



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

교육학박사학위논문

초등학생들의 과학적 모형 구성에서
인식적 감정의 역할

**Role of Epistemic Affect in Elementary
School Students' Scientific Modeling**

2018 년 8 월

서울대학교 대학원
과학교육과 생물전공
한 문 현

초등학생들의 과학적 모형 구성에서
인식적 감정의 역할

**Role of Epistemic Affect in Elementary
School Students' Scientific Modeling**

지도교수 김 희 백

이 논문을 교육학박사 학위논문으로 제출함

2018 년 5 월

서울대학교 대학원

과학교육과 생물전공

한 문 현

한문현의 박사 학위논문을 인준함

2018 년 7 월

위 원 장 _____ (인)

부위원장 _____ (인)

위 원 _____ (인)

위 원 _____ (인)

위 원 _____ (인)

국문초록

과학적 모형 구성은 특정 자연 현상에 대한 설명 체계를 사회적으로 구성해 나가는 과정으로써 최근 과학교육에서 강조되고 있다. 초등학생들은 탐구의 일환인 과학적 모형 구성에서 인지적 과정뿐만 아니라 여러 인식적 감정들을 경험할 수 있다. 본 연구는 과학적 모형 구성 중 초등학생들이 어떠한 과정에 의해 인식적 감정을 구성하였고 이것이 인지적 과정과 어떻게 얽혀져 모형 발달에 기여하였는지 탐색하였다.

첫째로 과학적 모형 구성에서 제한적인 참여에 머무르고 있었던 내성적인 초등학생이 어떠한 인식적 감정을 구성하여 적극적으로 참여할 수 있었는지를 탐색하였다. 이를 위해 감정 일지, 비디오 녹화본, 관찰 노트와 사후 인터뷰 자료들을 수집하였고 이를 통해 초등학생이 구성한 인식적 감정을 분석하였으며, 특히 학생이 어떠한 감정을 구성하면서 제한적 참여에 머물렀는지와 어떠한 인식적 감정을 구성하면서 참여할 수 있었는지를 조사하였다.

연구 결과, 내성적인 초등학생은 첫째, ‘아하’라고 불리는 인식적 감정을 구성하게 되면서 모형 생성 과정에 참여하였다. 둘째, 내성적인 초등학생은 상대방의 반박을 통해 ‘추론의 잘못을 느낌’이라는 인식적 감정을 구성했고, 이 감정 하에서 상대방의 반박을 수용하는 모형 수정 과정에 참여하였다. 마지막으로 내성적인 초등학생은 상대방의 감정적인 연속적 반박으로 ‘지침’이라는 감정을 구성하게 되면서 모형 구성에 제한적으로 참여하였으나, ‘상대방의 아이디어가 싫음’이라는 인식적 감정을 구성하면서 모형 평가 과정에 참여하였다. 이러한 인식적 감정의 탐색을 바탕으로 초등학생의 모형 구성 참여를 위해 능동적으로 아이디어와 관련된 인식적 감정 구성을 할 수 있도록 돕는 것이 중요하며, 또한 학생이 과

거, 현재, 미래 감정을 고려하면서 느낄 수 있는 감정적 부담을 이해할 필요가 있음을 밝혔다.

둘째로 초등학생들이 모형 구성에서 어떠한 인지-감정적 반박을 사용했는지, 특히 그들의 감정과 인지적 과정이 어떻게 상호작용하여 반박이 나타나게 되었는지를 탐색하였다. 초등학교 5학년 25명이 4-5명의 소집단을 이루어 과학 수업의 일환인 모형 구성 과제에 참여하였다. 6차시 동안 학생들은 지속적인 논의를 통해 인간 호흡 운동 시스템을 구성하였으며 여러 인식적 감정 하에 인지-감정적 반박을 사용하였다. 질적 사례 연구 방법에 의해 감정 일지, 비디오 녹화본, 관찰 노트와 사후 인터뷰 자료들을 분석하여 초등학생들이 어떠한 인식적 감정 하에서 인지-감정적 반박을 사용하였는지 탐색하였다.

연구 결과, 초등학생들은 모형 구성에서 정교화형 반박, 방어형 반박, 비난형 반박을 사용하였다. 인지적 비평형 상태와 연관된 부정적인 인식적 감정과 인지적 과정의 상호작용을 통해 나타난 정교화형 반박은 소집단 모형을 정교화하는데 도움을 주었다. 반면 관계 악화와 관련된 부정적인 인식적 감정과 인지적 과정의 상호작용을 통해 나타난 방어형 반박과 비난형 반박은 모형의 정교화를 이끌기 보다는 다른 학생들의 제안과 설명을 배제하거나 공격하기 위해 사용되었고, 이때의 부정적인 인식적 감정은 다른 학생들의 바람직하지 않은 행동에 의해 생성되었다. 연구 결과는 학생들의 반박이 인식적 감정과 관련된 인식적 역동에 의해 나타나게 됨을 보여준다. 이러한 연구는 학생들의 초보적인 또는 수정될 필요가 있는 설명으로부터 부정적인 인식적 감정이 생성되는 것이 모형 구성에서 모형 발달을 돕는 정교화형 반박이 나타나게 되는 측면에서는 자연스러운 것이며, 정교화형 반박을 수용하도록 돕는 학생들의 감정 조절은 모형을 발달시키는데 도움이 될 수 있음을 밝혔다. 또한 관계의 악화

로 인해 나타날 수 있는 부정적인 인식적 감정은 초등학생이 조절하기 어려우며 이것이 협력적 모형 구성을 어렵게 할 수 있음을 보였다.

초등학생들이 어떠한 인식적 감정들을 구성할 수 있었는지에 대한 본 연구 결과는 과학적 모형 구성에서 학생의 인식적 감정과 인지적 과정이 어떠한 역동적 상호작용을 보이며 모형 발달에 기여하였는지를 보여준다.

주요어 : 감정, 모형 구성, 반박, 인식적 감정, 인식적 실행, 참여

학 번 : 2013-30451

목 차

I. 서 론	1
1. 연구의 배경과 필요성	1
2. 연구 목적과 연구 내용	4
3. 용어의 정의	5
4. 연구의 제한점	10
II. 이론적 배경	11
1. 감정의 특징	11
가. 감정의 중요성	11
나. 1차 감정과 2차 감정	12
다. 의사 결정의 방향타인 감정	14
라. 감정의 인지적 측면	16
마. 감정의 사회적 측면: 터너의 이론을 중심으로	17
2. 감정의 사회적 구성과 조절	20
가. 감정의 사회적 구성	20
나. 학생의 감정 조절	23
3. 인식적 감정	25
가. 감정과 인식적 감정	25
나. 모형 구성에서 인식적 감정	27
4. 초등학생의 모형 구성	31
가. 모형 구성에서 초등학생의 참여	31
나. 모형 구성에서 초등학생의 반박	33

III. 모형 구성 참여 양상에서 나타나는 내성적인 초등 학생의 인식적 감정 구성	36
1. 서 론	36
2. 연구 방법	40
가. 연구 참여자	40
나. 모형 구성 과제	42
다. 자료 수집과 분석	48
3. 연구 결과	52
가. 모형 생성 단계 : 1차시	53
1) ‘부담감’을 구성하며 제한적으로 참여함	53
2) ‘아하’ 인식적 감정을 구성하며 참여함	56
나. 모형 수정 단계 : 2차시	60
1) ‘자신감’을 구성하며 참여함	60
2) ‘추론의 잘못을 느낌’을 구성하며 참여를 유지함	62
다. 모형 평가 단계 : 4-5차시	65
1) ‘지침(기운빠짐)’을 구성하며 제한적으로 참여함	66
2) ‘상대방의 아이디어가 싫음’을 구성하며 참여함	70
3) 상대방을 고려하는 관계 지향적 참여를 지속함	71
4. 논 의	75
가. 아이디어와 연관된 인식적 감정 구성의 중요성	75
나. 과거, 현재, 미래의 감정을 동시에 고려하는 것	77
IV. 모형 구성에서 나타나는 초등학생의 인지-감정적 반박 - 인식적 감정을 중심으로	80
1. 서 론	80
2. 연구 방법	83

가. 연구 참여자	83
나. 모형 구성 과제	85
다. 자료 수집과 분석	85
3. 연구 결과	89
가. 초등학생들의 인지-감정적 반박	89
나. 정교화형 반박	90
다. 방어형 반박	95
라. 비난형 반박	100
4. 논의	104
가. 정교화형 반박 수용을 위한 감정 조절의 중요성	104
나. 감정 조절 실패로 인한 방어형 반박과 비난형 반박	108
V. 결론 및 제언	113
1. 결 론	113
2. 연구의 함의와 교육적 시사점	115
3. 후속 연구 제안	118
참고문헌	120
Abstract	143

표 목 차

[표 III-1]	41
[표 III-2]	44
[표 III-3]	52
[표 IV-1]	84
[표 IV-2]	92
[표 IV-3]	97
[표 IV-4]	101

그림 목 차

[그림 II-1]	16
[그림 III-1]	45
[그림 III-2]	46
[그림 III-3]	47

부 록

[부록]	141
------------	-----

I. 서론

1. 연구의 배경과 필요성

과학적 모형 구성(이하 모형 구성)은 학생들이 협력적으로 특정 자연 현상에 대한 설명 체계를 구성해 나가는 탐구의 일환으로 최근 과학교육에서 강조되고 있다(NGSS Lead States, 2013). 모형 구성에서 학생들은 초기 모형을 생성하고, 해당 모형을 평가하며, 추론에 근거하여 모형을 수정 및 발달시켜 나가는 인식적 실행(epistemic practice)을 수행한다(Clement, 2008). 그런데 최근 들어 탐구에서 학생들이 다양한 감정을 경험하고 이 감정들이 탐구 실행에 주요한 영향을 미친다는 연구 결과들이 제기되고 있다(Jaber & Hammer, 2016). 이를테면 학생이 탐구에 참여하지 않는 것이 감정의 문제일 수 있으며(Tomas *et al.*, 2016) 탐구를 촉진 및 방해할 수 있는 반박이 감정의 영향을 받는다는 것이다(Liu & Hung, 2016).

감정(emotion)¹⁾에 대한 정의는 다양하지만 느낌(feeling), 정서(affect)²⁾, 동기(motivation), 사람의 기질(disposition) 등을 포괄하는 것으로 정의될 수 있다(김희경과 이나래, 2016; Alsop, 2005; Meyer & Tunner, 2006; Pekrun & Linnenbrink-Garcia, 2012). 감정은 학생들의 행위와 표

1) 대한의사협회에서는 emotion을 감정으로 한국심리학회에서는 정서(情緒)로 번역해 사용하고 있다(최현석, 2011, pp. 68-69). 그런데 한국의 주요 과학교육 논문에서는 emotion을 감정으로 번역하여 사용하고 있으므로 본 연구에서는 emotion을 감정으로 번역하여 사용하였다.

2) 한국의 주요 심리학 관련 논문에서는 affect가 정서(情緒), 감정(感情), 정동(精動)으로 번역되어 사용되고 있다. 본 논문에서는 정서로 번역하고 사용하였다. 한편 emotion과 affect의 정의는 '3. 용어의 정의'(pp. 6-7)에서 다루었다.

현에서 관찰될 수 있고 학습 상황에서 만연하게 경험되며 과학적 실행에 주요한 요소로써 고려될 필요가 있다(Jaber, 2014). 그렇기 때문에 학생 감정을 측정하고 분석하는 것에 대한 여러 어려움들에도 불구하고 (Jaber, 2014; Linnenbrink-Garcia & Pekrun, 2011) 2000년대 들어 과학 교육에서 학생의 감정을 다룬 연구가 점차 증가하여 왔다(Alsop, 2005; Alsop & Watts, 2003).

최근 들어 학자들은 감정 중에서도 탐구의 방향을 안내하거나 방해할 수 있는 인식적 감정(epistemic affect)의 역할을 강조하고 있다 (Arango-Munoz, 2014; Brun & Kuenzle, 2008; Morton, 2010). 인식적 감정은 탐구를 수행하면서 경험할 수 있는 감정으로(Jaber, 2014) 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) 등이 포함될 수 있다.

특히 Brun & Kuenzle (2008)은 인식적 감정이 동기 부여, 문제 해결을 위한 핵심 정보에 접근하도록 하는 것, 특정 신념의 유지, 특정 아이디어를 평가하도록 하는 것, 이용 가능한 증거를 통해 아이디어를 평가하고 이에 만족했을 때 탐구를 멈추도록 하는 것과 같은 행위 유도성(affordance)을 가지고 있다고 설명한다. 그러므로 인식적 감정은 인지적 행위의 모니터링, 평가, 관리를 도울 수 있으며(Hookway, 2002), 불확실한 지식의 영역을 탐색하면서 생겨나는 인지적 비평형을 줄이도록 이끌거나 새로운 아이디어와 탐구를 추구하도록 도울 수 있다(Dokic, 2012; Proust, 2009). 이러한 인식적 감정은 과학자들의 실행에서 만연한데 (Jaber & Hammer, 2016) 학생들의 모형 구성이 본질적으로 과학자들의 개념 모형 구성 실행과 다르지 않다면 그들도 인식적 감정을 경험할 것

이라고 추론해볼 수 있다.

이렇게 인식적 감정은 탐구에서 중요한 역할을 할 수 있는 잠재성을 가지고 있다고 볼 수 있으나 현재까지 활발히 연구되지 않았다. 특히 모형 구성에서 학생들이 수행하는 인지적 과정에 대한 연구는 국내외 과학교육 논문에서 다루어졌지만(조혜숙 등, 2017; Forbes *et al.*, 2015) 인식적 감정이 모형 구성에서 어떠한 역할을 하는지에 대한 연구는 수행되지 않았다. 이에 본 연구에서는 탐구의 일환인 모형 구성에서 어떻게 인식적 감정이 모형 구성 참여를 이끄는지와 어떻게 인식적 감정이 모형 정교화를 촉진과 방해하는 반박을 사용하도록 이끌었는지에 대한 정보를 제공한다.

2. 연구 목적과 연구 내용

본 연구는 모형 구성에서 초등학생들이 어떠한 인식적 감정을 구성하여 참여하게 되는지와 어떠한 인식적 감정 하에 인지-감정적 반박을 사용하여 모형 구성을 촉진 및 방해하는지 이해하고자 하였다. 이를 통해 모형 구성 과정을 인식적 감정 구성의 측면에서 이해하고 인식적 감정의 역할에 대한 시사점을 제공하고자 하였다. 이와 같은 연구 목적을 달성하기 위한 연구 문제는 다음과 같다.

연구 I. 모형 구성 참여 양상에서 나타나는 내성적인 초등학생의 인식적 감정 구성

연구문제

- (1) 내성적인 성향의 초등학생은 모형 구성에서 어떠한 감정을 구성하면서 제한적 참여를 하는가?
- (2) 또한 어떠한 인식적 감정을 구성하여 더 적극적 참여를 할 수 있는가?

연구 II. 모형 구성에서 나타나는 초등학생의 인지-감정적 반박: 인식적 감정을 중심으로

연구문제

- (1) 초등학생들의 소집단 모형 구성에서 어떠한 유형의 반박이 어떠한 맥락에서 나타나는가?
- (2) 학생의 인식적 실행 속에서 인지와 인식적 감정은 어떻게 상호작용하며 반박에 영향을 미치는가?

3. 용어의 정의

본 연구에 나오는 주요 용어들은 다음과 같이 정의하여 사용하였다.

가. 과학적 모형 구성

과학자들은 자연 현상을 설명하기 위한 개념 모형(conceptual model)을 구성해 나가는데(Justi & Gilbert, 2002) 과학교육 학자들은 이러한 과학자들의 실행이 학생들의 과학 탐구 과정에서 다루어질 필요가 있음을 주장한다(Windschitl *et al.*, 2008). 특히 연구자들은 학생들이 과학적 모형 구성을 통해서 과학자들의 인식적 실행을 경험하도록 할 필요가 있다고 말한다(National Research Council, 2012). 과학교육에서 과학적 모형 구성은 학생들이 특정 자연 현상을 설명하는 체계를 공동으로 구성해 나가는 과정으로(NGSS Leads States, 2013) 반복적으로 모형을 생성, 평가, 수정해 나가면서 자연 현상을 설명하는 가장 적합한 모형으로 발달시켜 나가는 것을 말한다(Oh & Oh, 2011). 모형 구성은 자연 현상을 설명하는 최적의 외적 표상 체계를 구성하기 위해 모형의 생성, 평가, 수정이라는 과정을 통해(Clement, 2008; Justi & Gilbert, 2002) 과학적 지식을 사회적으로 구성해 나가는 교수 전략이며 최근 과학교육에서 중요하게 다루어지고 있다(조혜숙 등, 2017; Forbes *et al.*, 2015).

나. 감정(emotion)과 정서(affect)

인간이 경험하는 감정이 존재하고 이것이 인간 행동에 주요한 영향을 미친다는 것은 여러 학문 분야에서 다루어지고 있지만(Turner, 2009) 감

정이 구체적으로 무엇인가에 대한 정의를 내리는 것은 쉽지 않다(김희경과 이나래, 2016; 한문현과 김희백, 2017; Turner, 2009). 감정은 느낌, 정서, 동기, 성향, 욕망 등을 포함되는 포괄적인 것으로 볼 수 있으며 (Jaber, 2014; Pekrun & Linnenbrink-Garcia, 2012) 강렬하고(intense) 복잡한(complex) 외부 자극에 대한 주관적인 반응(subjective response)을 아우르는 것으로 정의될 수 있다(이태성, 2017).

정서에 대한 정의도 학문들마다 다른데(이태성, 2017) 심지어 같은 학문 분과(예를 들어 심리학)에서도 사용되는 정의가 다양하다. 여러 심리학 문헌들에서 정의되는 정서는 다음과 같은 특징을 가지고 있다. 첫째, 정서는 얼굴 표정, 말, 행동, 몸짓 등에서 관찰되는 감정 상태를 말한다(최현석, 2011). 둘째, 정서는 신체적 변화가 동반되는 감정 상태이다(Barrett, 2017a). 셋째, 정서는 인간의 상호작용에서 경험되는 사회적인 감정이 강조된 개념이다(Romiszowski, 1989).

국내외 과학교육 연구에서는 감정과 정서를 구분지어 정의하기 보다는 동의어로 사용하고 있으며 인지(cognition), 이성적 사고(rational thought), 동기와 구별될 수 있는 느낌으로 개념화하고 있다(Alsop, 2005). 또한 국내 과학교육 연구에서도 감정과 정서는 ‘인지와 구별될 수 있는 주관적인 느낌’을 지칭하는 용어로 사용된다. 따라서 본 연구에서는 감정과 정서를 명확하게 구분하기보다는 이것들이(즉 감정과 정서) 인간들의 사회적 상호작용에서 나타나는 신체적 변화가 포함되는 외부에서 관찰 가능한 감정 상태를 의미하는 것으로 사용되었다.

다. 인식적 실행(epistemic practice)

과학교육에서 인식적 실행은 학생들에게 주어진 과학 지식을 전달하

는 것이 아닌 학생들이 능동적으로 과학적 지식을 구성, 평가, 수정해 나가는 과정을 말한다(Duschl, 2008; Ryu & Sandoval, 2012). 모형 구성은 학생들이 협력적으로 특정 자연 현상에 대한 설명 체계를 구성, 평가, 수정하는 과정(Clement, 2008)을 포함하므로 인식적 실행으로 볼 수 있다. 학생들은 인식적 실행의 일환인 모형 구성에서 사전 개념과 새로운 개념 간의 인지적 비평형을 경험하고, 지식이 생성, 평가, 수정되는 과정을 경험하며, 다른 학생들과의 상호작용에서 불안감이나 호기심과 같은 여러 감정들을 경험하게 된다(Pekrun *et al.*, 2017). 한편 ‘인식적(epistemic)’과 ‘인식론적(epistemological)’이라는 용어는 다소 의미의 차이가 있다. 이를테면 ‘인식적’이라는 말은 ‘지식을 탐색하는 방법’에 대한 것이지만 ‘인식론적’이라는 말은 ‘지식을 탐색하는 방법에 대한 이론’에 대한 것으로 구분되어야 한다는 것이다(Kitchener, 2002). 본 연구에서는 학생들이 과학적 지식을 구성, 평가, 수정해 나가는 모형 구성을 실행한다는 측면에서 인식론적 실행이 아닌 인식적 실행을 수행하였다고 보았다.

라. 인식적 감정(epistemic affect)

인식적 감정은 학생들이 과학 지식을 사회적 상호작용을 통해 탐색해 나가며 경험하는(한문현 & 김희백, 2017; Jaber & Hammer, 2016) 사회적 측면이 강조된 감정 상태를 말한다. Jaber (2014)와 Jaber & Hammer (2016)도 인식적 감정이 단지 인지적 과제 수행에서 지식 생성과 관련된 개인 혼자로도 경험될 수 있는 ‘호기심’이나 ‘힘듦’ 같은 감정(Brun *et al.*, 2008)뿐만 아니라 사회적 측면의 감정을(예를 들어 다른 학생과의 의견 충돌로 인한 힘듦) 포괄하는(Pekrun *et al.*, 2017) 더 넓은 감정 범주로서의 관점을 취한다. 종합하면 인식적 감정이란 개인이

공동체 안에서 지식을 탐색하면서 경험할 수 있는 사회적 측면이 강조된 감정들까지 포함하는 범주를 말한다. 한편 탐구 상황에서 경험하더라도 학생이 배가 고파 화가 난다거나 어딘가에 부딪쳐 기분이 상하는 감정 상태들은 지식 탐색과 직접적 연관이 없으므로 인식적 감정으로 보기 어렵다.

본 연구에서 다루고자 하는 인식적 감정은 학생들이 탐구 상황에서 사회적 상호작용을 통해 얼굴 표정이나 대화를 통해 드러나는 신체적 변화를 포함한 주관적 느낌으로 정의한다. 예를 들어 학생들은 소집단에서 모형 구성 중 아이디어가 떠오르지 않아 ‘괴로움’이라는 감정을 경험할 수 있는데 이것은 얼굴 표정으로 드러날 수 있고 다른 학생들과의 상호작용에서 경험하는 인식적 감정으로 볼 수 있다.

마. 모형 구성에서 학생의 참여와 제한적 참여

본 연구에서는 모형 구성 과정에서 초등학생이 제한적 참여에서 참여할 수 있게 되었던 맥락을 인식적 감정의 측면에서 다루었다. 본 연구에서 학생이 소집단의 모형 구성에 참여(또는 적극적인 참여)한다는 것은 모형 생성, 평가, 수정 단계에 적극적으로 관여하는 것을 말한다. 예를 들어 학생은 소집단에 특정 자연 현상을 설명하기 위한 자신의 아이디어를 소집단에게 명시적으로 드러낼 때 참여(또는 적극적으로 참여)하였다고 볼 수 있다. 또한 학생은 상대방의 아이디어가 마음에 들지 않았을 때 이에 대해 반박을 명시적으로 드러내면서 참여할 수 있다.

이와 달리 학생이 모형 구성에 제한적으로 참여한다는 것은 소집단에 자신의 아이디어를 명시적으로 드러내지 않는 것, 상대방의 아이디어에 관심을 가지지 않고 장난을 치거나 아무런 말을 하지 않는 것, 상대방의

아이디어가 마음에 들지 않더라도 이에 대해 반박하지 않는 것을 말한다.

한편 모형 구성에서 학생의 제한적 참여는 비참여와 구분된다. 비참여는 수업에 전혀 참여하지 않는 행동을 보이는 것을 말한다. 예를 들어 모형 구성 과제를 수행하는 도중에 아예 잠을 자거나 다른 수업 시간의 과제를 수행하는 경우는 모형 구성 과제를 거부하는 다른 행위를 이어나가는 것으로 제한적 참여보다도 더 낮은 수준의 참여 형태로 볼 수 있다.

마. 인지적 과정(cognitive process)

본 연구에서 학생들이 인지적 과정을 수행한다는 것은 모형 생성, 평가, 수정 과정에서 주장과 근거를 표현하거나 상대방 의견에 대한 제안 및 반박과 같은 논리적 사고와 추론을 소집단에 명시적으로 드러냄을 말한다. 최근까지 과학교육에서 과학적 모형은 이러한 인지적 과정의 순환으로 발달될 수 있다고 연구되어 왔다. 본 연구에서는 모형 구성에서 학생들이 수행하는 인지적 과정(또는 인지)뿐만 아니라 감정(특히 인식적 감정)이 어떻게 상호작용하여 모형 발달을 이끄는지를 설명하였다.

4. 연구의 제한점

본 연구의 제한점은 다음과 같다.

본 연구는 경기도에 소재하고 있는 초등학교 5학년 학생들을 대상으로 한 질적 사례 연구로써 연구 결과의 일반화에 목적을 두기 보다는 다양한 질적 자료들을 통해 현상을 보다 구체적으로 설명하는데 의의를 둔다.

본 연구에서는 특정 사회-문화적 맥락에서 구성되는 학생들의 감정들을 분석하였으며 그것이 다른 사회-문화적 맥락에서 구성되는 학생들의 감정과 다를 수 있다. 그러므로 본 연구에서 밝혀낸 학생들의 감정들이 다른 학생들에게도 경험될 수 있다고 해석할 수는 없다는 제한점이 있다.

본 연구에서 드러난 학생들의 감정들은 인식적 실행에서 주로 경험할 수 있는 인식적 감정의 측면에서만 분석되었다. 하지만 학생들은 모형 구성 중 인식적 감정 외에도 여러 다른 종류의 감정들을 경험하였을 것이며 이러한 감정들이 모형 구성에 영향을 미쳤을 것으로 추론되는데 이러한 다른 종류의 감정들을 다루지 못했다는 제한점이 있다.

II. 이론적 배경

1. 감정의 특징

가. 감정의 중요성

감정은 "인간의 인식, 판단, 기억, 의사소통에 적지 않은 영향을 미치므로"(김희경과 이나래, 2016, p. 232; Tomas *et al.*, 2016) 인지적 과제가 수행되는 학습 상황에서 중요하게 다루어질 필요가 있다(Immordino-Yang & Damasio, 2007; Sinatra *et al.*, 2014). 예를 들어 학생들은 학습 상황에서 좌절감, 즐거움, 수치심과 같은 여러 종류의 감정들을 경험한다(Jaber & Hammer, 2016; Tobin *et al.*, 2013; Tomas *et al.*, 2016). 그들은 수업 중 교사의 말을 들으면서 지루함을 느끼거나 소집단 토의 중 다른 학생의 말을 들을 때 수치심을 경험할 수 있다. 또한 그들은 인지적으로 도전적인(challenging) 과제에서 좌절감을 느낄 수 있다. 이렇게 학생은 인지적 학습 과정에서 여러 종류의 감정들을 경험하며 그들의 감정은 다시 학생의 감정과 인지에 영향을 미칠 수 있다(King *et al.*, 2016; Tomas *et al.*, 2016).

만약 인간이 감정을 느끼지 못할 경우 윤리적 판단과 이성적 판단이 요구되는 의사 결정을 제대로 수행할 수 없다고 한다(Damasio *et al.*, 1994; Grabenhorst & Rolls, 2011; Immordino-Yang & Damasio, 2007). Damasio(1994)는 뇌에서 감정 영역을 담당하는 구역이 손상된 환자의 사례를 통해 의사 결정에서 감정의 중요성을 설명한다. 환자는 논리적 추론과 연산과 같은 이성적 사고를 수행하는 뇌구역이 정상이었음에도

불구하고, 이성적 사고에 기반하여 어떤 것이 좋은 의사 결정인지 판단하기 어려워하거나 잘못된 판단을 하였다. 또한 해당 환자는 특정 게임에서 높은 확률로 돈을 잃을 수 있는 결정을 내리기도 하였으며 자신이 수행한 수학적 계산의 결론과 다른 선택을 내리기도 하였다. 이것은 인간이 감정을 느끼지 못할 경우 감정이 배제된 온전한 이성적 판단을 내리기보다 오히려 잘못된 판단을 할 수도 있음을 보여준 것이다 (Immordino-Yang & Damasio, 2007).

나. 1차 감정과 2차 감정

감정을 연구하는 학자들 다수는 인간이 느끼는 기초 감정의 존재를 인정하고 그 분류에 동의하고 있다. 연구자들은 인간이 경험하는 기초 감정을 1차 감정이라고 명명하였고(Epstein, 1984; Pribram, 1980; Turner, 2000, 2009) 이를 두려움, 화, 슬픔, 행복감으로 범주화하였다(Kemper, 1987; Turner, 2009). 1차 감정은 위협적 또는 안전하다고 여겨지는 순간에 즉각적으로 나타나는 보편적인 유기체의 반응으로 1차 감정의 유발 원인은 즉각적 생리학적 신체 시스템의 반응이다(Turner, 2009). 예를 들어 맹수를 만났을 때의 두려움은 생리적이고 즉각적인 감정 반응인 것이다. 한편 일부 연구자들은 1차 감정(즉 두려움, 화, 슬픔, 행복감)의 범주에 ‘놀람’이라는 감정이 추가될 필요가 있다고 주장한다. 왜냐하면 그들은 ‘놀람’이라는 감정도 즉각적으로 유발된다고 보기 때문이다(Turner, 2000, pp. 68-69, 재인용; Turner, 2009). 그러나 다수의 연구자들은 인간의 생존을 돕기 위해 즉각적으로 형성되는 1차 감정으로 두려움, 화, 슬픔, 행복감이라는 감정 구분을 지지하고 있다(Turner, 2009).

2차 감정은 1차 감정이 제외된 사회-문화적 맥락에서 경험되는 다양한 감정들을 일컫는다(Turner, 2009). 2차 감정은 죄책감, 수치심, 환희, 기쁨, 존경, 부러움, 우월감, 향수(nostalgia), 갈망 등이 있다. 2차 감정은 인지적 판단이 포함된 다양한 감정들을 포함하고 있다.

일부 연구자들은 1차 감정의 강도가 약해지거나 강해질 때와 1차 감정이 조합되면서 2차 감정이 형성된다고 주장하기도 한다(Kemper, 1987; Plutchick, 1980). 예를 들어 ‘수치심’이라는 2차 감정은 두려움이라는 1차 감정의 약한 강도에 의해 나타난다는 것이다. 또한 ‘자부심’이라는 2차 감정은 화와 행복감이라는 두 1차 감정의 조합으로 형성된다는 것이다. 즉 2차 감정의 형성은 마치 팔레트에 여러 색깔을 적절하게 조합하여 다양한 색깔을 만들어 내는 것과 유사하다. 일부 연구자는 1차 감정과 2차 감정의 조합을 통해서 3차 감정이 형성될 수 있다고 주장하기도 한다(Turner, 2000, 2007). 그러나 2차 감정이 1차 감정의 조합을 통해 형성된다는 결정적 증거는 없는 상태이다. 다수의 연구자들은 1차 감정과 2차 감정의 존재를 동의하지만 1차 감정의 조합을 통해서 2차 감정이 만들어진다는 것에는 조심스러운 입장을 취하고 있다(Turner, 2009). 다수의 연구자들은 2차 감정이 1차 감정의 조합으로 만들어진 것보다 사회-문화적 맥락에 의해 형성되는 것으로 바라보고 있다(Turner, 2007, 2009).

본 연구에서 주로 다루고자 하는 것은 생리적인 즉각적 반응으로 나타나는 1차 감정이 아닌 특정 사회-문화적 맥락에 따라 형성된다고 여겨지는 2차 감정에 초점을 맞출 것이다.

다. 의사 결정의 방향타인 감정

서양 철학자 데카르트는 감정과 이성을 이원적으로 구분하였고 그의 이원론은 학생의 인지적 학습 과정을 다루는 교육 연구에 많은 영향을 주었다(Alsop, 2005). 최근까지도 감정은 과학의 객관성에 반하는 부적절하고 비이성적인 것으로 여겨져 왔다(Melo *et al.*, 2017). 데카르트의 관점에서 감정과 이성을 이원적으로 바라본다는 것은 인간은 합리적 사고가 가능한 이성적 존재이지만 감정이 인간의 합리적 사고를 촉진 또는 방해할 수 있음을 의미한다.

