

증강현실을 활용한 소집단 학습에서 나타나는 중학생의 지식 형성 담화 유형과 지식 형성 과정 탐색

송나윤¹, 이예진², 신기덕², 노태희^{2*}

¹서울대학교 교육종합연구원, ²서울대학교

An Exploration for Types of Knowledge Building Discourse and Knowledge Building Processes in Middle School Students' Small Group Learning Using Augmented Reality

Nayoon Song¹, Yejin Lee², KiDoug Shin², Taehee Noh^{2*}

¹Center for Educational Research, Seoul National University, ²Seoul National University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 7 February 2023

Received in revised form

15 March 2023

28 March 2023

Accepted 29 March 2023

Keywords:

augmented reality (AR)

small group learning

knowledge building discourse

knowledge building process

ABSTRACT

This study analyzed the types of knowledge building discourse and knowledge building processes in small group learning using augmented reality. Eight 8th grade students took classes using augmented reality in solubility, boiling and melting points. These classes were carried out twice and all the classes were videotaped and recorded. Every student participated in a semi-structured interview. In the types of knowledge building discourse, the proportion of knowledge sharing and knowledge construction was similar. Beneath the knowledge sharing, the proportion of introductory level discussion was higher than identifying key elements of augmented reality. Recalling existing knowledge rarely appeared. Under the knowledge construction, the proportion of advanced level discussion was the highest and the proportion of sharing and critiquing ideas at a different level and efforts to rise above current levels of explanation was similar. The introductory level discussion and identifying key elements of augmented reality were developed into efforts to rise above current levels of explanation and sharing and critiquing ideas at a different level. Visualized results of knowledge building processes showed all the students' graph drew an upward curve, though cumulative number of impact value was different by each student. As a result of the study, effective ways of improving small group learning using augmented reality are discussed.

1. 서론

정보통신기술의 혁신적인 발달에 따라 증강현실(augmented reality; AR)에 관한 관심이 높아지고 있다. 증강현실은 실제 배경에 컴퓨터 그래픽으로 구현한 3차원의 가상 객체를 중첩하여 실시간 영상으로 제공하는 멀티미디어 기술이다(Azuma, 1997). 학습자는 증강현실을 통해 실제 배경을 보면서 그 배경에 관한 정보가 담긴 가상 객체를 동시에 확인할 수 있다. 과학 분야에서는 눈으로 관찰하기 어려운 추상적인 주제, 안전상의 이유로 직접 체험하기 어려운 주제 등을 다루는 경우가 많으므로, 증강현실이 유용하게 활용될 수 있다(Cai et al., 2013, 2014; Han & Lim, 2020; Ibáñez et al., 2014; Lin et al., 2013; Nachairit & Srisawasdi, 2015). 과학 분야에서 증강현실의 활용은 학생의 인지 부하를 줄이고 직접 조작을 통한 과학적 탐구를 가능하게 한다(Bower et al., 2014; Han & Lim, 2020).

화학 분야에서는 물질을 구성하는 입자의 구조, 움직임, 분포 등 눈으로 관찰하기 어려운 미시적 수준의 특징을 주로 다룬다(Cheng & Gilbert, 2014). 이러한 미시적 수준의 특징을 이해하기 위해서는 추상적 사고, 가설 연역적 사고와 같은 높은 수준의 사고력이 필요하다(Park et al., 2013). 학교 현장에서는 미시적 수준의 개념에 대한 이해를 돕기 위해 애니메이션, 시뮬레이션 등 다양한 학습 도구를

제공하고 있으며(Chang & Linn, 2013; Samon & Levy, 2020; Stieff, 2011; Wilkerson-Jerde et al., 2015), 증강현실도 학생의 학습을 돕는 도구로 유용하게 활용되고 있다. 화학 분야에서는 실험 상황과 같은 실제 배경 위에 입자 모형을 가상 객체로 삽입하는 방식으로 증강현실을 제공하고 있다(Lee et al., 2020; Song et al., 2022). 학생은 증강현실을 통해 눈으로 볼 수 있는 실험 상황인 거시적 수준뿐만 아니라 눈으로 볼 수 없는 입자적 관점인 미시적 수준을 함께 관찰할 수 있으므로(Cai et al., 2014; Lee et al., 2020; Nachairit & Srisawasdi, 2015), 증강현실은 두 수준을 연계하는 매개체로 화학 학습에 효과적으로 활용될 수 있다(Jeon & Hong, 2022; Jeon et al., 2022; Lee et al., 2020).

그러나 학생에게 증강현실을 제공하는 것만으로 학생의 학습이 보장되는 것은 아니다. 증강현실의 활용이 학습으로 이어지기 위해서는 학문적 성찰을 통해 증강현실이 제공하는 정보의 의미를 파악하고 탐구를 통해 의미를 형성하는 과정이 필요하다(Chiu & Linn, 2012). 이에 많은 연구가 증강현실을 소집단 학습에 접목하여 학생이 동료 학생과 정보를 공유하면서 증강현실을 탐구할 수 있는 환경을 구성하였다(Cai et al., 2013; Georgiou & Kyza, 2021; Lee et al., 2020; Lin et al., 2013). 증강현실을 활용한 소집단 학습 상황은 학습자의 개념 이해나 흥미 유발 등에 도움이 되는 것으로 나타났으며, 자기조

* 교신저자 : 노태희 (nohth@snu.ac.kr)

<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2023.43.2.125>

절 수준이나 개념 이해도가 낮은 학생의 과학 수업 참여도를 높이고 성취 수준이 낮은 학생의 성취도 향상에 효과적인 것으로 조사되었다 (Cai *et al.*, 2014; Jeon *et al.*, 2022; Nachairit & Srisawasdi, 2015; Shin *et al.*, 2020a, 2020b).

증강현실을 활용한 소집단 학습 상황에서 학생은 자기 생각을 설명하기 위한 사고 도구로 증강현실을 활용하면서 동료 학생과 다양한 유형과 내용의 담화를 나누게 된다(Garzon *et al.*, 2020; Nichols *et al.*, 2016; Waldrip *et al.*, 2010). 동료 학생과 담화를 나누는 과정은 학생이 증강현실로부터 얻은 정보를 이해하고 지식을 구성해 나가도록 촉진한다(Kittleson & Southerland, 2004). 하지만 증강현실을 학습에 활용한 연구에서는 대부분 학생의 학업 성취도, 몰입, 흥미 등 교육적 효과를 조사하는 데 그쳤다(Kim, 2018; Na & Yoon, 2021). 학교 현장에서 증강현실 활용 수업을 성공적으로 설계 및 운영하기 위해서는 실제 증강현실 활용 수업 상황에서 나타나는 학생의 담화에 대한 구체적 정보가 제공되어야 한다. 따라서 교육적 효과를 조사하는 것에서 나아가 학생 사이의 담화를 분석하여 학생이 지식을 구성해 나가는 과정을 심층적으로 조사하는 것이 필요하다. 이 연구에서는 증강현실을 활용한 소집단 학습에서 나타나는 학생 사이의 담화를 지식 형성 담화(knowledge building discourse)의 관점에서 분석하였다. 지식 형성 담화는 지식이 구성주의적 과정의 산물이라고 가정하는 Scardamalia & Bereiter(1993)의 지식 생성 모델을 기반으로 하며, 지식을 발전시키기 위한 학생의 협력적 책임을 강조한다(Scardamalia & Bereiter, 2014).

현재까지 학생의 지식 형성 담화를 연구하기 위해 다양한 틀이 개발되었다(Arvaja *et al.*, 2002; Hmelo-Silver, 2003; King, 1994; Nichols *et al.*, 2013; van Aalst, 2009; Yang *et al.*, 2016; Zhang *et al.*, 2009; Zhu *et al.*, 2022). 예를 들어 Arvaja *et al.*(2002)의 연구에서는 높은 수준의 이해와 학습이 서로 다른 관점에서 비판적으로 논의하고 추론하는 학습 상황에서 이루어진다고 주장하면서 학생이 지식을 형성하는 과정에서 나누는 담화를 ‘공동의 무비판적 지식 공유(joint uncritical knowledge sharing)’, ‘공동의 비판적 지식 형성(joint critical knowledge building)’, ‘교사 주도(tutoring)’, ‘리더 주도(leader dominance)’로 구분하여 심층적으로 분석하였다. 또한 Zhang *et al.*(2009)의 연구에서는 아이디어를 설명하고 정교화하려는 학생의 노력을 나타내는 ‘인식론적 복잡성(epistemic complexity)’과 학생의 직관적 이해가 과학적 이해로 변화하는 정도를 나타내는 ‘과학적 정교성(scientific sophistication)’ 범주에서 지식 형성 담화를 구분하였다. van Aalst(2009)와 Nichols *et al.*(2013)의 연구에서는 지식 형성 담화가 공동체 내의 지식 상태를 발전시키는 일련의 사회적 과정을 나타낸다는 의미에서 크게 지식 공유(knowledge sharing)와 지식 구성(knowledge construction), 지식 생성(knowledge creation)으로 구분하였다. 지식 공유는 개인 사이의 지식 전달로 큰 노력 없이 즉각적인 정보 교환을 통해 지식을 형성하는 담화를 의미하고, 지식 구성은 단순히 지식을 전달하는 것 이상의 수준에서 정보를 교환하고 문제를 해결하면서 지식을 형성하는 담화를 의미한다. 지식 생성은 공동체 내의 혁신을 위한 아이디어 개발과 관련된 지식을 형성하는 담화를 의미한다. Yang *et al.*(2016)의 연구에서는 사실 찾기, 설명 찾기, 메타인지 질문을 포함하는 ‘질문(question)’, 단순 주장, 정교화, 설명, 메타인지 진술을 포함하는 ‘아이디어(idea)’, 적절한 협상과 통합을 포함

하는 ‘공동체(community)’의 세 범주로 지식 형성 담화를 구분하였다. 이처럼 지식 형성 담화를 분석하는 관점은 다양하지만, 담화의 수준을 구분하고 이를 분석하여 지식의 형성 정도를 조사한다는 점에서 공통적이다.

