형 구성 과정 내내 감정이 상해있던 것으로 생각된다. 왜냐하면 ‘명량’이는 모형 구성 과정 중 계속 장난을 치는 행동으로(예를 들어, 손바닥으로 책상을 두들기며 리듬을 탐) ‘성실’이의 기분을 상하게 하였기 때문이다. ‘성실’이는 평소에 성실하고 교사의 말을 잘 따르는 학생인데 그녀의 가치관에서 자신이 줄곧 유지하려 노력하는 수업 태도와 반대로 행동하는 ‘명량’이를 부정적으로 생각한 것으로 보인다. 그런데다가 5차시 수업에서 보여준 ‘명량’이의 비난형 반박의 사용(행 22) ‘성실’이의 감정을 더 부정적으로 이끌었던 것으로 생각된다. 그러한 상태에서 ‘성실’이는 ‘명량’이의 제안(즉, 다른 측면의 현상 제시와 이에 대한 호흡 운동 원리 제안, 행 12)이 타당한 것이었음에도 불구하고 그의 제안에 대해서 바로 싫음을 느꼈으며

이를 높은 톤의 목소리로 화를 내며 방어형 반박의 형태로 표현하였다(행 13). 이것은 ‘성실’이가 ‘명량’이의 정교화형 반박의 타당성 여부를 떠나서 인식적 감정이 상하여 ‘명량’이의 제안에 대한 싫음을 느끼고 표현한 것이며, 그의 제안을 배제해 버린 것이다.

또한 ‘성실’이가 부정적 인식적 감정을 경험한 것과 유사하게(즉, 부정적 감정이 ‘성실’이의 인식적 감정에도 영향을 미쳐 ‘명량’이의 타당한 제안마저도 싫음을 느낌), ‘명량’이도 ‘성실’이가 자신의 정교화형 반박을 무시하여 감정이 상하면서(행 21) ‘성실’과 ‘충실’의 호흡 운동 원리 구성이라는 인식적 행위를 부정적으로 바라보게 되었다. 그 이유는 ‘명량’이가 ‘성실’이의 부정적 제재(즉, 무시)로 인한 부정적 감정을 경험하였으며(Turner, 2009; 인터뷰 4), 감정이 상한 상태에서 ‘성실’과 ‘충실’이의 호흡 운동 원리 구성(행 21)이라는 인식적 행위 자체를 나쁘게 바라보는 부정적 인식적 감정을 느꼈기 때문이다. 이것은 상대방을 향한 감정이 부정적일 경우, 상대방의 의견이나 아이디어, 지식 구성 행위와 같은 인식적 행위에 대한 감정(즉, 인식적 감정)도 부정적으로 됨을 의미한다고 볼 수 있다. 그렇기 때문에 ‘명량’이는 ‘성실’이와 ‘충실’이의 말을 듣다가 ‘논리적으로 생각해보면 충실’이의 말은 믿을 수가 없어요(행 22)’와 같이 비난형 반박을 사용하여 화가 난 목소리로 자신의 부정적 인식적 감정을 공격적으로 표현하였다고 볼 수 있다. 결론적으로 이렇게 규범, 의례에서 벗어난 행동들로 인해 나타난 소집단 학생들의 부정적 감정은 상대방의 인식적 행위에 대한 좋고 싫음을 느끼게 하는 인식적 감정에 영향을 미쳤고, 그러한 감정적 표현의 일환인 인식적 행위로서 방어형, 비난형 반박이 나타나게 된 것이라 볼 수 있다.