일찍이 동양에서도 인간의 올바른 윤리적 판단과 합리적 의사 결정을 위한 감정의 배제와 조절을 중시했다. 예를 들어 조선 시대의 사상가이자 교육자인 이율곡은 인간이 지혜롭게 판단하고 행동하기 위해 끊임없는 수양을 통해 감정을 조절해야 한다고 했다(최양미, 2000). 또한 20세기의 교육자인 안창호는 인간이 감정에 휘둘리지 않도록 끊임없이 마음을 다스려야 한다고 했다(박의수, 2007). 이것들은 공자가 말한 '수기치인'으로 요약될 수 있다.

인지를 방해하는 감정을 조절해야 한다는 관점은 최근까지도 과학교육계에 영향을 주었고 과학교육 학자들도 이 관점을 기반으로 학생의 학습을 방해할 수 있는 한 요소로서 감정의 역할을 조사해왔다(Alsop, 2005; Alsop & Watts, 2003). 예를 들어 Tobin *et al.* (2013)은 학생이 과학 수업 중 경험하는 부정적 감정(예를 들어 좌절감 또는 지루함)들을 최소화시킬 수 있는 지도 전략들이 필요함을 제안한다. 교사가 학생들에게 과학 내용을 친절하고, 재미있으며, 부드럽게 설명할 때 학습을 방해하는 부정적 감정이 줄어든다는 것이다. King *et al.*(2015)은 교사가 탐구 상황을 흥미롭고 재미있게 여길 수 있도록 수업을 설계할 필요가 있다고

제안한다. 또한 Phye *et al.* (2011)은 학생들이 과제가 해결하기 너무 어려운 수준이라고 판단했을 때 ‘좌절감’이라는 부정적 감정을 경험하면서 과제를 포기할 수 있음을 설명한다. 이렇게 선행 연구들은 감정 조절의 관점에서 수업 중에 경험할 수 있는 부정적 감정을 줄여나가야 (decrease) 한다고 제안한다.

그러나 최근의 신경과학 연구 결과에 따르면 감정이 인지에 단방향으로 영향을 주기보다는 감정과 인지가 서로 얽혀 상호작용하면서 인간 행동을 조절하게 됨을 제안한다(Immordio-Yang & Damasio, 2007). 즉 인간은 생존과 번영을 위해서 감정과 이성적 사고를 모두 고려한다는 것이다. 정리하면 생존과 번영을 위한 인간의 최종적 판단은 감정에 휘둘린 다기보다는 감정과 인지를 적절히 활용하도록 진화되어 왔다는 것이다 (Turner, 2009).

이러한 연구 결과를 바탕으로 Immordio-Yang과 Damasio(2007)는 인간의 의사 결정 과정을 다음과 같이 설명한다(그림 II-1). 인간은 기본적으로 감정적 사고(emotional thought)를 하되 필요에 따라 높은 수준의 이성적 사고(high reason or rational thought)를 하며(예를 들어 고등 추론이나 복잡한 수리적 계산 등) 그것을 다시 감정적 사고를 위한 주요 요소로 고려한다는 것이다. 또한 인간의 감정적 사고는 생리학적 시스템(process related to the body)의 영향을 받는다고 한다. 이것은 감정이 이성을 단방향으로 방해하거나 촉진한다는 관점이라기보다는 감정적 사고가 의사 결정의 방향을 정하는 방향타(emotional rudder)의 역할을 함을 설명하는 것이다. 정리하면 ‘감정적 사고’, ‘이성적 사고’와 ‘신체와 관련된 시스템’들은 서로 얽혀져 상호작용하고 있으며 특히 감정은 인지적 학습(예를 들어 이성적 사고와 높은 수준의 추론)을 안내하는 역할을 한다고 볼 수 있다(van Geert & Steenbeek, 2008).

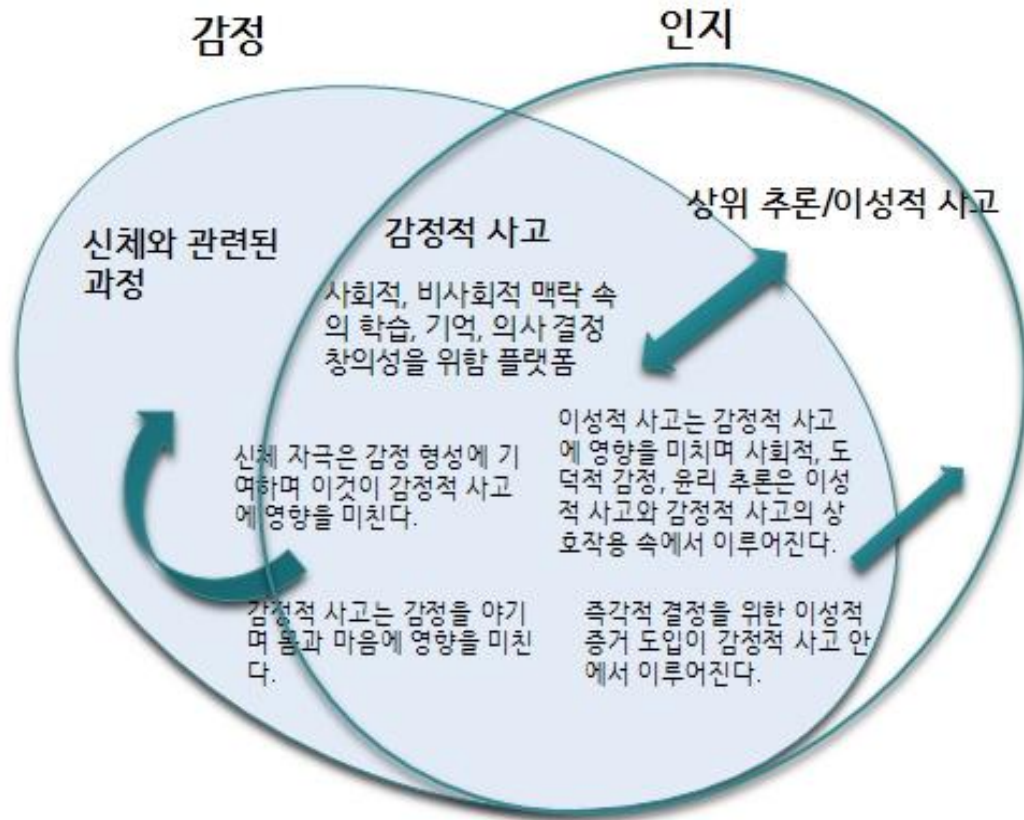


그림 II-1. 감정, 감정적 사고, 인지 사이의 관계를 통한 의사 결정 (Immordio-Yang & Damasio, 2007, p. 8)

라. 감정의 인지적 측면

연구 결과에 따르면 인간의 감정에는 인지적 평가(cognitive appraisal)가 포함될 수 있다고 한다. 이를테면 두려움, 화, 행복감과 같은 1차 감정은 즉각적인 생리적 반응으로 경험될 수 있는 반면 죄책감, 수치심, 존경과 같은 2차 감정은 특정 대상을 인지적으로 평가하면서 이를 긍정적 또는 부정적으로 생각하게 되고 그 결과로써 경험할 수 있다는 것이다

(Arnold, 1960; Lazarus, 1991; Mandler, 1975).

신경 과학 연구 결과는 인간이 경험하는 다양한 감정들이 인지적 평가를 포함하고 있음을 설명한다(Turner, 2009). 상황에 대한 인지적 평가는 주로 전전두엽에서 이루어지는데 2차 감정이라 불리는 감정들의 상당수도 전전두엽 지역에서 활성화된다고 한다(이재신, 2014). 과학자들은 2차 감정의 활성화와 인지적 평가가 이루어지는 지역이 같음을 강조하며 2차 감정들이 인지적 측면을 포함하고 있음을 추론한다(Turner, 2007). 즉 감정은 이전 경험에 대한 하나의 인지적 판단을 포함하며(Meyer & Turner, 2006) 행동을 이끄는 주관적 경험일 수 있다는 것이다(Frijda, 1998). 이 관점에서 2차 감정의 상당수는 인지적 측면을 가지고 있다고 볼 수 있다.

마. 감정의 사회적 측면: 터너의 이론을 중심으로

감정을 연구하는 학자들은 감정이 사회-문화적 맥락에 기반하여 사회적으로 형성될 수 있다고 설명한다(Hochschild, 1979; Turner, 2009). 특히 Turner(2009)는 사회성을 지닌 인간이 집단의 연대를 구축해 나가는 과정으로써 더 복잡하고 정교화된 형태로 감정을 발달시켜 왔다고 주장한다. Turner에 따르면 인간은 생존과 번영을 꾀하는 과정에서 공동체 생활을 하게 되었고 이를 유지 및 발달시키기 위한 문화와 규범을 만들어 나갔다. 그리고 인간 공동체는 사회적 규범에 어기는 행동을 한 개인을 향해 다수가 부정적 감정을 가지도록 감정 형성 체계를 발달시켜왔다는 것이다. 또한 사회적 규범을 어긴 개인은 죄책감과 수치심과 같은 감정을 느끼도록 진화되었다고 한다. 이렇게 공동체는 사회적 규범을 어긴 특정 개인에게 부정적 감정 형성을 통해 부정적 제재를 가하면서 공동체

를 관리하도록 진화되었다는 것이다(Immordino-Yang & Damasio, 2007).

이러한 Turner(2009)의 연구³⁾는 사회적 규범이 존재하는 맥락에서 나타나는 인간의 감정 경험을 이해하는데 유용한 틀을 제공한다(Tomas *et al.*, 2017). 특히 Turner의 이론은 한 개인의 자신(self), 상대방(others), 상황(situation)에 대한 기대(expectation)와 관련하여 부정적 감정과 긍정적 감정이 경험됨을 상징적 상호주의와 상호 의례 이론에 기반하여 설명한다.

상징적 상호주의의 관점에서 인간의 감정은 사회관계 속에서 사회-문화에 기반하여 형성되는데(Cooley, 1902; Mead, 1934; Shott, 1979; Stryker, 1980, 2004) 감정의 형성은 외부로 관찰되는 얼굴 표정, 몸짓, 담화 등을 통해 이루어진다고 본다. 이 관점에서 인간의 감정은 독립적으로 형성된다기보다는 상대방과 상호작용하면서 형성되는 것이다. 즉 인간은 상대방의 행위를 그 사회의 문화적 맥락에 기반하여 해석하면서 긍정적 감정과 부정적 감정을 형성해 나가는 존재라는 것이다. 예를 들어 인간은 상대방이 미소를 지어주거나 칭찬하는 말을 긍정적으로 해석하면서 긍정적 감정을 느낄 수 있지만 상대방이 화를 내거나 비난하는 말을 부정적으로 해석하여 부정적 감정을 느끼게 된다는 것이다.

상호 의례적 관점(interactive ritual perspective)에서 인간은 공동체의 규범과 목표를 위한 협력적인 좋은 분위기(collective effervescence)를 유지하려 한다고 한다(Collins, 2004, 2008). 예를 들어 인간은 좋은 분위기를 만들어 나가기 위해 인사와 같은 긍정적으로 해석될 수 있는 의례적 행동을 보이며 긍정적 감정을 형성하려 한다는 것이다. 반면 공동체

3) Turner(2009)는 ‘감정의 사회학’이라는 논문을 통해 생물학적 진화론, 상징적 상호주의, 상호 의례 이론, 권력과 지위 이론, 교환 이론, 드라마 이론 등을 통해 인간의 사회적 감정이 형성되는 원인을 설명하였다.

에서 인사와 같은 의례적 행동이 나타나지 않을 경우 긍정적 감정이 줄어들면서 부정적 감정이 형성될 수 있다. 그러므로 상호 의례적 관점에서 긍정적 감정이 경험되고 유지되기 위해서는 상호 의례적 행위(즉 협력적인 개인으로 여겨질 수 있는 다양한 행위)가 연속적으로 이어져야 될 필요가 있다.

상징적 상호주의와 상호 의례적 관점에서 학생들이 교실에서 긍정적 감정을 느낄 때에는 집단에서 긍정적으로 해석될 수 있는 행위와 말이 이어질 때이다(예를 들어 서로의 말에 귀기울여준다). 반면 부정적 감정을 느낄 때에는 집단에서 부정적으로 해석될 수 있는 행위와 말이 이어질 때라고 볼 수 있다(예를 들어 서로의 말을 무시하거나 비난한다).

2. 감정의 사회적 구성과 조절

가. 감정의 사회적 구성

여러 연구들은 인간의 지식이 사회적 맥락에 따라 여러 방식으로 사회적으로 구성되는 것처럼 인지적 측면을 포함하는 감정도 사회적으로 구성된다는 관점을(Lindesmith *et al.*, 1975; Russell, 2003; Shott, 1979; Turner, 2009) 설명한다. 이 관점에서 감정은 “사회-문화적 산물이며”(Geertz, 1973) 어느 특정 뉴런들의 점화(firing)로 생겨나는 산물이 아니다(Barrett, 2017b).

본 연구에서 감정이 구성된다는 관점을 선택한 것은 감정이 크게 세 가지 수준에서 구성된다는 연구 결과에 기반한다. 첫째, 신경구성(neuroconstruction) 관점에서 인간의 감정은 구성될 수 있기 때문이다. 기존의 감정 이론은 인간의 감정이 태어날 때부터 내장되어 있는 것(pre-wired)으로 보며(Barrett & Satpute, 2013; Lindquist *et al.*, 2012) 인간의 다양한 감정들이 뇌의 특정 구역이 자극되면 수동적으로 경험하게 되는 것(Ekman, 1984; Ekman & Friesen, 1975)이라고 설명한다. 예를 들어 기존 감정 이론은 ‘두려움’이라는 감정이 뇌 속의 편도체가 자극되어 나타나는 것이라고 설명한다(Davis, 1992).

과학자들은 기존 감정 이론에 기반하여 감정들이 나타나게 되는 특정 경로를 찾으려 노력하였으나 그러한 경로는 없으며 오히려 다양한 지역의 뉴런들이 활성화 되면서 감정이 나타난다는 것을 확인하게 되었다(Kragel & Liber, 2015; Saarimaki *et al.*, 2016). 왜냐하면 감정은 다양한 뉴런들의 창발적인 과정(emergent process)으로 일어나게 된다는 다수의 증거들이 발견되고 있기 때문이다(Clark-Polner *et al.*, 2016). 예를 들어 두려움이라

는 감정이 편도체를 자극하는 특정 경로를 통해 나타난다기보다는 편도체가 항상 자극되지 않더라도 뇌에서 그 외의 여러 지역에 분포된 뉴런들의 활성화를 통해 나타난다는 것이다(de Gelder *et al.*, 2014; Hurlmann *et al.*, 2007; Mihov *et al.*, 2013; Tsuchiya *et al.*, 2009). 종합하면 감정은 특정 뇌 지역의 자극(예를 들어 편도체)으로 나타난다기보다는 신경 수준에서 여러 뉴런들의 다양한 점화로 인한 창발적 과정이라는 것이다(Barrett, 2017a, 2017b; Oosterwijk *et al.*, 2015; Wilson-Mendenhall *et al.*, 2015).

두 번째, 심리학적 관점에서 감정은 구성될 수 있기 때문이다. 인지적 측면을 가지는 감정은(Boiger & Mesquita, 2012) 하나의 의미로써 생각, 생리적 변화(예를 들어, 심장 박동의 변화), 정동⁴⁾(情動; 예를 들어 쾌감과 불쾌감)들이 결합되어 생성(또는 구성)되는 개념이라는 것이다(Boiger & Mesquita, 2012; Shweder *et al.*, 2008). 예를 들어 A와 B가 높은 아드레날린 수치를 경험하는 상황을 가정하여 보자. A는 유명 가수의 콘서트장에서 높은 아드레날린 수치를 경험하면서 이러한 생리적 변화를 사람들의 함성이나 노래 소리 등과 연결지어 ‘흥분됨’이라는 감정을 구성할 수 있다. 이와 달리 시위 현장에서 높은 아드레날린 수치를 경험하는 B의 경우에는 이러한 생리적 변화를 시위 현장의 폭력이나 경찰의 움직임과 연결 지으면서 ‘두려움’ 또는 ‘분노’라는 감정을 구성할 수 있다. 이렇게 심리적 수준에서 감정은 인지, 지각, 느낌을 기반으로 구성될 수 있다.

마지막으로 인간의 감정은 다른 이들과 상호작용하면서 사회적으로 구성될 수 있기 때문이다. 지속적인 상호작용을 하게 되면서 상반된 감정을 구성하게 되는 사례를 들어 보자. 예를 들어 교사 A와 B가 학생 C의 잘못

4) 정동은 인간이 일상생활에서 경험하게 되는 느낌으로 볼 수 있으며 두 가지 특징을 가진다고 한다(Barrett, 2017b). 첫 번째는 쾌감과 불쾌감에 관한 것으로 이를 유인성(Valence)라고 한다. 두 번째는 평온과 동요에 대한 것으로 이것을 흥분도(Arousal)라고 한다. 정동은 감정이 아닌 느낌 또는 감각에 가까우며 특히 내수용 감각(Interoception)에 의존한다고 알려져 있다.

을 꾸짖고 올바른 행동을 하도록 지도하는 상황을 가정해보자. 이 상황에서 학생 C는 상반된 감정을 구성할 수 있다. 교사 A가 C에게 타이르는 말을 하고 C도 교사 A에게 자신의 잘못을 뉘우쳐야 한다고 말하면서 이 상황을 통해 죄책감이라는 감정을 발달시켜 나갈 수 있다. 반면 C는 교사 B의 지속적인 꾸짖는 말을 자신에 대한 비난으로 해석하여 수치심 또는 분노라는 감정을 발달시켜 나갈 수도 있다. 이처럼 인간은 지속적인 상호작용을 통해 감정을 사회적으로 구성해 나가는 존재라 할 수 있다(Barrett, 2017a, 2017b; Russell, 2003; Turner, 2009).

종합하면 감정이 구성된다는 관점은 예측적 뇌(predictive brain)가 능동적으로 과거 경험과 현재 감각 입력을 해석하여 감정을 구성해 나가는 것을 의미한다(Barrett, 2017a). 다시 말해 감정의 구성은 뇌가 활동하는 과정에서 의식적, 무의식적, 자발적, 비자발적으로 입력되는 감각들을 과거 경험에 기반하여 능동적으로 순식간에 해석해 나가는 과정이다. 만약 과거 경험들이 개념의 형태로 정리되어 있지 않고 이에 기반하여 순간순간 입력되는 감각들을 해석하는 과정이 없다면 느껴진 감각들은 잡음(noise)에 불과할 수 있다. 그렇게 되었을 때 인간은 이 감각이 무엇인지 알 수 없고, 무엇에 의해서 만들어진 것인지도 예측하기 어려우며, 이것에 대처하려면 어떻게 행동해야 되는지도 모를 수 있다(Hoemann *et al.*, 2015). 하지만 사전 개념을 감정의 형태로 가지고 있으면 뇌는 현재 입력되는 감각들에 의미를 부여할 수 있다. 즉 감각 자체는 감정이 아니며 감각에 의미를 부여할 때 감정이 성립한다는 것이다. 정리하면 감정의 구성은 인간의 뇌가 수동적으로 감각 입력을 받아들이거나 반응하는 것이라기보다는 입력되는 감각들에 대한 적극적이고 능동적인 해석 과정인 것이다.

물론 모든 감정이 사회적으로 구성되는 것이라고 볼 수는 없다. 다수의 사회학자들은 신체 시스템에 의해 즉각적으로 유발되는 1차 감정(예를 들

어 맹수를 만났을 때 느끼는 두려움)이 사회적으로 구성된다고 동의하지 않는다(Turner, 2009). 왜냐하면 맹수를 만나서 경험하게 되는 두려움이라는 감정은 사회적 맥락에서 인간들 사이의 상호작용에 의해 구성된 감정이라고 보기 어렵기 때문이다(Turner, 2000). 다만 본 연구에서는 학생들이 과학 교실의 특정 사회적 맥락 안에 놓여 있다고 보며 그들이 경험하는 여러 감정이 사회적으로 구성된다는 관점을 취한다(한문현과 김희백, 2017).

나. 학생의 감정 조절

감정 조절(emotion regulation)은 한 개인이 현재 무슨 감정을 느끼는지를 인식한 상태에서 이에 기반하여 자신의 감정 표현을 조절하는 것이다(Gross, 1998; Matthews *et al.*, 2002). 일반적으로 감정 조절은 개인이 경험하는 부정적 감정을 최소화하고 긍정적 감정을 구성하는 시도를 말하는데(Pekrun, 2000), 감정 조절이 가능하다는 것은 자신의 감정을 인식하고 능동적으로 감정을 관리하며 부정적 감정 경험 이후의 감정 표현을 조절할 수 있음을 의미한다(Boekaerts, 2007).

선행 연구는 학생이 자신의 감정을 의식적 또는 무의식적으로 조절할 수 있음을 보여주며 특히, 학생들이 수업 중 분노, 화, 좌절감과 같은 감정을 경험하더라도 이를 조절한 사례를 설명한다. Tomas *et al.* (2016)은 학생이 소집단에서 다른 학생에 의해 자신의 의견이 무시당하게 되어 분노와 좌절이라는 감정을 경험한 사례 연구를 보인다. 연구에서 학생은 분노와 좌절감에 나무 막대기를 내려치는 등의 부정적 감정 표현을 보였지만, 자신의 감정과 행동을 재인식하고 감정을 조절하여 다른 학생들의 활동에 다시 참여하게 되었다. 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 협력적 태도를 유지해 나가며 학습 목표에 도달하였다고 한다. 그러나 인간의 의식적 노력에 의한 감정적 조절만 강조한 나머지 무의식적이고 즉각적인 신체 시스템 기작에 의해 유발되는 감정을 간과하는 것은 아니다. 본 연구에서는 무의식적인 신체 시스템 기작에 의해 유발될 수 있는 1차적 감정(Turner, 2009)의 존재를 인정하되, 학생이 인지적 평가가 포함된 감정들을 인식하고 이를 능동적으로 감정 조절할 수 있다는 관점을 취하였다.

3. 인식적 감정

가. 감정과 인식적 감정

감정은 “보통 ‘느낌’이나 ‘정서’와 같이 폭넓게 정의되는데”(Turner, 2009, p. 341) 감정의 종류와 범위가 넓고 다양하여 학자들은 ‘감정’을 생물학적, 문화적, 인지적, 상호 교류적, 행동적 측면 등으로 선택하여 접근하고 있다(Tomas *et al.*, 2016; Turner, 2009). 예를 들어 특정 학생의 감정적 언어에 의해 유발된 생리학적 충동을 바라보고자 한다면, 인간의 신체적 충동에 대한 의식적 느낌이 강조될 것이다(Turner, 2009). 만약 어떤 상황에 대한 인지적 평가가 포함된 감정을 바라보고자 한다면 감정의 인지적 측면이 강조될 것이다.

본 연구에서는 소집단 모형 구성에 참여하는 학생의 감정(또는 정서)이 심리적, 사회적으로 구성된다는 관점에서 연구 결과를 설명한다. 심리학적 관점에서의 감정은 육체적 변화가 동반되는 생리학적 ‘느낌’으로 정의될 수 있다(Shott, 1979). 사회학적 관점에서는 ‘감정’을 생리학적으로만 다루기보다는 상황에 대한 반응으로써 사람과의 관계 속에서 나타나는 것에 초점을 맞추어 죄책감이나 짜증과 같은 사회화된 감정을 강조한다(김희경과 이나래, 2016). 특히 Gordon(1981)은 다수 감정의 기원이 인간 생리학에서 온 것이 아니라 인간 사회 속의 형성된 문화에서 온 것이라고 주장한다. “사회의 구성원들은 문화에 사회화 되며 감정 언어, 자율적 신경 시스템 반응, 사회관계의 유형을 학습해 왔다. 그러므로 감정은 문화에 의해 나타나며 내재적으로 사회적 측면을 포함하고 있다”(Turner, 2009). 본 연구에서는 모형 구성과 같은 인식적 실행이 사회문화적으로 구성된다는 관점에서(Vygotsky, 1978) 학생 감정들의 상당수

가 사회적으로 구성된다고 바라본다.

학생들이 학습 중 경험하는 감정은 다양하겠으나 본 논문에서는 모형 구성과 같은 탐구 상황에서 인식적 실행에 참여하며 경험하는 학생의 감정을 인식적 감정으로 설명한다. 인식적 감정이란 탐구 상황에서 발생하는 느낌과 감정을 말하며 그 감정이 부정적인 것일 때 이를 긍정적인 방향으로 조절하는 것까지 포함하는 것이다(Jaber *et al.*, 2015; Jaber & Hammer, 2016). 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) 등을 말한다. 또한 “문제 해결 과정에서 무엇인가 잘못되고 있다고 느낌을 받는 것”(유연준과 오필석, 2016, p. 270)도 이에 해당한다고 볼 수 있다.

인식적 감정은 과학자들이 경험하는 감정이며(DeBellis & Goldin, 2006; Feynman, 1999; Lorimer, 2008; Plantin, 2004) 학생들도 마찬가지로 탐구 상황에서 이것들을 경험한다(Jaber & Hammer, 2016). 물론 학생들이 모형 구성에서 경험하는 감정이 모두 다 인식적 감정은 아닐 것이다. 예를 들어 수업 중에 배가 고파 부정적 감정이 형성된 것은 탐구라는 인식적 실행과 직접적 연관이 없다. 그러므로 본 연구에서는 탐구 과정에서 벌어지는 인지적 평가 행위와 같은 인식적 실행과 직접적으로 관련된 감정만을 인식적 감정이라 바라볼 것이며, 이것이 어떻게 모형 구성에 영향을 미칠 수 있었는지를 설명한다.

나. 모형 구성에서 인식적 감정

Jaber와 Hammer (2016)는 과학자들의 삶을 다룬 여러 문헌들을 통해 탐구 과정 중에 발생하는 감정이 그들의 학문적 실행에 얽혀 있음을 확인하였고 이러한 감정들이 인식적 감정에 속한다고 설명한다. Jaber와 Hammer는 과학자들이 학문적 실행에서 경험하는 감정을 다섯 가지로 범주화하여 설명한다. 첫 번째로는 ‘현상을 연구하면서 경험하게 되는 즐거움(pleasure in studying phenomena)’이다. 과학자들은 자연 현상에 대한 발견 전부터 연구 자체에서 즐거운 감정을 경험한다는 것이다. 예를 들어 아직까지 밝혀지지 않은 무엇인가를 알아냈을 때의 즐거운 감정(Feynman, 1999), 유전학자가 옥수수를 이해해 가는 과정에서 큰 즐거움을 느끼는 것(Keller, 1983), 물리학자가 성공을 위해 연구를 수행하기보다는 물리 현상을 더 잘 이해하고 싶고 진리의 한 부분을 밝혀내고 싶은 열정을 경험하는 것(Wolpert & Richards, 199)과 같은 긍정적 감정을 경험한다는 것이다. 또한 과학자들은 이 감정을 잦은 빈도로 경험한다고 한다(김빛내리 등, 2016; Dawkins, 1998; Girod, 2007; Hadzigeorgiou, 2012; Keller, 1983; Polkinghorne, 1998).

두 번째, ‘연구 대상에 대한 공감(empathy with the object of the study)’이다. 이것은 과학자들이 ‘만약 자신이 연구 대상이라면 어떠했을까?’ 라고 공감하는 감정을 갖는 것이다. 예를 들어 바이러스를 연구하는 학자가 “바이러스 또는 암세포가 되어 봄으로써 그들이 어떻게 있는지 또는 어떻게 면역 시스템에 반응하는지에 대해 느낄 수 있어요”(Salk, 1983, p. 7) 라고 말하는 것, 물리학자들이 마치 자신들이 전자(electron)가 된 것처럼 자신을 대입하여 말하고 설명하는 것(Ochs *et al.*, 1996)이 포함될 수 있다.

세 번째, ‘아이디어 또는 질문에 대한 감정적 신호(affective signals of idea or questions)’이다. 이것은 특정 아이디어나 연구 방향에 대한 확신을 주는 느낌과 같은 것이다. 예를 들어 아인슈타인은 특수 상대성 이론을 연구하면서 다음과 같이 감정을 묘사하였다. “수년 동안 구체적으로 어떤 방향으로 연구하라는 느낌이 있었다.”(Keller, 1983, p. 150). 또한 이 범주에는 우리가 소위 말하는 ‘아하’ 또는 ‘유레카’라고 불리는 감정⁵⁾이 포함될 수 있다(Arango-Muñoz & Michaelian, 2014, p. 101). 그리고 ‘아하’ 감정은 수학자들이 종종 ‘알겠다는 느낌(feeling of knowing)’(Burton, 1999, p. 134)에 의해 연구가 이끌어진다고 하는 것을 경험하는 것과 유사해 보인다. 그 외에 이 범주에 포함될 수 있는 인식적 감정으로 ‘추론의 잘못을 느낌’을 들 수 있다(Arango-Muñoz & Michaelian, 2014, p. 101). 예를 들어 수학 문제 해결에서 추론이 잘못되었음을 느끼고 부정적인 감정을 경험하는 것을 말한다. 반대로 ‘추론이 옳았음을 느낌’이라는 감정도 경험할 수 있다 (Arango-Muñoz & Michaelian, 2014, p. 101). 예를 들어 문제 해결에서 추론이 옳았음을 느끼고 긍정적인 감정을 경험하는 것을 말한다.

네 번째, ‘학문적인 상호작용에서 나타나는 감정적 측면(affective aspects of scholarly interactions)’이다. 과학자들은 서로 아이디어를 주고 받으며 의견 불일치로 인한 긴장감과 힘듦을 경험할 수 있으며(Plantin, 2004), 자신의 아이디어가 거부될 수도 있다는 두려움을 경험한다는 것이다. 예를 들어 왓슨과 크릭은 DNA 구조에 대한 연구를 수행하면서 로사린드 프랭클린과 말리스 윌킨스가 자신들의 이론을 공격할 것을 두려워했다(Thagard, 2008). 또한 찰스 다윈은 진화론에 대한 연구 결과에 대해 학계에서 인정하지 않을 수 있다는 두려움으로 인해 ‘종의 기원’이라는 저서

5) 이전에 분명히 이해되지 않았던 현상이 이해가 되었다는 감정(Gopnik, 1998; Trout, 2002, 2007)을 말한다.

를 더욱 정리하고 다듬으며 이를 출판하기까지 거의 20년이 걸리기도 하였다(Gruber, 1974).

마지막으로 ‘메타 감정과 감정 조절(meta-affect and affective regulation)’이다. 이것은 과학자로서 학문을 탐구하며 어떠한 감정들이 느껴지는지를 인식할 수 있는지와 부정적 감정을 경험하더라도 이를 조절할 수 있는 것까지를 포함한다(Jaber *et al.*, 2015). 예를 들어 특정 자연 현상을 밝히고 싶은 마음이 들면서도 자연 현상을 밝혀내는 과정이 지루하고 고통스러운 과정임을 인식하는 것, 자신이 밝혀내게 될 자연 현상의 기작이 잘못된 설명일 수 있다는 두려움을 느끼면서도 연구실에서 밤늦게까지 연구를 하고 싶은 마음(Firestein, 2012), 수학적 문제를 해결하는 것은 지긋지긋하고 고통스러운 과정이지만(Hutchinson, 1959) 이러한 부정적 감정을 인내해야 한다고 느끼는 것이다. 학자들의 연구 활동은 계속되는 실패로 인한 고통을 견뎌내는 것이며(김빛내리 등, 2016; Weiner, 1956) 지속적인 좌절을 경험하는 것이다(Carlson, 2000). 한편 자연 현상의 기작을 밝혀내지 못하면서 경험하게 되는 고통이라는 감정은 조절될 수 있으며 과학자들의 연구를 촉진하는 지렛대로 작용할 수 있다(Jaber & Hammer, 2016). 이렇게 다섯 가지로 범주화된 과학자들의 인식적 감정의 사례는 과학자들의 실행을 설명할 때 인식적 감정이 중요하며 이것이 과학적 실행 속에 복잡하게 얽혀 있음을 보여주는 것이다.