일부 선행연구(Cheng *et al.*, 2019; Chiang *et al.*, 2014; Lin *et al.*, 2013)에서는 증강현실을 활용한 소집단 학습 상황에서 나타나는 학생 사이의 담화를 분석하여 학생이 지식을 어떻게 구성해 나가는지 조사하였다. 이때 증강현실이 지원하는 학습 주제와 주제별 증강현실의 구현 방식은 연구마다 다양하였다. 예를 들어 Cheng *et al.*(2019)의 연구에서는 수학 문제해결을 위한 게임 형식의 증강현실을, Chiang *et al.*(2014)의 연구에서는 연못 생태환경 탐구를 주제로 한 위치기반의 증강현실을, Lin *et al.*(2013)의 연구에서는 탄성 충돌 개념 학습을 위한 가상 실험 형식의 증강현실을 활용하였다. 즉 이 연구들은 증강현실을 통해 관찰할 수 있는 물체나 텍스트 정보를 가상 객체로 보여주는 데 그쳤으며, 관찰 불가능하거나 미시적 개념을 다루는 학습 상황에서 증강현실을 활용한 연구는 아니라는 한계가 있었다. 중학교 과학 교육과정에서는 상황이나 현상을 설명하기 위하여 입자 개념이 처음으로 도입된다. 입자 개념은 화학 개념을 이해하는 데 필요한 필수적인 기초 개념이므로 화학 분야에서 중요하게 다루어지고 있다(Singer *et al.*, 2003). 그러나 학생은 관찰할 수 없는 입자 개념이 가지는 추상성으로 인해 이를 이해하는 데 많은 어려움을 겪고 있다(Lin *et al.*, 2000; Singer *et al.*, 2003). 입자 모형을 가상 객체로 한 증강현실은 학생이 추상적인 입자 개념과 과학적 현상을 연결하여 학습하도록 도울 수 있으므로 학생의 지식 형성을 촉진하고 학교 현장에서 유용하게 활용될 것으로 기대된다. 그러나 관찰 불가능하고 미시적인 입자 개념을 도입한 증강현실 활용 학습 상황에서 학생의 지식 형성 과정을 조사한 연구는 거의 없다. 따라서 입자 모형을 가상 객체로 한 증강현실을 소집단 학습에 활용하였을 때 나타나는 학생의 담화를 지식 형성 담화의 관점에서 분석하고 이를 통해 학생이 지식을 어떻게 형성해 나가는지 조사할 필요가 있다.

한편 학생은 증강현실을 활용한 소집단 담화에 참여하면서 함께 지식을 형성해 나간다. 그러나 학생 사이의 관계나 학생의 역할 등 소집단 학습에 영향을 미치는 여러 요인으로 인해 같은 학습 상황이라고 하더라도 학생이 지식을 형성하는 정도는 다르게 나타날 수 있다(Arvaja *et al.*, 2002). 따라서 학생의 발화 흐름에 따른 학생 개인의 지식 형성 과정을 시각화하여 조사하는 것이 필요하다. 최근 Lämsä *et al.*(2018)의 연구에서는 학생의 담화를 시각화하기 위해 학생의 발화에 영향 값(impact value)을 부여하고, 이를 바탕으로 누적 발화수에 따른 누적 영향 값을 그래프로 나타냈다. 이처럼 학생의 담화를 시각화하여 제시하는 것은 학생의 담화 패턴을 더욱 쉽게 분석할 수 있도록 하며(Thompson *et al.*, 2013), 학생 간 담화의 누적 정보와 질을 직접적인 그래프로 확인하여 특정 상황에서의 정보를 구체적으로 파악할 수 있게 한다(Lehesvuori *et al.*, 2013). 따라서 학생의 지식 형성 과정을 시각화한다면 학생 사이의 담화에서 학생별 지식 형성 정도를 한눈에 파악하고 지식 형성 정도가 차이가 있었던 부분의 특징을 분석함으로써 그 원인을 조사하는 데 도움을 줄 수 있을 것이다.

이에 이 연구에서는 증강현실을 활용한 소집단 학습에서 나타나는 중학생의 지식 형성 담화의 유형을 분석하고, 지식 형성 과정을 탐색하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 참여자

이 연구에서는 소집단 활동에서 나타난 학생 사이의 담화를 분석한 선행연구(Choi *et al.*, 2021; Hogan *et al.*, 1999; Knain *et al.*, 2021; Shin *et al.*, 2020a)를 참고하여 총 4개의 소집단으로 편성하고자 하였다. 이에 서울시 소재의 한 남녀 공학 중학교에 재학 중인 2학년 학생 8명(남학생 4명, 여학생 4명)이 연구에 참여하였다. 최대한 연구목적에 부합하도록 일반 중학교 중 소득 수준이나 학업 성취도가 높지 않은 학교를 섭외하였다. 해당 중학교의 과학 교사가 직접 연구 참여 모집 문건을 게시하여 연구 참여자를 모집하였다. 연구자는 모집한 학생을 대상으로 연구를 안내하고 연구 참여에 자발적으로 동의한 학생을 연구 참여자로 선발하였다. 증강현실을 활용한 소집단 활동에서는 증강현실을 탐색하면서 입자 개념을 이해할 수 있어야 하므로 상대적으로 다양한 역량을 요구한다고 할 수 있다. 이처럼 다양한 역량을 요구하는 과제에서는 이질적인 집단을 구성하는 것이 적절하다(Noddings, 1989). 또한 설명을 주고 받는 상호작용은 학업 성취도를 이질적으로 구성했을 때 활발하게 나타나는 것으로 보고된다(Lim & Noh, 2001; Nattiv, 1994). 이에 과학 교사에게 협조를 구하여 학생의 과학 교과 학업 성취도를 바탕으로 연구 참여자를 상위와 하위로 구분하였으며, 과학 교과 학업 성취도가 이질적인 2인이 한 조를 이룰 수 있도록 하였다. 이때 학생의 친밀도를 사전에 조사하고 이를 고려하여 이질적인 조를 구성함으로써 개인적인 성향으로 인한 상호작용의 한계를 최소화할 수 있도록 하였다. 과학 교사는 모든 학생에게 증강현실 애플리케이션이 설치된 스마트 기기, 마커, 활동지 1세트씩을 제공하였다. 연구 참여자 중 5명은 증강현실을 체험한 경험이 전혀 없었으며, 2명은 게임 등을 통해 증강현실을 체험한 경험이 1회 있었다. 1명은 서울시 산하 영재원에서 증강현실을 직접 만들어보는 활동에 참여한 적이 있었지만, 과학 학습을 목적으로 한 증강현실 활동에 참여한 것은 아니었다. 소집단은 1~4로 구분하였으며, 소집단 번호 뒤에 성취도 하위 학생은 L, 성취도 상위 학생은 H를 붙여 두 학생을 구분하였다.

2. 연구 절차

이 연구에서는 중학교 2학년 ‘물질의 특성’ 단원의 용해도 및 끓는점과 녹는점을 증강현실 활용 학습을 적용할 학습 주제로 선정하였다. 중학교 1~3학년 군 과학의 물질 분야에서는 ‘기체의 성질’, ‘물질의 상태 변화’, ‘물질의 구성’, ‘물질의 특성’, ‘화학 반응의 규칙과 에너지 변화’의 단원으로 구성되어 있다. 이 중 ‘물질의 상태 변화’, ‘기체의 성질’, ‘물질의 구성’ 단원에서는 입자 모형의 해석과 입자 모형을 활용한 설명을 성취기준에 명시하고 있고, ‘화학 반응의 규칙과 에너지 변화’ 단원에서는 성취기준에 입자 모형 활용을 명시하지는 않았으나 이를 개념 설명에 빈번하게 활용하고 있다. 한편 ‘물질의 특성’ 단원에서는 밀도, 용해도, 녹는점, 어는점, 끓는점 등 물질의 특성을 다루는데, 관찰이나 실험, 수리적 계산 등을 통해 거시적, 상징적 수준에서 주요 개념을 학습하도록 활동이 구성되어 있다. 즉 ‘물질의 특성’ 단원에서는 입자 개념에 대한 소개 없이 과학 개념을 설명하고 있을

가능성이 크므로, 입자 개념을 도입한 증강현실 활용 학습에서의 담화를 분석하기에 적절하다고 판단하여 이 단원에서 다루는 개념을 학습 주제로 선정하였다.

‘물질의 특성’ 단원에 대한 증강현실 애플리케이션은 선행연구(Lee *et al.*, 2020)에서 개발한 안드로이드 운영체제(Android OS) 기반의 증강현실 애플리케이션을 수정·보완하여 사용하였다. 증강현실 애플리케이션은 스마트 기기의 화면에 카메라로 비춘 실제 배경과 컴퓨터 그래픽으로 구현된 가상 객체가 함께 나타나도록 한다. 학생은 증강현실 애플리케이션을 통해 스마트 기기의 카메라로 실제 배경을 비추어보면서 그 위에 증강된 가상 객체를 함께 관찰할 수 있다. 이때 가상 객체를 현실 배경 위에 증강하기 위해서는 가상 객체의 증강을 돕는 디지털 표식인 마커가 필요하다. 이 연구에서는 실험 상황을 촬영한 사진을 배경으로 활용하였으며, 그 밑에 마커를 제공하여 사진 위에 3차원의 입자 모형이 가상 객체로 나타나도록 하였다. 예를 들어 활동지에 103°C 포도당 용액을 촬영한 사진과 103°C 포도당 용액의 입자 정보가 담긴 마커가 제공됐을 때, 학생이 스마트 기기를 이용해 마커를 인식하면 Figure 1과 같이 화면에 사진과 그 위에 입자 모형이 증강되어 나타난다. 또한 연구자는 증강현실 소개자료와 ppt, 차시별 활동지 등의 교수학습 자료를 개발하였다. 과학교육 전문가와 현직 과학 교사 및 과학교육 전공 대학원생 등을 포함한 세미나를 여러 차례 실시하여 교수학습 자료의 적절성과 증강현실 자료의 타당성을 검토받았다.