앞에서 제시했듯이 학생들은 그들 스스로 부정적 인식적 감정을 조절하지 못했기 때문에 방어형 반박과 비난형 반박을 사용하게 되었다. 그들이 왜 부정적 인식적 감정을 조절하지 못했는지에 대한 두 측면의 설명을 제공하고자 한다. 첫째, 초등학교의 경우 자신이 조절할 수 있는 강도보다 더 강하게 부정적 감정을 경험할 경우 학생은 순간적으로 감정 조절을 하지 못하고 자리를 박차고 일어나거나 상대방에 대한 비난을 하는 등의(Tomas *et al.*, 2016, pp. 247-248) 모습을 보일 수 있다. 그들이 방어형 반박, 비난형 반박을 한 것은(행 13, 18, 22), 자신들의 무의식, 의식적으로 감정 조절을 할 수 있는 허용치보다 더 센 강도로 부정적 감정을 경험하고 이것이 상대방의 인식적 행위나 아이디어에 대한 좋고 싫음을 표현하는 인식적 감정도 강하게 영향을 미친 것으로 여겨지며, 이러한 상황에서 초등학교의 그들의 인식적 감정을 조절하기는 쉽지 않았던 것으로 판단된다. 둘째, 관계의 악화 상태에서는 학생들이 상대방을 소집단 내에서 협력해야 할 구성원으로 여기기보다는 배제해 버리거나 공격해야 할 대상으로 생각하게 만들었고 그러한 인식이 그들의 인식적 감정 조절에도 부정적 영향을 주었다는 것이다. Kwon & Kim (2016)은 학생들의 논변 활동에서 그들의 인식적 목표가 ‘현상 이해’에서 ‘상대방을 이기는 것’으로 전환되었을 때, 서로 감정이 상하게 되면서 의견 대립 상태로 나타났으며 이것이 지속적으로 이어졌음을 보고하였다. 유사하게 위 사례에서도 ‘성실’이와 ‘충실’, ‘명량’이와 ‘쾌활’이의 경우, 관계의 악화로 인해 그들의 인식적 목표가 ‘상대방의 의견을 배제, 공격’하는 것으로 전환되어 이것이 그들의 감정 조절에 부정적으로 영향을 미친 것으로 생각된다. 결론적으로 초등학교 학생들이 자신들이 조절할 수 있는 세기보다 강하게 부정적 감정을 경험한데다가 그들의 인식적 목표가

‘상대방의 의견을 배제, 공격’하는 것으로 전환된 상황에서 그들의 감정 조절은 성공하기 어려웠던 것으로 판단된다.

## VI. 결론 및 제언

연구자들은 모형 구성에서 나타나는 초등학생의 인지-감정적 반박이 어떤 맥락에서 어떻게 나타나는지, 어떠한 감정적 과정을 통해 일어나게 된 것인지 탐색하였고 이를 통해 학생들이 정교화형 반박, 방어형 반박, 비난형 반박을 사용하였음을 확인할 수 있었다.

정교화형 반박은 상대방의 설명에 결함이 있거나 수정될 필요가 있다고 판단될 때 이를 부정적으로 여기고 이에 따른 부정적 인식적 감정이 유발됨에 따라 이어지는 인식적 실행이었다. 특히 연구 결과에서 학생들은 먼저 상대방의 설명에 의해 인식적 비평형이 유발되었고 이로 인한 부정적 인식적 감정을 해소하고자 정교화형 반박을 사용하였으며, 더 나은 설명을 위한 연속적인 정교화형 반박을 사용하는 모습을 보여주었다. 방어형 반박은 상대방의 설명이나 정교화형 반박을 거부하기 위해 사용되었는데, 특히 상대방이 모형 구성에 도움이 되지 않는 비참여적 상호 의례적 행위(예를 들어, 장난을 치)를 계속 보인 데에 대한 부정적 감정에 영향을 받은 부정적 인식적 감정이 기반된 것이었다. 방어형 반박을 사용한 학생의 경우 상대방의 제안을 고려할 수 있었는데도 불구하고, 이러한 부정적 인식적 감정을 조절하지 못한 상태에서 상대방의 제안은 고려 대상이 될 수 없다는 방어형 반박을 사용하여 상대방의 참여를 배제했다. 비난형 반박은 상대방의 설명에 관한 것이 아닌 사람에 대한 비난이라고 볼 수 있으며, 사람에 대한 비난을 통해 자신의 부정적 인식적 감정을 드러낸 것이다. 비난형 반박을 사용한 학생은 이전부터 상대방의 부정적 제재에 해당하는 행위(즉, 상대방의 무시하는 것)를 통해서 점점 강도 높은 부정적 인식적 감정을 경험하게 되었으며 이러한 감정을 조절하지 못한 상태에서 상대방을 비난하는 비난형 반박을 사용하였다.