인식적 실행으로써 학생들이 수행하는 모형 구성이 과학자들의 실행과 본질적으로 다르지 않다면 학생들도 과학자들처럼 인식적 감정을 경험할 것이다. 선행 연구들은 모형 구성에서 초등학생들이 인식적 감정을 경험한 사례를 보여준다. 먼저 유연준과 오필석(2016)은 초등학생이 모형 구성에서 경험할 수 있는 인식적 감정의 예를 제시한다. 유연준과 오필석은 학생들이 경험하는 긍정적 인식적 감정으로 첫째로 이해가 되었다는 감정(물

랐던 것을 알게 되어 즐거운 감정을 경험하는 것), 둘째로 자기 주도의 감정(교사로부터 지식을 전달받는 것이 아닌 자기 스스로 능동적으로 자연 현상의 원인과 결과를 알아내게 되어서 재미있다는 감정을 경험하는 것), 셋째로 능숙함의 감정(실험과 같은 활동에 익숙해져서 이후에도 해당 활동을 잘할 수 있겠다는 감정)들을 경험할 수 있음을 설명한다. 반면 학생들이 경험하는 부정적인 인식적 감정으로는 첫째로 할 수 없거나 잘못하고 있다는 감정(올바르지 않은 방법으로 실험을 하였을 때 잘못된 방법을 습득할 수도 있다는 두려움), 둘째로 처음 해보는데 따르는 어려움의 감정(토론을 처음 해보아서 그런지 익숙하지 않아서 쉽지 않다는 느낌을 경험함), 셋째로 매우 조심해야 한다는 감정(실험에서 조심해서 다루어야 하는 기구로 인해 신경이 쓰이는 것과 같은 감정)들을 경험할 수 있음을 설명한다.

또한 한문현과 김희백(2017)은 초등학생이 모형 구성에서 경험할 수 있는 부정적인 인식적 감정으로 첫째로 상대방이 의례적 행위를 어겨(예를 들어 논의에 적극적으로 참여하지 않고 장난치는 것) 상대방의 아이디어 까지도 싫음을 느끼는 것, 둘째로 상대방으로부터 자신의 의견이 무시당하자 상대방의 아이디어 까지도 싫음을 느끼는 것, 마지막으로 상대방의 아이디어로 인해 인지적 비평형이 발생하여 부정적인 인식적 감정을 경험할 수 있음을 설명한다. 이와 같이 선행 연구들은 초등학생들도 과학자들과 같이 모형 구성과 같은 인식적 실행 속에서 여러 형태의 인식적 감정을 경험할 수 있음을 보여준 것이다. 본 연구에서는 감정의 구성 관점에서 모형 구성 중 초등학생들이 인식적 감정을 어떻게 구성해 나가는지 설명하고, 특히 구성된 부정적인 인식적 감정을 어떻게 다루어 나가며 모형 구성에 참여할 수 있었는지를 탐색하였다.

4. 초등학생의 모형 구성

가. 모형 구성에서 초등학생의 참여

Lave와 Wenger(1991)는 학습이란 지식을 구성해 나가는 인지적 과정뿐만 아니라 공동체에서 추구하는 실행에 함께 참여하는 과정 그 자체로써 경험되는 것이라고 주장한다. 학습에 참여한다는 것은 학습자가 자신의 인지 구조를 특정 맥락 속에서 사회적으로 구성해 나가는 것뿐만 아니라 (Vygotsky, 1978), 어떻게 말하고 행동하는지를 익혀 나가는 것이자 그 과정 속에서 다양한 감정을 경험하는 것까지를 포함하는 총체적인 과정을 경험하는 것이다(Sfard, 2008). 마찬가지로 학습자가 모형 구성에 참여한다는 것은 단지 자연 현상을 설명하는 기작을 구성해 나가는 지식 획득 과정이라기보다는 모형 생성, 평가, 수정의 순환적 과정을 통해 모형을 발달시켜 나가는 과정 자체에 적극적으로 관여하는 것이다(NGSS Leads State, 2013; Schwarz *et al.*, 2009). 또한 모형 구성에서 학습자들은 초기 모형 생성, 평가, 수정의 전반적 과정에서 주장과 근거를 드러내는 인지적 기술을 사용하는 것만 아니라 두려움, 긴장감, 즐거움과 같은 여러 감정을 경험하며 이러한 인식적 실행에 익숙해져 간다(한문현과 김희백, 2017).

모형 구성에서 학생들의 참여는 모형 생성, 평가 및 수정에 대한 관여라고 볼 수 있다. 이 때 적극적 참여라는 것은 다음과 같이 설명될 수 있다. 첫째, 개인의 담화가 공동체의 담화로 공유될 수 있도록 하는 것이다. 둘째, 공동체의 담화를 개인의 담화로써 받아들이는 것이다(Sfard, 2008). 이 정의에 따라 모형 구성에 적극적으로 참여하는 학생은 모형 생성을 위해 주장, 근거, 추론을 들어 자신의 설명 모형을 공동체에 표현 모형⁶⁾으로 드

6) 학습자의 마음속에서 구성된 모형을 글, 그림, 말의 형태로 나타낸 것

러낼 것이다. 그리고 학생은 공동체에서 공유되는 표현 모형이 현상을 잘 설명하는 모형인지 평가할 것이며, 만약 적절한 모형이라고 생각되지 않을 경우 표현 모형에 대한 반박 또는 제안을 보일 것이다. 반면 모형 구성에 대한 제한적 참여는 모형 생성, 평가, 수정을 위한 적극적인 관여를 거의 보이지 않는 것이라고 볼 수 있다. 예를 들어 학생이 주장과 근거를 들어 자신의 정신 모형을 표현 모형으로 드러내지 않거나 상대방의 모형이 현상을 설명하는 적절한 설명이 아니라고 생각함에도 불구하고 그에 따른 반박이나 제안을 하지 않는 것이다. 이렇게 모형 구성 중 자신의 의견을 펴지 않거나, 공동체에서 공유되고 있는 의견에 귀 기울이지 않거나 상대방의 설명이 적절하지 않음에도 불구하고 반박 또는 제안하지 않는 경우는 제한적 참여라고 볼 수 있다.

학생은 세 가지 측면에서 모형 구성에 적극적으로 참여할 필요가 있다. 첫째, 학생은 자신의 정신 모형을 공동체에 글, 그림, 말의 형태로 표현할 필요가 있다. 사회적 상호작용의 매개로서의 개인의 정신 모형(또는 생각)은 공동체에 공유될 때 의사소통을 촉진할 수 있기 때문이다(Vygotsky, 1978). 둘째, 학생은 상대방이 생성한 모형에 대한 제안과 반박을 활발히 수행할 필요가 있다. 모형의 점진적 발달을 위해 제안과 반박을 통한 모형 평가, 수정이 필요하기 때문이다(Clement, 2008). 마지막으로 학생은 공동체의 모형을 제대로 이해하고 있는지 계속 확인하고 공동체의 모형이 자연 현상을 잘 설명하는 것이라고 생각한다면 이를 받아들일 필요가 있다(Gilbert & Justi, 2016). 왜냐하면 모형 구성은 공동체에서 합의한 모형을 다시 개인의 정신 모형으로 구성하는 것을 포함하기 때문이다.

학생이 모형 구성에 참여하지 않는 이유가 단지 인지적 능력, 추론 능력, 모형 구성에 대한 본성적 측면에 대한 지식 부족만의 문제로만 국한되지 않을 수 있다. 학생은 인식적 행위로서의 모형 구성에 참여하는 의사 결정

을 내리기 위해 감정과 인지(cognition)의 문제를 모두 고려할 것이기 때문이다(한문현과 김희백, 2017). 본 연구에서는 모형 발달을 위한 학생들의 인지적 과정뿐만 아니라 그들이 어떠한 인식적 감정을 구성하여 모형 구성 과정에 관여하였는지를 탐색하였다.

나. 모형 구성에서 초등학생의 반박

모형 구성에서 학생의 반박은 모형 발달을 촉진한다는 점에서 필수적이다(한문현과 김희백, 2017). 모형 구성은 처음부터 학생들이 현상을 설명하는 최적의 모형을 생성한다기보다 초기의 초보적인 설명이나 모형을 점진적으로 발달시켜 나가는 과정이라 볼 수 있는데(Forbes *et al.*, 2015; Johnson & Stewart, 2002) 이 과정에서 반박은 학생이 초기에 생성한 모형을 거부하게 하거나 수정하게 하여 모형을 정교화 하도록 촉진할 수 있기 때문이다(이신영 등, 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 주장과 이를 뒷받침하는 근거로 이루어지며 상대방의 주장, 근거, 추론에 대한 반박이 모두 가능하다. 이 정의에 따라 예를 들어 학생이 “네 의견에 동의할 수 없어” 라고 반대 주장만 나타내면서 상대방의 논변에 반대하는 것은 이를 뒷받침하는 근거가 없으므로 반박으로 보기 어렵다. 한편 본 연구에서 모형 구성은 내재적으로 논변 활동을 포함하고 있다는 선행 연구(Passmore & Svoboda, 2012)에 기반하여 모형 구성에서 나타나는 반박도 논변 활동의 그것과 본질적으로 동일하다는 관점을

취하였다. 그리고 반박은 경쟁 ‘모형을 평가하기 위한 질문을 발달시키기’나 ‘경쟁 모형을 평가하고 이를 수정하기 위한 질문 던지기’와 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 Lin과 Hung (2016)은 부정적 감정의 측면에서 논변 활동 중 학생들이 어떠한 반박을 사용하여 소모적인 논쟁을 촉발시키는지와 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 말하는 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 물

에 뜰 수 있거든” 이라고 검증된 과학적 이론에 근거하여 말하는 것은 과학적 증거로 구성된 반박에 해당한다.

Lin과 Hung(2016)은 학생들이 개인적 공격으로 이루어진 반박과 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 Lin과 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 학생들이 논변 활동에서 보일 수 있는 감정적 반박의 사례를 설명했음에도 불구하고 감정이 단방향으로 인지적 과정을 수행하는 데 있어 부정적 영향을 줄 수 있다는 측면에서 학생 반박을 범주화한 것이라 볼 수 있다. 또한 그들은 학생들이 어떠한 감정 하에서 인지-감정적 반박을 사용하게 되었는지를 자세히 설명하지 않았다. 이에 본 연구에서는 IV장에서 학생들이 어떠한 인식적 감정 하에서 어떠한 인지-감정적 반박을 사용하였는지를 범주화하여 제시하였다.

III. 모형 구성 참여 양상에서 나타나는 내성적인 초등학생의 인식적 감정 구성⁷⁾

1. 서론

과학 수업에서 모형 구성은 학생들이 협력적으로 특정 자연 현상이 어떻게 작동하는지 설명하는 체계를 구성해 나가는 과정을 말한다(NGSS Lead States, 2013; Oh & Oh, 2011; Schwarz *et al.*, 2012). 모형 구성에서 학생들은 자연 현상 설명을 위한 초기 모형을 구성하고, 초기 모형을 평가 및 수정해 나가며 점진적으로 더 나은 모형으로 발달시켜 나간다(Kawasaki *et al.*, 2004; Shen & Confrey, 2007). 이는 과학 수업에서 모형 구성은 학생 홀로 머릿속에서 정신 모형⁸⁾을 구성해 나가는 과정이라기보다는 소집단 구성원들이 모형을 평가하고 수정해 나가는 과정으로써(Clement, 2008) 공동의 협력적 인식적 탐색 활동(Vo *et al.*, 2015)이라고 할 수 있다. 즉 모형 구성은 소집단 구성원들이 공동으로 참여하는 사회적 과정인 것이다(Forbes *et al.*, 2015).

모형 구성에서 학생들은 인지적 문제로 인하여 실제적인(authentic) 참여에 어려움을 겪을 수 있다(Schwarz *et al.*, 2012; Sung & Oh, 2017). 예를 들어 모형 구성에 요구되는 선지식의 부족(한문현과 김희백, 2013)과 과학적 추론 및 비판적 사고와 같은 인지적 기술에 능숙하지 못하여

7) 본 연구는 한문현, 김희백 (2018). 모형 구성 참여 양상에서 나타나는 내성적인 초등학생의 인식적 감정 구성. *한국과학교육학회지*, 38(2), 171-186에 게재된 논문을 재구조화하여 제시한 것임. 또한 본 연구의 일부를 II. 이론적 배경에 재구조화하여 제시하였음.

8) 학습자의 마음속에서 구성되는 모형

(Driver *et al.*, 1996) 모형 기반 추론에 의한 모형 구성에 어려움을 겪을 수 있다(Kawasaki *et al.*, 2004). 또한 학생들은 모형 구성이 초기 모형을 생성, 평가, 수정해 나가는 연속이며 지속적인 의사소통 과정을 통해 모형을 발달시켜 나갈 수 있다는 점(조혜숙과 남정희, 2017; Justi & Gilbert, 2002)을 깊이 있게 이해하지 못하여 참여에 어려움을 겪을 수도 있다(Gilbert & Justi, 2016; Nicolaou & Constantinou, 2014). 이러한 인지적 기술 부족은 모형 구성에서 학생들의 참여를 어렵게 하는 요인으로 작용할 수 있다.

그런데 과학은 슬픔, 즐거움, 힘듦, 괴로움, 긴장감을 포함하는 인간의 여러 감정들이 포함되면서 학습되고 실행되며(Sinatra *et al.*, 2014), 학생들의 감정은 학습 참여의 핵심적인 부분으로 작용한다(Alsop & Watts, 2003; Jaber, 2014; Milne & Otieno, 2007). 그렇기 때문에 과학 수업에서 학생들이 모형 구성에 지속적으로 참여하지 않는 것이 인지적 기술의 서툰이나 모형 구성에 대한 본성 이해 부족(즉 모형 구성은 모형 생성, 평가, 수정의 연속임을 이해하는 것)의 문제(Schwarz & White, 2005)로만 한정되지 않을 수 있다.

신경 과학 연구 결과에 따르면 인간의 행위는 인지와 감정이 서로 상호작용하면서 일어난다고 하며(이재신, 2014; Immordino-Yang & Damasio, 2007) 감정은 인지와 같은 지위의 것으로 인간 행위에 중요한 영향을 미친다고 한다(Lewis, 2008). 이에 대한 연구들은 인간이 변연계에서 온 감정 정보와 신피질에서 생성되는 감정 정보 및 인지적 추론을 모두 사용하여 의사 결정을 내린다(Barrett, 2017a; Immordino-Yang & Damasio, 2007)고 하고 있다. 따라서 학생들이 모형 구성에 참여하지 않는 이유를 인지적 문제로만 설명하게 되면 인간 행위와 밀접한 연관이 있는 감정의 중요성을 간과한 것이라 할 수 있다. 모형 구성과 같은 인

식적 실행에서 학생이 경험하는 감정은 참여와 관련된 의사 결정에 주요한 영향을 미칠 수 있다는 점에서(한문현과 김희백, 2017; Arango-Muñoz & Michaelian, 2014; Jaber & Hammer, 2016) 학생 감정의 탐색이 필요하다(Jaber, 2014).

과학교육에서 학생 감정의 이해가 필요하다는 주장은 이전부터 있어 왔지만(Alsop, 2005; Alsop & Watts, 2003) 감정 측정과 해석의 어려움으로 인한 여러 제한점이 있어 활발히 연구되지 못한 측면이 있다(Jaber, 2014; King *et al.*, 2017). 즉 학생이 경험하는 감정들은 개인차가 있으며 교실 맥락과 학생 간 상호작용 등의 여러 요소에 영향을 받을 수 있기 때문에 분석이 쉽지 않다(Barrett, 2017b). 그럼에도 불구하고 학습자가 학습 상황에서 어떻게 더 민감하게 반응하고 더 조화될 수 있는지를 알기 위해서는 과학교육에서 감정을 연구하는 것이 필요하다(Alsop, 2011). 그렇기 때문에 학생 감정은 과학 수업 참여에 영향을 미치는 주요 요인으로써 깊이 있게 탐색될 필요가 있다.

최근 들어 학생들이 인식적 실행과 같은 탐구 상황에서 어떤 종류의 감정을 경험하며 그것이 과학 학습에 어떠한 영향을 미칠 수 있는지에 대한 연구가 수행되었다. 예를 들어 King *et al.* (2017)은 과학 교실에서 중학생이 수업 초반에 경험하는 ‘좌절’이 이후 인지적으로 도전적인 문제가 해결되었을 때 경험하게 되는 ‘기쁨’에 선행하는 감정으로 기능하는 긍정적 결과를 가져올 수 있다고 하였다. Jaber와 Hammer (2016)는 탐구 상황에서 경험하는 부정적인 인식적 감정이 자연스럽게 여겨질 필요가 있으며 학생들이 이를 경험하는 것에 익숙해지도록 안내해야 함을 강조하였다. 또한 한문현과 김희백(2017)은 학생들이 ‘상대방의 아이디어가 싫음’이라는 부정적 감정을 경험하여 감정적 반박을 통해 모형 구성에 참여하게 되는 사례들을 밝히기도 하였다.

선행 연구들은 과학 수업에서 학생들이 경험하는 긍정적 감정뿐만 아니라 부정적 감정도 학생의 참여에 기여할 수 있음을 보인 것이다. 그럼에도 불구하고 감정을 다루는데 익숙하지 않은 초등학생이 어떻게 능동적으로 긍정적 또는 부정적 감정을 다루어 나가면서 과학 수업에 참여할 수 있게 되었는지에 대한 연구는 부족한 실정이다. 이에 본 연구에서는 감정이 구성된다는(Barrett, 2017a; Russell, 2003) 관점에서 내성적인 초등학생이 어떻게 능동적으로 인식적 감정들을 구성하고, 어떻게 참여하였는지에 대한 통찰을 제공하였다.

2. 연구 방법

가. 연구 참여자

P 초등학교는 경기도 S시에 소재한 중급 규모(n=521)의 학교이다. P 초등학교 5학년의 과학 학업 성취도는 S시 103개 학교 중 중위에 해당하였기 때문에 학업 성취도의 측면에서 경기도 초등학교의 평균적인 맥락이 반영될 수 있다고 판단되었다. P 초등학교 5학년 사랑반 학생들이 수업 참여자로서 모형 구성에 참여하였다. 사랑반의 학생들은 남자 11명, 여자 14명 총 25명이었으며 4-5명의 남, 여 소집단(총 6조)으로 이루어져 수업에 참여하였다. 연구자는 참여자들에게 사전에 연구자가 소속된 기관의 생명윤리위원회(IRB)의 지침에 따른 연구 절차를 설명하였으며 이후 참여자, 참여자의 법정 대리인, 참여자들이 소속된 초등학교장의 동의를 모두 얻은 후 본 연구를 수행하였다.

본 연구에서는 감정 일지, 비디오 녹화본, 연구자의 관찰 노트⁹⁾, 사후 인터뷰 자료 분석을 통해 초등학생의 인식적 감정의 변화를 잘 보여준 대표 사례로써 1조를 선정하였다. 1조가 대표 사례로 선정된 것은 첫째, 1조는 총 6차시의 수업이 끝났을 때 모형 구성 과제에서 추구하는 목표 모형에 도달한 소집단 중의 하나였기 때문이었다. 둘째, 1조는 비디오 녹화본에서 소집단 구성원들이 서로 주장과 근거를 가지고 제안과 반박하는 모습을 통해 인식적 역동과 감정적 역동을 드러내며 모형 구성에 제한적 참여와 참여하는 모습을 보여주었기 때문이다. 셋째, 약 4개월 동안의 과학 수업 관찰 결과, 모형 구성 과제 이전부터 1조 구성원들의 평소

9) 연구자가 수업 현장에서 학생들이 모형 구성 과제에 참여하는 상황과 맥락에 대해서 기록해 놓은 것으로 질적 분석 자료 중 하나로 사용된 것이다.

사이가 원만하여 사회적 관계와 관련된 감정 악화(이하 관계적 감정)로 인한 협력적 모형 구성을 할 수 없다고 판단되지 않았기 때문이다. 1조 학생들의 프로파일은 다음과 같다(표 III-1).

본 연구에서는 1조의 역동이 여러 질적 자료 분석을 통해 6차시 동안 벌어진 초등학생의 인식적 감정과 수업 참여의 양상을 깊이 있게 이해하고자 내성적인 성향의 연약(가명)이의 인식적 감정과 참여에 초점이 맞추어졌다. 왜냐하면 평소 과학 수업 중 소집단 앞에서 자신의 의견을 말하기를 꺼려해 왔던 연약이가 본 모형 구성 과제 수행 중 여러 감정을 드러내며 제한적 참여와 참여를 반복했기 때문이다.

표 III-1. 1조 구성원들의 프로파일

학생	과학 성취도	과학 교사가 관찰한 학생들의 과학 수업 태도	성격 특성
연약 (여)	높음	수업 시간에 교사의 지도를 잘 따르는 다소 양전한 학생임. 관계를 중시하여 친구들과 말다툼을 만들지 않으려고 함.	내성적임
까칠 (남)	높음	상대방의 주장이 틀렸다고 생각할 때 주로 반박하는 모습을 보임.	공격적임
강철 (남)	보통	과학 수업 때 과묵한 편이지만, 수업 시간에 자신의 의견을 소신 있게 펴는 태도를 보임.	이성적임
따름 (여)	보통	과학 수업 때 연약이를 따르는 학생으로서 연약이의 말과 행동은 주로 받아들이려고 함.	다정함

* 과학 학업 성취도는 5학년 수행 평가 결과를 종합한 것으로 ‘높음’은 물질, 에너지, 생명, 지구와 우주 4가지 수행 평가에서 3개 영역 이상에서 ‘잘함’ 평가를 받은 것이며, ‘보통’은 2개 영역에서 ‘잘함’ 평가를 받은 것임.

본 연구에서 연약이를 내성적인 학생이라고 판단한 구체적인 근거는

다음과 같다. 첫째, 연약이는 반구조화된 인터뷰를 통해서 과학 수업을 과학하기(doing science)라기 보다는 수업듣기(doing school)로 받아들이는 경향이 있으며 이를 더 선호한다고 응답하였기 때문이다. 둘째, 연약이는 소집단 구성원들과의 관계를 중시하여 사회적 상호작용에서 상대방의 말에 대해서 반박하는 것을 조심스러워 한다고 설명하였기 때문이다. 이러한 연약이의 특성들을 통해 ‘지식은 지식의 권위자로부터 전달 받는 것’이라고 생각하며(Hammer & Elby, 2002), 과학 수업에서 친구와의 관계를 중시하고(박준형 등, 2015), 교사의 눈치를 보는(엄혁주와 고문수, 2013) 다소 수동적이며 내성적인 성향의 학생에 해당한다고 판단하였다. 또한 연약이는 감정 일지, 비디오 녹화본, 사후 인터뷰 자료를 통해 6차시 동안 겪었던 감정의 파노라마를 잘 드러내었기 때문에 감정의 분석이 용이했던 측면도 있었다. 이러한 종합적 판단 하에 연구자는 연약의 사례를 통해 내성적인 초등학생의 구성된 인식적 감정과 인지의 상호작용에 의한 모형 구성 참여 사례가 잘 드러날 수 있을 것이라 보았다.

나. 모형 구성 과제

본 논문에서 학생들이 수행한 모형 구성 과제는 소집단 모형 구성 중 경험되는 학생들의 인식적 감정을 이해하기 위해 계획된 것이다. 모형 구성 과제는 선지식과 이전 과학 수업에서 배웠던 내용을 기반으로 학생들이 협력적으로 호흡 운동에 대한 설명 모형을 생성, 평가, 수정해 나가도록 설계되었다. 초등학생들은 6차시로 이루어진 호흡 운동에 대한 모형 구성 수업에 2주 동안 참여하였다. 모형 구성 과제는 2009 개정 초등학교 5학년 2학기 과학 교과서에 제시되어 있는 ‘우리 몸의 구조와 기능’ 수업의 한 부분이 초등학생의 인지적 수준에 맞게 재구성된 것이다(한문

현과 김희백, 2017). 소집단 학생들은 5학년 2학기 4단원 ‘우리 몸의 구조와 기능’ 수업 중의 한 부분으로 ‘숨을 쉴 때 우리 몸에서는 어떤 일이 일어날까요?’ 라는 소단원 학습에서 모형 구성 과제를 수행하였다.

본 연구에서는 두 가지 측면에서 호흡 운동에 관한 모형 구성 과제가 설계되었다. 첫 번째, 모형 구성 과제는 호흡 운동이라는 설명 체계를 학생들이 순차적으로 만들어 나갈 수 있도록 돕기 위해 호흡 운동 구조(structure), 기능(function), 기작(mechanism 또는 인과적 설명이나 원리) 순으로 호흡 운동 모형을 구성할 수 있도록 설계되었다(한문현과 김희백, 2017). Hmelo-Silver *et al.* (2015)은 자연 현상이 어떻게 작동하는지에 대한 이해를 돕기 위해 학생들이 자연 시스템의 구조, 기능, 인과적 설명(기작)을 구성할 필요가 있다고 하였다. 이에 따라 본 연구에서는 초등학교 학생들이 호흡 운동 기관의 구조(예를 들어 코, 기관, 기관지, 폐 등), 기능(예를 들어 들숨 때 공기는 코, 기관, 기관지, 폐로 이동한다), 기작(예를 들어 흉강 안과 밖의 기압차에 의해 공기가 폐 안과 밖으로 이동할 수 있다)을 순차적으로 구성해 나갈 수 있도록 하였다. 한편 호흡 운동 기작을 생성해 나가는 것은 눈에 보이지 않는 추상적인 ‘압력’ 개념을 적용해야 되므로 초등학교 학생이 어려워할 수 있다(Han & Kim, 2018; Won *et al.*, 2014). 이러한 초등학교 학생의 인지적 어려움을 도와주기 위해 주사기 비유 모형 사용이 안내되었다. 주사기 비유 모형은 주사기 피스톤을 잡아당기거나 밀면서 공기가 들어오고 나가는 것을 손끝으로 느낄 수 있도록 도와 눈에 보이지 않는 ‘압력’ 개념을 이해하도록 돕는 비유물이다(Gilbert & Justi, 2016).

두 번째, 모형 구성 과제는 학생들이 모형 생성, 평가, 수정(Clement, 2008; Windschitl *et al.*, 2008)을 순환적으로 실행할 수 있도록 호흡 운동 구조, 기능, 기작 구성을 각각 두 부분으로 나누어 정교화된 모형을

구성할 수 있도록 설계되었다(표 III-2).

표 III-2. 호흡 운동 모형 구성 수업 설계

차시	목적	세부 내용
1	호흡 운동 기관의 구조를 표현하도록 함 (2015. 12. 23)	폐, 기관, 기관지, 코와 같은 호흡 기관 등을 말, 글, 그림으로 표상함.
2	비판적 검토 (2015. 12. 24)	소집단은 표상한 여러 호흡 기관들이 정말 호흡 운동 모형에 포함되어야 하는지 검토함.
3	호흡 운동의 기능을 구성하도록 함 (2016. 01. 29)	코, 기관, 기관지, 폐를 통해 공기가 이동하게 됨을 설명함.
4	비판적 검토 (2016. 02. 02)	소집단은 들숨과 날숨 때 공기가 어떠한 호흡 기관들을 거쳐서 이동하게 되는지 검토함.
5	호흡 운동의 기작을 구성하도록 함 (2016. 02. 03)	선지식, 과학 수업에서 학습한 지식, 주사기 비유 모형 조작에 기반하여 호흡 운동의 원리(압력차에 의한 공기 이동)를 설명함.
6	비판적 검토 (2016. 02. 03)	소집단은 설명한 호흡 운동의 기작이 타당한 설명 인지를 주사기 비유 모형을 움직이면서 논의함.

먼저 1-2차시 수업은 학생들이 호흡 운동의 구조를 구성하도록 설계되었다. 1차시에서 학생들은 폐, 기관, 기관지, 코와 같은 신체 기관들을 말, 글과 표상(그림 III-1)으로 표현하고 이것들이 호흡 운동을 설명할 때 필요한 신체 기관인지를 평가하고 수정하여 초기 모형을 구성하였다. 2차시에는 1차시에서 구성한 모형을 다시 검토하도록 안내되었으며 학생들은 추가되어야 할 신체 기관은 없는지, 이미 포함된 신체 기관이라도

정말 호흡 운동을 설명하기 위해 필요한 것인지를 비판적으로 검토하였다.

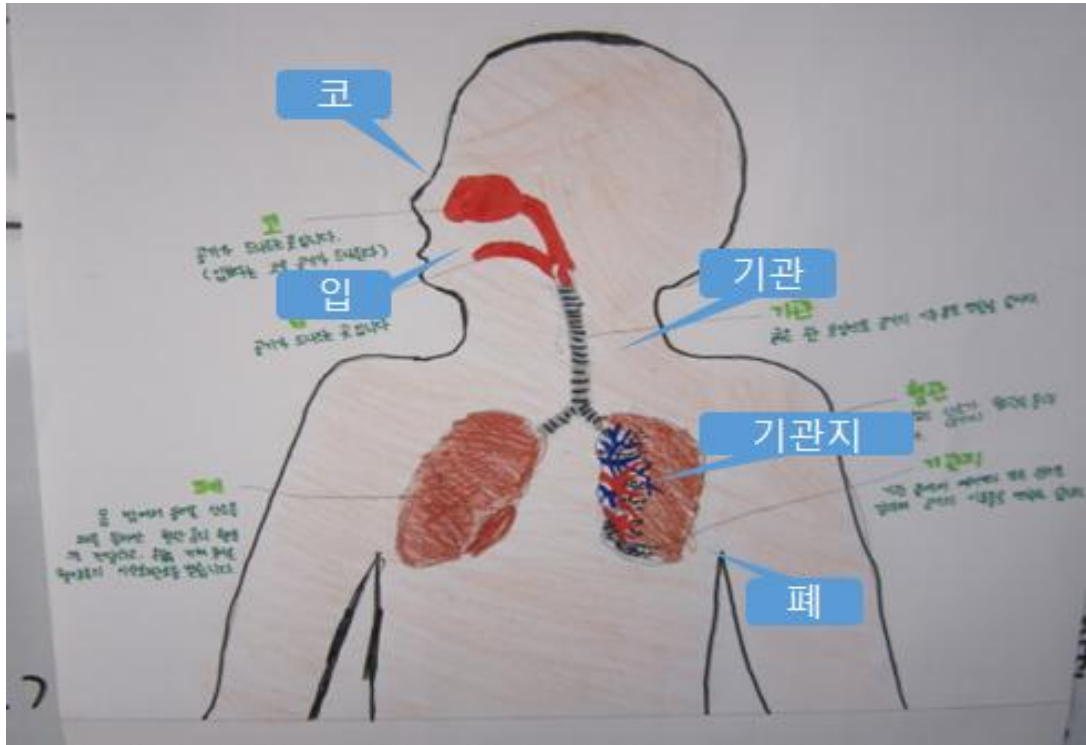


그림 III-1. 학생들이 표상한 호흡 운동 기관 구조(1-2차시)

두 번째, 3-4차시 수업에서는 학생들이 1-2차시 수업에서 구성한 호흡 운동의 구조를 기반으로 호흡 운동의 기능을 구성하도록 설계되었다. 3차시에서 학생들은 공기가 코로 들어갈 때(들숨)와 나올 때(날숨)에 어떤 호흡 기관들을 거치는지와 이때의 공기의 이동 방향은 어떻게 되는지를 구성하도록 하였다. 이를테면 학생들은 1-2차시 때 호흡 기관으로 표상하였던 이 신체 기관들(예를 들어 횡격막의 움직임)이 어떻게 움직이면서 공기가 어느 방향으로 이동하게 되는지를 화살표를 그려가며(그림 III-2) 들숨과 날숨의 측면에서 논의하였다. 이렇게 호흡 기관의 구조인 코, 기관, 기관지, 폐를 표상하고 호흡 운동 시스템의 기능인 들숨과 날

숨의 이동방향을 논의한 것은 호흡 운동 시스템의 기작인 “폐의 안과 밖의 압력차에 의한 공기 이동”을 구성하기 위한 준비 작업이라고 볼 수 있다. 4차시에서는 3차시에서 구성한 호흡 운동의 기능 모형을 다시 비판적으로 검토하도록 안내되었다. 이를테면 코 말고 다른 신체 기관으로 공기가 이동할 수는 없는지 또는 날숨과 들숨 때 공기의 이동 방향은 적절한지와 같은 내용들을 다시 비판적으로 검토하도록 안내되었다.