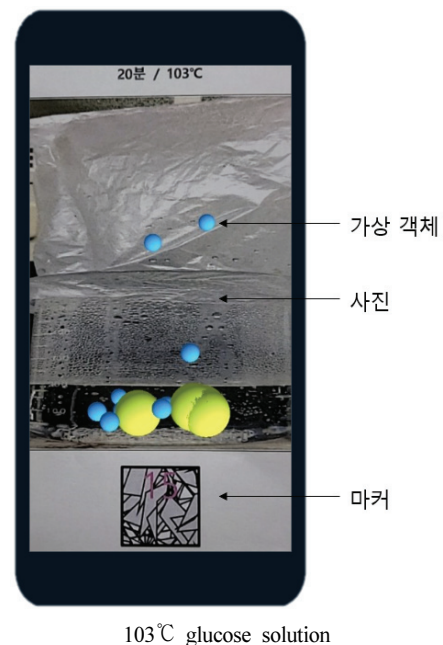


Figure 1. Display of augmented reality

연구에 참여하는 학생은 중학교 2학년 ‘물질의 특성’ 단원을 수업 시간에 학습한 상태였고, 방과 후 활동으로 2차시의 증강현실을 활용한 소집단 학습에 참여하였다. 각 차시의 활동은 약 1시간씩 진행되었으며 활동에서는 용해도 및 끓는점과 녹는점 개념을 다루었다. 활동에 앞서 학생이 증강현실의 개념을 이해하고 사용법에 익숙해질 수 있도록 오리엔테이션을 진행하였다. 1차시에서는 용해도에 관한 내용을 다루었다. 학생은 먼저 증강현실을 활용하지 않고 활동지에 제

시된 서로 다른 온도에서의 포화 포도당 용액 사진을 보며 가라앉은 포도당의 양이나 포도당 용액의 맛과 같이 거시적 수준에서 용해도와 관련된 특징을 분석하였다. 이후 학생은 증강현실을 통해 활동지의 사진과 입자 모형을 함께 관찰하며 용해도를 입자적 관점인 미시적 수준에서 분석하고 토의하였다. 즉 학생은 서로 다른 온도의 비커에 담긴 포도당 용액 사진 위에 나타난 가상 객체인 물 입자와 포도당 입자를 동시에 관찰하면서 각 온도에 따른 입자의 보존, 운동, 분포 등과 같은 입자적 특징을 학습하는 활동에 참여하였다. 여기서 보존은 입자의 개수, 크기와 같은 특징을, 운동은 입자의 운동 방향, 빠르기와 같은 특징을, 분포는 입자의 배열, 분포와 같은 특징을 의미한다. 마지막으로 학생은 사진을 통해 거시적 수준에서 알 수 있었던 정보와 증강현실을 통해 미시적 수준에서 알 수 있었던 정보를 연결하여 활동지에 문장으로 나타내는 활동을 하였다. 예를 들어 학생은 ‘입자의 개수’와 같은 미시적 수준의 정보와 ‘맛’과 같은 거시적 수준의 정보를 연결하여 ‘온도가 증가하면 용해된 포도당 입자의 개수가 증가하여 용액의 맛이 달아진다’와 같은 문장을 작성하였다. 2차시에서는 끓는 점과 녹는점에 관한 내용을 다루었다. 학생은 먼저 활동지에 제시된 서로 다른 온도에서의 물과 에탄올 사진을 보며 거시적 수준에서 비커를 덮은 봉지가 부푸는 여부나 물질의 상태에 대해 분석하였다. 이후 1차시와 유사하게 학생은 증강현실을 관찰하여 미시적 수준에서 분석하고, 미시적 수준과 거시적 수준의 정보를 통합하여 문장을 만드는 활동에 참여하였다. 모든 활동 과정은 2인의 연구자가 관찰하며 필드 노트를 작성하였고, 녹음 및 녹화하였다. 4개의 소집단이 2차시의 소집단 활동에 참여하였으므로 총 8차시의 활동 전사본이 생성되었다. 모든 활동을 마무리한 후에는 연구에 참여한 모든 학생과 개별 면담을 진행하였다. 면담에서는 소집단 활동에서 증강현실을 어떻게 활용하였는지, 소집단 활동에 참여하는 동안 본인과 동료 학생은 각자 어떤 역할을 하였는지, 증강현실의 활용이 어떤 측면에서 학습에 도움

이 되었는지, 증강현실의 한계점에는 무엇이 있었는지 등을 질의하였다. 연구자는 코로나바이러스감염증-19(COVID-19) 확산을 방지하고자 모든 면담을 비대면 화상회의로 진행하였다. 소집단 활동 녹화 전후에 학생과 충분히 교류하여 자료 수집 방식을 대면에서 비대면으로 전환함에 따른 연구적 한계를 최소화하였다. 모든 면담은 학생별로 1시간가량 소요되었으며, 면담 과정을 녹화하여 수집한 뒤에 전사하였다.

3. 분석틀

가. 지식 형성 담화의 유형

지식 형성 담화 관점에서 학생 사이의 담화를 분석한 선행연구(Nichols *et al.*, 2013; van Aalst, 2009)를 참고하여 증강현실을 활용한 소집단 학습 맥락에 맞게 예비 분석틀을 개발하였다. 선행연구(Nichols *et al.*, 2013; van Aalst, 2009)에서는 지식 형성 담화를 지식 공유, 지식 구성, 지식 생성의 세 수준으로 구분하였다. 지식 공유는 지식에 대한 해석, 평가, 반성 없이 즉각적인 정보 교환을 통해 지식을 형성하는 담화를 의미한다. 지식 구성은 즉각적인 정보 교환 이상의 수준에서 문제를 해결하면서 지식을 형성하는 담화를 의미한다. 지식 생성은 공동체 내의 혁신을 위한 아이디어 개발과 관련된 지식을 형성하는 담화를 의미하는데, 본 연구의 맥락에 부합하지 않는다고 판단하여 예비 분석틀에서 제외하였다. 지식 형성 담화의 유형은 같은 주제에 대해 두 학생이 모두 최소한 한 개 이상 진술한 부분을 묶어 하나의 분석 단위로 설정하였다. 동료 학생의 참여 독려, 학습 진행의 흐름 안내, 학습 내용과 무관한 논의 등 지식 형성과 관련이 낮은 담화는 분석에서 제외하였다. 연구자는 예비 분석틀을 기준으로 전체 차시의 활동 전사본을 예비 분석한 뒤 연구의 특성을 고려하여 분석틀을 수정·보완한 최종 분석틀(Table 1)을 완성하였다. 컴퓨터를 학

Table 1. Analytical framework for knowledge building discourse types

범주	하위 요소	설명	예시
지식 공유	사전 지식의 회상	기존 학습 내용을 공유하는 간단한 수준의 토의	- 용해, 끓는점, 녹는점 등 선행 개념을 상기함 - 용질과 용매의 정의를 상기함
	증강현실의 핵심 요소 확인	증강현실에서 핵심적인 요소를 관찰하고 확인하는 토의	- 온도 변화에 따른 입자의 개수, 입자의 크기, 입자가 움직이는 방향의 변화 등을 관찰하고 이를 공유하여 확인함 - 증강되어 나타난 입자의 종류를 구분함 - 증강되어 나타난 입자를 통해 물질의 상태를 추측함
	기초 수준의 토의	설명, 평가, 해석 등으로 확장되지 않는 기초 수준의 토의	- 각자 작성한 활동지의 답을 공유함 - 실험 결과 사진을 보고 물질의 상태를 추측함 - 온도 변화에 따른 물질의 상태 변화에 대해 토의함
지식 구성	심화 수준의 토의	설명, 평가, 해석 등을 포함하여 학습 개념이나 원리를 제시하는 심화 수준의 토의	- 끓는점, 상태 변화 등 선행 개념을 이용하여 실험 결과를 설명함 - 맛, 농도 등 거시적 현상의 변화를 입자의 양, 입자의 상태와 같은 미시적 수준에서 설명함 - 입자가 움직이는 방향을 과학적으로 표현하는 방법에 대해 토의함
	다른 수준에서의 공유 및 비판	서로 다른 수준에서의 추측과 설명 등을 통해 생각을 공유 또는 비판하는 토의	- 입자적 특징에 대한 의견이 일치하지 않을 때 증강현실을 근거로 제시하여 동료 학생의 의견을 교정함 - 동료 학생의 설명이나 해석에 오류가 있을 때 순물질, 혼합물, 용액 등의 정의를 설명하거나 끓는점과 같은 선행 개념을 교정하여 동료 학생을 설득함 - 실험 결과의 해석이 일치하지 않을 때 그래프를 근거로 제시하여 동료 학생의 해석을 교정함
	현재의 설명 수준을 넘어서려는 노력	요약, 통합, 새로운 개념의 생성 등을 포함하여 현재의 설명 수준을 넘어서기 위한 토의	- 맛, 농도 등 거시적 수준의 정보 하나를 정한 뒤 관련 있는 미시적 수준의 정보가 무엇인지 토의함 - 거시적 수준과 미시적 수준의 정보를 하나씩 선택하고 연결할 수 있는 정보들인지 토의함

습 매개체로 활용한 선행연구(Nichols *et al.*, 2013; van Aalst, 2009)와 달리 이 연구에서는 증강현실을 학습 매개체로 활용하였으므로 증강현실을 관찰하면서 확인하는 담화가 이루어졌다. 예를 들어 가상 객체인 입자 모형의 움직임에는 다양한 정보가 포함되어 있는데 학생들은 이를 보존, 운동, 분포 측면에서 각각 관찰하고 동료 학생과 이야기하여 자신이 관찰한 것을 확인하였다. 이에 Nichols *et al.*(2013)의 연구에서 지식 공유의 하위 요소로 제시한 ‘주어진 활동의 핵심 요소 확인’을 ‘증강현실의 핵심 요소 확인’으로 수정하였다. 또한 van Aalst(2009)의 연구에서는 지식 구성의 하위 요소로 ‘새로운 정보의 해석 및 평가’를 제시하였으나, 예비 분석 결과 본 연구에서는 나타나지 않아 분석틀에서 제외하였다. 최종적으로 지식 공유는 ‘사전 지식의 회상’, ‘증강현실의 핵심 요소 확인’, ‘기초 수준의 토의’의 세 가지 하위 요소로 구분하였고, 지식 구성은 ‘심화 수준의 토의’, ‘다른 수준에서의 공유 및 비판’, ‘현재의 설명 수준을 넘어서려는 노력’의 세 가지 하위 요소로 구분하였다.

나. 지식 형성 과정

지식 형성 과정은 테크놀로지 기반의 협력적 탐구 학습 과정을 시각화한 Lämssä *et al.*(2018)의 분석 방법을 활용하였다. 담화 속 학생의 발화가 목표 개념에 대해 옳게 진술하고 있는지 분석하여 각각 +1, 0, -1의 영향 값(impact value)을 부여하였다. 학생의 개별 발화가 목표 개념에 대해 옳은 내용을 진술하고 있는 경우 +1의 영향 값을 부여하였다. 구체적으로 학생의 발화가 활동지 문항에 대한 정답과 이에 대한 설명이거나, 상대방의 진술에 대한 개념적 이해를 바탕으로 한 단순 응답 등이 이에 해당한다. 학생의 개별 발화에서 개념적 정오를 판단할 수 없거나 해석할 수 없는 발화일 때는 0의 영향 값을 부여하였다. 이는 활동 내용에 관해 질문하거나 정오의 판단 없이 말을 마무리하는 등의 경우이다. 마지막으로 학생의 개별 발화가 오개념을 포함하는 경우 -1의 영향 값을 부여하였다. 학생의 발화가 연속적으로 이루어졌더라도 각 발화가 의미하는 내용이 서로 다르다면 해당 발화를 구분하여 각각 영향 값을 부여하였다. 예를 들어 학생이 ‘왜 입자 개수의 총합이 10개야? 아, 입자의 개수가 상태별로 다르구나’라고 발화한 경우, 앞의 발화는 활동지 문항에 관한 의문을 나타내지만 이어지는 발화는 활동지 문항에 관한 답을 나타내므로 영향 값을 다르게 부여해야 한다고 판단하였으며, 이에 각 발화를 서로 구분하여 분석하였다. 이때 앞의 발화는 개념적 정오를 판단할 수 없는 질문 형태의 문장이기 때문에 0의 영향 값을 부여하였고, 뒤의 발화는 정답을 말하며 목표 개념에 대해 옳은 내용을 진술하는 형태의 문장이기 때문에 +1의 영향 값을 부여하였다.