또한 본 논문에서는 논의를 통해 학생의 반박 사용과 관련된 네 가지 측면의 제안을 하였다. 첫째, 모형의 계속적 발달을 위해서는 정교화형 반박의 사용뿐만 아니라 정교화형 반박을 수용하여 반박 내용이 모형의 수정에 반영될 수 있도록 하는 감정 조절이 중요하다는 것이다. 정교화형 반박에 직면할 때 학생은 이를 상대방에 의한 부정적 제재(Thamm, 2004; Turner, 2009)로 여기고 부정적 인식적 감정을 경험할 수 있다. 그러나 상대방의 정교화형 반박은 자신 자체에 대한 공격이라기보다는 모형 발달을 위한 제안이라고 볼 수 있으므로 부정적 인식적 감정을 조절하여 상대방의 정교화형 반박이 타당한 내용을 담고 있을 경우 이를 수용하는 것이 필요하다는 것이다. 둘째, 부정적 인식적 감정은 서로 이견이 다른 상태에서 나타날 수 있는 인지적 비평형 상태에서 생성될 수도 있지만 팀워크를 해칠 수 있는 지속적인 상호 의례적 행위에 의해서도 생성될 수 있다는 것이다. 그리고 이러한 부정적 인식적 감정을 가진 상태에서는 모형 발달에 도움이 될 수 있는 제안을 배제해 버리는 방어형 반박이 사용될 수 있다는 것이다. 셋째, 계속적으로 상대방의 부정적 제재(즉, 상대방의 무시하는 것)를 인한 부정적 감정이 형성된 경우, 그러한 상태에서 상대방에 대한 부정적 인식적 감정적 대응의 일환으로 비난형 반박을 사용할 수 있었다는 것이다. 마지막으로 방어적 반박, 비난형 반박이 사용되는 맥락(즉, 강도 높은 부정적 감정을 경험하며, 학생들의 인식

적 목표가 상대방을 공격, 배제해 버리는 것으로 전환되는 것)에서 경험하는 부정적 인식적 감정은 초등학생이 조절하기 쉽지 않을 수 있다는 것이다.

본 연구는 모형 구성 과정에서 초등학생들의 반박이 인지와 감정의 상호작용 속에서 어떻게 나타날 수 있는지 분석한 사례 연구이다. 마지막으로 본 연구 결과에서 얻을 수 있는 과학 교육에 대한 시사점을 제안하고자 한다. 첫째, 학생에게 인지적 비평형에 의해 나타나는 부정적 인식적 감정은 자연스러운 것이며 이로 인해 오히려 모형 발달을 촉진하는 정교화형 반박으로 이어질 수 있음을 안내할 필요가 있다. 둘째, 학생에게 정교화형 반박을 직면하면서 경험할 수 있는 불편한 감정 역시도 자연스러운 것이지만 이에 대한 감정 조절이 되지 않아 상대방의 정교화형 반박을 거부해 버릴 경우 그러한 행위는 모형 발달에 도움이 되지 않을 수 있으며, 상대방의 정교화형 반박을 부정적으로 판단하기 보다는 반박의 내용적 측면을 잘 검토하는 자세가 필요하다고 안내할 필요가 있다. 셋째, 팀워크를 해칠 수 있는 상호 의례적 행위(예를 들어, 장난치기), 상대방에게 부정적 제재로 여겨질 수 있는 행위(예를 들어, 상대방의 말 무시하기)들은 초등학생에게는 조절하기 어려운 부정적 인식적 감정을 유발할 수 있으므로 이러한 부정적 감정을 유발하는 행위들이 지속적으로 이어지지 않도록 학생들을 잘 안내할 필요가 있다.