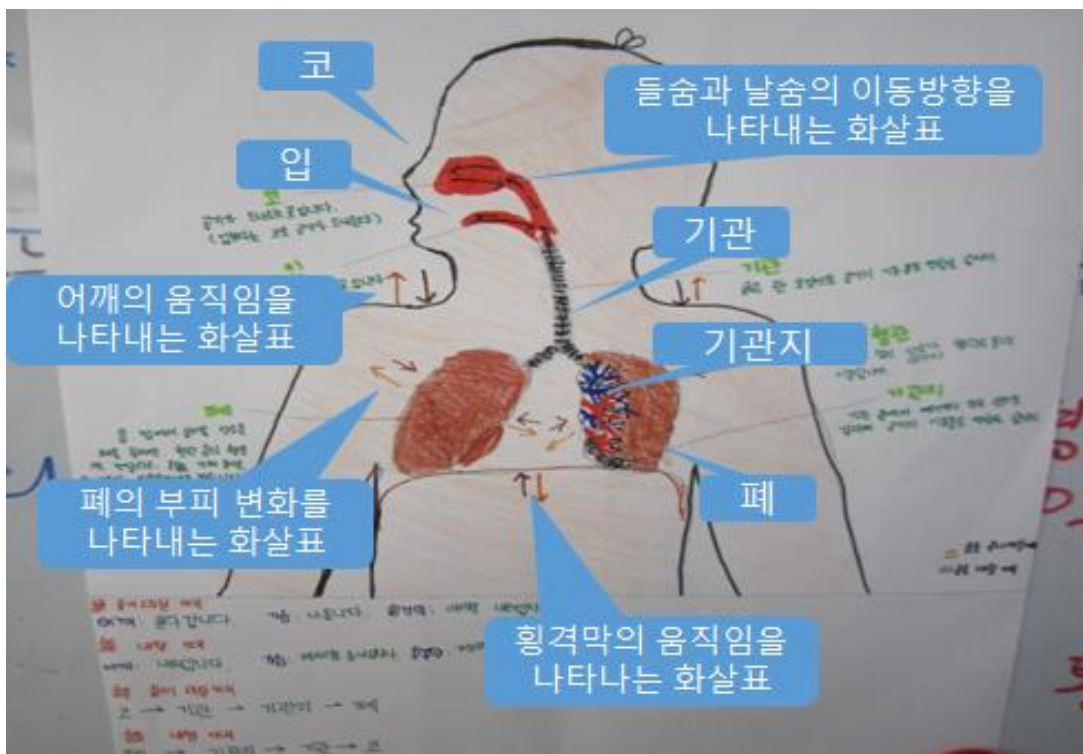


그림 III-2. 학생들이 표현한 호흡 운동 시스템의 기능(3-4차시)

세 번째, 5-6차시 수업에서는 1-2차시와 3-4차시 수업 때 구성한 호흡 운동의 구조와 기능에 기반하여 호흡 운동의 기작을 구성하도록 설계되었다. 5차시 수업에서 학생들은 주사기 비유 모형을 조작하면서 눈에 보이지 않는 추상적인 ‘압력’ 개념을 호흡 운동의 원리로 적용할 수 있도록

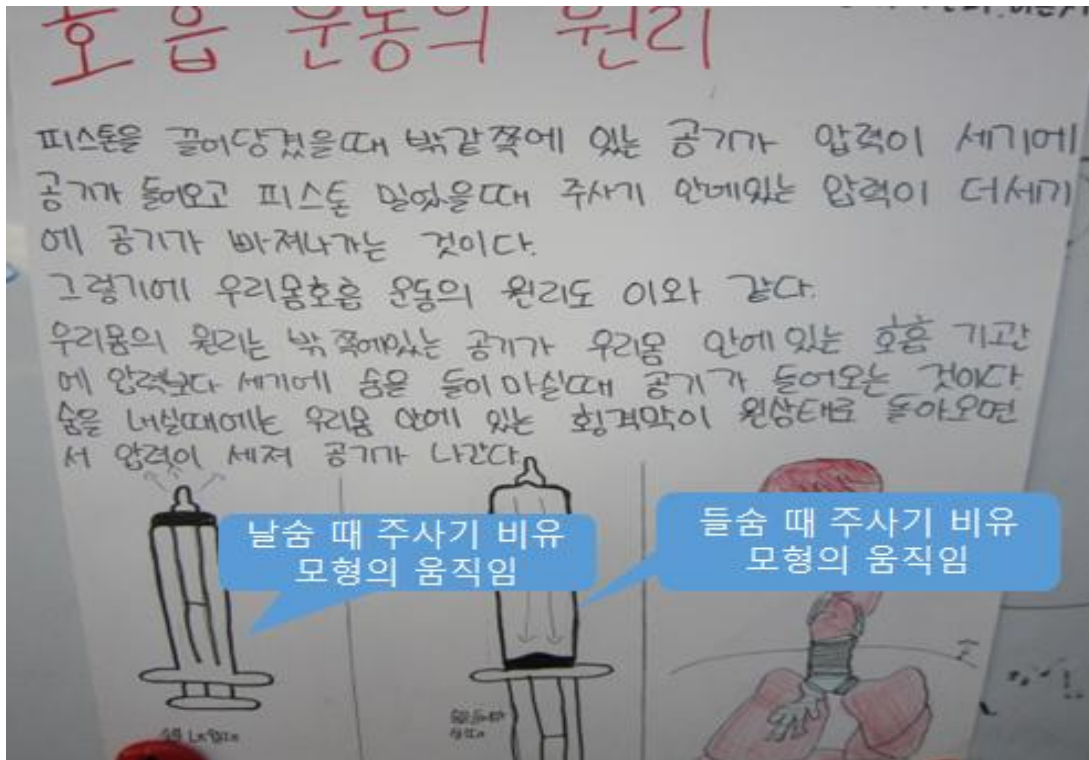


그림 III-3. 학생들이 표현한 호흡 운동 시스템의 원리(5-6차시)

안내되었다. 학생들은 주사기 비유 모형의 입구를 손으로 막은 상태로 주사기 피스톤을 움직이면서 눈에 보이지 않는 ‘압력’을 손끝으로 느낄 수 있게 되고, ‘압력’ 개념을 공기 이동의 원리로 적용할 수 있도록 안내되었다. 또한 학생들은 주사기 비유 모형뿐만 아니라 기존의 선지식과 과학 시간에 배운 내용을 기반으로 설명 모형을 구성할 수 있도록 안내되었다. 그리고 이러한 논의한 내용은 표상(그림 III-3)과 말로 소집단에서 표현되며 이를 바탕으로 논의가 이어지도록 안내되었다. 그렇게 하여 호흡 운동의 기작으로 ‘흉강 내의 압력 차로 인하여 호흡 운동이 일어날 수 있다’는 모형을 구성할 수 있도록 하였다. 마지막으로 6차시에는 5차시에 구성한 호흡 운동 기작이 과연 타당한 설명인지를 다시 비판적으로 검토하여 최종 모형을 구성할 수 있도록 안내되었다. 예를 들어 학생들

이 구성한 호흡 운동 기작에 대한 설명이 호흡 운동 시스템의 원리를 잘 설명할 수 있는지를 다시 검토해 보도록 안내되었다.

결론적으로 학생들은 소집단으로 호흡 운동 시스템의 구조, 기능, 원리에 대한 설명 모형을 그림, 말, 글로 표상하도록 안내되었고 표상화된 내용을 바탕으로 지속적인 모형 생성, 평가, 수정 과정을 거쳐 최종 모형을 구성할 수 있도록 이끌어졌다.

다. 자료 수집과 분석

본 연구에서는 소집단의 모형 구성에서 나타나는 초등학생들의 참여와 이를 이끄는 인식적 감정을 깊이 있게 이해하기 위해 질적 사례 연구 방법이 사용되었다(Yin, 2009). 질적 사례 연구의 삼각 검증의 일환으로 모형 구성에서 초등학생들이 보여주는 감정적 역동에 대한 통찰을 얻기 위해 감정 일지, 모형 구성 과제 실행을 촬영한 비디오 녹화본, 연구자가 작성한 관찰 노트와 수업 후 반구조화된 학생 인터뷰들이 자료로 사용되었다. 학생들은 소집단별로 모형 구성 과제에 참여하였으며 매 차시 수업 후 감정 일지를 작성하여 제출하였고, 사후 인터뷰에서 모형 구성 과제 수행에서 경험했던 주요 사건과 그 때의 인식적 감정 및 친구들과의 관계 등을 설명하였다.

먼저 감정 일지(부록)는 매 차시 과학 수업에서 경험한 핵심적인 감정을 기록하도록 학생들에게 주어진 것이며(King *et al.*, 2015; Ritchie *et al.*, 2015; Tomas *et al.*, 2016) 중시적 수준(meso-level)에서 감정을 분석하는데 사용될 수 있다(King *et al.*, 2017). 감정 일지에는 8개의 감정 선택지가 포함되었으며(한문현과 김희백, 2017) 선택지는 초등학생이 자신들이 느꼈던 감정을 좀 더 명확히 분별하도록 돕는다. 8개의 감정 선택

지는 흥분됨, 즐거움, 지루함, 분노, 불만, 좌절, 짜증, 실망으로 이루어졌다. 8개의 감정은 사랑반 학생들이 주로 경험하는 감정에 대한 사전 선호 조사에 의해 결정된 것이다.

그리고 학생들은 8개의 선택지 외의 다른 감정을 경험했을 경우 기타에 자신이 경험한 감정을 쓸 수 있도록 안내되었다. 지도 교사는 초등학생들이 감정 일지를 능숙하게 작성할 수 있도록 모형 구성 과제 전에 감정 일지 쓰는 법을 익힐 수 있도록 하였다. 예를 들어 교사는 학생들에게 여러 감정적 사례를 제시한 뒤(이렇게 하면 슬픔을 느낄만한 상황) 이때 느꼈던 감정을 선택하고 그 감정을 선택한 이유를 간략하게 기술하도록 하였다. 이는 실제 수업이 실행되었을 때 학생들이 경험한 감정을 분별하여 선택하고 이를 택한 이유를 혼란스러운 감정을 느끼지 않고 작성할 수 있도록 하기 위함이었다. 본 연구에서는 1조가 작성한 감정 일지 중 특히, 연약이의 감정 일지를 통해 각 차시별로 그들이 어떠한 감정을 경험했는지 대략적으로 파악할 수 있었다.

두 번째, 비디오 녹화본 분석을 통해 ‘연약’이의 인식적 감정을 구성하게 된 상황적 맥락과 참여 양상을 이해하였다. 감정을 탐색하기 위해 비디오 녹화본을 사용하는 것은 미시적 수준(micro-level)의 분석 방법이다(Derry *et al.*, 2010; Jordan & Henderson, 1995). 연구자는 비디오 녹화본을 반복적으로 돌려보면서 순간적인 얼굴 표정, 몸짓, 목소리의 톤, 사용한 단어 등을 종합적으로 고려하여(Jaber, 2014; Jordan & Henderson, 1995; Sidnell & Stivers, 2005) 연약이의 인식적 감정과 참여 수준을 분석하였다. 이렇게 비디오 녹화본을 계속적으로 분석한 것은 연구자가 해석한 연약이의 인식적 감정과 참여 양상 분석의 타당성을 높이기 위함이었다(Jordan & Henderson, 1995).

마지막으로 연구자는 감정 일지와 비디오 분석을 통해 이해하게 된 연

약이의 인식적 감정과 참여 향상이 올바르게 해석되었는지를 확인하기 위하여 연구자의 관찰 노트와 연약이의 사후 인터뷰 내용을 종합하여 분석의 타당성을 높이고자 하였다. 또한 분석의 신뢰도를 높이기 위해 1인의 과학교육 전문가(본 연구의 공동저자)와의 합의된 내용만을 최종적인 연구 결과에 포함시켰다. 이렇게 연약이의 인식적 감정은 감정 일지, 비디오 녹화본, 연구자의 관찰 노트, 사후 인터뷰를 통하여 삼각 검증되었다.

또한 모형 구성 중 연약이가 경험하는 인식적 감정과 인지의 상호작용이 일어나는 맥락에서 제한적 참여와 참여의 양상을 감정 일지, 비디오 녹화본, 연구자의 관찰 노트, 사후 인터뷰를 통하여 분석하였다. 지속적 반복적 연구 방법에 의해 (Corbin & Strauss, 2014) 모형 생성, 평가, 수정에 대한 적극적 관여 여부를 기준으로 하여 연약이의 제한적 참여와 참여 양상을 다음과 같이 코딩하였다. 모형 구성에 참여한다는 것은 첫째, 연약이가 모형 구성 수행 중에 소집단에 호흡 운동 모형 구성을 위한 주장과 근거를 표현할 때였다. 둘째, 연약이가 소집단에 상대방의 주장과 근거를 받아들인다 또는 받아들이지 않는다고 표현하는 것이었다. 반면 모형 구성에서 연약이가 말없이 다른 곳을 바라보며 앉아 있거나 상대방과 공동체에 일어나는 담화에 관심을 두지 않으려고 하는 상황은 제한적 참여라고 보았다. 그리고 이러한 연약이의 참여와 제한적 참여에 대한 코딩은 비디오 녹화본에 나타난 연약이의 발화, 어조, 말의 속도, 몸짓 등을 통해 수업 맥락에 맞게 분석하였다(Jordan & Henderson, 1995).

한편 본 연구에서 분석된 연약이의 인식적 감정은 개인 단위(즉 연약이 개인의 감정 일지, 연약이의 얼굴 표정, 연약이와의 사후 인터뷰)로 분석한 것이지만 연약이가 구성한 감정은 개인적 감정이 아닌 사회적 감정으로 볼 수 있다. 왜냐하면 연약이의 감정은 소집단에서 관찰될 수 있는 다른 학생들의 감정 표현 및 언어적 표현들과 상호작용하면서 구성되었기 때문

이다. 이를테면 까칠(가명)이의 화난 표정, 높은 톤의 목소리, 연약이의 의견을 반대하는 반박과 같이 관찰 가능한 까칠의 감정과 언어적 표현이 연약이가 구성하는 감정의 자원들로 사용되었다. 그러므로 연약이가 구성한 감정은 개인적 감정일 뿐만 아니라 소집단에서 구성된 사회적 감정으로 볼 수 있다.

마지막으로 분석된 결과는 연구 결과의 타당성을 높이기 위해 초등학교 현장에서 과학 수업 경력이 있는 교사 4인(과학 수업 경력 5, 10, 12, 18년)의 검토를 받고 검토 내용이 반영될 수 있도록 하였다. 본 연구에서는 연구 결과에서 모형 구성 참여와 제한적 참여가 어떠한 인식적 감정과 인지의 상호작용을 통해 나타날 수 있었는지를 설명하였다.

3. 연구 결과

연구 결과에서는 모형 구성 과제에서 제한적 참여에서 참여로 이르게 된 맥락을 보이기 위해 모형 생성, 평가, 수정 단계에서 연약이가 어떠한 인식적 감정을 구성하여 참여할 수 있었는지를 설명한다. 그에 앞서 연약이가 작성한 감정 일지를 소개한다. 그녀의 감정일지는 연약이가 매 차시마다 느꼈던 핵심적인 감정 사건에 대한 정보가 제시되어 있어 그 당시 연약이가 어떠한 감정을 경험하였고, 왜 그러한 감정을 경험하였는지에 대한 단서로써 사용될 수 있었다(Tomas *et al.*, 2016; 표 III-3).

표 III-3. 연약이의 감정 일지

차시	핵심적 감정	이유
1	부담감, 즐거움	누군가에게 내 의견을 말하는 것이 부담되었지만, 내가 알고 있는 것을 다른 사람들에게 알려줄 수 있게 되어서 즐거웠음(모형 생성 단계 사례)
2	자신감, 혼란스러움	내가 주장하는 것에 자신이 있었지만, 까칠이가 반박한 뒤에 주장한 것에 대한 확신이 없어져서 혼란스러웠음(모형 수정 단계 사례)
3	지루함	의견을 낼 것이 없어서
4	지침(기운빠짐)	까칠이가 내 의견을 계속 반박해서(모형 평가 단계 사례)
5	힘듦	까칠이의 의견을 고려하면서 우리 모둠에 도움이 되도록 내가 여러 역할을 해야 해서(모형 평가 단계 사례)
6	즐거움	최종적으로 모형을 구성해서

* 연약이의 감정 일지 내용에 이해하기 어려운 문장들이 있어 사후 인터뷰를 통해 일지에 표현하였던 의미를 확인한 후 이를 표 III-3에 제시하였다.

첫 번째로 모형 생성 단계(1차시)에서 연약이가 어떻게 참여하게 되었는

지를 설명하고 두 번째로 모형 수정 단계(2차시)에서 연약이가 어떻게 참여할 수 있었는지 묘사하였다. 마지막으로 모형 평가 단계 (4-5차시)에서 연약이가 어떻게 참여할 수 있었는지를 감정의 구성 관점에서 기술하였다.

가. 모형 생성 단계 : 1차시

학생들은 모형 생성 단계에서 주장과 근거를 표현할 필요가 있으며 이를 소집단의 모형 생성의 자원으로 사용되도록 표현할 필요가 있다. 모형 구성은 모형 생성, 모형 평가, 모형 수정 과정이 연속적으로 이어지면서 모형을 발달시켜 나가는 과정인데(Clement, 2008), 이러한 순환적 과정이 이어지려면 모형 생성 단계에서 기존의 선개념을 바탕으로 현상을 설명하는 초기 모형을 주장과 근거로 표현할 필요가 있다. 그러므로 학생이 모형 생성 단계에서 주장과 근거를 표현하는 형태의 참여는 모형 발달의 시작점으로 필수적이다(Gilbert & Justi, 2016).

그렇기 때문에 학생들이 자연 현상을 설명하기 위한 주장과 근거들을 글, 그림, 말의 형태로 소집단에 표현하는 것은 학습하는 과정에 참여하는 것이자 모형 생성 단계에 참여하는 것이다. 또한 소집단에 표현된 글, 그림, 말은 소집단의 다른 구성원의 정신 모형 구성을 위한 자원으로 사용될 수 있다는 점에서도 적극적으로 자신의 의견을 개진할 필요가 있다. 연구 결과에서는 연약이가 어떠한 인식을 가지고 인식적 감정을 구성하였으며 이를 통해 자신의 주장과 근거들을 소집단의 다른 학생들에게 표현하는 학습 과정과 모형 생성 단계에 참여하게 되었는지 기술하였다.

1) ‘부담감’을 구성하며 제한적으로 참여함

1차시에서 학생들은 폐, 기관, 기관지, 코와 같은 호흡 기관들을 표상하기 위해서 과학 교과서를 참고하며 어떠한 인체 기관들이 호흡 기관으로 포함되어야 하는지 의논하기 시작했다. 1조 학생들이인 까칠이와 강철이는 1차시 수업이 시작된 지 11분경, 다음과 같은 담화를 이어 나가며 호흡 기관으로 무엇들이 포함되어야 하는지 의논하였다(1-2번 문장).

1 까칠 : 나는 코가 필요하다고 생각하는데, 왜냐하면 코로 이렇게 공기를 드나들게 하니까.

2 강철 : 맞아, 코로 숨 쉴 때 코로 더러운 것을 다 걸러낸다고 했어.

담화 1: 1차시

이렇게 까칠이와 강철이는 호흡 기관으로 어떠한 신체 기관이 포함되어야 하는지를 주장과 근거를 들어 소집단에 표현하기 시작하였다. 한편 까칠이와 강철이의 활발한 의견 제시와는 달리 연약이는 비디오 녹화본 상으로 별다른 참여(즉 활발한 의견 제시)를 보이지 않았다. 연약이는 다른 소집단 구성원의 말을 듣지 않는 듯한 몸짓을 보였고 과학 교과서를 펼쳤다 접었다를 반복하였다(3, 5번 문장). 이 때 까칠이는 연약이가 소집단 담화에 참여하지 않는 모습을 보고선 연약이의 소집단 담화 참여를 독려하는 모습을 보이기 시작했다(4, 7번 문장).

3 연약 : [다리를 꼬아 앉은 채로 과학 교과서를 펼쳤다 접었다를 반복하며 책 내용을 유심히 살핌, 고개를 숙인 채로 친구들을 비스듬히 등지고 있으며 얼굴 표정이 굳어 있음을 보여줌]

4 까칠 : [연약이와 따름을 향하여] 야, 너네도 무슨 말 좀 해봐[높은 톤의 목소리로].

5 연약, 따름 : [연약이와 따름이는 계속 침묵하고 있다].

6 강철 : 나는 기관이 필요하다고 생각해. 공기가 기관을 통해 이동할 수 있으니까.

7 까칠 : 연약아, 딴 짓 좀 그만 할래?[미간을 찌푸리며 더 높은 톤의 목소리로 말함]

담화 2: 1차시

담화 2에서 연약이가 모형 생성 과정에 제대로 참여하지 않았던 것은 연약이가 부담감이라는 감정을 구성했고 이 부담감으로 인해 연약이의 참여가 제한되었다고 판단된다. 연약이는 세 가지의 측면을 통해 부담감을 구성했다고 여겨진다. 첫째, 연약이는 평소 과학 수업에서 교사가 제공하는 과학 내용을 전달받는 것에 익숙해 있었기 때문에 수업 초반, 자신의 주장과 근거를 상대방에게 표현하는 것에 대해서 재미를 느끼지 않았음을 드러냈다(연약이와의 인터뷰 1).

연구자 : 연약이는 평소에 과학을 좋아하는 과목으로 생각했어요?

연약 : 그렇게 좋아한다기 보다는 그저 그런 과목이죠.

연구자 : 과학은 그저 공부해야 하는 과목으로 여긴 것인가요?

연약 : 네

연구자 : 그럼에도 불구하고 과학 시간에 어떻게 할 때 재미있다고 느꼈어요?

연약 : 평소에 선생님 말씀을 잘 듣고, 받아쓰고, 이해할 때요.

연구자 : 지난 수업 때, 모형 구성을 위해 상대방에게 자신의 의견을 말하고, 상대방을 설득하는 것은 별로 재미가 없었나요?

연약 : 음... 조금은 부담되었어요. 선생님이 말씀하신 내용을 정리하는 것은 재미가 있죠, 그런데 친구들한테 (잘 모르는 내용을) 말해야 한다고 하니 부담스러웠어요.

<연약이와의 인터뷰 1>

두 번째, 연약이는 소집단에 주장과 근거를 들어 말할 때 상대방이 이해할 수 있을 정도로 쉽게 풀어서 설명해야 하는 것에 대한 어려움을 가지고 있었음을 보였다(연약이와의 인터뷰 2).

연구자 : 연약이는 1차시 초반에 별로 친구들에게 말을 하지 않더라고요. 왜 그런 거예요?

연약 : ...[침묵]

연구자 : 코, 기관, 기관지, 폐와 같은 기관들은 (과학) 교과서만 찾아보아도 이러한 것들이 포함되어야 한다고 말할 수 있는 거잖아요. 주장과 근거를 들어 표현하기가 어려웠어요?

연약 : [잠시 뒤] 우리들이 말을 할 때 이해하고 말로 쉽게 풀어서 해야 되잖아요. 그런데... 음. 무슨 말인지는 알겠는데, 이런 것을 직접 풀어서 말하려니까 뭔가 잘 안 되는 느낌, (주장과 근거를 들어 말하는 것이) 부담이 되어서... 잘 설명을 못하겠더라고요.

<연약이와의 인터뷰 2>

마지막으로 연약이는 담화 2에서 굳은 표정, 비스듬히 소집단 구성원들을 등지는 자세를 보이며 침묵을 유지하고 있었는데(3, 5번 문장) 이러한 행동으로 미루어볼 때 연약이가 다소 유쾌하지 않은 신체적 감각 변화를 경험하고 있다고(Jordan & Henderson, 1995) 추론할 수 있었다. 결론적으로 연약이가 주장과 근거를 들어 말해야 하는 것을 즐겁게 생각하지 않은 점, 주장과 근거를 상대방이 이해할 수 있을 정도로 쉽게 풀어서 설명해야 한다는 점을 어려워하는 것, 표정과 제스처, 침묵을 통해 현재 경험하고 있는 유쾌하지 않은 신체적 느낌들을 종합하여 부담감(즉, 어떠한 의무나 책임을 다해야 해서 힘들음 느낌)이라는 감정을 구성했다고 판단되며 이 부담감은 연약이의 참여를 제한한 것으로 보인다.

2) ‘아하’ 인식적 감정을 구성하며 참여함

1차시 수업에서 20분이 경과했을 무렵 1조는 호흡 기관 구조에 포함될 수 있는 신체 기관으로 코, 기관, 기관지, 폐를 표현하였고 이러한 기관들이 모두 포함되어야 한다는 합의를 끝낸 상태였다. 그러나 이때까지도 연약이는 까칠

이와 강철이와 같이 자신의 의견을 말하는 모습을 보이지 않았다. 오히려 연거푸 소집단의 활동에 집중하지 않는 모습(예를 들어 딴 곳을 바라보는 것)이 관찰되었다. 이러한 상황에서 1조의 담화는 코, 기관, 기관지, 폐뿐만 아니라 그 외의 다른 기관들도 호흡 기관 구조에 포함될 수 있는지를 의논하는 것으로 넘어갔다. 먼저 까칠이가 뇌가 호흡 기관으로 포함될 수 있는지 아닌지를 소집단에 설명하기 시작하였다(8번 문장).

8 까칠 : 담배를 피면 뇌가 썩는다고 하잖아. 그러면 (뇌도 호흡 운동과) 관련이 있지 않을까?

9 연약, 강철, 따름 : [아무런 말도 하지 않음].

10 강철 : [잠시 뒤] 그렇게 치면 허벅지도 관련이 있지. 허벅지를 빨리 움직이면 숨을 빨리 쉬게 되잖아.

11 연약 : [연약이는 의자에 앉아 있으면서 뭔가 골똘히 생각하는 듯 턱을 괴고 미간을 찌푸리며 아무런 말도 하지 않는 상태]

담화 3: 1차시

8~10번 문장과 같이 까칠이와 강철이는 공기가 직접적으로 드나드는 코, 기관, 기관지, 폐가 아닌 다른 기관들이 호흡 기관 구조에 포함될 수 있는지를 논의하고 있는 상황이었다. 그런데 12번 문장에서 연약이가 다음과 같이 자신의 의견을 소집단에 표명하며 소집단의 담화에 참여하기 시작하였다.

12 연약 : [아무런 말도 하지 않다가 갑자기]아, 맞다[표정이 밝아지면서 큰 목소리로]('아하'라는 인식적 감정을 경험한 것으로 보임) 완전 애기 때 머리로 숨 쉬잖아.

13 따름 : [연약이의 말에 거의 바로 반응하며]맞아. 애기(가) 완전 어릴 때 머리 만지지 말라고 하잖아. 머리로 숨 쉰다고.

14 까칠 : 숨 쉬면 머리가 맑아지는 느낌이 들지 않아?

15 따름 : 그거는 아니지[조금 높은 톤의 목소리로].

16 까칠 : 비슷한 거 아니야? 담배를 들이쉬면 머리 아프다고 그러잖아. 호흡이

라는 게 숨을 들이쉬는 거잖아. 그러니까 관련이 있지.

17 연약 : [미소를 짓는다] 그럼 머리는 호흡 기관으로 포함하는 거다? ‘관련은 있다’로?

담화 4: 1차시

연약이는 담화 4에서 ‘아하’ 라는 인식적 감정(이전에 분명히 이해되지 않았던 현상이 이해가 되었다는 감정)(Gopnik, 1998; Trout, 2002, 2007)을 구성하면서 참여하게 되었다고 판단된다. 연구자는 세 가지 조건들을 통해 ‘아하’ 감정이 구성될 수 있었다고 보았다. 첫째, 연약이는 담화 3에서의 까칠이와 강철이의 담화를 기반으로 과학 교과서에 제시되어 있는 호흡 기관들인 코, 기관, 기관지, 폐가 아닌 다른 기관들도 호흡 기관이 될 수 있다고 생각한 것으로 보이며 그 생각은 감정 구성을 위한 하나의 자원으로 활용되었다. 왜냐하면 연약이는 11번 문장에서와 같이 까칠이와 강철이의 담화를 듣고 골똘히 무엇인가를 생각하는 듯한 모습이 비디오 녹화본에서 관찰되었으며 12번 문장에서처럼 일반적으로 생각하기에 호흡 기관으로 보기 어려운 뇌를 호흡 기관이 될 수 있다고 주장하였기 때문이다.

연구자 : (담화 4와 관련된 비디오 녹화본 상황을 말해주며) 이 때 연약이는 아기가 아주 어릴 때는 머리로 숨을 쉴 수 있다고 했잖아요. 왜 그것을 다른 친구들에게 말하게 된 거예요?

연약 : 어른은 머리로 숨을 쉬지 않잖아요. 그렇지만 (아기가) 아주 어릴 때는 머리 위에 숨구멍이 있어서 머리로 숨을 쉬기 때문에 아기가 어릴 때 머리를 만지지 말라고 하잖아요. 저는 그래서 (아기가) 아주 어릴 때 머리도 코와 같은 역할을 한다고 생각했어요(연약이에 비해 상대적으로 지식적 권위가 있는 사람을 통해 이러한 사실이 과학적으로 타당하다고 받아들인 것으로 보임).

연구자 : 그 때의 감정은 어땠나요?

연약 : 음...[한참을 머뭇거리다가]뭔가를 알아내서 머릿속이 상쾌해지는 느낌? 이걸 (과학적으로) 맞는 거다. 이것을 애들에게 알려야겠다. 다른 모둠들

은 생각해내지 못한 것이니까, 그런 느낌 같은 거요.

연구자 : 느낌? 아이디어에 대해서 확신한 듯한 느낌이었어요?

연약 : 선생님도 그런 거 경험해보시지 않았어요? ‘아, 맞다’ 하고 아이디어가 떠오르는 느낌 같은 거요(중략).

<연약이와의 인터뷰 3>

두 번째, 연약이는 ‘인간이 아주 어릴 때는 머리로 숨을 쉴 수 있다’라는 기억을 떠올릴 수 있었고 이것이 과학적으로 타당할 수 있다는 생각을 하였다는 점이다. 왜냐하면 12번 문장에서 연약이는 예전에 자신이 들었던 정보(즉 아주 어린 아기는 뇌의 숨구멍으로 숨을 쉴 수 있다)를 기억해낸 것으로 보이며 이 정보가 과학적으로 잘못된 것이 아니라고 판단한 것으로 보인다(연약이와의 인터뷰 3).

마지막으로 연약이는 12번 문장에서와 같이 발언한 이후 상쾌한 기분을 느꼈다고(연약이와의 인터뷰 3) 언급한 점이다. 특히 연약이는 팔짱을 낀 채로 책상의 뒤로 기대 있었던 자세를 앞으로 내밀면서 두 팔을 책상 앞에 갖다놓는 자세로 바꾸는 몸짓과 함께 밝은 표정을 보였는데(12번 문장) 연구자는 이 행동을 통해 연약이가 유쾌함을 경험하고 있다고 보았다.