4. 분석 방법

지식 형성 담화의 유형과 지식 형성 과정에 관한 최종 분석틀을 확정지은 후 2인의 연구자가 활동 전사본의 일부를 각자 예비 분석하고 그 결과를 비교하였다. 두 연구자의 일치도가 .95에 도달한 뒤 1인의 연구자가 지식 형성 담화의 유형과 지식 형성 과정을 모두 분석하였다. 지식 형성 담화의 유형과 지식 형성 과정에 대해 분류가 모호한 경우에는 연구자 간 논의를 거쳐 합의된 결과를 도출하였다. 모든

분석을 마친 뒤에는 학생의 활동지와 면담, 필드 노트 등의 자료에서 공통 결과를 도출하는 삼각측정(triangulation) 과정을 거쳤다. 또한 과학교육 전문가와 현직 과학 교사 및 과학교육 전공 대학원생 등을 포함한 세미나를 네 차례 실시하여 연구 방법, 결과 분석, 결과 해석의 타당성 등을 검토받았다. 분석 결과는 지식 형성 담화의 유형과 지식 형성 과정으로 나누어 제시하였다. 지식 형성 담화의 유형은 빈도와 비율(%)로 제시하였다. 지식 형성 과정은 가로축을 학생의 누적 발화수로, 세로축을 누적 영향 값으로 설정한 그래프로 나타냈다. 이때 소집단에 속한 각 학생의 누적 영향 값과 두 학생의 누적 영향 값의 합을 모두 하나의 그래프에 표현하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 지식 형성 담화의 유형과 특징

증강현실을 활용한 소집단 학습에서 나타난 지식 형성 담화의 유형별 빈도와 비율을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 총 239회의 지식 형성 담화가 나타났으며, 이 중 지식 공유는 51.9%(124회), 지식 구성은 48.1%(115회)로 나타났다. Nichols *et al.*(2013)에서는 활동지를 매개로 담화를 나누는 집단의 지식 공유가 지식 구성보다 2배 이상 높은 비율을 차지하였다. 그러나 이 연구에서는 지식 공유가 지식 구성보다 약간 높은 비율로 나타났지만, 비율 차이가 크지 않고 상대적으로 균형을 이루었다. 이는 증강현실의 활용이 학생이 즉각적으로 정보를 교환하는 지식 공유뿐만 아니라 정보를 심층적으로 이해하고 문제를 해결하는 지식 구성 참여도 촉진했을 가능성을 보여준다. 세부적으로 살펴보면, 지식 공유에서는 ‘기초 수준의 토의’가 33.9%(81회)로 가장 높았으며, ‘증강현실의 핵심 요소 확인’이 15.9%(38회)로 다음을 차지하였다. ‘사전 지식의 회상’은 2.1%(5회)로 거의 나타나지 않았다. 지식 구성의 경우에는 ‘심화 수준의 토의’가 23.4%(56회)로 가장 높았다. 그다음으로 ‘다른 수준에서의 공유 및 비판’이 14.2%(34회), ‘현재의 설명 수준을 넘어서려는 노력’이 10.5%(25회)로 나타났으며, 두 하위 요소의 비율 차이는 크지 않았다.

Table 2. Types of knowledge building discourse

범주	하위 요소	빈도 (%)
지식 공유	사전 지식의 회상	5 (2.1)
	증강현실의 핵심 요소 확인	38 (15.9)
	기초 수준의 토의	81 (33.9)
	소계	124 (51.9)
지식 구성	심화 수준의 토의	56 (23.4)
	다른 수준에서의 공유 및 비판	34 (14.2)
	현재의 설명 수준을 넘어서려는 노력	25 (10.5)
	소계	115 (48.1)
계		239 (100.0)

지식 구성에서 ‘다른 수준에서의 공유 및 비판’과 ‘현재의 설명 수준을 넘어서려는 노력’은 지식 공유의 ‘증강현실의 핵심 요소 확인’과 ‘기초 수준의 토의’로부터 발전된 형태로 나타난 경우가 상당수를 차지하였다. 구체적으로 지식 공유의 ‘증강현실의 핵심 요소 확인’이 지식 구성의 ‘현재의 설명 수준을 넘어서려는 노력’으로 발전되었고, 지식 공유의 ‘기초 수준의 토의’는 지식 구성의 ‘다른 수준에서의 공유 및 비판’으로 발전되었다. 각 학습 상황에서 지식이 어떻게 형성되는지 파악하기 위해서는 지식 형성 담화가 어떻게 발전되는지 담화 수준의 발전을 중심으로 살펴볼 필요가 있다(Zhu *et al.*, 2022). 학생의 지식 구성 패턴을 분석한 Chen *et al.*(2017)의 연구에서는 질의, 정보 획득, 정보 활용, 이론화 요소 사이에서 활발한 전환이 일어날 때 효과적인 지식 형성이 가능한 것으로 보고하였다. 이에 이 연구에서는 증강현실을 활용한 소집단 학습에서 나타난 학생의 지식 형성 담화를 조사하기 위해 지식 공유의 ‘증강현실의 핵심 요소 확인’과 ‘기초 수준의 토의’를 각각 살펴보고, 이 하위 요소가 지식 구성의 ‘현재의 설명 수준을 넘어서려는 노력’, ‘다른 수준에서의 공유 및 비판’으로 어떻게 발전되어 나가는지 살펴보았다. 한편 지식 구성의 ‘심화 수준의 토의’는 지식 공유로부터 발전된 경우는 아니지만, 토의를 통해 개념적 이해가 정교화되어 높은 수준의 지식 형성 과정이 나타남에 따라 이 또한 분석하였다.

지식 공유의 ‘증강현실의 핵심 요소 확인’은 증강되어 나타난 가상 객체인 3차원의 입자 모형을 관찰하면서 보존, 운동, 분포 등 입자의 특징을 묘사하는 상황에서 나타났다. 학생은 먼저 실험 상황을 촬영한 사진에서 관찰할 수 있는 모습을 통해 증강현실에서 증강된 입자 모형이 어떤 입자를 나타내는지 추론한 후 각 입자의 특징을 이해하였다. 예를 들어 3조의 학생은 ‘몽쳐있으면(고체 상태로 가라앉아있으면) 용해가 잘 안 됐다는 거잖아’와 같이 용해의 의미를 상기한 뒤 증강현실을 통해 실험 사진과 입자 모형을 함께 관찰하여 비커 하단에 증강되어 나타난 입자 모형이 용해되지 않고 가라앉은 고체 상태의 포도당 입자라는 것을 추론하였다. 이어서 학생은 활발하게 움직이는 같은 종류의 입자 모형이 용해된 포도당 입자이고 활발하게 움직이는 다른 종류의 입자 모형은 물 입자라는 것을 차례로 인식하였다.

H: 이게(포도당 입자) 몽쳐있으면 우선 용해가 안 됐다는 거잖아. 그래서 이게(포도당 입자) 좀 활발히 움직이면 아 얘네가 용해했구나 확인할 수 있었던 것 같아.

(3조 용해도)

학생은 면담에서 증강현실이 사진과 입자 모형을 중첩하여 정보를 제공하기 때문에 각 입자 모형이 어떤 입자를 의미하는지 추론하고 이후 입자의 보존, 운동, 분포를 관찰하여 입자별 특징을 유추해낼 수 있었다고 응답하였다. 이는 증강현실이 같은 위치에 거시적 수준과 미시적 수준의 정보를 겹쳐서 제시하여 두 수준의 통합을 촉진하는 동시에 입자의 시각화를 지원하는 학습 도구로 활용될 수 있음을 보여준다.

확실히 그계(사진과 증강된 입자 모형) 같이 있으면 뭐가 뭔지 알기가 더 쉽죠. 기본적으로 이게 위치가 잘 맞더라고요. 가라앉아 있으면 어디에 가라앉아 있는지 그래서 보기가 편했어요.

(학생 2H 면담)

증강현실이 학습 도구로서 가지는 이러한 장점은 지식 구성의 ‘현재의 설명 수준을 넘어서려는 노력’으로 발전될 수 있는 기반을 제공하였다. ‘현재의 설명 수준을 넘어서려는 노력’은 거시적 수준과 미시적 수준의 정보를 어떻게 연결할 수 있는지 설명하는 활동 과정에서 나타났다. 학생은 증강현실 관찰 경험을 상기하여 두 수준의 정보를 연결하는 활동에 참여하였다. ‘온도가 변할 때 입자 운동이 어떻게 변하는지 바로 생각나니까 연결하기 좋았다’, ‘머릿속에서도 동시에 본 그림이 기억나서 도움이 되었다’라는 응답은 학생이 증강현실을 관찰하고 있지 않을 때도 증강현실을 관찰했던 경험이 거시적 수준과 미시적 수준의 정보를 연결하는 데 도움이 되었음을 보여준다.

증강현실이 조금 영향을 미쳤어요. 온도에 따라 변할 때 입자가 어떻게 변하는지가 생각이 바로 나니까 그거에서 연결만 하면 되니까 좀 좋았던 것도 있어요.

(학생 2H 면담)

동시에 봤으니까 머릿속에서도 동시에 본 그런 그림에서 상상이 되고 (거시적 수준과 미시적 수준의 정보를) 연결할 때 좀 그래도 머릿속에 계속 그게 남아있어서 (문장으로) 쓸 때 아까 봤던 거를 기억하면서 써서 조금 도움이 됐던 것 같아요.

(학생 3L 면담)

증강현실 관찰 경험과 더불어 동료 학생과 함께 논의하는 과정 또한 두 수준의 정보를 연결하는 활동을 해결할 수 있도록 도움을 제공하였다. 두 학생은 하나의 정보를 선택한 후 이 정보와 연결할 수 있는 다른 수준의 정보를 각자 선택하여 공유하면서 함께 탐색해 나갔다. 아래는 1조의 용해도 차시에서 나타난 담화의 한 예시이다. 한 학생이 용액의 온도와 미시적 수준의 정보인 입자의 운동 방향을 연결하여 ‘용액의 온도가 높을수록 무작위 운동을 한다’라는 의견을 제시하였다. 이어서 다른 학생은 온도가 아닌 다른 정보를 연결해 볼 것을 제안하며 거시적 수준의 정보인 용액의 농도와 미시적 수준의 정보인 입자의 개수를 선택하여 ‘포도당 용액의 농도가 증가할수록 가라앉은 포도당 입자 개수가 감소한다’라는 의견을 제시하였다.

L: 온도랑 포도당 입자가 움직이는 방향이랑 할래? 용액의 온도가 높을수록 무작위 운동을 한다.