## 국문요약

본 연구는 초등학생들이 모형 구성 과정에서 어떻게 인지, 감정적 반박을 사용했는지, 특히 그들의 감정과 인지적 과정이 어떻게 상호 작용하여 반박이 나타나게 되었는지 탐색한 것이다. 초등학교 5학년, 25명이 과학 수업의 일환으로 연구에 참여하였다. 6차시 동안 학생들은 지속적인 논의를 통해 인간 호흡 운동 시스템 모형을 구성하였다. 연구 결과에 따르면 초등학생들은 모형 구성 과정에서 정교화형 반박, 방어형 반박, 비난형 반박을 사용하였다. 인지적 비평형 상태와 연관된 부정적 인식적 감정과 인지적 과정의 상호작용을 통해 나타난 정교화형 반박은 소집단 모형을 정교화하는데 도움을 주었다. 반면 관계 악화와 관련된 부정적 인식적 감정과 인지적 과정의 상호작용을 통해 나타난 방어형 반박과 비난형 반박은 모형의 정교화를 이끌기 보다는 다른 학생들의 제안, 설명을 배제하거나 공격하기 위해 사용되었고, 이 때의 부정적 인식적 감정은 다른 학생들의 바람직하지 않은 행동에 의해 생성되었다. 연구 결과는 학생들의 반박이 인식적 감정과 관련된 인식론적 역동에 의해 나타나게 됨을 보여준다. 본 연구는 학생들의 초보적, 수정될 필요가 있는 설명으로부터 부정적 인식적 감정이 생성되는 것은 모형 구성 과정에서 모형 발달을 돕는 정교화형 반박이 나타나게 되는 측면에서는 자연스러운 것이며, 정교화형 반박을 수용하도록 돕는 학생들의 감정 조절은 모형을 발달시키는데 도움이 될 수 있음을 논의한다. 또한 관계의 악화로 인해 나타날 수 있는 부정적 인식적 감정은 초등학생이 조절하기 어려우며, 이것이 협력적 모형 구성을 어렵게 할 수 있음을 제언한다.