이렇게 연약이는 다른 신체 기관들도 호흡 기관이 될 수 있다는 정보를 확인한 점, 머리로 호흡 기관이 될 수 있다는 기억을 재생해내면서 경험한 유쾌한 느낌, 그 기억이 과학적으로 틀리지 않았을 것이라는 확신을 통해 ‘아하’라는 인식적 감정(Arango-Muñoz & Michaelian, 2014)을 구성할 수 있었던 것으로 판단된다. 그러나 연약이가 언급한 ‘아기가 머리로 숨을 쉴 수 있다는 주장’(12번 문장)은 과학적으로는 타당하지 않다. 또한 초등학교 5학년 수준에서 들숨 때의 공기의 이동은 코, 기관, 기관지, 폐를 거치는 것이라고 배우며, 공기가 머리를 통해 들어가 폐로 이동하게 된다고 배우지 않는다.

나. 모형 수정 단계 : 2차시

모형 구성은 개인이 생성한 아이디어의 내면화라기보다는 사회적 장에서 상대방의 아이디어가 더 나은 아이디어라고 판단되었을 때 이를 수용해 나가는 것이다(Schwarz *et al.*, 2009). 즉 학생들은 다른 학생들과의 상호작용을 바탕으로 자신의 아이디어를 수정하고 더 나은 아이디어를 수용할 필요가 있다(Mortimer & Scott, 2002; Radinsky *et al.*, 2010). 정리하면 모형 구성은 개인의 논리적인 추론을 통해서 독자적으로 생성된다기보다는 다른 학생들의 아이디어와 상호작용하면서 협력적으로 구성되는 것이다.

이러한 관점에서 학생이 모형 수정 단계에 참여한다는 것은 상대방이 과학적으로 타당한 반박이나 제안을 할 때 이를 받아들이고 내면화하는 것을 말한다. 학생들의 모형은 초기 모형에 대한 반박이나 제안을 통해 수정을 거치며 발달될 수 있기 때문이다. 연구 결과에서는 연약이가 어떠한 인식을 가지고 인식적 감정을 구성하였으며 이를 통해 상대방의 반박을 받아들이는 모형 수정 과정에 참여하였는지 기술하였다.

1) ‘자신감’을 구성하며 참여함

1차시 20분 이후, 연약이는 ‘아하’ 인식적 감정을 구성한 이후부터 모형 구성 과제에 적극적으로 참여하는 모습을 보였고 다음 날 2차시 수업에도 적극적으로 자신의 의견을 표명하는 모습을 보여주었다. 연약이는 2차시 수업 초반부터 소집단 담화를 주도적으로 이끄는 모습을 보여주었다(담화 5).

- 18 연약 : [큰 목소리로] 애들아, 숨 쉬는 거랑 뼈랑 관련이 있을까?
 19 까칠 : 폐로 숨 쉴 때 뼈도 움직이지 않아?
 20 강철 : 뼈가 스스로 움직이겠냐? 숨 쉴 때 어디가 움직이는지 보면 돼. 근육이 어디 있냐?
 21 연약 : [까칠이를 바라보며] 그래도 갈비뼈라도 그려야 되는 거 아냐?
 22 까칠 : 이거는 신체 해부를 해봐야 돼. 잘라가지고.
 (중략)
 23 연약 : 여기 (폐 부분을 빨간색 색연필로) 색칠할까?
 24 까칠 : 뭐냐? 빨간색 밖에 없냐?
 25 연약 : 그럼 여기 색칠한다. 빨간색으로 한다?
 26 강철 : [놀라워하며]야. 근데 이거 다 빨간색이야. 몸 안은 다 빨간색이다.
 27 연약 : 그러면 폐 안 속에 있는 거는 분홍색으로 하자. 구별되게.

담화 5 : 2차시

연약이는 2차시 수업 초반에 자신감(어떠한 일을 어려움을 느끼지 않고 잘할 수 있겠다는 감정)을 구성하게 되었으며 이를 통해 모형 구성 과제에 참여할 수 있었다고 판단된다. 왜냐하면 연약이는 1차시 중반 때 ‘아하’라는 인식적 감정을 구성한 이후 모형 생성 과정에 참여하게 되면서 소집단에 자신의 의견을 표명하는 일이 그렇게 어려운 일은 아니라는 생각을 갖게 되었는데, 이러한 생각이 자신감을 구성하는데 기반이 되었다고 볼 수 있기 때문이다(연약이와의 인터뷰 4).

연구자 : (연약이가 2차시에 소집단에 참여하게 되었던 상황을 설명해준 뒤)
 그런데 연약이는 여전히 주장과 근거를 들어 자신의 의견을 말하는 게 여전히 부끄럽거나 그랬는지... 아니면 당당하게 이야기할 수 있었는지 궁금해요.

연약 : 애들이 쉽게 받아들일 수 있을 것 같은 이야기는 당당하게 이야기한 것 같아요.

연구자 : 말하는 것이 어느 정도 편해졌나요?

연약 : 어느 정도 자신감이 생긴 것 같거든요. 말하는 거에. 말을 너무 많

이 하거나 주도하려고 하면 비난을 받겠지만 적당히 필요한 얘기를 하는 것은 좀 편해진 것 같아요.

<연약이와의 인터뷰 4>

자신감은 유연준과 오필석 (2016)이 범주화한 ‘능숙함의 감정(실험과 같은 활동에 익숙해져서 이후에도 해당 활동을 잘할 수 있겠다는 감정들을 경험하는 것)’과 유사하다. 결론적으로 연약이는 해당 활동을 잘할 수 있겠다는 자신감을 구성한 가운데 지속적으로 자신의 담화를 소집단의 담화로 공유할 수 있었다고 볼 수 있다.

2) ‘추론의 잘못을 느낌’을 구성하며 참여를 유지함

연약이는 감정 일지에서 2차시에 느꼈던 감정을 혼란스러움이라고 표현했다. 그 이유로 연약이가 1차시에 주장했던 것인 ‘인간이 아주 어릴 때는 머리로 숨을 쉬기 때문에 머리가 호흡 기관 중의 하나로 포함될 수 있다’를 까칠이가 반박했고 이로 인해 자신이 주장한 것이 옳은지에 대한 확신이 없어졌기 때문이라고 설명하였다(표 III-3). 연구자는 1조가 1차시에 이미 표상해 놓은 호흡 기관 구조에 대한 비판적 검토를 하는 맥락에서 까칠이가 연약이의 주장이었던 ‘아기가 아주 어릴 때는 머리로 숨을 쉴 수 있으므로 머리가 호흡 기관이 될 수 있다’를 비판하는 상황이 나타났음을 확인하였다.

까칠이는 호흡 운동 기관에 대한 비판적 검토에서 호흡 기관 중의 하나라고 보았던 머리가 정말로 호흡 기관에 포함되는지 연약이에게 다시 물어보았다(28번 문장). 그래서 연약이는 다시 한 번 ‘엄마들이 아기가 머리로 숨을 쉬기 때문에 함부로 만지면 안 된다’는 근거를 다시 제시하였다(29번 문장). 이에 까칠이는 ‘어머니들이 아기의 머리를 만지지 말라고 하

는 것은 아기 머리가 충격에 약하기 때문’이라는 반박을 하였다(30번 문장). 그러자 연약이는 얼굴 표정이 굳어 버리면서 아무런 말을 하지 않았으며(31번 문장, Jordan & Henderson, 1995), 그 이후로 까칠이의 반박에 아무런 언급 없이 까칠이의 반박을 수용한 것으로 판단된다(담화 6).

28 까칠 : 그런데 정말 애가 머리로 숨을 쉬어?[높은 목소리 톤, 공격적으로]

29 연약 : 엄마들이 애기 어릴 때는 머리 만지지 말라고 하잖아[짜증난다는 듯이].

30 까칠 : [큰 목소리로 연약이를 뺨히 쳐다보며]엄마들이 애기 머리 만지지 말라고 하는 이유는, 아주 어렸을 때를 이야기하는 거지. 애기는 머리뼈가 열려 있는데, 거기에 충격을 주면 뇌가 다치겠지. 그래서 그런 거야.

31 연약 : [굳은 표정으로 아무런 말을 하지 않는다](유쾌하지 않은 신체적 감각 변화를 경험한 것으로 볼 수 있음)

32 까칠 : 그러면 머리는 빠자[아까보다 차분해진 목소리로].

33 강철 : 머리 안 할 거야?

34 까칠 : 머리는 그냥, 숨을 쉴 때, 아주 아기일 때는 머리로 숨을 쉴 때 움직인다고만 해. 근데 사실 머리는 아니니까, 입하고...(중략)

35 강철 : 그래. 머리 쪽은 뇌세포인데, 폐에 있는 세포랑은 다른 거지.

담화 6 : 2차시

담화 6에서 연약이는 ‘추론의 잘못을 느낌’이라는 인식적 감정을 (Arango-Muñoz & Michaelian, 2014)을 구성하게 되면서 까칠이의 주장을 받아들일 수 있었다고 판단된다. 연구자는 연약이가 담화 6에서 보였던 말, 행동, 사후 인터뷰를 종합하여 어떻게 연약이가 인식적 감정을 구성할 수 있었는지 설명하고자 한다. 첫째, 연약이는 까칠이가 30번 문장에서 말한 내용인 ‘아기의 머리뼈가 열려 있는 것은 숨을 쉬기 위해서가 아니다’로 인해 자신의 주장(29번 문장)이 옳지 않을 수도 있겠다는 생각을 하게 된 것으로 보인다(연약이와의 인터뷰 5).

연구자 : 까칠이가 (연약이에게) 반박하였을 때 왜 (연약이는) 까칠이의 말에 대답하지 않았나요?

연약 : 음... 까칠이가 반박했을 때 (내) 말이 틀렸나? 라는 느낌이 들었거든요(까칠이의 반박이 타당하다는 생각을 한 것이라고 볼 수 있음).

<연약이와의 인터뷰 5>

둘째, 연약이의 주장에 동의하는 다른 학생이 나타나지 않았던 상황(담화 6)은 연약이가 ‘추론의 잘못을 느낌’이라는 인식적 감정을 구성하는데 영향을 주었다고 판단된다. 그런데다가 연약이와 까칠이의 논변 상황에서 연약이의 말이 타당하다고 재반박해주는 학생이 아무도 없었던 점도 연약이가 이러한 인식적 감정을 구성하는데 기여한 것으로 판단된다(연약이와의 인터뷰 6).

연구자 : (연약이와의 인터뷰 5에 이어서) 그런데 1차시 때는 ‘아 맞다’ 하면서 말했다고 하지 않았어요?

연약 : 아... 그 때는 확신이 있었죠. 그리고 그 때에는 애들이 (제 주장에) 동의해서 확신을 가지게 되었던 것 같아요(즉, 까칠이가 재반박했을 때 연약이의 주장에 동의하는 사람이 없었던 것도 까칠이의 주장이 맞다고 여기게 된 하나의 이유가 된 것임)

연구자 : 그런데 이 때 다시 한 번 생각해서 반박해도 되는 거 아니었어요?

연약 : 까칠이의 말이 맞는 것 같기도 하고, 제 말이 틀린 것 같기도 해서요. 혼란스럽다고 해야 하나? 그리고 까칠이가 말한 내용을 들어보니까 제가 틀렸다는 느낌이 강하게 들어서요(까칠이의 논리를 철저하게 이성적으로 판단한 것이 아닐 수 있다는 단서를 보여주는 것임)

연구자 : 그러면 시간이 지난 다음에 다시 생각해보고 반박해도 되지 않았어요?

연약 : 그 순간에 반박하지 않아서 이제 (제 주장을) 거의 빼는 것으로 가는데, 굳이 또 반박하고 싶진 않았어요.

<연약이와의 인터뷰 6>

마지막으로 연약이는 28, 30번 문장에서와 같이 까칠이가 공격적으로 말하는 것으로 인해 다소 유쾌하지 않은 느낌을 경험한 것으로 보인다(31번 문장). 즉 연약이는 굳은 표정으로 아무런 말을 하지 않았던 것으로 미루어 볼 때 불쾌한 느낌을 경험하고 있었다고 볼 수 있다. 결론적으로 연약이는 까칠의 공격적 담화 태도, 까칠의 반박의 타당성, 소집단에서 연약이의 말을 동의해주는 사람이 없는 것으로 여겨지는 상황적 맥락들을 고려하여 ‘추론의 잘못을 느낌’이라는 인식적 감정을 구성하였고 이를 기반으로 까칠이의 반박을 수용하였다고 볼 수 있다.

연약이와의 인터뷰 6의 내용에 기반하여 볼 때 연약이가 까칠이의 반박을 받아들여 모형 수정 과정에 참여한 것은 까칠이의 반박을 논리적으로 타당한지 철저하게 검토해서라기보다는 ‘추론의 잘못을 느낌’이라는 인식적 감정(Arango-Muñoz & Michaelian, 2014)을 구성하게 되면서 참여한 것이라 판단된다. 이는 상대방의 반박을 수용하는 의사 결정이 논리적으로 상대방의 반박을 철저하게 검토하는 문제라기보다는 인식적 감정을 구성하면서 나타나는 것일 수 있다는 하나의 사례를 보여주는 것이다.

다. 모형 평가 단계 : 4-5차시

모형 평가 단계에서 학생들은 상대방의 아이디어를 평가하는 참여 형태를 보일 필요가 있다 왜냐하면 학생들은 모형 평가를 통해 초기 모형에서 개선되어야 할 점 또는 과학적으로 타당하지 않은 점들을 제안하거나 반박의 형태로 드러내며(한문현 & 김희백, 2017) 이를 소집단에서 공유하기 때문이다. 또한 소집단 표현된 학생들의 제안과 반박들은 모형 정교화를 위한 자원으로 사용될 수 있다(Forbes *et al.*, 2015). 그러므로

모형 평가가 빈번하게 일어나는 것은 모형의 정교화 가능성을 높여 나가는 것이기 때문에 학생들은 생성된 모형에 대한 적극적인 평가를 이어나갈 필요가 있다(Windschitl *et al.*, 2008).

연구 결과에서는 연약이가 어떠한 인식을 가지고 인식적 감정을 구성하여 모형 평가 단계에 참여하게 되었는지 설명하였다. 3차시 수업은 호흡 운동의 기능을 호흡 기관의 구조인 코, 기관, 기관지, 폐에 기반하여 구성하도록 안내되었다. 3차시 수업에서 1조는 호흡 운동의 기능을 위해 들숨 때 공기는 코, 기관, 기관지, 폐를 거치며 이동하며, 날숨 때 공기는 폐, 기관지, 기관, 코를 거치며 이동한다는 설명을 구성하였다. 그런 뒤 4차시 수업은 학생들이 3차시에 구성한 호흡 운동의 기능이 잘 된 설명 모형인지 아닌지에 대한 비판적 검토를 하는 것으로 안내되었다.

1) ‘지침(기운빠짐)’을 구성하며 제한적으로 참여함

4차시 수업에서 1조 학생들은 소집단에서 구성된 호흡 운동의 기능에 대한 설명 모형을 비판적으로 검토하기 시작하였다. 먼저 연약이는 호흡 운동 기능을 설명하기 위한 모형에서 코가 아닌 입은 공기가 들어오는 통로뿐만 아니라 음식물이 들어오는 통로의 역할도 하기 때문에 호흡 운동 기능을 설명하는 기관으로 받아들이기 어렵다는 취지의 발언을 하였다(36, 38번 문장). 이에 까칠이는 연약이에게 입을 통해서도 공기가 이동할 수 있으므로 입이 코와 같은 기능을 가질 수 있다고 반박하였다(37번 문장). 또한 까칠이는 화를 내면서 코가 막혔을 경우에 입이 공기의 이동 통로로 사용될 수 있다고 연거푸 반박하였다(39번 문장). 이러한 까칠이의 연속적인 반박은 연약이의 ‘아이디어가 싫음’이라는 부정적인 인식적 감정을 경험하면서 나타난 것으로 판단된다(한문현과 김희백, 2017). 연약이는 까칠

이의 연속적인 반박에 당황함을 보이며 순간적으로 말문이 막힌 듯한 모습을 보이다가 어떠한 말을 하려고 하였다(41번 문장). 그러나 까칠이는 연약이의 말을 끊으며 계속 반박하였고(42번 문장) 연약이는 이에 아무런 말을 하지 못하였다(43번 문장). 까칠이는 연약이에게 계속해서 감정적 반박을 하는 모습을 보였고(44, 47번 문장) 연약이는 까칠이의 감정적 대응과 반박에 얼굴이 붉히며 감정이 상한 모습을 보였다(담화 7).

- 36 연약 : 코와 입의 기능은 (코의 경우 공기의 이동 통로인 반면 입은 음식물을 받아들이는 곳이므로) 다른 것 같은데...
- 37 까칠 : 그런데 (코와 입 모두 공기의 이동 통로가 될 수 있다는 측면에서) 같을 수도 있지.
- 38 연약 : 사실 코는 숨을 쉬는 데만 사용되지만, 입은 음식물을 먹을 때에 사용되지[조금 기분이 상한 듯이].
- 39 까칠 : 아니[화를 내며], 사람들이 코로 숨을 쉰다고 했는데, 어떤 근거로 그렇게 말해? 만약 코가 막혔을 땐 어떻게 해?(공격적으로)
- 40 [까칠, 연약이를 제외한 다른 아이들 웃음]
- 41 연약 : [당황하며] 그러니까 그게 아니라...
- 42 까칠 : [연약이의 말을 끊으며] 그러니까 코가 너무 막혀서 코로 숨 쉴 수 없을 때도 그러냐고?(높은 톤의 목소리로)
- 43 연약 : [아무런 말을 하지 못한다].
- 44 까칠 : 그럼 죽어야 하는 거야? 코 막히면 죽어야지, 콧~아이고[비아냥대며 책상 앞에 드러눕는다].
- 45 따름 : 야(적막해진 분위기를 돌리고자 하는 말로 보임), 그런데 (코가 아닌) 입으로만 숨을 쉬면 이상한 건가?
- 46 강철 : 불편하잖아.
- 47 까칠 : 편한데? 어허어허어허어허[소리를 크게 내면서 입으로 숨을 내쉼]

담화 7: 4차시

담화 7에서 연약이는 ‘지침’이라는 감정을 구성했다고 판단된다. 우선적으로 연약이가 감정 일지에 4차시에 경험한 자신의 핵심적인 감정을 ‘지

침'이라고 표현한 것이(표 III-3) 하나의 단서가 될 수 있다. 연약이가 자신이 경험한 감정을 '지침'이라고 표현한 이유는 첫째, 연약이는 까칠이가 평소 감정적으로 반박하는 경향이 있음을 전부터 알고 있었기 때문에 까칠이의 행동이 예상되었던 것이어서 '분노'나 '짜증'이 날 수 있는 상황은 아니라고 생각하였다(연약이와의 인터뷰 7). 둘째, 연약이는 서로 반박을 주고받는 상황에서 분위기를 너무 나쁘게 만들지 않으면서 담화를 잘 이끌어야 된다는 것을 고려하였는데 이것을 지침이라는 감정을 구성하는데 있어 하나의 자원으로 사용하였다는 점이다(연약이와의 인터뷰 7).

연구자 : 까칠이의 반박 때문인지 연약이가 감정이 상한 듯한 모습을 보였어. 그 때 감정이 상했어?

연약 : 솔직히 감정이 상한 건 아니에요. 수업 시간에 감정이 상할만한 일은 별로 없거든요(분노나 짜증이 날만한 상황은 아니었다는 것임). 감정이 상한다기 보다는 계속해서 반박을 해오니까 [잠시 머뭇거림] 지치는 거죠.

연구자 : 지친다는 것은?

연약 : 내가 계속해서 말을 하는데 (까칠이가 반박을 하면서) 계속 아니라고 하잖아요. 그런데 다른 애들은 말을 안 하고 있고, 어쨌든 저랑 까칠이랑 둘 중에 (이 상황에서) 누군가는 리드를 해야 하잖아요(담화를 잘 이끌어야 한다는 생각을 가지고 있었던 것이라 볼 수 있음).

연구자 : 그것이 지치는 거지, 기분이 나쁜 것은 아니다?

연약 : 까칠이가 평소에도 좀 그런 경향이 있어요. 그런 성향을 알고 있는 상태에서 저는 이야기를 한 거니까. 까칠이가 원래 그런 줄을 알고 있으니까, 저는 기분이 나쁘지는 않았어요.

<연약이와의 인터뷰 7>

셋째, 담화 7에서 연약이는 당황하는 표정을 드러내면서 유쾌하지 않은 신체적 변화를 경험하고 있음을 얼굴 표정으로 드러냈다(38, 41번 문장). 연약이는 이러한 생각들과 신체적 변화들을 통해 '지침'이라는 감정을 구

성한 것이라 판단된다. ‘지침’ 감정은 학자들 간의 학문적 상호작용에서 경험할 수 있는 감정적 측면(Jaber & Hammer, 2016)과 유사해 보인다. 왜냐하면 과학자들은 서로의 학문적 견해가 달라 의견 충돌이 일어나면서 이로 인한 긴장과 힘듦을 경험할 수 있는데(Plantin, 2004) 본 사례도 탐구의 일환인 모형 구성 중 서로의 견해가 달라서 구성된 감정이라는 측면에서 연약이도 유사한 감정을 경험한 것으로 판단될 수 있기 때문이다. 한편 ‘지침’이라는 감정은 연약이의 행동을 제약한 것으로 보인다. 왜냐하면 다시 지침이라는 감정을 구성하는 것을 원하지 않았기 때문이다(연약이와의 인터뷰 8).

연구자 : 그런데 연약이는 네 번째 수업에서(4차시) 까칠이와의 반박 사건 이후에 아무런 말도 하지 않더라고요? 감정이 상한 것은 아닌데도?

연약 : 분위기를 봐서 내가 감정이 변화가 생겼는데 이런 것을 (친구들이) 알아주지 않는다면 말을 안 하는 편이고, 약간 좀 분위기가 부드러워진다? 그런 식이면 조심스럽게 더 말을 해볼 수 있죠.

연구자 : 그래서 말을 하지 않았어요?

연약 : 더 말하면 지침 것 같아서요.

<연약이와의 인터뷰 8>

Jaber와 Hammer (2016)는 인식적 감정의 한 범주으로써 ‘학문적 상호작용에서 나타나는 감정적 측면’을 설명했고 상대방에게 반박을 받을 수 있다는 두려움이 인식적 감정의 하나로 포함될 수 있다고 하였지만, 이 사례에서는 연약이가 까칠이의 반박을 두려워했다기보다는 까칠이의 반박을 통해 ‘지침’이라는 감정을 구성했다고 여겨진다. 결론적으로 이후 연약이가 소집단에게 아무런 말도 하지 않게 되는 제한적 참여의 형태를 보인 것은 ‘지침’ 감정을 구성했기 때문이며, 이 감정을 더 강하게 경험하고 싶지 않아서 연약이가 제한적 참여를 보인 것이다.

2) ‘상대방의 아이디어가 싫음’을 구성하며 참여함

5차시 수업에서 학생들은 호흡 운동의 원리를 구성하도록 안내되었다. 학생들에게는 주사기 비유 모형이 주어졌고 주사기 비유 모형을 조작하면서 공기 이동의 메커니즘을 구성할 수 있도록 안내되었다(표 III-2). 그런데 4차시 수업 이후 제한적 참여에 머물렀던 연약이는 5차시에서 다시 모형 구성에 참여하는 모습을 보였다(담화 8). 먼저 까칠이는 주사기의 원리가 ‘빨대로 물을 빨아들이는 것과 같은 원리’라고 언급하였는데(48번 문장), 이에 연약이는 ‘한 번 생각해보자’라는 말로 담화에 참여하기 시작한 것이다(49번 문장). 이에 까칠이는 연약이가 자신의 말을 이해하지 못했다고 생각하였는지 주사기 공기 이동의 원리는 ‘(물리적인 힘을 사용하여) 물을 빨아들이는 것과 같은 것’이라고 설명하였다(50번 문장). 그러나 연약이는 ‘상대방(까칠)의 아이디어가 싫음’이라는 인식적 감정을 가졌던 것으로 해석될 수 있는 행동(한문현과 김희백, 2017)을 이어나갔다. 왜냐하면 연약이는 까칠에게 ‘물리적 힘에 의해서 공기가 이동한다기보다 기압차에 의해서 공기가 이동하는 것일 수 있다’는 추론을 가능하게 하는 질문 단서(한문현과 김희백, 2013)를 던졌기 때문이다(49, 51번 문장).

48 까칠 : 주사기의 원리는 내가 빨대로 물을 빨아들이는 것과 비슷한 원리야.

49 연약 : [까칠이를 바라보며 미간을 찌푸리며]까칠아, 한 번 (다시) 생각해 보자.

50 까칠 : 그러니까 입으로 물을 빨아들이는 것, 물을 내보내는 것이 하나의 원리야.

51 연약 : [조금 뚝을 틀이다가]음...저기압과 고기압은?

52 까칠 : 기압은...우선 (물리적 힘으로 공기를) 잡아당기고 끌어당기는 원리일 수 있어.

담화 8: 5차시

연약이는 5차시 중반부터 ‘상대방의 아이디어가 싫음’이라는 인식적 감정(한문현과 김희백, 2017)을 구성한 것으로 판단된다. 왜냐하면 연약이는 까칠이가 주사기 속 공기 이동의 원리를 위해 설명한 내용(48번 문장)을 마음에 들어 하지 않았기 때문에 ‘한 번 생각해보자’는 말로 까칠이의 설명을 동의하지 않음을 우회적으로 드러냈기 때문이다(49번 문장). 인식적 감정은 ‘상대방의 아이디어의 좋고 싫음’이라는 감정을 포함하며(Bellochi *et al.*, 2014) 이는 상대방의 설명에 의해 자신의 인지 구조에 비평형이 발생함으로써 생길 수 있다(한문현과 김희백, 2017). 인지적 비평형으로 인한 부정적인 인식적 감정 형성 맥락에서 볼 때, 연약이는 ‘까칠(상대방)의 아이디어가 싫음’이라는 인식적 감정을 통해(한문현과 김희백, 2017) 까칠이의 설명을 수정하는 참여 형태를 보였다고 볼 수 있다.

3) 상대방을 고려하는 관계 지향적 참여를 지속함

담화 8 이후에도 여전히 연약이는 ‘까칠이의 아이디어가 싫음’이라는 부정적인 인식적 감정을 가지고 있었는데 까칠이에게 반박 당할 것을 꺼려하여 조심스레 자신의 의견을 제안하는 방식으로 참여하는 모습을 보였다(담화 9). 연약이는 까칠이의 주장에 반박하기 보다는 질문의 형식을 취한 제안을 하였고 까칠이가 자연스럽게 자신의 의견을 수정할 수 있도록 이끌었다.

53 연약 : 그럼 우선 우리 다시 주사기를 보자(까칠이의 설명이 마음에 들지 않았기 때문에 주사기 비유 모형에 집중하자고 한 것으로 볼 수 있음).

54 까칠 : [주사기 피스톤을 조작하면서] 주사기를 당겼을 때 (주사기 안으로)

- 공기가 들어가고, 주사기를 밀었을 때 (주사기 밖으로) 공기가 나와.
- 55 연약 : 이게(이 원리가) 과연 뭘까?
- 56 까칠 : 공기가 들어왔다가 나간다. 이게(주사기 안이) 공기가 없는 상태였기 때문에 들어오는 거잖아. 잘 봐. 주사기 (피스톤)를 이렇게 하면 (안으로 당기면) 공기가 들어오고, 주사기(피스톤)를 이렇게 하면(밖으로 밀면) 공기가 나가는 거야.
- 57 연약 : 그런데 이 주사기는 폐를 말하는 거야?
- 58 까칠 : 그래. 그리고 주사기 (밖)에서 공기가 들어오고 나가듯이, 폐에서도 공기가 나가고 들어오는 거잖아.
- 59 연약 : 우리가 숨을 이렇게 들이 마시면 폐 안으로 공기가 채워지잖아. 내 보내면은 (폐 밖으로) 공기가 나가잖아.
- 60 까칠 : 응.
- 61 연약 : 그럼 어디가 고기압이야? 여기가 (주사기 안이) 고기압이야?(까칠이에게 기압이 공기 이동의 원리가 될 수 있음을 제안한 것이라 볼 수 있음)
- 62 까칠 : 공기가 차는 곳이 고기압이지.
- 63 강철 : [정색하며]아닌데? 그리고 (주사기 안으로) 공기가 들어왔으면 나가야지. 그러니까 내 말은 (주사기 안이) 공기가 찬 상태면 밖에 보다는 고기압이라서 (주사기 밖으로) 공기가 나가는 거야.
- 64 까칠 : (주사기 속으로) 공기가 들어왔으니 나간다니?
- 65 강철 : 아니, 공기가 꼭 찼으니까, 이게 나갈 때가 된 거지.
- 66 까칠 : 무슨 말인지 이해되니?[다른 학생들을 쳐다보며] 공기가 많으니까 이제 나갈 때가 되었다고?
- 67 강철 : 잘 봐. [주사기 피스톤을 당기며] 이게 고기압이야. 이게 공기가 많이 찬 상태잖아.
- 68 연약 : 그러면 우리 몸, 우리 폐 안에도 압력이 생기고 압력이 약해진다는 말인가?(까칠이를 바라보며 다시 제안의 형태로 질문함)
- 69 까칠 : 그럴겠지? 주사기에서 공기가 나가고 들어오는 것이 압력 때문이라면... 우리 몸의 원리도 같을 것이고, 우리 몸에서도 압력이 세졌다가 약해졌다가 하겠지.
- 70 강철 : 날씨와 생활에서 바람이 고기압쪽에서 저기압쪽으로 이동한다고 배웠잖아? 그게 뭐냐면 기압이 세다는 말은 밀려고 하는 힘이 생긴다

는 거지. 상대적으로 기압이 약한 저기압 쪽은 덜 밀어.

71 까칠 : 그럼 주사기에서 주사기 피스톤을 밀잖아. (피스톤을 바깥쪽으로 밀었을 때) 공기가 들어오는 건가 나가는 건가?

72 연약 : (주사기 밖으로 공기가) 나가지.

73 까칠 : 나간다는 것은 공기가 (주사기) 안에서 밖으로 나간다는 거잖아. 그럼 (주사기 안이) 고기압일까 저기압일까?

74 연약 : 고기압

75 까칠 : 반대로 공기가 들어올 때는?

76 연약 : 밖이 고기압이겠지.

담화 9 : 5차시

연구자는 왜 연약이가 담화 9에서 까칠이의 말에 반박하기 보다는 제안의 형태로 참여하게 되었는지 물어보았다. 연약이는 까칠이의 ‘아이디어가 싫음’을 느껴 까칠의 설명에 반박을 하고 싶었지만, 한편으로 자신의 반박에 의해 까칠의 감정이 상할 수 있음을 걱정했다고 하였다. 그렇기 때문에 까칠에게 다른 의견을 제안하는 형식으로 참여하였다고 말했다(연약이와의 인터뷰 9).

연구자 : 연약이는 전에 ‘까칠이에게 반박을 계속 당하게 되어서, 반박 당하지 않을 말만 생각해서 말하게 된다.’ 라고 말한 적이 있었어요. 구체적으로 무슨 이야기인지?

연약 : 까칠이가 계속 반박을 했잖아요. 아까 말했듯이 저랑 까칠이랑 이야기할 때에 까칠이가 계속 반박을 하니깐 (제 입장에서는) 까칠이가 (저에게) 반박을 안 하게 될 말만 생각해 가지고 말을 한 것 같아요. 할 말을 하긴 해야 하는데(중략) 우리 조를 위해서는요...(중략) 그래야지 제(연약)가 자기(까칠이) 말을 이해해주고 그러니까 조금 반박이 줄어들 거 아니에요. 그 때 제 얘기도 조금씩 섞어가면서 (까칠이에게) 말을 하면은 되지 않을까 생각해서.

연구자 : 그래서 까칠이의 감정이 상하지 않게 하기 위해서 그런 건지. 결론적으로 까칠이의 눈치를 본다고 말할 수 있나요?

연약 : 눈치... 좀 봤죠.

연구자 : 눈치를 좀 본다.