H: (...) 온도잖아. 용액 농도가 높아질수록 남아있는 포도당 입자의 개수는 감소된다.

L: 잠시만 농도가...

H: 그러니까 농도가 증가하는 게 아니라 감소되지. 왜냐면 가라앉으니까. 떠가지고 올라가지고 높아지는 거니까.

L: 아, 그렇겠구나.

H: 포도당 용액의 농도랑 뭐라고?

L: 포도당 용액의 농도랑 가라앉은 포도당 입자의 개수.

(1조 용해도)

‘저 혼자 고민했으면 답을 못 찾았을 수도 있잖아요’라는 학생의 면담은 동료 학생과의 논의가 두 수준 사이의 연결 가능한 정보를 찾는 데 도움이 되었음을 보여준다.

정보들을 보다 보면 이 정보와 이 정보를 어떻게 조합할 수 있을까 그런 게 잘 떠오르면 관찰했는데 아무리 봐도 이 정보와 이 정보를 어떻게

연결해야 할지 도저히 모르겠는 경우가 좀 있어서. 예를 들면 물 입자(개수)와 물의 양. 이런 문제는 저 혼자 고민했으면 답을 못 찾았을 수도 있잖아요.

(학생 4L 면담)

화학 개념은 추상적이고 눈에 보이지 않으므로 화학 개념에 관해 오개념을 가지고 있는 학생이 많으며 이를 시각화하는 데에도 어려움을 겪는다(Nachairit & Srisawasdi, 2015). 또한 학생은 거시적 수준에서 관찰할 수 있는 현상을 미시적 수준의 입자로 연계하여 이해하는데 한계가 있다(Chang & Linn, 2013). 실제로 중학생의 거시적 수준과 미시적 수준의 개념 이해를 비교한 Lee *et al.*(2018)의 연구에서는 학생이 거시적 수준에서 개념을 이해하고 있다라도 이를 미시적 수준인 입자 그림으로는 올바르게 표현하지 못하는 등 거시적 수준과 미시적 수준의 개념이 일치하지 않는 것으로 보고하였다. 그러나 본 연구에서 증강현실을 활용한 소집단 학습 과정에서 나타난 담화를 분석한 결과, 증강현실의 활용과 동료 학생과의 논의가 거시적 수준과 미시적 수준의 정보를 연결하여 두 수준에 대한 학생의 통합적 이해를 촉진하는 것으로 나타났다. 화학 수업에서 증강현실을 학습 도구로 활용하고 동료 학생과의 논의를 독려한다면 학생의 거시적 수준과 미시적 수준에 대한 통합적 이해를 높일 수 있을 것이다.

한편 학생들은 입자적 특징을 보존, 운동, 분포 관점에서 모두 분석했음에도 불구하고 두 수준의 정보를 연결하는 활동에서 주로 보존 관점인 입자의 개수를 거시적 수준의 정보와 연결하여 활동지에 작성하였으며, 운동이나 분포 관점에서는 거시적 수준의 정보와 잘 연결하지 못하는 모습을 보였다. 중학교 과학 교육과정에서는 입자 모형을 활용하여 입자의 운동을 설명하고 이를 통해 물질의 현상을 입자적 관점으로 이해하도록 하는 것을 강조하고 있다. 이러한 점에서 학생이 입자의 보존, 운동, 분포의 다양한 관점에서 거시적 수준과 미시적 수준의 정보를 연결하여 설명할 수 있도록 하는 것은 더욱 중요하다. 이는 입자의 보존, 운동, 분포의 다양한 관점에서 거시적 수준과 미시적 수준의 정보를 연결할 수 있도록 학생에게 도움을 제공할 필요가 있음을 보여준다. 예를 들어 교사가 증강현실을 이용해 입자의 운동과 분포의 관점에서 사진과 입자 모형을 연결 지어 설명한 후 학생에게 거시적 수준과 미시적 수준의 정보를 다시 연결해보도록 한다면 거시적 수준과 미시적 수준의 정보를 연결하는 데 어려움을 겪는 학생이 두 수준 사이의 연결 관계를 명시적으로 파악하는데 도움을 줄 수 있을 것이다.

지식 공유의 '기초 수준의 토의'는 활동지 문항에 대한 답을 제시하기 위해 자세한 설명 없이 즉각적으로 정보를 교환하는 과정에서 주로 나타났다. 다음은 학생 2H가 증강현실을 관찰한 뒤에 서로 다른 온도에서 물 입자와 에탄올 입자의 입자적 특징을 묻는 활동지 문항을 읽어 나가면서 '고체 입자는 없어', '-20°C와 20°C에서 액체 입자는 있어'와 같이 즉각적으로 답을 주고받는 정보 교환의 모습을 보여주는 예시이다.

- L: 에탄올? 에탄올은 뭘 해야 하나?
- H: 고체 입자는 (-20°C, 20°C, 80°C에서) 당연히 한 개도 없지.
- L: 없어.
- H: 액체 입자는 2개지(두 상황에서 있지), -20°C, 20°C(일 때). 기체 입자의 개수는 80°C(일 때) 있어.

L: 그럼 이게(80°C에서 기체 입자의 개수가) 10이고 여기(-20°C, 20°C에서 액체 입자의 개수)가? (10, 10을 적는다.)

H: 10, 10. 그렇지.

L: 그냥 다 10이잖아.

H: 그렇지. 당연하지.

(2조 끊는점)

두 학생이 지식 공유의 '기초 수준의 토의'에서 나눈 정보는 동료 학생을 설득하거나 교정하는 데 근거로 작용하여 지식 구성의 '다른 수준에서의 공유 및 비판'으로 발전될 수 있도록 하였다. 다음은 '기초 수준의 토의'에서 '다른 수준에서의 공유 및 비판'으로 발전된 담화의 한 예시이다. 3조의 두 학생은 증강현실을 통해 서로 다른 온도에서 물과 포도당 입자를 관찰하여 '가열 시간이 증가함에 따라 액체 상태의 물 입자 개수가 감소한다'라는 것을 파악하고 이를 공유하는 '기초 수준의 토의' 담화를 나누었다. 이후 포도당 용액의 농도를 묻는 문항을 해결할 때는 '기초 수준의 토의'에서 나눈 증강현실 관찰 결과를 토대로 포도당 용액의 농도를 추측하는 '다른 수준에서의 공유 및 비판' 담화를 나누었다.

H: 포도당 용액에서 가열 시간이 증가함에 따라 물 액체 입자의 개수는 아까 어떻게 됐지?

L: 줄어든다 아닌가? 감소한다.

H: 이건 감소한다만 쓰자.

(중략)

H: 포도당 용액의 가열 시간이 증가함에 따라 용액의 농도는 진해지지 않을까? 왜냐면 물이 증발해버리잖아. 우리가 물을 오랫동안 내버려 두면 소금이 나오잖아.

L: (높은 온도의 포도당 용액 마커를 가리키며) 아, 그러면 여기는 물이 줄어드니까 (포도당 용액의 농도가) 늘어나는 건가?

H: 농도니까 진해진다고 하는 게 낫지!

L: 아, 진해진다.

기초 수준의 토의

다른 수준에서의 공유 및 비판

(3조 끊는점)

높은 수준의 이해와 학습을 위해서는 학생이 비판적인 추론 과정에 참여하도록 기회를 제공해야 한다(Mercer, 1996; van Boxtel *et al.*, 2000). Chen *et al.*(2017)의 연구에서는 학생의 높은 수준의 이해와 학습을 제한한다는 점에서 즉각적인 정보 교환이 이루어지는 '기초 수준의 토의'를 부정적으로 평가하기도 하였다. 그러나 학생의 담화 수준이 어떻게 발전되는지 조사한 이 연구에서는 '기초 수준의 토의'가 '다른 수준에서의 공유 및 비판'으로 이어진 것과 같이 즉각적인 정보 교환이 비판적인 논의로 발전하는 기반을 제공하는 경우가 있었다. 이는 학생 사이의 담화를 분석할 때 어떤 유형의 담화가 나타나는지 조사하는 것뿐만 아니라 담화 수준이 어떻게 발전되는지 분석하는 연구도 중요하게 이루어져야 함을 시사한다. 그리고 '기초 수준의 토의'가 가지는 장점에 주목하여 '기초 수준의 토의'가 지식 형성 담화의 다른 수준으로 발전하는 데 어떤 영향을 미치는지 조사하는 추후 연구가 계속되어야 할 것이다.

지식 구성의 '심화 수준의 토의'는 과학적 용어나 표현의 의미를 평가하거나 증강현실 관찰 결과를 해석하면서 학생이 가진 생각을

과학적으로 설명하는 과정에서 나타났다. 일부 학생은 과학적 용어나 표현을 혼용하다가 ‘심화 수준의 토의’ 과정에서 명확하게 이해해 나가는 모습을 보였다. 아래의 예시는 토의 전 학생이 어떻게 과학적 용어나 표현을 혼용하고 있었는지 보여준다. ‘심화 수준의 토의’가 이루어지기 전, 일부 학생은 입자의 배열이 ‘불규칙적’이라는 표현 대신 ‘활발하게 움직임’이라는 잘못된 과학적 표현을 사용하는 등 용어를 혼용하는 모습을 보였다. 학생이 과학적 용어나 표현을 혼용하는 모습은 활동지에서 ‘입자의 방향과 분포가 활발해진다’, ‘입자 배열이 넓어진다’, ‘입자 배열이 늘어났다’라고 작성한 것에서도 알 수 있다.

봉지가 부풀어 오르는 정도를 보고, 포도당 입자의 방향과 분포가 더 활발해지는 것을 알 수 있다.
(학생 3H 활동지)

물의 상태가 고체에서 기체로 갈수록 배열이 넓어진다.
용액의 양이 늘면 운동하는 포도당 입자의 배열이 늘어남.
(학생 4L 활동지)

이러한 학생의 과학적 용어나 표현 혼용은 ‘심화 수준의 토의’를 통해 개선되는 모습을 보였다. 학생은 ‘심화 수준의 토의’에서 증강현실을 통해 관찰한 것을 적절하게 표현하는 과학적 용어나 표현을 동료 학생과 함께 합의해나갔다. 과학적 용어나 표현에 대한 ‘심화 수준의 토의’는 특히 입자의 운동이나 분포와 관련된 내용을 토의하는 과정에서 나타났다. 예를 들어 3조의 학생은 증강현실을 통해 관찰한 입자의 운동 방향을 어떤 용어를 사용하여 서술해야 하는지 고민하였다. 학생은 동료 학생과 함께 용어를 다른 종류의 입자인 에탄올에 활용해보기도 하고 다른 상황인 입자의 배열에 활용해보기도 하며 용어의 의미 차이를 비교하고 적절성을 평가하였다. 이러한 토의를 거쳐 학생은 관찰한 것을 어떤 과학적 용어나 표현으로 나타낼 것인지 동료 학생과 합의하였으며 이로써 자기 생각을 보다 명료하게 설명할 수 있게 되었다.