**주제어 :** 인식적 감정, 감정, 정교화형 반박, 방어형 반박, 비난형 반박

## References

- Alsop, S. (2005). *Beyond Cartesian Dualism: Encountering Affect in the Teaching and Learning of Science*. Dordrecht: Springer Science & Business Media.
- Alsop, S., & Watts, M. (2003). Science education and affect. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1043-1047.
- Bellocchi, A., Ritchie, S. M., Tobin, K., King, D., Sandhu, M., & Henderson, S. (2014). Emotional climate and high quality learning experiences in science teacher education. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(10), 1301-1325.
- Berland, L. K., & Reiser, B. J. (2009). Making sense of argumentation and explanation. *Science Education*, 93(1), 26-55.
- Boekaerts, M. (2007). Understanding students' affective processes in the classroom. In Schutz, P. A., & Pekrun, R. (Eds.) *Emotion in education*, (pp. 37-56). Cambridge, MA: Academic Press.
- Clement, J. (2008). Creative model construction in scientists and students: The role of imagery, analogy, and mental simulation. Dordrecht: Springer Science & Business Media.
- Collins, R. (2004). *Interaction ritual chains*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Collins, R. (2008). *Violence: A micro-sociological theory*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Cooley, C. H. (1902). *Human nature and the social order*. New York: Schocken.
- Corbin, J., & Strauss, A. (2014). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory*. CA, US: Sage publications.
- DeBellis, V. A., & Goldin, G. A. (2006). Affect and meta-affect in mathematical problem solving: A representational perspective. *Educational Studies in Mathematics*, 63(2), 131-147.
- Feynman, R. P. (1999). *The pleasure of finding things out*. Cambridge, MA: Perseus.
- Forbes, C. T., Zangori, L., & Schwarz, C. V. (2015). Empirical validation of integrated learning performances for hydrologic phenomena: 3rd-grade students' model-driven explanation-construction. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(7), 895-921.
- Gordon, S. L. (1981). *The sociology of sentiments and emotion* (pp. 562-592). New York: Basic Books.
- Gross, J. J. (1998). The emerging field of emotion regulation: An integrative review. *Review of General Psychology*, 2(3), 271-299.
- Han, M. H., & Kim, H. B. (2013). The role of teacher's question prompt in elementary students' "Food Web" modeling. *Biology Education*, 41(2), 296-309.
- Hatano, G., & Inagaki, K. (1991). Sharing cognition through collective comprehension activity. In L. B. Resnick, J. M. Levine, & S. D. Teasley (Eds.), *Perspectives on socially shared cognition* (pp.331-348). Washington, DC: American Psychological Association.
- Hmelo-Silver, C. E., Liu, L., Gray, S., & Jordan, R. (2015). Using representational tools to learn about complex systems: A tale of two classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(1), 6-35.
- Immordino-Yang, M. H., & Damasio, A. (2007). We feel, therefore we learn: The relevance of affective and social neuroscience to education. *Mind, brain, and education*, 1(1), 3-10.
- Jaber, L. Z., & Hammer, D. (2016). Learning to feel like a scientist. *Science Education*, 100(2), 189-220.
- Jaber, L. Z., Robertson, A., Scherr, R., & Hammer, D. (2015). Attending to students' epistemic affect. *Responsive Teaching in Science and Mathematics*, 162.
- Johnson, S. K., & Stewart, J. (2002). Revising and assessing explanatory models in a high school genetics class: A comparison of unsuccessful and successful performance. *Science Education*, 86(4), 463-480.
- Jordan, B., & Henderson, A. (1995). Interaction analysis: Foundations and practice. *The journal of the learning sciences*, 4(1), 39-103.
- Justi, R. S., & Gilbert, J. K. (2002). Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369-387.
- Kang, E. H., Kim, C. J., Choi S. U., Yoo, J. H., Park, H. J, Lee, S. Y, & 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 Research in Science Education*, 32(2), 372-387.
- Kawasaki, K., Herrenkohl, L., & Yeary, S. A. (2004). Theory building and modeling in a sinking and floating unit: A case study of third and fourth grade students' developing epistemologies of science. *International Journal of Science Education*, 26(11), 1299-1324.
- Kershner, R., Warwick, P., Mercer, N., & Kleine Staarman, J. (2012). Primary children's management of themselves and others in collaborative group work: "Sometimes it takes patience..." *Education 3-13*, 42(2), 201-216.
- Kim H. K. & Lee, N. R. (2016). Exploring the Pre-service Science Teachers' Emotional Experience, Display Rules, and Controlling Strategies During Teaching Practice. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 36(2), 231-251.
- King, D., Ritchie, S., Sandhu, M., & Henderson, S. (2015). Emotionally intense science activities. *International Journal of Science Education*, 37(12), 1886-1914.
- Kuhn, D. (1991). *The skill of argument*. NY: The Cambridge University Press.
- Kwon, J. S. & Kim, H. B. (2016). Exploring Small Group Argumentation Shown in Designing an Experiment: Focusing on Students' Epistemic Goals and Epistemic Considerations for Activities. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 36(1), 45-61.
- Lee, J. S. (2014). Reason and emotion : Discussions on the human judgment process with brain neuroscience and biology perspectives. *Korean Society for Journalism & Communication studies*, 10(3), 161-194.
- Lee, C. E., & Kim, H. B. (2016). Understanding the role of wonderment questions related to activation of conceptual resources in conceptual resources in scientific model construction: focusing on students' epistemological framing and positional framing. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 36(3), 471-483.
- Lee, S. Y., Kim, C. J., Choi, S. U., Yoo, J. H., Park, H. J., Kang, E. H., & 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 Research in Science Education*, 32(5), 805-822.
- Lin, Y.-R., & Hung, J.-F. (2016). The analysis and reconciliation of students' rebuttals in argumentation activities. *International Journal of Science Education*, 38(1), 130-155.
- Liu, L., & Hmelo-Silver, C. E. (2009). Promoting complex systems learning through the use of conceptual representations in hypermedia. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(9), 1023-1040.
- Liu, L., & Hmelo-Silver, C. E. (2010). Conceptual representation embodied in hypermedia: An approach to promoting knowledge co-construction. In Khine M.S., & Saleh, I. M. (Eds.), *New Science of Learning* (pp. 341-356). NY: Springer.
- Lorimer, J. (2008). Counting comcrakes the affective science of the UK Corncrake Census. *Social studies of science*, 38(3), 377-405.
- Louca, L. T., Zacharia, Z. C., & Constantinou, C. P. (2011). In Quest of productive modeling-based learning discourse in elementary school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(8), 919-951.
- Matthews, G., Zeidner, M., & Roberts, R. D. (2002). *Emotional intelligence: Science and myth*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Mead, G. H. (1934). *Mind, self and society*. Chicago: University of Chicago Press.
- Mercer, N., & Wegerif, R. (1999). Is' exploratory talk' productive talk? In Light P., & Littelton, K. (Eds.), *Learning with computers: Analysing productive interaction* (pp. 79-99). London: Routledge.
- Passmore, C. M., & Svoboda, J. (2012). Exploring opportunities for argumentation in modelling classrooms. *International Journal of Science Education*, 34(10), 1535-1554.
- Pekrun, R. (2000). A social-cognitive, control-value theory of achievement emotions. In Heckhausen, J. (Ed.) (2000). *Motivational psychology of human development: Developing motivation and motivating development* (pp. 143-163). NY, US: Elsevier Science.
- Plantin, C. (2004). On the inseparability of emotion and reason in argumentation. *Amsterdam Studies in the theory and history of linguistic science series 4*, 247-276.
- Pollock, J. L. (1987). Defeasible reasoning. *Cognitive science*, 11(4), 481-518.
- Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Achér, A., Fortus, D., & Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 632-654.
- Shen, J., & Confrey, J. (2007). From conceptual change to transformative modeling: A case study of an elementary teacher in learning astronomy. *Science Education*, 91(6), 948-966.
- Shott, S. (1979). Emotion and social life: A symbolic interactionist analysis. *American Journal of Sociology*, 84(6), 1317-1334.
- Sidnell, J., & Stivers, T. (2005). Multimodal interaction. *Special Issue of Semiotica*, 156(1/4), 1-20.
- Sinatra, G. M., Broughton, S. H., & Lombardi, D. (2014). Emotions in science education. In Pekrun R., & Linnenbrink-Garcia, L. (Eds.), *International handbook of emotions in education* (pp. 415-436). NY: Routledge.