연약 : 까칠이 같은 애들은 계속 수궁을 안해주면은 계속 그렇게 하는(반박을 하는) 애들이 있잖아요. 까칠이도 감정이 상할 테고. 그랬을 때 개도 힘들고 반박을 받아야 하는 저도 좀 그렇거든요. 그래서 맞춰가면서 해야 되다 보니까. 눈치를 보는 것은 좀 맞는 것 같아요.

연구자 : 눈치를 보는 것 같다... 눈치를 보는 결과가... 음 좋게 이야기하면 사례 깊은 발언만 하는 것이고,

연약 : 네.

연구자 : 그래서 힘들었나요?

연약 : 네... 조금은요.

<연약이와의 인터뷰 9>

연약이와의 인터뷰 9의 내용으로 미루어볼 때, 연약이는 ‘상대방의 아이디어가 싫음’이라는 인식적 감정과 상대방의 기분이 상할지도 모른다는 관계 악화를 우려하는 감정인 관계적 감정을 모두를 고려했다고 판단된다. 즉 연약이는 인식적 감정뿐만 아니라 다른 감정(예를 들면 관계적 감정)들을 동시에 구성할 수 있었다고 판단된다.

4. 논의

본 연구는 모형 구성에서 다소 내성적인 성향의 초등학생이 어떻게 제한적 참여에서 참여에 이르게 되었는지를 인식적 감정의 측면에서 분석하였다. 지금까지의 연구 결과를 바탕으로 두 가지 측면을 논의하였다.

가. 아이디어와 연관된 인식적 감정 구성의 중요성

본 연구에서는 모형 구성 참여를 어려워하는 내성적인 초등학생이라도 아이디어 생성, 평가, 수정과 직접적으로 연관된 인식적 감정(즉 ‘아하’, ‘추론의 잘못을 느낌’, ‘상대방의 아이디어에 대한 싫음’)을 구성하게 되면서 참여할 수 있게 됨을 논의한다. 이를 논의하는 까닭은 연약이의 제한적 참여에서 참여로 이어지는 국면이 아이디어와 직접적으로 연관된 인식적 감정을 구성하면서 나타났기 때문이다.

먼저 연약이가 ‘아하’ 감정을 구성하면서 참여하게 되었던 사례를 살펴 보겠다. 1차시 수업에서 ‘아하’ 감정을 구성하기 전까지 연약이는 ‘부담감’이라는 감정을 구성하였고 이때의 참여는 제한적이였다. 그러나 연약이가 ‘아하’ 감정이 구성되면서(답화 4) 소집단에게 자신의 생각을 주장과 근거로 표현하지 않던 연약이의 제한적 참여가 참여로 전환되었다. ‘아하’라는 인식적 감정은 이전까지는 이해되지 않았거나 대수롭게 생각해보지 않았던 것이 구체화되거나 명료화 되었을 때 구성되는(Arango-Muñoz & Michaelian, 2014) 긍정적 감정으로 볼 수 있고 이것이 연약이의 참여를 촉진하는데 중요한 역할을 했다고 볼 수 있다.

둘째, 연약이가 ‘추론의 잘못을 느낌’ 감정을 구성하면서 참여하게 되었던 사례를 보자. 연구 결과, 2차시 수업에서 연약이는 까칠이의 반박으로

인한 ‘추론의 잘못을 느낌’을 구성하게 되었다. ‘추론의 잘못을 느낌’은 이전까지 자신이 계산하거나 추론한 것이 옳았었다고 느껴왔는데 자신의 검토에 의해서나 상대방의 비판에 의해 자신의 계산이나 추론에 확신이 없어지는 것을 느끼는(Dokic, 2009) 감정이다. 이 감정은 연약이가 상대방의 비판에 의해 기분이 상할 수 있는 상황에서 자신의 추론이 잘못되었을 수 있다는 것을 인정하고 상대방의 설명을 받아들이는데 기여하였다고 보여진다(담화 6).

마지막으로 연약이가 ‘상대방의 아이디어가 싫음’이라는 인식적 감정을 구성한 사례를 보자. 4차시 수업에서 연약이는 까칠이의 계속되는 반박에 의해 ‘지침’ 감정을 구성한 상태였고 이것으로 인해 연약의 참여는 제한되었던 상황이었다. 그럼에도 불구하고 호흡 운동 원리를 설명하는 까칠이의 설명은 연약이의 인지적 비평형(한문현과 김희백, 2017)을 유발하였고(담화 8, 9) 이를 통해 연약이는 ‘상대방의 아이디어가 싫음’이라는 인식적 감정을 구성하였다.

‘상대방의 아이디어가 싫음’이라는 인식적 감정은 자신이 가지고 있는 인지적 체계에 비추어 보았을 때 상대방의 아이디어에 대해 동의하기 어려울 때 구성하게 되는(한문현과 김희백, 2017) 부정적 감정이다. 이 감정은 연약이가 지침이라는 감정을 구성하여 제한적 참여를 하고 있었던 상황에서 까칠이의 모형을 평가하고 수정하도록 이끌었다고 볼 수 있다. 뿐만 아니라 이 감정은 연약이가 상대방의 아이디어에 지속적으로 집중하도록 도왔으며 상대방의 아이디어와 다른 자신의 생각을 드러내는데 도움을 주어 모형 구성에 참여할 수 있도록 이끌었다고 볼 수 있다. 왜냐하면 담화 8, 9에서 연약이는 까칠이의 설명을 바꾸기 위해 지속적으로 까칠이와 담화를 이어나갔기 때문이다.

결론적으로 연약이가 제한적 참여를 하고 있던 상황에서 연약이가 구성

한 ‘아하’, ‘추론의 잘못을 느낌’, ‘상대방의 아이디어가 싫음’이라는 인식적 감정은 연약이의 제한적 참여를 참여로 전환시키는데 기여한 것이다. Aldous (2007)는 수학자들이 잦은 빈도로 아이디어, 문제, 해결에 대한 느낌을 언급함을 밝히며 특히 ‘아이디어에 대한 느낌’이 앎의 구성에 핵심이라고 주장하였는데, 과학적 탐구의 일환인 모형 구성에서도 아이디어에 대한 느낌을 구성하는 것이(즉 아이디어와 연관된 인식적 감정을 구성하는 것) 모형 구성 참여를 촉진할 수 있다고 볼 수 있다. 이러한 해석은 감정이 정보의 한 종류로써 인간의 추론과 의사 결정에 주요하게 사용될 수 있다고 보는 사회 심리학의 연구 결과뿐만 아니라(Clore, 2009) 최근의 신경 과학 연구 결과¹⁰⁾와도(LeDoux, 1996) 부합하는 것이다.

나. 과거, 현재, 미래의 감정을 동시에 고려하는 것

본 연구에서는 모형 구성 중 학생은 현재 구성하는 인식적 감정뿐만 아니라 과거의 감정 경험과 미래에 기대되는 감정들을 의사 결정을 위한 자원(resources)으로 활용함을 논의한다. 이러한 해석은 모형 평가 단계 사례에서 연약이가 과거, 현재, 미래 감정을 모두 활용하였다는 사실에 기반한다.

담화 9에서처럼 연약이는 ‘상대방의 아이디어가 싫음’이라는 한 가지 감정만 드러낸 것이 아니라 과거, 현재, 미래 감정을 동시에 경험하고 활용했음을 드러냈다. 첫 번째, 연약이는 현재의 감정으로 까칠이의 ‘아이디어가 싫음’이라는 인식적 감정을 경험했다(담화 9). 두 번째, 연약이는 과거의 감정으로 까칠이가 연속적인 반박으로 인한 ‘지침’이라는 감정을 경험했던

10) 예를 들어 감정적 반응을 담당하는 뇌 구역이 손상된 환자는 추론과 의사 결정을 담당하는 영역이 손상되지 않았음에도 이성적인(rational) 의사 결정을 내리지 못한다고 한다(Immordino-Yang & Damasio, 2007).

것을 현재 감정(까칠이의 아이디어가 싫음)을 경험하는 중에 가져왔다. 그렇기 때문에 연약이는 인터뷰에서 까칠이가 재반박하게 될 것을 우려했다고 한 것이라 볼 수 있다(연약이와의 인터뷰 9). 세 번째, 연약이는 까칠이에게 제안이 아닌 반박의 형식으로 말할 경우 까칠이의 마음도 다칠 수 있고 자신도 마음이 불편해질 것을 우려했다(연약이와의 인터뷰 9). 이것은 연약이가 본인과 까칠이가 경험할 수도 있는 미래에 기대되는 감정을 현재로 가져온 것이라 볼 수 있다.

이러한 사실들로 미루어볼 때 연약이는 모형 구성 중에 과거, 현재, 미래 감정을 모두 고려하여 의사 결정을 해 나갔다고 볼 수 있는 것이다. 이것은 과거, 현재, 미래의 생각은 선형적인 순서로 배열되어 있는 것이 아니라 서로 동기화 되어 있으며 상호 연결되어 있다(Mattley, 2002)는 사회학의 관점과도 부합하는 것이다.

King *et al.* (2017)은 학생이 과학 수업에서 경험하는 감정 분석을 위해 ‘감정의 시간성(temporality of emotion)’이라는 개념을 사용한다. 이 논문에서 ‘감정의 시간성’이란 ‘자신이 경험하고 있는 현재 감정을 이해하기 위하여 과거에 경험했던 감정 또는 미래에 예측되는 감정에 기반하여 현재 감정을 해석’하는 것을 말한다. 예를 들어 보자. 먼저 학생이 현재 감정을 이해하기 위해 과거 감정을 활용하는 경우는 다음과 같다:

과학 수업 시간에 학생은 교사의 설명을 이해하지 못해서 불편하다. 현재 이 불편한 감정이 무엇인지 알기 위해, 학생은 이전 과학 수업 때에도 교사의 설명을 이해하지 못하여 경험한 좌절감(과거의 감정 경험)을 떠올리며, 이 과거 감정에 기반하여 현재 감정을 해석하며 이를 통해 좌절감을 확인하게 된다는 것이다.

반면 미래에 예측(또는 기대)되는 감정 경험을 활용하는 경우는 다음과 같

다:

과학 수업 시간에 학생이 교사의 설명을 이해하지 못해 좌절감이 더욱 증폭되는 것은 미래에도 교사의 설명이 이해되지 않을 것 같아 예측한 ‘슬픔’이라는 감정을 가져와 현재의 감정 이해(즉, 좌절감의 증폭)에 활용한다는 것이다.

이러한 King *et al.*의 연구는 다른 연구자들의 설명들과도 궤를 같이 한다고 볼 수 있다. 예를 들어 Mattely (2002)는 과거의 감정 경험이 현재 감정을 이해하기 위해 사용되거나 해석될 수 있다고 본다. 또한 Denzin (1984)도 감정의 시간성 측면에서 현재의 감정 경험은 미래에 기대되는 감정에 의해 영향을 받을 수 있기 때문에 미래에 기대되는 감정 경험의 중요성을 강조한다. 결론적으로 선행 연구들은 인간의 의사 결정은 현재 감정뿐만 아니라 과거와 미래 감정을 활용하는 감정적 과정일 수 있음을 제안한 것이라 볼 수 있다.

본 연구 결과에서도 연약이는 자신의 과거, 현재, 미래 감정뿐만 아니라 까칠이가 경험할 수도 있는 미래 감정까지도 예측하여 활용하는 모습을 보였다. 이러한 점들을 종합하여 볼 때 모형 구성과 같은 인식적 실행은 인지적 추론뿐만 아니라 여러 감정 경험들을 불러오고 사용하는 것들이 실행되는 감정적 과정이라 볼 수 있다. 또한 이는 학생이 인식적 실행에서 긍정적 감정에서부터 부정적 감정에 이르는 여러 감정적 역동에 익숙해질 수 있도록 어떻게 도와줄 수 있는지에 대한 더 깊은 이해가 필요함을 밝힌 것이다.

IV. 모형 구성에서 나타나는 초등학생의 인지-감정적 반박 - 인식적 감정을 중심으로¹¹⁾

1. 서론

모형 구성에서 반박은 모형이 발달 또는 정교화될 수 있도록 촉진한다는 측면에서 중요하다(이신영 등, 2012). 반박은 모형 평가 과정에서 모형이 수정 및 거부될 필요가 있을 때 사용되며 이러한 반박 내용을 기반으로 하여 모형이 정교화되기 때문이다. 예를 들어 모형 구성에서 학생은 현상을 설명하기 위한 정신 모형을 생성하고(Shen & Confrey, 2007) 그 정신 모형을 다른 학생에게 표현한다(Louca *et al.*, 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(이신영 등, 2012). 표현 모형의 제안자는 해당 반박이 타당하지 않다고 생각할 경우 재반박을 통해 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 *et al.*, 2008). 이렇게 생성된 표현 모형은 반박이라는 도구를 통해 평가 및 수정 또는 거부되며 모형은 반박을 통

11) 본 연구는 한문현, 김희백 (2017). 모형 구성 과정에서 나타나는 초등학생의 인지-감정적 반박- 이라는 제목으로 *한국과학교육학회지*, 37(1), 155-168에 게재된 논문을 재구조화하여 제시하였음. 또한 본 연구의 일부를 II. 이론적 배경에 재구조화하여 제시하였음.

해서 계속적으로 정교화 될 수 있다.

여러 과학교육 연구자들은 학생들이 모형을 평가하고 수정하는 인식론적 실행의 중요성을 강조해왔다(강은희 등, 2012; 이차은과 김희백, 2016; Clement, 2008; Johnson & Stewart, 2002; Justi & Gilbert, 2002; Kawasaki *et al.*, 2004; Schwarz *et al.*, 2009; Windschitl *et al.*, 2008). 예를 들어 Johnson과 Stewart (2002)는 과학의 본질은 설명 모형을 발달, 사용, 평가, 수정해 나가는 데 있으므로 학생들이 이러한 인식론적인 실행에 참여해야 함을 주장하였고, Schwarz *et al.* (2009)은 학생들이 생성한 모형을 수정하거나 추가로 얻은 결과와 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 현상 기반 추론에서 모형 기반 추론으로 이어지는 학생의 인식론적 실행을 강조하였으며, 한문현과 김희백(2013)은 초등학생들의 모형 평가와 수정을 촉진하는 교사 질문의 역할을 탐색하기도 하였다. 그러나 선행 연구는 과학이 즐거움, 놀라움, 경이로움, 행복함, 긴장, 분노, 두려움을 포함하는 인간 감정과 같이 실행되고 학습된다는 측면이 강조되고 있음에도 불구하고(Sinatra *et al.*, 2014) 학습 과정의 인지적 측면을 주로 고려하고 있다는 한계를 가진다.

모형 구성과 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) 감정이 학생의 인지적 학습에 연관되어 있으며 인지와 감정을 함께 고려해야 학습을 더 잘 이해할 수 있다고 한다(Immordino-Yang & Damasio, 2007). 그 이유로 인간의 경우 심피질이 변연계로부터 온 감정

정보와 심피질에서 수행하는 인지적 생각과 추론을 모두 고려한 판단을 내리기 때문이라는 것이다(이재신, 2014; Immordino-Yang & Damasio, 2007). 이것은 학생의 인지적 학습 과정에서 감정은 인지와는 구분된 요소로써 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).

최근 과학교육계는 학생들의 의견 대립에 영향을 미치는 감정의 역할에 주목하였다. Mercer와 Wegerif(1999)는 학생들이 ‘논쟁적 대화’에서 감정적이 되며 상대방의 의견을 받아들이기 보다는 자신들의 의견을 변함없이 유지하려 함을 보여주었다. 권지숙과 김희백(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 Lin과 Hung(2016)은 논변 활동 중 학생들이 감정이 상하면서 감정적 반박을 하게 되는 과정을 설명하기도 하였고, Jaber와 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 의견을 드러내는 상황에서 이루어지는 설득 혹은 합의 과정에서 중요하게 작용할 수 있다는 측면에서 모형 구성 중 학생들 서로의 의견이 달라 나타날 수 있는 반박에도 중심적 역할을 할 것으로 추론해볼 수 있다. 그렇지만 현재 모형 구성 중 학생의 반박과 관련된 감정을 다룬 연구는 거의 없는 실정이다. 그러므로 초등학생의 모형 구성에서 학생이 반박을 하게 되는 맥락을 학생 감정의 측면에서 탐색하였다.

2. 연구 방법

가. 연구 참여자

본 연구는 초등학교의 교실 맥락에서 모형 구성 과정에 참여하는 소집단 학생들을 통해 인지-감정적 반박이 나타난 구체적 장면을 탐색한 사례 연구이다. 2015년 12월 말에서 2106년 2월 초순까지, 겨울방학을 제외한 약 1개월 동안 경기도 P 초등학교 5학년 사랑반 25명의 모형 구성 사례가 탐색되었다. 사랑반 학생들은 총 6개의 소집단으로 구성되었으며 각 소집단은 4-5명으로 이루어졌다.

본 연구에서는 학생의 인지-감정적 반박이 잘 드러난 사례를 보여주는 대표 소집단으로써 2조와 6조의 사례를 보이고자 한다. 2조와 6조를 대표 소집단들로 선정한 이유는 2조는 학생들이 서로 감정적 대립을 계속적으로 유지하는 논쟁적 상황을 잘 드러낸 반면, 대조적으로 6조는 학생들 서로 협력적 모형 구성을 위해 서로의 감정을 조절하는 모습을 잘 보여주었기 때문이다. 또한 2조와 6조는 감정적 사건 중에 반박을 하는 모습들이 비디오 녹화본을 통해 드러났기 때문에 감정과 인지의 상호작용에 의한 반박 사례를 잘 보여줄 수 있을 것이라 보았다. 2조와 6조 학생들의 프로파일은 다음과 같다(표 IV-1).

표 IV-1. 2, 6조 학생들의 프로필

조	학생	과학 성취도	과학 교사가 관찰한 학생들의 과학 수업 태도
2	영리(여)	높음	학생들 앞에서 발표를 즐기하며, 특히 자신의 의견을 명확하게 표현하는 능력이 뛰어나다.
	똥똥(남)	높음	평소에 과학 과목을 좋아한다고 말하며 자신의 과학 지식을 친구들에게 자랑하는 경향이 있음.
	명석(남)	높음	말수가 많지는 않지만 가끔 교사에게 심층적인 질문을 던지는 모습을 보여줌.
6	성실(여)	높음	성실하게 수업에 과학 수업에 참여하려고 노력함.
	총실(여)	보통	성실이의 단짝이며 과학 수업에 참여하려고 노력함.
	명랑(남)	높음	평소 과학 수업 시간에 쾌활이와 장난을 많이 친다.
	쾌활(남)	보통	평소 과학 수업 시간에 명랑이와 장난을 많이 친다.

나. 모형 구성 과제

본 연구는 모형 구성에서 초등학생들이 보여주는 인지-감정적 반박을 인식적 감정 측면에서 탐색한 것이다. 본 연구에서 학생들에게 안내된 모형 구성 과제는 선지식과 이전 과학 수업에서 배웠던 내용을 기반으로 소집단 학생들이 협력적으로 ‘호흡 운동’에 대한 설명 모형을 생성, 평가, 수정해 나가도록 설계된 것이며 해당 과제는 III장의 연구에서 수행된 모형 구성 과제와 동일한 것이다.

다. 자료 수집과 분석

감정 일지는 학생의 감정을 확인할 수 있는 신뢰성 있는 자가 기록 방법 중 하나이다(King *et al.*, 2015; Tomas *et al.*, 2016). 본 연구에서 감정 일지는 학생들이 수업동안 경험한 가장 학생적인 감정을 기록한 것이다. 학생들은 수업이 끝날 때마다 감정 일지(부록)를 작성하였고 이는 두 부분으로 나뉜다. 첫째 부분은 8개의 감정 예시를 포함하고 있으며 그것들은 흥분됨, 즐거움, 지루함, 분노, 불만, 좌절, 짜증, 실망이었다. 학생들은 8개의 감정 예시 중 하나를 선택하여 자신이 경험한 감정을 나타낼 수 있었다. 그리고 비고란이 있어 8개의 예시 감정 이외의 것을 경험하였을 경우 해당 감정을 쓸 수 있는 칸이 주어졌다. 8개의 감정 예시는 학생들이 경험한 감정을 보다 쉽게 선택하고 표현하는 것을 돕기 위함이었다. 그리고 8개의 감정 예시는 학생들에게 평소 수업 시간에 어떠한 감정을 경험하였는지 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 있었
고, 무슨 상황이었으며, 무엇 또는 누군가에 의해 특정 감정을 경험하였
는지에 대한 간략한 설명을 작성하는 것이 포함되어 있었다.

교사는 학생들이 감정 일지를 작성하기 전 그들에게 감정 일지에 대해
서 설명하였다. 먼저 8개의 감정 예시가 하나씩 설명되었고 학생들은 예
시에 대해서 서로 잘 이해했는지 공유할 수 있도록 어떠한 상황에서 특
정 감정을 기록해야 하는지 토의하는 시간을 가졌다. 예를 들어 학생은
'나는 짜증이 났어, 왜냐하면 내가 말할 때 계속 끼어들었잖아'와 같은
표현을 통해 특정 감정 경험에 대한 표현을 연습하였다. 이것은 학생들
이 온전히 자신이 경험한 감정을 잘 표현하도록 돕기 위함이었다.

연구자는 소집단별로 감정 일지를 분류하였고 이를 귀납적으로 검토하
여 각 소집단에서 벌어진 반박과 관련된 감정 사건이 무엇인지 확인하였
다. 그리고 해당 사건은 비디오 녹화본, 관찰 노트, 수업 후반 인터뷰에
의해 삼각 검증되어 데이터의 신뢰성과 타당성을 확보할 수 있도록 하였
다.

총 6차시 수업의 비디오 녹화본은 감정 일지 데이터를 보완한다. 비디
오 카메라는 소집단 학생들의 반박에 대한 상호작용을 관찰하기 위해 설
치되었다. 비디오 카메라는 학생들의 표정이나 몸짓을 잘 포착할 수 있
도록 설치되어 비디오 녹화본을 통해 겉으로 드러난 학생들의 감정을 확
인할 수 있도록 하였다. 비디오 데이터의 질적 분석은 감정 일지 데이터
에서 검토되었던 인식적, 감정적 사건을 중심으로 이루어졌다. 학생들의
감정 표현(예를 들어 화를 냄, 즐거워함, 슬퍼함), 얼굴 표정(예를 들어
짜증을 내는 표정), 감정적인 목소리(예를 들어 웃음이나 흥분된 목소
리), 몸짓(예를 들어 갑자기 책상을 치는 것), 행동(예를 들어 갑자기 다
른 소집단으로 이동하는 것)과 같은 감정적으로 유의미한 상호작용이 분

석되었다. 이것은 학생-학생 상호작용에서 매순간의 감정적인 인식적 실행의 역동을 탐색하고 그 신뢰성을 확보하기 위한 질적 비디오 분석의 일환이었다(Jordan & Henderson, 1995; Sidnell & Stivers, 2005).

연구자는 수업 후반부에 소집단별로 반구조화된 인터뷰를 수행하였는데 인터뷰 전, 인터뷰를 위한 질문을 작성하기 위해 감정 일지, 비디오 녹화본, 수업 관찰, 관찰 노트 자료를 참조하였다. 질문은 학생들의 수업에 대한 인식(예를 들어 호흡 운동 모형 구성에서 어떠한 부분이 어려웠니?), 다른 학생들과의 협력에 대한 질문(예를 들어 호흡 운동 모형 구성을 위해 다른 학생들과 서로 주장과 근거를 통해 더 나은 설명을 만들 수 있었니?), 인식적 감정과 감정 일지에 대한 질문(예를 들어 감정 일지에 ‘짜증’이 났다고 작성했는데 짜증이 났던 상황과 그 이유에 대해서 좀 더 자세히 설명해줄 수 있니?)이었다. 연구자는 학생들이 작성한 감정 일지, 비디오 녹화본 분석, 반구조화된 인터뷰 자료를 통해 학생들의 인식적 감정과 인지의 상호작용을 통해 어떠한 반박이 나타나게 되었는지 탐색할 수 있었다.

연구자는 모형 구성 중 학생들이 경험하는 인식적 감정과 인지의 상호작용이 일어나는 맥락에서 사랑반 학생들의 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 경우에는 반박으로 보지 않았다. 둘째, 근거는 상대방의 설명을 향한 수정과 거부를 포함하여야 한다. 이를테면 “그 설명에 이러한 내용을 추가하면 어떨까?”라고 하여 다른 설명이나 추가적 요소를 제안하는 경우(즉 상대방의 설명에 대한 수정 또는 거부가 아닌)는 반박이라 보지 않았다. 마지막으로 Lin과 Hung (2016)의 연구를 참조하여 근거의 특징을 모형 구성 과정 맥락에 맞게 범주화하였고 이를 통해 각 반박이

나타나게 된 인식적 감정과 인지적 과정을 모두 고려하여 최종적으로 학생의 반박들을 범주화하였다.

3. 연구 결과

가. 초등학생들의 인지-감정적 반박

지속적 반복적 비교 방법(Corbin & Strauss, 2014)에 따라 감정 일지, 비디오 녹화본, 관찰 노트, 학생 인터뷰 자원들을 귀납적으로 분석하였고 이를 통해 호흡 운동 모형 구성에서 나타나는 학생들의 인지-감정적 반박을 세 가지로 범주화할 수 있었다¹²⁾. 첫째, 정교화형 반박으로 상대방의 설명에 결함이 있다고 판단될 때 이를 거부하거나 수정하는 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 거부하는 모형 기반 추론에 의한 정교화형 반박을 사용할 수 있다.

둘째, 방어형 반박으로 상대방의 설명이나 제안을 거부하기 위해서 사용될 수 있다. 예를 들어 어떤 학생이 “호흡 운동 원리 구성에서 뇌가 하는 역할도 포함시켜야 해. 왜냐하면 숨 쉬는 것은 뇌가 조절하니까” 라는 제안을 했다고 하자. 이 때 상대 학생은 “호흡 운동 원리를 설명하는 것이지 뇌의 원리까지 설명하는 건 아니야. 받아들이지 않겠어.” 라는

12) 5학년 사랑반이 참여한 모형 구성 과제의 비디오 녹화본은 전사본으로 만들어졌고, 연구자는 전사본의 내용을 검토하여 사랑반 학생들이 사용한 인지-감정적 반박을 세 가지로 범주화할 수 있었다.

상대방의 제안을 고려하지 않겠다는 방어형 반박을 사용할 수 있다.

셋째, 비난형 반박은 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. 본 연구에서는 정교화형 반박, 방어형 반박, 비난형 반박이 모형 구성 중 어떤 맥락에서 어떻게 사용되었는지와 그 과정에서 학생의 인식적 감정과 인지가 어떻게 상호작용하며 학생들의 반박이 나타나게 되었는지 탐색하였다.

나. 정교화형 반박

정교화형 반박은 소집단에서 제시된 모형을 거부하거나 수정하는 목적에서 사용된다. 정교화형 반박은 모형 발달을 촉진할 수 있다는 측면에서 학생들 사이에서 적극적으로 사용될 필요가 있다. 연구 결과에서는 모형 발달을 촉진하는 정교화형 반박이 어떠한 인식적 감정 하에서 나타날 수 있었는지에 대한 한 사례를 제시하였다.

정교화형 반박이 나타난 사례로 6차시에 일어난 소집단 2조 ‘영리’, ‘똥똥’, ‘명석’이의 담화를 제시한다(표 IV-2). 소집단 2조 학생 모두는 감정 일지에 6차시에 경험한 그들의 감정을 ‘즐거움’이라는 단어로 기록하였다. 그 이유로 영리는 ‘모형 구성 초반에는 힘든 점이 있었지만 점점 힘이 들지 않게 되어서’, 똥똥이는 ‘처음에는 서로의 의견이 맞지 않았지만

점점 하다 보니 좋은 설명을 만들어 낼 수 있어서’, 명석이는 ‘점점 서로 말이 잘 통하게 되어서’ 라고 기록하였다. 연구자는 이것을 학생들이 모형 구성 후반부에는 긍정적인 인식적 감정을 경험하였으나 그 전까지는 부정적인 인식적 감정을 경험하였음을 암시하는 것이라 판단하였고 이러한 인식적 감정과 학생들의 정교화형 반박이 어떻게 상호작용하는지 녹화본을 통해 탐색하였다.

담화 설명 전 소집단 2조 학생들에 대한 좀 더 자세한 소개를 설명하겠다. 영리는 여학생으로 사랑반에서 과학 학업 성적이 가장 우수한 학생이며 발표력이 뛰어나 자신의 의견을 학생과 선생님에게 명확하게 표현하는 능력이 뛰어나다. 똥똥이는 남학생으로 과학 과목을 좋아하며 평소 쉬는 시간에 과학 관련 잡지를 탐독하기도 하며 선생님에게 과학과 관련된 질문을 자주 할 정도로 과학에 대한 호기심이 많다. 명석이는 남학생으로 과학 학업 성적이 뛰어나며 평소 수업 중 심층적인 질문을 던지거나 깊이 있는 이해를 발표를 통해 드러내는 모습을 자주 보여주었다.

모형 구성 중 정교화형 반박이 나타난 사례를 통해 학생들의 인식적 감정과 인지적 과정이 어떻게 상호작용하고 있는지를 설명한다. 먼저 영리는 호흡 운동 원리 설명을 위해 주사기 비유 모형을 조작하면서 공기가 이동할 수 있는 원리는 피스톤을 통해 공기를 밀어내는 것이라고 설명하였다(1번 문장). 이 설명을 들은 똥똥이는 영리의 설명이 현상을 잘 반영하지 못한다고 생각하고 부정적인 인식적 감정을 가지게 된 것으로 보인다.

표 IV-2. 2조의 담화 (6차시 중)

번호	학생	담화 내용	특징
1	영리	자, 봐봐[주사기 피스톤을 밀면서]. 이렇게 (손으로 피스톤에) 힘을 주면 공기는 (주사기) 안에서 밖으로 나가.	초기 설명
2	똥똥	[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 아냐?	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. 삼이 폐는 근육이 없다고 했어.	정교화형 반박
7	똥똥	[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	(똥똥이의 정교화된 설명을 수용한 뒤) 그런데 이거 고정되어 있는 상태는 아니야. (주사기) 피스톤이 계속 움직이면서 공기가 (주사기 안, 밖으로) 들어오잖아.	정교화형 반박
9	똥똥	[미소 지으며] 이거 언제. (주사기) 피스톤을 밀면 순간 순간 (주사기 속) 기압이 바뀌면서 공기가 들어온다.	더 정교화된 설명

부정적인 인식적 감정은 다른 사람의 아이디어에 대한 좋고 싫음을 포함하는데(Bellocchi *et al.*, 2014) 2번 문장에서 똥똥이는 높은 톤의 목소리로 “아니야”라는 언급을 통해 영리의 설명에 대한 부정적 감정을 표현하였기 때문이다. 그래서 똥똥이는 영리의 설명으로 인해 유발된 부정적인 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(2번 문장). 똥똥이의 정교화형 반박으로 인해 ‘영리’도 부정적인 인식적 감정을 경험한 것으로 생각된다.

3번 문장에서 영리는 인상을 찌푸리며 짜증난 듯이 “아, 뭐래”라고 말하며 똥똥이의 정교화형 반박에 대한 불편한 감정을 표현하였기 때문이다. 이것은 영리가 똥똥이의 정교화형 반박 내용에 대한 부정적 평가를 내렸다는 것을 의미하며, 이에 따라 영리는 다시 “이렇게 (주사기 피스톤을) 힘으로 밀면 공기가 나가잖아” 라는 정교화형 반박을 사용하여 똥똥이의 정교화형 반박을 재반박했다(3번 문장).

그런데 똥똥이만 영리의 초기 설명에 동의하지 않은 것은 아니었다. 4번 문장에서 명석이도 “피스톤을 밀고 당기는 것은 고기압, 저기압 상태로 만들어 주기 위한 것 아냐?” 라는 높은 톤의 목소리로 자신의 부정적 감정을 드러내며 정교화형 반박을 통해 영리의 설명에 대한 반론을 제기하였다. 이것은 명석이도 영리의 설명에 대한 부정적 평가를 내리고 부정적인 인식적 감정을 경험하였기 때문에 위와 같은 정교화형 반박을 사용한 것이라 볼 수 있다.