L: -20℃에서 20℃로 온도가 높아지면 입자가 움직이는 방향은 뭐라고 해야 해? 무작위라 해야 해? 불규칙적?
H: -20℃에서 20℃로 온도가 높아지면 입자가 움직이는 방향은 무작위로 움직인다? 아 아니야. 임의로 움직인다? 불규칙으로 해야 하나? 불규칙적이다?
L: 어, 불규칙적이라 하자. 에탄올 입자의 움직임도 불규칙적이겠지?
H: 어.
L: -20℃에서 20℃로 온도가 높아지면 물 입자의 배열은?
H: 이것도 불규칙적인 거 아닌가?
L: 불규칙적이라는 게 배열을, 배열을 말할 때 규칙적이다, 불규칙적이다고 말하고
H: 아. 움직이는 방향은 그럼 무작위 운동이며!
L: 어 그러네.
H: 아 배열이 그거고. 이거 그거구나.
L: 그럼 배열은 불규칙적.
H: 그럼 두 개 다 무작위, 무작위 운동 맞지?
L: 응.
(3조 끊는점)

또 다른 예시로, 2조의 학생은 정적인 상태를 나타내는 용어인 ‘제

자리’와 동적인 상태를 나타내는 용어인 ‘운동’의 의미가 충돌하여 ‘제자리 운동’이 어떤 모습의 운동인지 이해하기 어려워하였으며, ‘좁은 범위 내에서 움직이는 모습’으로 추측하였다. 학생은 증강현실을 다시 관찰하여 입자의 위치가 이동하지 않는 것을 관찰하였고, 이를 동료 학생과 공유하고 토의하여 제자리 운동이 좁은 범위 내에서 움직이는 것이 아니라 자리를 이동하지 않는 운동이라고 합의하였다. 즉 학생은 익숙하지 않은 용어의 의미를 증강현실에서 제공된 정보로부터 파악할 수 있었다.

H: 너 제자리 운동, 무작위 운동 구분할 줄 알아?
L: 무작위는 (넓은 범위에서 무작위로 펜을 움직이며) 이렇게, 이렇게, 이렇게 하는 거고, 제자리는 (좁은 범위에서 펜을 무작위로 움직이며) 이렇게. 제자리는 가만히 있는 건가?
(2조 끊는점)

과학은 다양한 현상을 설명하기 위해 비일상적이고 특별한 용어로 표현되는 경우가 많으며, 일상 용어로 과학을 이해하는 것은 쉽지 않다(Geelan *et al.*, 2005). 과학적 용어에 대한 이해는 과학 개념 학습과 밀접한 관련이 있으므로(Rincke, 2011), 학생은 과학 개념을 학습하기 위해 과학 용어의 의미를 구분하여 사용할 수 있어야 한다. Haug & Ødegaard(2014)의 연구에서는 과학적 용어에 대한 이해 수준이 낮은 학생은 탐구를 통해 개념을 학습하는 데 한계가 있는 것으로 보고하기도 하였다. 따라서 교사는 학생이 과학적 용어와 표현에 익숙해지고 의미를 명확하게 이해할 수 있도록 적극적으로 기회와 환경을 제공해주어야 한다. 예를 들어 동료 학생과 과학적 용어나 표현에 대해 토의하고 의미를 합의해나가는 기회를 제공한다면 과학 개념에 대한 이해를 높여 지식 형성을 촉진할 수 있을 것이다. 또한 이 연구의 사례와 같이 증강현실을 학습 도구로 활용할 수 있는 환경을 제공한다면 익숙하지 않거나 불명확하게 알고 있는 용어의 의미를 증강현실이 제공하는 정보로부터 파악할 수 있을 것이다.

2. 지식 형성 과정과 특징

테크놀로지 기반 소집단 학습 상황에서 학생의 지식 형성 과정을 누적 영향 값 그래프로 시각화하여 분석한 Lämsä *et al.*(2018)에서는 테크놀로지 활용에 어려움을 겪는 학생 상당수가 누적 영향 값이 상승하지 않는 모습을 보여주었다. 그러나 이 연구의 증강현실을 활용한 소집단 학습 상황에서 학생의 지식 형성 과정을 누적 영향 값 그래프로 시각화했을 때, 모든 학생의 누적 영향 값 그래프는 우상향하는 형태로 나타났다. 즉 성취도 상위 학생과 성취도 하위 학생 모두 증강현실을 활용한 소집단 학습을 통해 목표 개념을 올바르게 형성해 나갔다. 이는 증강현실이 학습 도구로써 효과적으로 활용되어 학생의 지식 형성을 지원할 수 있었음을 보여준다. 실제로 학생은 증강현실을 활용하는 것이 어렵지 않으며, 용해도와 끊는점 개념을 입자적 관점에서 이해하는 데 증강현실이 유용하게 활용되었다고 진술했다.

증강현실을 활용하는 것은 어렵지 않았고, 증강현실 덕분에 입자의 관점에서 학습할 수 있게 되어서 용해도나 끊는점 개념을 이해하기 더욱 편했어요.
(학생 1H 면담)

특히 일부 학생은 증강현실로 입자를 볼 때 ‘진짜’ 입자가 보이는 것처럼 느끼는 반면, 동영상으로 입자를 볼 때는 ‘그림’이 보이는 것처럼 느껴질 것 같다고 응답하였다. 이는 실제 배경에 가상 객체인 입자가 같은 위치에 겹쳐서 실제로 움직이는 것처럼 보이는 점이 입자 모형을 실제적으로 느끼게 하였으며 증강현실이 실제 세계에 대한 인식을 향상하는 도구로 활용되었음을 보여준다. 또한 학생은 동영상 이 정해진 순서에 따라 일방적으로 정보를 제공하는 것과는 달리, 증강현실이 조작을 통해 정보 탐색에 참여할 수 있다는 점을 학습 도구로서의 장점으로 평가하였다.

증강현실로 보면 저 비커에 진짜 그 입자가 보이는 것처럼 보이는데 아마 동영상으로 봤으면은 그냥 그 그림이 보이는 느낌으로 보일 것 같아요.

(학생 4L 면담)

동영상으로 본다면 지루할 것 같은데요. 직접 하는 것과 보는 것은 다르잖아요. 우리가 TV를 봐도 여행 가는 걸 보면 가보고 싶다고 생각하잖아요. 그런 거랑 심리가 똑같은 것 같아요.

(학생 3H 면담)

하지만 각 차시에서 소집단별로 누적 영향 값 그래프를 비교한 결과, 소집단 내 개별 학생의 누적 영향 값에는 차이가 있었다. 증강현실을 활용한 소집단 활동을 통해 두 학생이 각각 어느 정도 지식을 형성했는지 비교하기 위해 활동이 마무리되는 시점에서의 누적 영향 값 차이에 주목하였다. 그 결과, 1조 용해도, 2조 용해도 및 끓는점, 4조 용해도 차시에서는 Figure 2와 같이 두 학생의 누적 영향 값이 차이를 보였지만, 1조 끓는점, 3조 용해도 및 끓는점, 4조 끓는점 차시에서는 Figure 3과 같이 두 학생의 누적 영향 값이 차이를 거의 보이지 않았다. 이 연구에서는 두 학생의 누적 영향 값이 차이가 있는 집단과 차이가 거의 없는 집단에 대해 각각 누적 영향 값이 서로 다른 유형과 누적 영향 값이 유사한 유형으로 구분한 후 두 학생의 지식 형성 과정에서 나는 담화가 어떠한 차이가 있었는지 분석함으로써 그 원인을 조사하였다.

누적 영향 값이 서로 다른 유형을 분석했을 때, 성취도 하위 학생의 영향 값은 연속적으로 0을 기록하지만, 성취도 상위 학생의 영향 값은 +1을 연속적으로 기록하는 경우가 존재하였다. 이는 성취도 상위 학생과 성취도 하위 학생의 누적 영향 값에 격차를 만들어 두 학생의 최종적인 영향 값에 대한 차이를 유발하였다. 이러한 구간에서 두 학생 사이의 담화 유형은 대부분 지식 공유의 ‘기초 수준의 토의’로

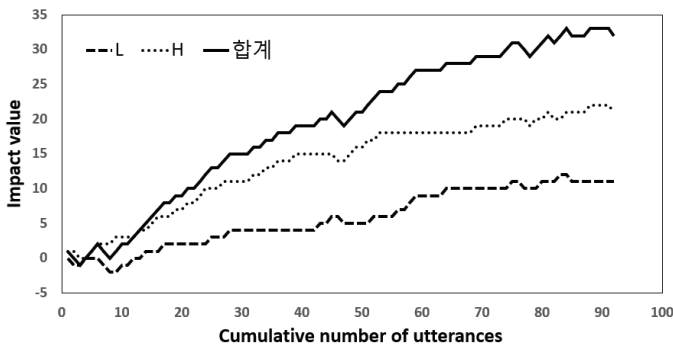


Figure 2. Development of two students' impact values in group 4 of solubility

나타났다. ‘기초 수준의 토의’에서 성취도 상위 학생은 과학 개념에 관한 설명 없이 즉각적인 답만을 제시하였으며, 성취도 하위 학생은 성취도 상위 학생의 해당 답을 활동지에 그대로 적으면서 비판 없이 수용하는 태도를 보였다. 이로 인해 성취도 상위 학생은 목표 개념에 대해 옳은 내용을 진술하여 누적 영향 값을 상승시켰지만, 성취도 하위 학생은 개념적 정오를 판단하지 않고 단순 응답하여 누적 영향 값이 변화하지 않았다. 아래는 이와 관련한 4조의 예시이다. 학생 4H는 ‘전체 물 입자의 개수는 일정하다’, ‘용해된 포도당 입자의 개수는 증가한다’, ‘전체 포도당 입자의 개수는 일정하다’와 같이 과학 개념에 대한 설명 없이 활동지의 문항에 대한 답만을 제시하면서 활동을 이어갔으며, 학생 4L은 학생 4H가 제시한 답을 활동지에 그대로 적으면서 수용하는 모습을 보였다.

H: 온도가 높을수록 전체 물 입자의 개수는 일정하다. (+1)

L: 온도가 높을수록... (0)

H: (활동지를 채우며) 온도가 높을수록 용해된 포도당 입자의 개수는 증가. (+1)

L: 아, 온도가 높을수록... (0)

H: (다른 문항을 풀며) 개수는 감소한다. 온도가 높을수록 전체 포도당 입자의 개수는 일정하다. (+1)

(4조 용해도)

이와 같은 성취도 상위 학생과 성취도 하위 학생의 역할 차이는 누적 영향 값이 서로 다르게 나타나는 요인으로 작용하였다. 성취도 상위 학생이 ‘짜깁에게 알려줄 때는 그냥 답만 알려주거나 활동지를 보여주고 끝냈어요’라고 응답한 것은 일부 소집단의 담화가 비록 지식 형성 담화일지라도 일방적인 담화로 이루어져 성취도 하위 학생의 능동적인 지식 형성을 제한하였다는 점을 뒷받침한다.