- Stryker, S. (1980). *Symbolic interactionism: A social structural version*. Menlo Park, CA: Benjamin Cummings.
- Stryker, S. (2004). Integrating emotion into identity theory. *Advances in group processes*, 21, 1-23.
- Thamm, R. (2004). Towards a universal power and status theory of emotion. *Advances in group processes*, 21, 189-222.
- Tobin, K., Ritchie, S. M., Oakley, J. L., Mergard, V., & Hudson, P. (2013). Relationships between emotional climate and the fluency of classroom interactions. *Learning Environments Research*, 16(1), 71-89.
- Tomas, L., Rigano, D., & Ritchie, S. M. (2016). Students' regulation of their emotions in a science classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(2), 234-260.
- Toulmin, S. E. (2003). *The uses of argument*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Turner, J. H. (2009). *The sociology of emotions: Basic theoretical arguments*. Emotion Review, 1(4), 340-354.
- Vo, T., Forbes, C. T., Zangori, L., & Schwarz, C. V. (2015). Fostering Third-Grade Students' Use of Scientific Models with the Water Cycle: Elementary teachers' conceptions and practices. *International Journal of Science Education*, 37(15), 2411-2432.
- Vygotsky, L. (1978). Interaction between learning and development. *Readings on the development of children*, 23(3), 34-41.
- 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.
- Yoo, Y. J., & Oh, P. S. (2016). Effects of modeling-based science inquiry instruction on elementary students' learning in the unit of seasonal changes. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 35(2), 265-276.