영리는 똥똥이와 명석이의 연속적인 정교화형 반박 사용이 자신을 향한 부정적 제재를(Thamm, 2004; Turner, 2009) 가하는 것이라 여기고 이에 따른 부정적인 인식적 감정을 경험한 것으로 생각된다. 영리는 5번

문장에서 불편한 감정의 일환으로 “음...” 이라고 말하며 턱을 괴면서 미간을 찌푸린 행동을 보였기 때문이다.

이 상황에서 명석이는 추가적으로 영리를 설득하기 위해 ‘폐는 근육으로 이루어져 있지 않기 때문에 폐가 근육을 움직여 공기를 힘으로 밀어낼 수 없어’라는 정교화형 반박을 사용하였고(6번 문장) 똘똘이는 지금까지 나타난 정교화형 반박 내용을 종합하여 공기의 이동 원리는 기압차에 의한 것이라는 정교화된 설명을 소집단에게 설명하였다(7번 문장). 이러한 똘똘이와 명석이의 행위는 영리가 자신의 설명을 포기할 수 있도록 도운 것으로 여겨진다. 왜냐하면 영리는 똘똘이의 정교화된 설명(7번 문장)을 들은 뒤 ‘우리가 설명하고자 하는 호흡 운동 원리는 정적인 상태를 말하는 것이 아니다’(8번 문장)라는 정교화형 반박을 사용하였는데, 이는 영리가 똘똘이의 정교화형 반박을 수용한 상태에서만 말할 수 있는 반박 내용이었기 때문이다. 즉 이것은 영리가 자신의 설명을 포기하고 똘똘이의 정교화된 설명을 받아들였기에 가능한 일이었다고 생각된다. 또한 이것은 영리 자신이 똘똘과 명석이의 정교화형 반박에 의해 느꼈던 부정적인 인식적 감정을 어느 정도 조절하였기에 가능한 일이라 볼 수 있다.

그 뒤 똘똘이는 즉시 영리의 정교화형 반박을 수용하였고 최종적으로 호흡 운동 원리에 대한 더 정교화된 설명이 소집단 내에서 구성될 수 있었다(9번 문장). 위 사례는 학생이 모형 구성이라는 인식적 실행을 경험하면서 느낄 수 있는 부정적인 인식적 감정과 정교화형 반박 사용이 서로 얽혀 있음을 보여주는 것이다. 사후 인터뷰에서도 학생들은 6차시 마지막에 이르러서 ‘즐거움’이라는 인식적 감정을 경험하기 전까지는 상대방의 설명과 정교화형 반박이 마음에 들지 않아 유발된 부정적 감정을 드러냈을 뿐만 아니라 연속적인 반박 직면으로 부정적 제재를 받은 것으로

로 인해 경험한 부정적 감정까지도 언급하였다(인터뷰 1, 2).

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

똥똥 : 처음에는 좀 어려웠는데 두 번째 할 때는 같이 해가지고 오히려 별로 안 힘들었고 말도 잘 통하고. 그러니까 뜻이 뭉쳤다고 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

다. 방어형 반박

방어형 반박은 소집단에서 제시된 상대방의 설명, 제안, 반박을 거부하기 위해서 사용된다. 방어형 반박은 과학적 근거를 포함하고 있는 상대방의 설명, 제안, 반박을 충분한 검토 없이 받아들이지 않겠다는 의도에

서 사용된다. 이러한 방어형 반박은 다양한 아이디어들이 소집단에서 과학적 근거에 의해 검토되면서 모형 발달이 일어나는 것을 방해할 수 있다는 측면에서 지양될 필요가 있다. 연구 결과에서는 모형 발달을 방해할 수 있는 방어형 반박이 어떠한 인식적 감정 하에서 나타날 수 있었는지에 대한 한 사례를 제시하였다.

방어형 반박이 나타난 사례로 6차시, 소집단 6조의 ‘성실’, ‘충실’과 ‘명랑’, ‘쾌활’이의 담화를 제시한다(표 IV-3). 소집단 6조의 학생 모두는 6차시 수업 때 경험했던 감정을 그들의 일지에 ‘짜증’이라고 기록했다. 특히 성실이는 짜증이 난 이유로 명랑이와 쾌활이 소집단에서 모형 구성을 위한 대화를 방해하거나 쓸데없는 짓을 했기 때문’이라고 하였다. 이에 연구자는 감정 일지에서 ‘짜증’으로 표현되는 부정적 감정과 인지적 과정의 상호작용을 통해 학생들의 방어형 반박이 어떻게 나타나게 되었는지를 탐색하였다.

그러기에 앞서 소집단 6조 학생에 대한 간략한 설명을 보이겠다. 성실이는 여학생이며 평소 성실하고 과학 공부를 열심히 하려고 노력하는 학생이다. 성실이는 수업 시간 중 발표할 기회가 있을 때 수줍어하며 머뭇거리기 보다는 당당하게 발표를 하려고 노력하는 편이었다. 충실이는 성실이와 친한 사이이며 수업 시간 외에도 성실이와 함께 지내는 편이었다. 충실이의 과학 학업 성적은 좋은 편은 아니었지만 성실이가 하는 모습을 배우려고 노력하며 수업 태도가 좋은 편이었다.

명랑은 남학생이며 과학 학업 성적이 좋은 편이다. 그런데 수업 시간 중 선생님을 당황하게 하는 질문을 많이 하는 편이며(예를 들어 선생님, 왜 성실이는 저한테만 뭐라고 할까요? 다른 애들한테는 아무 말도 안하거든요. 억울해요) 수업 시간에 장난을 많이 치기도 하여 성실이와 충실이는 명랑이를 좋아하지 않는 상태였다. 쾌활이는 남학생이며 과학 학업

표 IV-3. 6조의 담화 (6차시 중)

번호	학생	담화 내용	특징
10	성실	[주사기 피스톤을 조작하면서 총실이를 향하여] 총 실아, 이렇게 주사기 피스톤을 (바깥쪽으로) 당길 때 가 주사기 밖(의 기압)이 고기압이잖아. 그러면 안 (의 기압)은?	
11	총실	(주사기) 안은 저기압이고 공기는 (주사기) 밖에서 (주사기) 안으로 들어와.	
12	명랑	[성실이와 총실이를 계속 지켜보고 있다가 성실이가 가지고 있는 주사기를 뺏어서 주사기 피스톤을 조작 하면서] 여기 주사기 앞(입구)을 (손가락으로) 막으 면 피스톤이 안 당겨지잖아[손가락으로 주사기 입구 를 막고 피스톤을 당기면서]. (마찬가지로) 우리 입 하고 코하고 다 막으면 (공기가 이동하지 못하기 때 문에) 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 상 황이 아닌) 숨 쉬는 거 이야기하는 거 모르냐?	방어형 반박
14	쾌활	[성실이와 명랑이의 말을 듣고 있다가 주사기 입구 를 손가락으로 완전히 막지 않은 상태로 주사기 피 스톤을 당기며] 주사기 앞을 조금 (손가락으로) 열 어 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. 아, 성실. 왜 무시하는데?	
16	성실, 총실	[이후 성실, 총실은 서로 계속 명랑, 쾌활이의 발언 을 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

성적이 좋지 않은 편이다. 쾌활이는 명랑이랑 친하며 평소 수업 시간에

명랑이와 함께 장난을 많이 쳐 성실이와 충실을 방해한 적이 잦았다.

방어형 반박의 사례에서 학생들의 인식적 감정 역동을 통해 그들이 어떻게 상대방의 제안을 방어형 반박을 통해 거부해 나가는지 설명한다. 명랑은 성실과 충실이가 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(12번 문장). 이렇게 명랑이가 주사기 비유 모형을 성실과 충실로부터 뺀 행동을 통해 주의를 환기시키며 성실과 충실의 대화에 참여하려고 한 것은 성실과 충실의 설명에 부족한 점이 있다고 판단하여 이로 인한 부정적인 인식적 감정이 생성되었고 이 감정으로 인해 하나의 제안을 드러낸 것이라 볼 수 있다.

그러나 오히려 성실은 명랑의 제안에 의해 부정적 감정이 형성된 것으로 판단된다. 이는 상호 의례 이론(Collins, 2004, 2008)으로 설명될 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). 그러므로 긍정적 감정의 유지를 위해서는 서로가 긍정적 감정 유지에 도움이 될 것으로 기대되는 의례적 행동을 계속 주고받는 상황이 이어져야 한다.

위 사례에서 성실은 명랑과 쾌활이 전까지 소집단 호흡 운동 모형 구

성에 적극적으로 참여하지 않는 것(즉 명랑과 쾌활이는 서로 장난을 치거나 성실이와 충실이의 행동을 방해하는 모습들이 지속적으로 비디오 녹화본을 통해 관찰되었음)에 대해서 공동체의 결속을 유지하려 하지 않는 행위라는 부정적 판단을 내렸고 이로 인한 부정적 감정이 형성되게 되었다. 이 부정적 감정이 유지된 상태에서 성실이는 명랑의 제안을 소집단에 도움이 될 수 있는 긍정적 감정을 향상시키는 의례적 행동이라고 여기지 않았던 것(12번 문장)으로 생각된다. 그렇기 때문에 성실은 13번 문장에서 명랑에게 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 17~18번 문장에서도 쾌활의 제안에 대해 성실이가 방어형 반박을 사용해서 거부하는 모습을 보여주었다.

이것은 성실이가 탐구 상황에서 명랑과 쾌활의 제안을 여전히 긍정적 감정을 높일 수 있는 의례적 행위가 아닌 가벼운 장난의 연장선(즉 긍정적 감정을 줄이는 행위) 정도로 파악한 것이며 이러한 감정 하에 성실이는 자신의 설명 체계를 방어하고 자신들의 설명 체계에 명랑과 쾌활이 참여할 수 있는 여지를 거부하기 위한 방어형 반박을 사용하였다고 해석된다. 사후 인터뷰에서도 성실과 충실이는 명랑과 쾌활의 행동이나 말을 공동체의 결속을 해칠 수 있는 부정적 행위로 인식했고 그들이 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 것이랑 같은 거냐고 그것을 추가시키자고 했는데 쾌활이도 그 의견을 낼자고 했거든요. 그러나 성실, 충실이는 그냥 그림(표상)이나 그리라고 하고 꺼지라고 하고.

성실 : 꺼지라고 한 적은 없어요. 우리는 그냥 우리 거에 집중하고 있었구요 (냉담하게). ('우리 거'라는 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

라. 비난형 반박

비난형 반박은 사람에 대한 비난을 통해 상대방의 설명, 제안, 반박을 거부하기 위한 목적을 가지고 사용될 수 있다. 비난형 반박은 과학적 근거를 포함하고 있는 상대방의 설명, 제안, 반박을 받아들이지 않겠다는 의도를 포함하고 있다. 이러한 비난형 반박은 여러 아이디어들이 소집단에서 과학적 근거에 의해 검토되면서 모형 정교화가 일어남을 방해한다는 측면에서 방어형 반박과 함께 지양될 필요가 있다. 연구 결과에서는 모형 정교화를 저해할 수 있는 비난형 반박이 어떠한 인식적 감정 하에서 나타날 수 있었는지에 대한 한 사례를 제시하였다.

비난형 반박이 나타난 사례로 5차시 수업에서 일어난 소집단 6조의 성실, 충실과 명랑, 쾌활의 담화를 설명한다(표 IV-4). 소집단 6조의 학생 모두는 5차시 수업 때 경험했던 감정을 그들의 일지에 '짜증'이라고 기록했다. 특히 명랑이는 그 이유로 '성실이와 충실이만 서로 대화하려고

하고 그들의(성실과 충실) 대화에 끼워주지 않았기 때문' 이라고 하였다. 다음에서 감정 일지에 짜증으로 표현한 부정적 감정과 비난형 반박 사용이 어떻게 상호작용하면서 나타나게 되었는지를 탐색하였다.

표 IV-4. 6조의 담화 (5차시)

번호	학생	담화 내용	특징
19	성실	주사기 안 (기압이 상대적으로 주사기 밖에 비해) 고기압인지, 저기압인지 알아야 돼.	
20	명량	[높은 톤으로] 성실아, 기압이 중요해? 그치만 다른 것도 중요하지 않아?	정교화형 반박
21	성실, 충실	[성실이는 명량의 말을 무시한다. 그리고 성실과 충실은 함께 주사기 비유 모형을 조작하면서 주사기 안의 기압이 상대적으로 고기압인지, 저기압인지 작은 목소리로 토의한다]	명량의 정교화형 반박을 무시함
22	명량	[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.	

연구 결과에서 상대방에 의해 무시당함으로써 유발된 부정적 감정에 기반한 인식적 실행의 한 사례으로써의 비난형 반박을 설명한다. 20번 문장에서 명량은 “성실아, 기압이 중요해? 그치만 다른 것도 중요하지 않아?”라는 정교화형 반박을 사용하여 성실과 충실의 호흡 운동 모형 구성에 참여하려 하였다. 이것은 2, 12번 문장과 같은 정교화형 반박과 마찬가지로 상대방의 설명을 부정적으로 판단하여 나타난 부정적인 인식적 감정에 의해 사용된 정교화형 반박이라 볼 수 있다.

그러나 성실과 충실은 21번 문장에서 명량의 정교화형 반박에 아무런

대꾸를 하지 않는 방식으로 무시하였다. 이로 인해 명랑은 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 자아로써 다른 사람의 행위, 상황, 몸짓 등을 해석해 나가며 이를 통해 긍정적 또는 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 명랑의 행위를 해석하였을 때 명랑은 21번 문장에서 성실과 충실이 자신의 말을 무시해 버리는 행위를 하나의 부정적 제재로써 경험한 것이라 볼 수 있다. 다시 말해 명랑이는 성실의 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 명랑은 그로 인한 부정적 감정에 기반하여 성실과 충실이의 말을 듣다가 일어서서 공격적인 말투로 비난형 반박을 사용하였다(22번 문장). 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 성실과 충실이의 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

4. 논 의

가. 정교화형 반박 수용을 위한 감정 조절의 중요성

선행 연구는 교사가 탐구 상황 중에 학생이 긍정적 감정을 경험하도록 돕고 부정적 감정을 최소화시키도록 하는 것이 학생의 과학 실행의 향상을 돕는데 효과적일 수 있음을 밝히고 있다. 예를 들어 Tobin *et al.* (2013)은 학생의 능동적 참여를 촉진하는 교사의 긍정적 감정 지원을 설명하였다. Tobin *et al.*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(예를 들어 연극 톤의 목소리로 과학 개념을 설명하거나 역할 놀이하기)들이 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.*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.*과 Tobin *et al.*의 연구는 학생의 긍정적, 부정적 감정을 이분법적으로 나누면서 긍정적 감정의 경험은 촉진되어야 하는 것인 반면, 부정적 감정은 최소화되어야 할 것임을 주장하는 것이다.

또한 이것은 학생의 부정적 감정이 그들의 인지적 과정에 단방향으로 좋지 않은 영향을 미칠 수 있다는 감정과 인지의 이분법적 관점에서 부정적 감정을 설명하는 것이다.

반면 Jaber와 Hammer(2016)는 학생들의 의견 대립에서 부정적인 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.

이 논문 결과는 학생들이 자연 현상을 이해해 나가는 과정에서 발생할 수 있는 상대방의 불충분한 설명과 인지적 비평형으로 인해 발생하는 부정적인 인식적 감정이 해로운 것이라기보다 오히려 모형 발달을 이끌 수 있는 반박과 질문을 촉진하는 역할을 하였다고 설명한다. 다시 말해 Jaber와 Hammer는 과학적 실행에서 학생의 부정적 감정을 최소화하기 위한 방법으로써 긍정적 감정만을 강조하는 것이 중요한 것이 아닐 수 있으며 오히려 학생이 경험하는 부정적인 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(표 IV-2) 학생들이 상대방의 아이디어에 대하여 동의하지 않는 인지적 비평형 상태를 경험

하고 이로 인해 불편한 감정을 느껴(Jaber & Hammer, 2016) 상대방에게 정교화형 반박을 시도하는 것을 발견할 수 있었다. 여기서 더 나아가 연구자는 불편한 감정을 느껴 정교화형 반박을 시도하는 학생의 역할뿐만 아니라 정교화형 반박을 수용하는 학생의 역할도 중요함을 말하고자 한다. 예를 들어 영리의 설명은(1번 문장) 뿔뿔이의 정교화형 반박에 직면하였다(2번 문장). 뿔뿔이의 정교화형 반박에 의해 영리는 3번 문장과 같이 감정적이 되면서 자신의 설명을 다시 한 번 강조하는 모습을 보여주었다. 그러나 명석이까지도 정교화형 반박을 통해 영리의 설명이 과학적으로 타당한 설명이 아님을 제안하자(4번 문장) 영리는 “음...”이라고 하면서 그들의 정교화형 반박을 고민하고(5번 문장) 이후 받아들이는 모습을 보였다(8번 문장). 이것은 영리가 상대방의 정교화형 반박으로 인해 처음에는 기분이 상하고 불편한 감정을 느꼈지만 이러한 감정을 조절하고 상대방의 정교화형 반박을 수용한 것으로 볼 수 있다.

본 연구에서는 영리가 어떠한 상태에서 자신의 부정적 감정을 조절할 수 있었는지를 소집단 2조와의 사후 인터뷰를 통해 세 가지 측면에서 해석한다. 첫째, 영리는 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 영리의 감정 조절을 도왔다는 것이다:

처음에 반박을 계속 받을 때는 재(뿔뿔)는 나한테 왜 저러지? 그랬었는데 조금씩 시간이 지나면서는 이것이(반박에 직면하는 것) 자연스러운 일이구나. 라는 생각이 들어서 조금은 기분이 풀리기 시작했어요.

2016. 02. 03, 영리의 인터뷰 발화

둘째, 영리는 상대방의 반박에 직면함으로써 기분이 상한 상태였더라

도 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 제언한 권지숙과 김희백 (2016)의 연구 결과와도 일치하는 것이다.

마지막으로 영리는 툭툭이와 반박을 주고받으며 생기는 불편한 마음에서 벗어나고 싶다는 마음을 가졌다고 진술하였는데 이것도 영리의 감정 조절을 도왔던 것으로 여겨진다:

툭툭이와 반박을 (주고) 받으며 생기는 긴장 상태를 풀고 싶었어요.

2016. 02. 03, 영리의 인터뷰 발화

결론적으로 영리는 상대방에게 반박을 주고받으면서 느낄 수 있는 부정적인 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 영리는 8번 문장에서 툭툭이와 명석의 설명을 수용하고 추가적으로 고려 가능한 사항이 포함된 정교화형 반박을 사용하였는데, 이 역시 영리가 자신의 불편한 감정을 조절하고 상대방과 더 정교화된 모형을 구

성하기 위해서 대화하고자 하는 시도(즉 만약 영리가 감정 조절을 하지 않았다면 정교화된 설명(8번 문장)을 수용한 가운데 정교화형 반박을 사용하기 보다는 아예 말을 하지 않았을 것이라 추론해볼 수 있음)라고 볼 수 있다. 인터뷰 1과 2 에서도 알 수 있듯이 영리는 상대방의 정교화형 반박으로 인해 기분이 상했지만(즉 영리는 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) 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.

나. 감정 조절 실패로 인한 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 중 인지적 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 보인 것이다. 연구 결과에서는 소집단 내 관계를 악화시키는 부정적 감정이 왜 생겨나게 되었는지를 상징적 상호주의와 상호 의례적 관점에서 설명하였지만 그것이 어떻게 인식적 감정에 영향을 미치며, 또한 인식적 감정이 인식적 행위로서의 방어형 반박과 비난형 반박에 어떻게 작용하였는지를 자세히 설명하지 못했다.

논의에서는 성실이와 충실, 명랑이와 쾌활의 사회적 관계 속에서의 감정 악화만으로 방어형 반박과 비난형 반박 사례를 설명하기 보다는 다른 사람의 아이디어의 형성에 미친 영향을 인식적 감정의 측면에서 설명한다. 우선 방어형 반박이 나타나게 된 맥락을 살펴보자. 인터뷰 3과 4을 통해 알 수 있듯이 성실이는 명랑이와 쾌활에게 모형 구성 내내 감정이 상해있던 것으로 생각된다. 왜냐하면 명랑이는 모형 구성 중 계속 장난을 치는 행동으로(예를 들어 손바닥으로 책상을 두들기며 리듬을 탐) 성실이의 기분을 상하게 하였기 때문이다. 성실이는 평소에 성실하고 교사의 말을 잘 따르는 학생인데 성실이의 가치관에서 자신이 줄곧 유지하려

노력하는 수업 태도와 반대로 행동하는 명랑이를 부정적으로 생각한 것으로 보인다. 그런데다가 5차시 수업에서 보여준 명랑이의 비난형 반박의 사용은(22번 문장) 성실이의 감정을 더 부정적으로 이끌었던 것으로 생각된다. 그러한 상태에서 성실이는 명랑의 제안(즉 다른 측면의 현상 제시와 이에 대한 호흡 운동 원리 제안, 12번 문장)이 타당한 것이었음에도 불구하고 그의 제안에 대해서 바로 싫음을 느꼈으며 이를 높은 톤의 목소리로 화를 내며 방어형 반박의 형태로 표현하였다(13번 문장). 이것은 성실이가 명랑의 정교화형 반박의 타당성 여부를 떠나서 인식적 감정이 상하여 명랑의 제안에 대한 싫음을 느끼고 표현한 것이며, 그의 제안을 배제해 버린 것이다.

또한 성실이가 부정적인 인식적 감정을 경험한 것과 유사하게(즉 부정적 감정이 성실이의 인식적 감정에도 영향을 미쳐 명랑이의 타당한 제안마저도 싫음을 느낌) 명랑이도 성실이가 자신의 정교화형 반박을 무시하여 감정이 상하면서(21번 문장) 성실과 충실의 호흡 운동 원리 구성이라는 인식적 행위를 부정적으로 바라보게 되었다. 그 이유는 명랑이가 성실이의 부정적 제재(즉 무시)로 인한 부정적 감정을 경험하였으며(Turner, 2009; 인터뷰 4), 감정이 상한 상태에서 성실과 충실이의 호흡 운동 원리 구성(21번 문장)이라는 인식적 행위 자체를 나쁘게 바라보는 부정적인 인식적 감정을 느꼈기 때문이다. 이것은 상대방을 향한 감정이 부정적일 경우 상대방의 아이디어 평가와 같은 인식적 행위에 대한 감정(즉 인식적 감정)도 부정적으로 됨을 의미한다고 볼 수 있다. 그렇기 때문에 명랑이는 성실이와 충실이의 말을 듣다가 ‘논리적으로 생각해보면 충실이의 말은 믿을 수가 없어요(22번 문장)’와 같이 비난형 반박을 사용하여 화가 난 목소리로 자신의 부정적인 인식적 감정을 공격적으로 표현하였다고 볼 수 있다. 결론적으로 이렇게 규범과 의례에서 벗어난 행동

들로 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 반박과 비난형 반박이 나타나게 된 것이라 볼 수 있다.

앞에서 제시했듯이 학생들은 그들 스스로 부정적인 인식적 감정을 조절하지 못했기 때문에 방어형 반박과 비난형 반박을 사용하게 되었다. 그들이 왜 부정적인 인식적 감정을 조절하지 못했는지에 대한 두 측면의 설명을 제공한다. 첫째, 초등학생의 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) 모습을 보일 수 있다. 그들이 방어형 반박과 비난형 반박을 한 것은(13, 18, 22번 문장) 무의식 및 의식적으로 감정 조절을 할 수 있는 허용치보다 더 센 강도로 부정적 감정을 경험하고 이것이 상대방의 인식적 행위나 아이디어에 대한 좋고 싫음을 표현하는 인식적 감정에도 강하게 영향을 미친 것으로 여겨지며, 이러한 상황에서 초등학생이 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. 권지숙과 김희백(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, 충실과 명랑, 쾌활의 경우 관계의 악화로 인해 그들의 인식적 목표가

‘상대방의 의견을 배제하고 공격’하는 것으로 전환되어 이것이 그들의 감정 조절에 부정적으로 영향을 미친 것으로 생각된다. 결론적으로 초등학교생들이 자신들이 조절할 수 있는 세기보다 강하게 부정적 감정을 경험한 데다가 그들의 인식적 목표가 ‘상대방의 의견을 배제하고 공격’하는 것으로 전환된 상황에서 그들의 감정 조절은 성공하기 어려웠던 것으로 판단된다.

VI. 결론 및 제언

1. 결 론

본 연구의 목적은 모형 구성에서 초등학생들이 구성하는 인식적 감정들이 모형 구성 참여 양상에서 어떠한 역할을 하였는지와 인지-감정적 반박에 어떠한 영향을 미쳤는지를 탐색하는 데 있다. 연구 결과를 바탕으로 다음과 같은 결론을 도출하였다.

첫째, 본 연구에서 인식적 감정은 초등학생의 참여 및 반박 사용과 관련된 의사 결정에서 방향타 역할을 하였다. 즉 인식적 감정은 모형 생성, 평가, 수정 과정에서 소집단에 제안하기, 질문하기, 반박하기와 같은 의사 결정에 주요한 영향을 미쳤다. 다시 말해 초등학생들은 인식적 감정을 기반으로 의사 결정의 향방을 결정하는 경우를 보여주었으며 모형 구성에서 인식적 감정은 참여를 촉진시켰다(Jaber, 2014; Scardamalia & Bereiter, 2006). 정리하면 연구 결과는 초등학생들이 인지적 판단에 의한 의사 결정을 보였다고보다 인식적 감정을 구성하게 되면서 모형 구성에 참여하거나 반박을 사용하게 되었음을 보여준 것이다.

둘째, 본 연구는 기존 감정 이론에 기반하여 수동적으로 경험된다고 여겨지던 감정이 심리적 및 사회적으로 구성될 수 있음을 실증적으로 밝혔다. 초등학생들은 모형 구성 과제를 수행하면서 ‘아하’, ‘추론의 잘못을 느낌’, ‘상대방의 아이디어가 싫음’ 인식적 감정을 구성하였다. 이렇게 연구 결과는 인식적 감정이 생리학적 시스템에서 즉각적인 반응으로 수동적으로 경험되는 것이 아닌 신체적 변화가 포함된 하나의 개념으로써 능동적으로 구성된 것임을 보인 것이다.

셋째, 본 연구는 모형 구성이 단지 모형 생성, 모형 평가, 모형 수정으로 이어지는 인지적 과정이라기보다 감정과 인지의 상호작용에 의해 발달되는 것임을 밝혔다. 학생들은 주장과 근거를 표현하거나 상대방의 의견에 제안과 반박을 드러내는 인지적 과정 이전에 여러 다양한 인식적 감정들을 구성했다. 또한 인식적 감정은 학생들의 인지적 과정에 영향을 미쳤으며 이후에 다시 학생들은 여러 다양한 감정들을 경험하였다. 연구 결과는 모형 구성에서 감정과 인지가 지속적으로 상호작용함을 보인 것이다. 즉 감정과 인지는 분리되어 있거나 독립적으로 활동한다기보다는 서로 얽혀 상호작용한다.

넷째, 본 연구는 학생의 반박들이 인지적 비평형이나 관계적 감정의 악화로 인해 유발된 부정적인 인식적 감정이 얽혀져 나타남을 밝혔다. 이는 학생의 반박이 단지 인지적 과정에 의해서 나타날 수 있다고 보는 관점을 수정될 필요가 있음을 보인 것이다. 연구 결과는 학생의 반박이 인지적 과정의 결과라기보다는 인지와 감정의 상호작용의 결과인 인지-감정적 반박으로 보아야 할 필요가 있음을 밝힌 것이다.

결론적으로 본 연구는 학생들의 인식적 감정이 단방향으로 모형 구성에 영향을 미친다기보다는 인식적 감정과 인지가 역동적으로 상호작용하면서 학생의 참여 양상과 학생의 인지-감정적 반박 사용에 영향을 미침을 보여주었다. 즉 학생의 인식적 감정은 모형 구성의 한 외부적 요소(external factor)라기보다는 내재되어(inherent) 구성되는 것으로 볼 수 있다. 그렇기 때문에 인식적 감정은 모형 구성에 영향을 미치는 여러 요소들 중 하나로 취급되어야 할 것이 아니라 하나의 주요한 축으로 인지적 과정만큼 중요하게 다루어질 필요가 있다.

2. 연구의 함의와 교육적 시사점

본 연구는 다음과 같은 교육적 함의를 지닌다.

첫째, 본 연구는 초등학생의 모형 구성에서 감정과 인지가 지속적으로 상호작용하면서 나타났음을 보였다. 이는 감정과 인지가 서로 분리되어 있거나 독립적으로 활동하는 것이 아니라 서로 얽혀 상호작용하고 있다는 점을 밝혔다는 사례를 보였다.

둘째, 본 연구에서는 초등학생이 구성하는 인식적 감정이 모형 구성 참여와 반박 사용과 관련된 의사 결정에 주요한 영향을 미칠 수 있었음을 보였다. 이는 인식적 감정이 단순히 경험되는 기분이나 감정적 상태가 아니라 모형 발달을 촉진하거나 방해하는 의사 결정의 방향타(emotional rudder) 역할을 할 수 있었다는 사례를 밝혔다.

셋째, 본 연구는 기존 감정 이론에 기반하여 수동적으로 경험된다고 여겨지던 감정이 심리적 및 사회적으로 구성될 수 있었음을 보였다. 이렇게 연구 결과는 인지와 감정의 상호작용의 맥락에서 인식적 감정이 신체적 변화가 포함된 하나의 개념으로써 능동적으로 구성될 수 있다는 사례를 밝혔다.

넷째, 본 연구에서는 기존 연구에서 부정적 감정이 단방향으로 인지에 영향을 주어 나타난다고 여겨지던 반박이 구체적으로 어떠한 인식적 감정 하에서 감정과 인지의 상호작용을 통해 나타나게 될 수 있었는지에 대한 사례를 보였다.

다섯째, 본 연구에서는 사회적 맥락에 기반한 인식적 감정 분석을 위해 감정과 인지의 상호작용을 중시적 수준과 미시적 수준에서 조사하고 이를 관찰 노트와 사후 인터뷰 자료로 반복적으로 검토하였다. 중시적

수준에서의 감정 분석은 한 차시(40분)에서 학생이 경험한 주요한 의미 있는 감정 경험을 감정 일지를 통해 탐색하는 것이다. 미시적 수준에서의 감정 분석은 소집단 학생들이 사회적 상호작용 가운데 면대면으로 경험하는 순간순간의 감정을 탐색하는 것이다. 이렇게 수집된 감정 탐색에 대한 증거들은 연구자의 관찰 노트와 학생들의 사후 인터뷰 자료를 통해 다시 한 번 검증되었다. 이렇게 감정 일지(중시적 수준), 비디오 녹화본(미시적 수준), 관찰 노트와 사후 인터뷰(감정 분석의 타당성 확보)를 통한 삼각 검증은 감정과 인지의 상호작용 속에서 드러나는 인식적 감정 탐색을 위한 하나의 방법론으로 사용될 수 있다.

여섯째, 본 연구에서는 여러 인식적 감정 중에서도 아이디어 생성, 평가, 수정과 직접적으로 연관되는 인식적 감정을 구성하면서 참여할 수 있게 되었고 모형 발달에 긍정적인 영향을 미쳤음을 밝혔다. 기존 연구의 경우 학생이 부정적 감정의 경험이 최소화되면서 긍정적 감정을 경험하게 될 때 과학 수업에 적극적으로 참여할 수 있게 된다고 설명한다. 그러나 본 연구는 긍정적 감정을 경험한다고 해서 실제적인 과학 수업 참여를 이끌 수 있다는 것에 무조건적으로 동의할 수 없음을 보인다. 예를 들어, 학생이 모형 구성에 포함되어 있는 게임적 요소를 즐기면서 긍정적 감정을 경험할 수도 있지만 게임적 요소에만 집중한 나머지 적극적으로 참여할 필요가 있는 아이디어 생성, 평가, 수정 과정을 지루하게 느낄 수도 있다. 이는 모형 구성 참여를 위해서는 아이디어를 발달시키고 정교화 시키는데 직접적으로 연관이 있는 인식적 감정을 구성하는 것이 필요하다는 점을 밝혔다.