짜깁한테 활동지 문제에 대해서 알려줄 때는 그냥 답만 알려주거나 제가 쓴 활동지 보여주고 알아서 했어요.

(학생 4H 면담)

두 학생의 누적 영향 값이 유사한 유형에서도 ‘기초 수준의 토의’가 자주 있었지만, 두 학생의 역할이 달랐기 때문에 이때는 두 학생의 누적 영향 값 차이가 거의 발생하지 않았다. 누적 영향 값이 유사한 유형에서 성취도 하위 학생은 성취도 상위 학생이 제시한 답을 일방적으로 수용하지 않고 한 번 더 확인하는 질문을 제시하거나 적극적으로 의문을 제기함으로써 목표 개념을 수용하기 위해 능동적으로

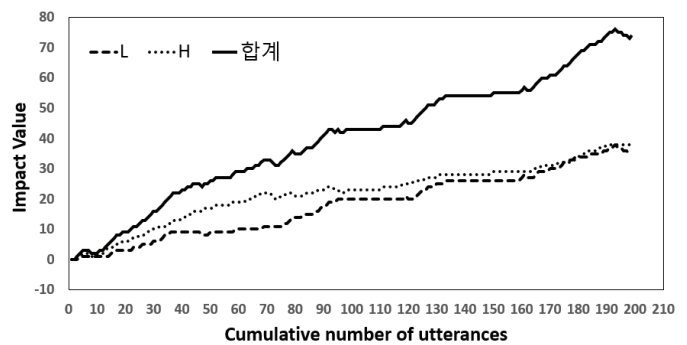


Figure 3. Development of two students' impact values in group 1 of boiling point

학습하는 모습을 보여주었다. 그 결과 성취도 상위 학생과 성취도 하위 학생 모두 영향 값을 +1씩 누적시키며 비슷한 지식 형성 과정을 보여주었다. 아래는 증강현실을 통해 포도당 용액을 관찰한 후 활동지에 입자적 특징을 작성하는 과정에서 두 학생 모두 능동적인 태도로 ‘기초 수준의 토의’를 나누는 모습을 보여주는 예시이다. 학생 3L은 입자의 보존, 운동, 분포와 관련하여 학생 3H가 제시한 정보를 그대로 수용하지 않고 ‘무작위 맞지?’, ‘배열은 불규칙 맞지?’ 등과 같이 활동지 답을 확인하는 질문을 하였다. 또한 학생 3H가 제시한 답을 납득하기 어려운 상황에서 학생 3L은 증강현실을 관찰한 결과를 토대로 ‘근데 용해되지 않은 포도당은 다 밑에 있고 용해된 포도당 하나만 위로 올라가 있잖아’와 같이 의문을 제기하며 논의에 참여하였다.

- L: (용해된 포도당 입자의 운동, 배열, 분포, 크기에 대한 활동지 질문에 대해 답하며) (운동은) 무작위, (배열은) 불규칙, (분포는) 퍼져 있다, 크기는 동일. (+1)
 - H: 용해된 포도당 입자의 운동은 다 무작위 맞지? 배열은 다 불규칙 맞지? (+1)
 - L: (증강현실을 다시 관찰하며) 배열은 불규칙, 분포는 퍼져 있다 맞네. (+1)
 - H: (증강현실을 통해 용해되지 않은 포도당 입자를 보며) 애는 한 곳에 모여 있으니까... 분포가 한 곳에 모여 있는 것이 맞지? (+1)
 - L: 다 밑에 있으니까 맞지. (+1)
 - H: 근데 용해되지 않은 포도당은 다 밑에 있고 용해된 포도당 하나만 (가라앉지 않고) 저기 위로 올라가 있잖아. (+1)
 - L: 아, 그러네. (+1)
 - H: 아닌가? (0)
 - L: 아니, 그렇게 해도 될 것 같아. 용해된 포도당 입자의 분포는 퍼져 있고, 용해되지 않은 포도당 입자의 분포는 한곳에 모여 있다. (+1)
- (3조 끊는점)

한편 누적 영향 값이 서로 다른 유형에서는 ‘심화 수준의 토의’와 ‘다른 수준에서의 공유 및 비판’이 거의 나타나지 않았다. 그러나 누적 영향 값이 유사한 유형에서는 ‘심화 수준의 토의’와 ‘다른 수준에서의 공유 및 비판’이 상당한 비중을 차지하였다.

누적 영향 값이 유사한 유형의 ‘심화 수준의 토의’에서 성취도 하위 학생은 ‘기초 수준의 토의’에서 보여줬던 모습과 유사하게 성취도 상위 학생의 설명에 대해 능동적으로 확인하는 모습을 보였다. 그리고 한 단계 나아가 자신의 수준에서 할 수 있는 설명을 덧붙임으로써 성취도 상위 학생과 함께 +1의 영향 값을 기록할 수 있었다. 아래는 이와 관련한 4조의 한 예시이다. ‘갈륨 고체를 손에 올려놓으면 녹아서 흐르는 이유’를 토의하는 상황에서 학생 4L은 학생 4H의 답을 그대로 수용하지 않고 ‘수업 영상에서 녹는점이 28℃ 근처라고 했어’라고 응답하며 학습한 내용을 바탕으로 학생 4H의 답을 확인하였다. 또한 학생 4L은 ‘이 물질은 갈륨이야’, ‘맞아, 얼음의 녹는점이 36.5℃보다 낮기 때문이야’와 같이 학생 4H의 설명을 수정하거나 보완하며 주체적으로 지식을 형성하는 모습을 보였다.

- H: (활동지의 질문을 읽으며) 갈륨 고체를 손에 올려놓으면 녹아서 흘러 내린다. 딱딱한 금속이 어떻게 손에 올려만 놓아도 녹아 흐르는지 생각해보자. (0)

- H: 이러한 이유는 녹는점이 낮기 때문이야. (+1)
 - L: 맞아. 아까 수업 영상에서 녹는점이 28℃ 근처라고 했어. (+1)
 - H: 어? 물의 녹는점은 0℃잖아. (+1)
 - L: 이 물질은 갈륨이야. (+1)
 - H: 아 그러네. 근데 똑같은 이유로 얼음도 손에 올려놓으면 녹잖아. (+1)
 - L: 맞지. 얼음의 녹는점이 36.5℃보다 낮기 때문이야. (+1)
- (4조 끊는점)

‘다른 수준에서의 공유 및 비판’은 지식 형성 담화의 유형과 특징에서 살펴본 바와 같이 ‘기초 수준의 토의’가 발전되어 나타난 경우가 많았다. 누적 영향 값이 유사한 유형에서 성취도 하위 학생은 성취도 상위 학생의 답에 대해 능동적인 학습 과정을 통한 ‘기초 수준의 토의’에 참여하였는데, 이러한 능동적인 모습이 ‘다른 수준에서의 공유 및 비판’으로 담화 수준이 발전하는 기회를 제공한 것으로 보인다. ‘다른 수준에서의 공유 및 비판’에서 성취도 하위 학생은 증강현실을 근거로 하여 성취도 상위 학생의 설명을 교정하고 설득함에 따라 성취도 상위 학생과 함께 지식을 형성해 나갔다. 아래는 온도가 높아질 때 입자의 크기가 커진다는 오류를 범하는 학생 1H에게 학생 1L이 증강현실을 활용하여 입자의 크기가 변하지 않음을 확인시켜 주면서 학생 1H의 생각을 교정하는 모습을 보여주는 예시이다.

- L: (물 입자의) 크기는 동일하다고 하는 게 맞겠지. (+1)
 - H: 몰라. 나 커진다고 했는데. (-1)
 - L: 커져? (0)
 - H: 동일한가? (0)
 - L: (증강현실을 확인한 뒤) 안 커지는데? (+1)
 - H: 그럼 동일하다. (+1)
- (1조 끊는점)

학생의 지식 형성 과정을 누적 영향 값 그래프로 나타낸 결과를 종합하면, 두 학생이 활동에 어떻게 참여하는지에 따라 같은 ‘기초 수준의 토의’를 주고받더라도 지식이 형성되는 정도가 다르게 나타났다. 또한 누적 영향 값이 유사한 유형에서는 특징적으로 ‘심화 수준의 토의’와 ‘다른 수준에서의 공유 및 비판’이 상당수 나타나 두 학생이 정교화 과정을 통해 함께 지식을 형성해 가는 모습을 보였다. 따라서 교사는 성취도 하위 학생의 능동적인 참여 속에서 두 학생이 함께 지식을 형성해 나갈 수 있도록 증강현실을 활용한 소집단 활동에서 학생의 역할을 조절할 필요가 있다. 그리고 학생이 증강현실을 근거로 동료 학생의 설명을 교정하고 설득하면서 지식을 형성해 나간 것으로 미루어봤을 때, 활동지나 증강현실 관찰 결과에 근거해서 담화에 참여하도록 한다면 학생의 의미 있는 학습을 더욱 높일 수 있을 것이다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 중학생의 증강현실을 활용한 소집단 학습 환경에서 나타나는 지식 형성 담화의 유형과 지식 형성 과정을 조사하고, 그 특징을 분석하였다. 연구 결과 증강현실을 매개로 한 담화에서 학생은 즉각적으로 정보를 교환하는 지식 공유뿐 아니라 정보의 심층적인 이해를 촉진하는 지식 구성에도 상당한 비율로 참여하였다. 지식 공

유에서는 ‘기초 수준의 토의’가 가장 높았고, ‘증강현실의 핵심 요소 확인’이 다음을 차지했으며, ‘사전 지식의 회상’은 거의 나타나지 않았다. 지식 구성에서는 ‘심화 수준의 토의’가 가장 높았다. 그다음으로 ‘다른 수준에서의 공유 및 비판’과 ‘현재의 설명 수준을 넘어서려는 노력’이 나타났으며, 두 하위 요소의 비율 차이는 크지 않았다. 이때 지식 구성의 ‘다른 수준에서의 공유 및 비판’과 ‘현재의 설명 수준을 넘어서려는 노력’은 지식 공유의 ‘증강현실의 핵심 요소 확인’과 ‘기초 수준의 토의’로부터 발전되어 나타난 경우가 상당수를 차지하였다. 지식 형성 과정을 시각화했을 때, 모든 학생의 누적 영향 값 그래프는 우상향하는 형태로 나타났다. 하지만 소집단별로 두 학생의 누적 영향 값은 유사하거나 차이가 있었다. 누적 영향 값이 유사한 유형에서는 누적 영향 값이 서로 다른 유형에서와 달리 성취도 상위 학생과 더불어 성취도 하위 학생도 능동적 학습에 참여하는 ‘기초 수준의 토의’가 나타났다. 또한 누적 영향 값이 유사한 유형에서는 지식 구성의 ‘심화 수준의 토의’와 ‘다른 수준에서의 공유 및 비판’이 차지하는 비중도 상당하였으며, 이러한 유형의 담화를 통해 두 학생이 함께 지식을 형성해 나가는 모습을 보였다.