일곱 번째, 모형 구성 과정은 학생이 한 가지 감정뿐만 아니라 과거, 현재, 미래의 감정을 동시에 고려하는 복잡한 감정적 과정일 수 있음을 보였다.

마지막으로 본 연구에서는 정교화형 반박을 수용하도록 하는 감정 조절이 필요함을 밝혔다. 정교화형 반박에 직면하는 학생은 자신이 부정적 제재를 받는 것 같아 순간적으로 기분이 상할 수 있다. 그러나 상대적으로 성인에 비해 감정 조절이 쉽지 않은 초등학생이라도 정교화된 모형 구성을 위해 협력해야 할 필요가 있다는 세련된 인식적 목표를 가진 경우, 감정 조절을 할 수 있었다는 점을 밝혔다는 점에서 의의가 있다. 한편, 본 연구는 관계적 감정 악화로 인한 초등학생의 부정적인 인식적 감정은 조절되기 어려웠음을 보고한 것이며 이를 고려한 교사의 수업 전략이 필요할 수 있음을 시사한다.

3. 후속 연구 제안

본 연구는 모형 구성에서 초등학생이 어떠한 인식적 감정을 구성하면서 적극적인 참여를 보였는지, 어떠한 인식적 감정을 경험하면서 모형 정교화를 촉진하는 인지-감정적 반박을 사용하였는지 밝힌 질적 사례 연구이다. 본 연구 결과를 토대로 다음과 같은 후속 연구를 제안한다.

첫째, 평소 과학 수업에 흥미를 느끼지 못하는 초등학생이 어떠한 인식적 감정을 느끼면서 모형 구성에 적극적으로 참여하게 되는지에 대한 사례 연구를 제안한다. 특히 III장의 연구는 과학 지식을 전달받는 강의식 수업에는 흥미를 느끼지만 적극적으로 소집단에서 의견을 표현해야 하는 것에는 어려움을 느끼는 내성적인 초등학생이 모형 구성에서 어떠한 인식적 감정을 느끼며 적극적으로 참여하게 되었는지를 밝힌 것이다. 후속 연구는 이와 반대로 소집단에서 의견을 표현하는 것을 좋아함에도 불구하고 과학 수업에 흥미를 거의 느끼지 못하는(특히 과학 학업 성취도가 낮은) 학생이 어떠한 감정을 구성하여 모형 구성에 적극적으로 참여할 수 있는지가 연구될 필요가 있다. 초등학교 과학 교실에는 과학에 흥미를 느끼지 못해 수업 시간에 앉아 있는 학생들이 여전히 많은 실정이다. 평소 과학에 대한 흥미를 느끼지 못하는 학생이 구성할 수 있는 인식적 감정에 대한 연구는 그들이 어떠한 감정적 과정에 의해 모형 구성에 참여할 수 있게 되는지 있는지에 대한 구체적인 사례를 제공할 수 있을 것이다.

둘째, 모형 구성 특이적으로 경험될 수 있는 초등학생의 인식적 감정의 종류는 어떤 것들이 있는지에 대한 사례 연구가 필요하다. III장과 IV장의 연구에서 학생들이 경험하였던 인식적 감정(예를 들어 아하 감정) 말고도 다른 종류의 인식적 감정들이 존재할 수 있다. 이러한 인식적 감

정의 종류에는 어떤 것들이 있고 그것들이 어떠한 맥락에서 경험되는지에 대한 연구는 학생 참여를 촉진하는 인식적 감정에 대한 이해에 기여할 것이라고 본다.

셋째, 모형 구성에서 상대방의 관점과 감정에 공감하였을 때 어떠한 참여 양상이 일어날 수 있는지를 밝히는 연구가 필요하다. 공감(empathy)은 상대방이 가지고 있는 관점을 수용하고 상대방이 느끼는 감정을 이해하는 것을 말한다. 이는 다른 이의 마음을 이해하는데 필요한 핵심으로써 협력적인 소집단 분위기를 형성하는데 기여할 수 있다. 모형 구성 과정은 상대방의 의견에 대해 반박이 주로 이루어지기만 하는 의사 결정 과정은 아닐 수 있다. 따라서 상대방의 의견과 감정에 공감하게 되었을 때 어떠한 참여 양상이 펼쳐질 수 있는지에 대한 이해를 확장할 수 있는 후속 연구가 필요하다.

마지막으로 세련된(sophisticated) 인식적 감정이 어떠한 학습 과정에 의해서 발달될 수 있는지에 대한 연구가 필요하다. 감정이 심리적 및 사회적으로 구성될 수 있다는 관점에서 인식적 감정은 능동적으로 학습될 수 있다고 볼 수 있다. 감정 발달의 측면에서 예를 들어 수업에서 선부르게 화를 내면서 자리를 뜨는 것과 같은 서툰 감정 표현을 보이는 학생이 어떠한 과정을 통해서 감정을 조절하는 것과 같은 세련된 인식적 감정을 학습해 나갈 수 있는지에 대한 후속 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- 강은희, 김찬중, 최승언, 유준희, 박현주, 이신영, 김희백 (2012). 심장 혈액 흐름의 모형 구성 과정에서 나타난 소집단 상호작용과 소집단 규범. *한국과학교육학회지*, 32(2), 372-387.
- 권지숙, 김희백 (2016). 실험 설계에서 나타난 소집단 논변활동 탐색: 활동에 대한 인식적 목표와 인식적 이해를 중심으로. *한국과학교육학회지*, 36(1), 45-61.
- 김빛내리, 박문정, 이홍금, 정희선, 최홍주 (2016). *과학하는 여자들*. 서울: 메디치 미디어.
- 김희경, 이나래 (2016). 교육 실습 과정에서 나타난 예비과학교사의 감정 경험과 감정 표현 규칙, 조절 전략의 탐색. *한국과학교육학회지*, 36(2), 231-251.
- 박의수 (2007). 개화기 인성교육의 특징과 안창호의 인격혁명론. *한국교육학연구*, 13(2), 5-24.
- 박준형, 나지연, 정용재, 송진웅 (2015). 초등학생들이 생각하는 과학 수업의 특징: 과학 수업 문화 분석틀 개발을 위한 기초 연구. *한국과학교육학회지*, 35(3), 499-508.
- 엄혁주, 고문수 (2013). 체육 수업에서 감정적 협박에 대한 사례 연구. *교과교육학연구*, 17(4), 1081-1100.
- 유연준, 오필석 (2016). 초등학생들의 계절의 변화 단원의 학습에서 모델링 중심 과학 탐구 수업의 효과. *초등과학교육*, 35(2), 265-276.
- 이신영, 김찬중, 최승언, 유준희, 박현주, 강은희, 김희백 (2012). 소집단 상호작용에 따른 심장 내 혈액 흐름에 대한 소집단 발달 유형과 추론 과정 탐색. *한국과학교육학회지*, 32(5), 805-822.

- 이재신 (2014). 이성과 감정. *커뮤니케이션 이론*, 10(3), 161-194.
- 이차은, 김희백 (2016). 과학적 모형 구성 과정에서 나타난 사고 질문의 개념적 자원 활성화의 이해 - 인식론적 프레이밍과 위치 짓기 프레이밍을 중심으로-. *한국과학교육학회지*, 36(3), 471-483.
- 이태성 (2017). 사회과 교육에서 감정 개념의 명료화 -‘정동 이론(Affect Theory)’을 중심으로-. *사회과교육연구*, 24(2), 23-38.
- 조혜숙, 남정희 (2017). 과학교육에서 모델과 모델링 관련 국내 과학 교육 연구 동향 분석. *한국과학교육학회지*, 37(4), 539-552.
- 조혜숙, 남정희, 오필석 (2017). 과학교육에서 모델 및 모델링에 대한 고찰 - 메타모델링 지식을 중심으로-. *한국과학교육학회지*, 37(2), 239-252.
- 최양미 (2000). 율곡의 인성론과 아동 교육관 연구. *한국유아교육학회지*, 20(2), 243-257.
- 최현석 (2011). *인간의 모든 감정: 우리는 왜 슬프고 기쁘고 사랑하고 분노하는가*, 파주: 서해문집.
- 한문현, 김희백 (2013). 초등학생의 먹이 그물 모형 구성에서 교사 질문 단서의 역할. *생물교육*, 41(2), 296-309.
- 한문현, 김희백 (2017). 모형 구성 과정에서 나타나는 초등학생의 인지-감정적 반박 - 인식적 감정을 중심으로-. *한국과학교육학회지*, 37(1), 155-168.
- 한문현, 김희백 (2018). 모형 구성 참여 양상에서 나타나는 내성적인 초등학생의 인식적 감정 구성. *한국과학교육학회지*, 38(2), 171-186.
- Aldous, C. R. (2007). Creativity, problem solving and innovative science: Insights from history, cognitive psychology and neuroscience. *International Education Journal*, 8(2), 176-186.

- Alsop, S. (2005). *Beyond Cartesian Dualism: Encountering Affect in the Teaching and Learning of Science*. Dordrecht: Springer Science & Business Media.
- Alsop, S. (2011). The body bites back. *Cultural Studies of Science Education*, 6(3), 611 - 623.
- Alsop, S., & Watts, M. (2003). Science education and affect. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1043-1047.
- Arango-Muñoz, S. (2014). The nature of epistemic feelings. *Philosophical Psychology*, 27(2), 193-211.
- Arango-Muñoz, S., & Michaelian, K. (2014). Epistemic feelings, epistemic emotions: Review and introduction to the focus section. *Philosophical Inquiries*, 2/1, 97-122.
- Arnold, M. B. (1960). *Emotion and personality*. New York: Columbia University Press.
- Barrett, L. F. (2017a). The Theory of constructed emotion: an active inference account of interoception and categorization. *Social Cognitive and Neuroscience*, 12(1), 1-23. doi: 10.1093/scan/nsw154
- Barrett, L. F. (2017b). *How emotions are made: The secret life the brain*. New York, NY: Houghton-Mifflin-Harcourt.
- Barrett, L. F., & Satpute, A. B. (2013). Large-scale brain networks in affective and social neuroscience: towards an integrative functional architecture of the brain. *Current Opinion in Neurobiology*, 23(3), 361 - 372.
- 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.
- Boiger, M., & Mesquita, B. (2012). Construction of emotion in interactions, relationships, and cultures. *Emotion Review*, *4*(3), 221–229.
- Brun, G., & Kuenzle, D. (2008). Introduction: A new role for emotions in epistemology? In Brun, G., Doguoglu, U., & Kuenzle, D. (Eds.), *Epistemology and emotions* (pp. 1–31). London: Routledge.
- Brun, G., Doguoglu, U., & Kuenzle, D. (2008). *Epistemology and Emotions*. Aldershot, UK: Ashgate.
- Burton, L. (1999). The practice of mathematicians: What do they tell us about coming to know mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, *37*, 121 - 143. doi: <https://doi.org/10.1023/A:1003697329618>
- Clark-Polner, E., Johnson, T., & Barrett, L. F. (2016). Multivoxel pattern analysis does not provide evidence to support the existence of basic emotions. *Cerebral Cortex*, *27*(3), 1944–1948. doi: 10.1093/cercor/bhw028.

- Clement, J. (2008). *Creative model construction in scientists and students: The role of imagery, analogy, and mental simulation*. Dordrecht: Springer Science & Business Media.
- Clore, G. L. (2009). Affect as information. In Sander, D., & Scherer, K. (Eds.), *The oxford companion to emotion and the affective sciences*. Oxford: Oxford University Press.
- 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.
- Damasio, A. R. (1994). *Descartes' error: Emotion, reason and the human brain*. New York: Avon Books.
- Damasio, H., Grabowski, T., Frank, R., Galaburda, A. M., & Damasio, A. R. (1994). The return of Phineas Gage: clues about the brain from the skull of a famous patient. *Science*, 264(5162), 1102-1105.
- Davis, M. (1992). The role of the amygdala in conditioned fear. In Aggleton J. P. (Ed.), *The amygdala: Neurobiological aspects of emotion, memory, and mental dysfunction* (pp. 255-306). New York: Wiley-Liss.

- Dawkins, R. (1998). *Unweaving the rainbow: Science, delusion, and the appetite for wonder*. New York: Teachers College Press.
- 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.
- de Gelder, B., Terburg, D., Morgan, B., Hortensius, R., Stein, D. J., & van Honk, J. (2014). The role of human basolateral amygdala in ambiguous social threat perception. *Cortex*, *52*, 28-34.
- Denzin, N. (1984). *On understanding emotion*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Derry, S. J., Pea, R. D., Barron, B., Engle, R. A., Erickson, F., Goldman, R., Hall, R., Koschmann, T., Lemke, J., Sherin, M., & Sherin, B. L. (2010). Conducting video research in the learning sciences: Guidance on selection, analysis, technology, and ethics. *Journal of the Learning Sciences*, *19*(1), 3-53.
- Dokic, J. P. (2009). Margin for error and the transparency of knowledge. *Synthese*, *166*(1), 1-20.
- Dokic, J. P. (2012). Seeds of self-knowledge: noetic feelings and metacognition. In Beran, M., Brandl, J., Perner, J., & Proust, J. (Eds.), *Foundations of metacognition* (pp. 302-321). Oxford University Press.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young people's images of science*. Buckingham: Open University Press.
- Duschl, R. (2008). Science education in three-part harmony: Balancing conceptual, epistemic, and social learning goals. *Review of*

- Research in Education*, 32(1), 268-291.
- Ekman, P. (1984). Expression and the nature of emotion. In Scherer, K. R., & Ekman, P. (Eds.), *Approaches to emotion* (pp. 319 - 343). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Ekman, P., & Friesen, W. V. (1975). *Unmasking the Face*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Ekman, P., Friesen, W. V., O'Sullivan, M., Chan, A., Diacoyanni-Tarlatzis, I., Heider, K., & Ricci-Bitti, P. E. (1987). Universals and cultural differences in the judgments of facial expressions of emotion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 53(4), 712.
- Epstein, S. (1984). Controversial issues in emotion theory. *Review of Personality & Social Psychology*, 5, 64-88.
- Feynman, R. P. (1999). *The pleasure of finding things out*. Cambridge, MA: Perseus.
- Firestein, S. (2012). *Ignorance: How it drives science*. New York: Oxford University Press.
- 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.
- Frijda, N. H. (1988). The laws of emotion. *American Psychologist*, 43, 349 - 358.
- Geertz, C. (1973). *The interpretation of culture*. New York: Basic.

- Gilbert, J. K., & Justi, R. (2016). *Modelling-based teaching in science education*. Cham, Switzerland : Springer.
- Girod, M. (2007). A conceptual overview of the beauty and aesthetics in science. *Studies in Science Education*, 43(1), 38-61.
- Gopnik, A. (1998). Explanation as orgasm. *Minds and Machines*, 8(1), 101-118.
- Gordon, S. L. (1981). *The sociology of sentiments and emotion* (pp. 562-592). New York: Basic Books.
- Grabenhorst, F., & Rolls, E. T. (2011). Value, pleasure and choice in the ventral prefrontal cortex. *Trends in cognitive sciences*, 15(2), 56-67.
- Gross, J. J. (1998). The emerging field of emotion regulation: An integrative review. *Review of General Psychology*, 2(3), 271-299.
- Gruber, H. E. (1974). *Darwin on man: A psychological study of scientific creativity*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Hadzigeorgiou, Y. P. (2012). Fostering a sense of wonder in the science classroom. *Research in Science Education*, 42(5), 985-1005.
- Hammer, D., & Elby, A. (2002). On the form of a personal epistemology. In Hofer, B. K., & Pintrich, P. R. (Eds.), *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing* (pp. 169 - 190). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Han, M., & Kim, H. (2018). Elementary students' modeling using analogy model to reveal the hidden mechanism of the human

respiratory system. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 1–20. doi:
<https://doi.org/10.1007/s10763-018-9895-x>

- Hatano, G., & Inagaki, K. (1991). Sharing cognition through collective comprehension activity. In Resnick, L. B., Levine, J. M., & Teasley, S. D. (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.
- Hochschild, A. R. (1979). Emotion work, feeling rules, and social structure. *American Journal of Sociology*, *85*(3), 551–575.
- Hoemann, K., Gendron, M., & Barrett, L. F. (2015). Mixed emotions in the predictive brain. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, *15*, 51–57.
- Hookway, C. (2002). Emotions and Epistemic Evaluations. In Carruthers, P., Siegal, M., & Stich, S. (Eds.), *The Cognitive Basis of Science* (pp. 251–262). Cambridge University Press.
- Hurlemann, R., Wagner, M., Hawellek, B., Reich, H., Pieperhoff, P., Amunts, K., Oros–Peusquens, A., Shah, N., Maier, W., & Dolan, R. (2007). Amygdala control of emotion–induced forgetting and remembering: evidence from Urbach–Wiethe disease. *Neuropsychologia*, *45*(5), 877–884.

- Hutchinson, E. D. (1959). *How to think creatively*. New York: Abington-Cokesbury Press.
- 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. (2014). *Affective dynamics of students' disciplinary engagement in science*. Doctoral dissertation, Tufts University, MA.
- 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. In Robertson, A. D., Scherr, R. E., & Hammer, D. (Eds.), *Responsive Teaching in Science and Mathematics*, pp. 162-188. New York : Routledge.
- 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.
- 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.
- Keller, E. F. (1983). *A feeling for the organism: The life and work of Barbara McClintock*. New York: W. H. Freeman and Company.
- Kemper, T. D. (1987). How many emotions are there? Wedding the social and the autonomic components. *American Journal of Sociology*, 93(2), 263-289.
- 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...'. *International Journal of Primary, Elementary and Early Years Education*, 42(2), 201 - 216.
- Kitchener, R. F. (2002). Folk epistemology: An introduction. *New Ideas in Psychology*, 20, 89-105.
- King, D., Ritchie, S., Sandhu, M., & Henderson, S. (2015). Emotionally intense science activities. *International Journal of Science Education*, 37(12), 1886-1914.
- King, D., Ritchie, S. M., Sandhu, M., Henderson, S., & Borand, B. (2017). Temporality of Emotion: Antecedent and successive variants of frustration when learning chemistry. *Science Education*, 101(4), 639-672.
- Kragel, P. A., LaBar, K. S. (2015). Multivariate neural biomarkers of emotional states are categorically distinct. *Social Cognitive and*

- Affective Neuroscience*, 10(11), 1437 - 1448.
- Kuhn, D. (1991). *The skill of argument*. NY: The Cambridge University Press.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. New York: Cambridge University Press.
- Lazarus, R. S. (1991). *Emotion and adaptation*. New York: Oxford University Press.
- LeDoux, J. (1996). *The emotional brain: the mysterious underpinnings of emotional life*. New York: Simon and Schuster.
- Lewis, M. (2008). Self-conscious emotions: Embarrassment, pride, shame, and guilt. In Lewis, M., Haviland-Jones, J. M., & Feldman Barrett, L. (Eds.), *Handbook of emotions* (pp. 742-756). New York: The Guilford Press.
- Lindesmith, A. R., Strauss, A. L., & Denzin, N. K. (1975). *Readings in social psychology*. Hinsdale, Ill: Dryden.
- Lindquist, K. A., Wager, T. D., Kober, H., Bliss-Moreau, E., & Barrett, L. F. (2012). The brain basis of emotion: a meta-analytic review. *Behavioral and Brain Sciences*, 35(3), 121-143.
- Linnenbrink-Garcia, L., & Pekrun, R. (2011). Students' emotions and academic engagement: Introduction to the special issue. *Contemporary Educational Psychology*, 36, 1-3.
- 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.
- Lorimer, J. (2008). Counting corncrakes 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.
- Mandler, G. (1975). *Mind and emotion*. New York: Wiley.
- Matthews, G., Zeidner, M., & Roberts, R. D. (2002). *Emotional intelligence: Science and myth*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Mattley, C. (2002). The temporality of emotion: constructing past emotions. *Symbolic Interaction*. 25(3), 363–378.
- Mead, G. H. (1934). *Mind, self and society*. Chicago: University of Chicago Press.
- Melo, L., Canada, F., & Mellado, V. (2017). Exploring the emotions in pedagogical content knowledge about the electric field. *International Journal of Science Education*, 39(8), 1025–1044.
- 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.
- Meyer, D. K., & Turner, J. C. (2006). Re-conceptualizing emotion and motivation to learn in classroom contexts. *Educational Psychology Review*, 18(4), 377–390.

- Mihov, Y., Kendrick, K. M., Becker, B., Zschoernack, J., Maier, W., Keysers, C., & Hurlemann, R. (2013). Mirroring fear in the absence of a functional amygdala. *Biological Psychiatry*, *73*(7), 9–11.
- Milne, C., & Otieno, T. (2007). Understanding engagement: Science demonstrations and emotional energy. *Science Education*, *91*(4), 523–553.
- Mortimer, E. F., & Scott, P. H. (2002). *Meaning making in secondary science classrooms*. Philadelphia: Open University Press.
- Morton, A. (2010). Epistemic emotion. In Goldie, P. (Ed.), *The Oxford Handbook of Philosophy of Emotion* (pp. 385–400). Oxford: Oxford University Press.
- National Research Council (2012). *A framework for K–12 Science Education: Practice, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, D. C.: National Academy Press.
- NGSS Lead States. (2013). *The next generation science standards: For states, by states*. Washington, D. C.: National Academies Press.
- Nicolaou, C., & Constantinou, C. (2014). Assessment of the modeling competence. *Educational Research Review*, *13*, 52–73.
- Ochs, E., Gonzales, P., & Jacoby, S. (1996). When I come down I'm in a domain state: Talk, gesture, and graphic representation in the interpretive activity of physicists. In Ochs, E., Schegloff, E., & Thompson, S. (Eds.), *Interaction and grammar* (pp. 328–369). Cambridge, UK: Cambridge University Press.

- Oh, P. S. & Oh, S. J. (2011). What teachers of science need to know about models: An overview. *International Journal of Science Education, 33*(8), 1109–1130.
- Oosterwijk, S., Lindquist, K. A., Adebayo, M., & Barrett, L. F. (2015). The neural representation of typical and atypical experiences of negative images: comparing fear, disgust and morbid fascination. *Social Cognitive and Affective Neuroscience, 11*, 11–22.
- 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.), *Motivational psychology of human development: Developing motivation and motivating development* (pp. 143–163). NY, US: Elsevier Science.
- Pekrun, R., Goetz, T., Titz, W., & Perry, R. (2002). Academic emotions in students' self-regulated learning and achievement: A program of qualitative and quantitative research. *Educational Psychologist, 37*(2), 91–106.
- Pekrun, R., & Linnenbrink-Garcia, L. (2012). Academic emotions and student engagement. In Christenson, S. L., Reschly, A. L., & Wylie, C. (Eds.), *Handbook of research on student engagement* (pp. 259–292). New York: Springer.
- Pekrun, R., Vogl, E., Muis, K. R., & Sinatra, G. M. (2017). Measuring

- emotions during epistemic activities: the epistemically-related emotion scales. *Cognition and Emotion*, 31(6), 1268-1276.
- Phye, G. D., Schutz, P., & Pekrun, R. (2011). *Emotion in education*. Cambridge, MA: Academic Press.
- Plantin, C. (2004). On the inseparability of emotion and reason in argumentation. In Weigand, E. (Ed.), *Emotion in dialogic interaction* (pp. 265 - 276). Amsterdam, the Netherlands: John Benjamins.
- Plutchick, R. (1980). *Emotion: A psychoevolutionary synthesis*. NY: Harper and Row.
- Polkinghorne, J. (1998). *Beyond science*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Pollock, J. L. (1987). Defeasible reasoning. *Cognitive science*, 11(4), 481-518.
- Pribram, K. H. (1980). The Biology of Emotions and Other Feelings. *Theories of emotion*, 1, 245-269.
- Proust, J. (2009). Is there a sense of agency of thought? In O'Brien, L., & Soteriou, M. (Eds.), *Mental actions and agency* (pp. 253-279). Oxford: Oxford University Press.
- Polkinghorne, J. (1998). *Beyond science*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Radinsky, J., Olivia, S., & Alamar, K. (2010). Camila, the earth, and the sun: Constructing an idea as shared intellectual property. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(6), 619-642.
- Romiszoski, A. J. (1989). Attitudes and affect in learning and

- instruction. *Educational Media International*, 26(2), 85–100.
- Ritchie, S., Hudson, P., Bellocchi, A., Henderson, S., King, D., & Tobin, K. (2015). Evolution of self-reporting methods for identifying discrete emotions in science classrooms. *Cultural Studies of Science Education*, 11(3), 577–593.
- Russell, J. A. (2003). Core affect and the psychological construction of emotion. *Psychological Review*, 110(1), 145–172.
- Ryu, S., & Sandoval, W. A. (2012). Improvements to elementary children's epistemic understanding from sustained argumentation. *Science Education*, 96(3), 488–526.
- Saarimäki, H., Gotsopoulos, A., Jaaskelainen, I. P., Lampinen, J., Vuilleumier, P., Hari, R., Sams, M., & Nummenmaa, L. (2016). Discrete Neural Signatures of Basic Emotions. *Cerebral Cortex*, 26(6), 2563–2573.
- Salk, J. (1983). *The anatomy of reality*. New York: Columbia University Press.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2006). Knowledge building: Theory, pedagogy, and technology. In Sawyer, K. (Ed.), *Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (pp. 97–118). New York: Cambridge University Press.
- 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.

- Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Achér, A., Kenyon, L., & Fortus, D. (2012). Models: challenges in defining a learning progression for scientific modeling. In Alonzo, A., & Gotwals, A. (Eds.), *Learning progressions in science: current challenges and future directions* (pp. 101–137). Rotterdam, The Netherlands: Sense.
- Schwarz, C. V., White, B. Y. (2005). Metamodeling knowledge: Developing students' understanding of scientific modeling. *Cognition and Instruction, 23*(2), 165–205.
- Sfard, A. (2008). *Thinking as communication: Human development, the growth of discourse, and matematizing*. Cambridge: Cambridge University Press.
- 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 inter-actionist analysis. *American Journal of Sociology, 84*(6), 1317–1334.
- Shweder, R. A., Haidt, J., Horton, R., & Joseph, C. (2008). The cultural psychology of the emotions: Ancient and renewed. In Lewis, M., Haviland-Jones, J. M., & Barrett, L. F. (Eds.), *Handbook of emotions* (3rd ed., pp. 409–427). New York, NY: Guilford Press.
- 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. 415–457). New York, 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.
- Sung, J. Y., & Oh, P. S. (2017). Sixth grade students' content-specific competencies and challenges in learning the seasons through modeling. *Research in Science Education*.
<https://doi.org/10.1007/s11165-016-9589-88>
- Thagard, P. (2008). *Hot thought*. Cambridge: MIT Press.
- Thamm, R. (2004). Towards a universal power and status theory of emotion. *Advances in Group Processes, 21*, 189–222.
- 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.
- 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.
- Toulmin, S. E. (2003). *The uses of argument*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Trout, J. (2002). Scientific explanation and the sense of understanding. *Philosophy of Science, 69*(2). 212–233.
- Trout, J. (2007). The psychology of scientific explanation. *Philosophy*

- Compass*, 2(3), 564–591.
- Tsuchiya, N., Moradi, F., Felsen, C., Yamazaki, M., & Adolphs, R. (2009). Intact rapid detection of fearful faces in the absence of the amygdala. *Nature Neuroscience*, 12(10), 1224 - 1225.
- Turner, J. (2000). *On the origins of human emotions: A sociological inquiry into the evolution of human affect*. Redwood city, CA: Stanford University Press.
- Turner, J. H. (2007). *Human emotions: A sociological theory*. London, England: Routledge.
- Turner, J. H. (2009). The sociology of emotions: Basic theoretical arguments. *Emotion Review*, 1(4), 340–354.
- van Geert, P., & Steenbeek, H. (2008). Brains and the dynamics of “wants” and “cans” in learning. *Mind, Brain, and Education*, 2(2), 62–66.
- 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.
- Weiner, N. (1956). *I am a mathematician*. London: Gollancz.
- Wilson–Mendenhall, C. D., Barrett, L. F., & Barsalou, L. W. (2015). Variety in emotional life: within-category typicality of emotional experiences is associated with neural activity in largescale brain networks. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 10(1),

62 - 71. doi:10.1093/scan/nsu037

- 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.
- Wolpert, L., & Richards, A. (1997). *Passionate minds: The inner world of scientists*. New York: Oxford University Press.
- Won, M., Yoon, H., & Treagust, D. F. (2014). Students' learning strategies with multiple representations: Explanations of the human breathing mechanism. *Science Education*, *98*(5), 840-866.
- Yin, R. K. (2009). *Case study research: Design and methods*. Thousands Oaks, CA: Sage.

Abstract

Role of Epistemic Affect in Elementary School Students' Scientific Modeling

Han Moonhyun

Biology Major

Department of Science Education

The Graduate School

Seoul National University

Scientific modeling, which has recently been emphasized in science education, is a social process by which students shape the explanation of a system about a specific natural phenomenon. Recent research has shown that elementary school students can experience not only cognitive processes, but also various epistemic affect during the modeling process. This study provides implications regarding the dynamic interaction process of emotion and cognition during modeling by exploring how elementary school students construct the epistemic

affect as well as its role in model development.

First, this study aimed to explore how an introverted elementary school student—a selected fifth grader—who had previously been participating only peripherally, could participate in the modeling process by constructing an epistemic affect. Based on the theory of constructed emotion, the student's constructed epistemic affect was analyzed using data resources, such as emotion diaries, video recordings, field notes, and post interviews. This study then explored which emotions were constructed when the student participated in modeling peripherally and which epistemic affect was constructed when she participated fully during the modeling construction, evaluation, and revision processes.

The results firstly showed that the student eventually participated in the model construction of the epistemic affect known as the “eureka” or “aha” moment. The results also showed that she came to participate in the model revision process by constructing the epistemic affect that the reasoning was wrong when confronting the rebuttals of another student. Finally, she participated in the model evaluation process by constructing the epistemic affect known as the dislike of another student's idea. Through our exploration of the constructed epistemic affect of the introverted elementary school student, it was deduced that it is important to help each student construct a particular epistemic affect that facilitates his or her participation in modeling. In addition, it is important to understand the impact of the emotional load on each student, depending on the constructed past, present, and future emotions.

Second, this study investigated how elementary school students used cognitive-emotional rebuttals in the context of modeling activities, especially regarding how their emotional and cognitive processes led them to use rebuttals in terms of the epistemic affect. Twenty fifth-grade elementary school students participated in the study as part of their science class. During the course of their sixth period, the students constructed a human respiratory system model through continuous discussion.

The research results showed that the elementary school students used an elaboration-oriented rebuttal, a defense-oriented rebuttal, and a blame-oriented rebuttal in their modeling activity. The elaboration-oriented rebuttal, which was interspersed with the negative epistemic affect, was used to elaborate on a student's explanation, and a negative epistemic affect was seen in their cognitive discrepancy. By contrast, the defense-oriented rebuttal and the blame-oriented rebuttal, which became entangled with the negative epistemic affect, were used to defeat the students rather than to increase the rigor of the evaluation of students' explanations. The negative epistemic affect was elicited from the other students' undesirable behavior. These results suggest that students' rebuttals can be elicited by epistemic dynamics that are related to the epistemic affect. This study shows that if the negative epistemic affect was 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, this study suggests that negative emotions that are 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.

The results of this study on how elementary school students can participate in model construction by constructing the epistemic affect during scientific modeling provide an understanding of how emotions and cognition interact with each other in shaping model development.

**keywords : emotion, epistemic affect, epistemic practice,
participation, rebuttal**

Student Number : 2013-30451