이 연구는 증강현실을 활용한 소집단 학습 과정을 지식 형성 담화의 관점에서 분석한 탐색 연구로, 지식 형성 담화의 유형을 분석하고 나아가 담화 수준의 발전을 살펴볼 수 있었으며, 소집단 학습에 참여한 두 학생의 역할에 따른 지식 형성 정도의 차이와 지식을 함께 형성해 나가는 데 중요한 담화의 유형에 대해서도 탐색할 수 있었다. 이 연구 결과를 바탕으로 증강현실을 활용한 소집단 학습의 지식 형성을 촉진하는 방안을 아래와 같이 제안하였다.

두 학생이 ‘기초 수준의 토의’와 ‘현재 수준을 넘어서려는 노력’에 관한 담화를 주고받는 동안 정보 교환은 주로 성취도 상위 학생에 의해 일방적으로 이루어졌다. 이러한 성취도 상위 학생의 일방적인 설명 제시에 대해 성취도 하위 학생이 수동적인 태도로 일관한다면 증강현실을 활용한 소집단 학습을 통한 실질적인 지식 형성을 제한할 수 있다. 따라서 교사는 학생의 담화가 성취도 상위 학생의 일방적인 답 제시 형태로 이루어지지 않는지 주의하며 두 학생의 능동적인 참여 속에서 함께 지식을 형성해 나갈 수 있도록 학생의 역할을 조절할 필요가 있다. 예를 들어 소집단 활동에 참여하는 학생이 각자 자기 생각을 밝히고 이를 바탕으로 논의하도록 하거나 상대방의 생각이 자기 생각과 달랐던 점을 적어보게 한다면 학생들이 본인의 생각을 더욱 능동적으로 표현하도록 하는 데 도움을 줄 것이다.

학생은 입자의 보존, 운동, 분포 관점에서 과학적 표현을 혼용해서 사용하는 등 과학적 용어나 표현의 적절성 측면에서 미흡한 모습을 보였으므로, 교사는 학생이 과학적 용어와 표현에 익숙해질 수 있도록 기회를 제공할 필요가 있다. 예를 들어 시각적 표상에 대한 관찰 결과를 글로 표현해보게 한 뒤에 이를 과학적 용어로 설명한 것과 비교하는 학습 전략을 활용해 볼 수 있다. 이는 학생이 용어의 의미를 명확히 구분하고 과학 개념을 명확히 이해하는 데 도움을 줄 것이다. 이와 동시에 과학적 용어에 대한 이해를 바탕으로 이를 거시적 수준과 연계하도록 지도하는 것이 필요하다. 이때 입자의 운동, 분포 관점 보다는 보존 관점에서 거시적 수준과 연계가 주를 이루었다는 점은 학생에게 다양한 관점에서 연계의 기회를 높일 필요가 있음을 시사한다.

학생이 증강현실을 입자 모형 관찰 도구로 활용하는 데에서 나아가

자신의 의견을 뒷받침하기 위한 도구로 활용하도록 촉진하는 것도 필요하다. 증강현실의 활용은 공간적 배치를 바탕으로 입자의 종류를 추론하도록 안내함으로써 입자의 시각화를 지원하였고, 거시적 현상에 대한 미시적 수준의 통합적 이해에 도움을 주는 도구로 유용하게 활용되었다. 또한 증강현실이 제공하는 정보는 학생이 거시적 수준과 미시적 수준의 정보를 연결하는 활동에서 어려움을 겪을 때 두 수준의 정보를 연결하는 데 도움을 제공하였다. 가상 배경 상황을 주로 나타내는 동영상이나 가상현실(virtual reality)과 다르게 증강현실은 실제 배경에 컴퓨터 그래픽으로 구현한 가상 객체를 겹쳐서 볼 수 있도록 하므로, 학생이 실제 배경에서 추상적인 개념인 입자가 어떻게 움직이는 동시에 관찰하면서 두 수준의 통합적 이해를 높일 수 있다. 이와 더불어 성취도 하위 학생은 증강현실 관찰 결과를 근거로 동료 학생을 교정하고 설득하면서 능동적인 학습에 참여할 수 있었다. 이처럼 증강현실의 관찰과 활용이 학생의 통합적 이해를 높이고 능동적인 담화로 이끌 수 있었다는 점은 학습 도구로서 증강현실의 역할과 그 가능성을 보여준다.

한편 이 연구의 증강현실을 활용한 소집단 학습 상황에서 학생은 ‘기초 수준의 토의’가 ‘다른 수준에서의 공유 및 비판’으로 발전되거나 ‘증강현실의 핵심 요소 확인’이 ‘현재의 수준을 넘어서려는 노력’으로 발전되는 담화를 통해 지식을 형성해 나갔다. 이와 유사한 상황에서 학생 사이의 담화가 어떻게 발전되어 가는지 지식 형성 담화 관점에서 조사하는 연구가 계속해서 이루어질 필요가 있다. 특히 ‘기초 수준의 토의’나 ‘증강현실의 핵심 요소 확인’이 다른 유형의 담화로 어떻게 발전되는지 조사해야 한다. 또한 이 연구에서는 증강현실을 활용한 학습 상황에서 4개 소집단의 담화를 분석하여 지식 형성 담화의 유형과 지식 형성 과정을 탐색하였다. 연구 결과를 일반화하기에는 연구 대상의 수가 적으므로 분석 결과의 신뢰성을 확보하고 일반화하기 위해서는 더 많은 수의 소집단에서 나타난 담화를 분석하는 연구가 계속해서 이루어져야 할 것이다. 이와 더불어 소집단에 제공된 증강현실의 개수나 소집단 크기가 지식 형성의 변수가 될 수 있으므로 추후에는 제공된 증강현실의 개수나 소집단 크기를 다르게 했을 때 나타나는 지식 형성 담화의 유형과 지식 형성 과정을 조사함으로써 증강현실을 활용한 최적의 소집단 학습 환경을 탐색하는 연구도 필요하다.

국문요약

이 연구에서는 증강현실을 활용한 소집단 학습에서 나타나는 중학생의 지식 형성 담화의 유형과 지식 형성 과정을 탐색하였다. 서울시 소재의 남녀공학 중학교 2학년 학생 8명이 증강현실을 활용하여 용해도 개념, 끓는점과 녹는점 개념에 대한 소집단 학습에 참여하였다. 수업은 2차시에 걸쳐 이루어졌으며 모두 녹음 및 녹화하였다. 이후, 연구에 참여한 학생들은 반구조화된 면담에 참여하였다. 지식 형성 담화의 유형에서 지식 공유와 지식 구성의 비율은 비슷하게 나타났다. 지식 공유에서는 기초 수준의 토의, 증강현실의 핵심 요소 확인의 순으로 나타났고, 사전 지식의 회상은 거의 나타나지 않았다. 지식 구성에서는 심화 수준의 토의가 가장 높았고, 그다음으로 다른 수준에서의 공유 및 비판과 현재의 설명 수준을 넘어서려는 노력이 나타났으며, 두 요소의 비율은 유사하였다. 지식 공유의 하위 요소인 기초

수준의 토의와 증강현실의 핵심 요소 확인은 지식 구성의 하위 요소인 현재의 설명 수준을 넘어서려는 노력과 다른 수준에서의 공유 및 비판으로 발전되어 나타났다. 지식 형성 과정을 시각화했을 때, 모든 학생의 누적 영향 값 그래프는 우상향하는 형태로 나타났지만, 소집단별로 두 학생의 누적 영향 값은 차이가 나타나는 경우가 있었다. 이상의 연구 결과를 통해 증강현실을 활용한 중학생의 소집단 학습 촉진 방안을 제시하였다.

주제어 : 증강현실(AR), 소집단 학습, 지식 형성 담화, 지식 형성 과정

References

- Arvaja, M., Häkkinen, P., Rasku-Puttonen, H., & Eteläpelto, A. (2002). Social processes and knowledge building during small group interaction in a school science project. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 46(2), 161-179.
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385.
- Benson, D. L., Wittrock, M. C., & Baur, M. E. (1993). Students' preconceptions of the nature of gases. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(6), 587-597.
- Bower, M., Howe, C., McCredie, N., Robinson, A., & Grover, D. (2014). Augmented reality in education-cases, places and potentials. *Educational Media International*, 51(1), 1-15.
- Cai, S., Chiang, F.-K., & Wang, X. (2013). Using the augmented reality 3D technique for a convex imaging experiment in a physics course. *International Journal of Engineering Education*, 29(4), 856-865.
- Cai, S., Wang, X., & Chiang, F.-K. (2014). A case study of augmented reality simulation system application in a chemistry course. *Computers in Human Behavior*, 37, 31-40.
- Chang, H.-Y., & Linn, M. C. (2013). Scaffolding learning from molecular visualizations. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(7), 858-886.
- Chen, B., Resendes, M., Chai, C. S., & Hong, H. Y. (2017). Two tales of time: Uncovering the significance of sequential patterns among contribution types in knowledge-building discourse. *Interactive Learning Environments*, 25(2), 162-175.
- Cheng, M. M. W., & Gilbert, J. K. (2014). Students' visualization of metallic bonding and the malleability of metals. *International Journal of Science Education*, 36(8), 1373-1407.
- Cheng, Y. W., Wang, Y., Cheng, I. L., & Chen, N. S. (2019). An in-depth analysis of the interaction transitions in a collaborative augmented reality-based mathematic game. *Interactive Learning Environments*, 27(5-6), 782-796.
- Chiang, T. H., Yang, S. J., & Hwang, G. J. (2014). Students' online interactive patterns in augmented reality-based inquiry activities. *Computers & Education*, 78, 97-108.
- Chiu, J. L., & Linn, M. C. (2012). The role of self-monitoring in learning chemistry with dynamic visualizations. In A. Zohar, & Y. J. Dori (Eds.), *Metacognition in science education: Trends in current research* (pp. 133-163). Dordrecht, NL: Springer.
- Choi, W., Ha, H., & Kim, H.-B. (2021). Exploring students' epistemological framing shift and sophistication of models in a modeling-based instruction in genetics. *Biology Education*, 49(2), 251-265.
- Garzón, J., Kinshuk, Baldiris, S., Gutiérrez, J., & Pavón, J. (2020). How do pedagogical approaches affect the impact of augmented reality on education? A meta-analysis and research synthesis. *Educational Research Review*, 31, 100334.
- Geelan, D., Larochelle, M., & Lemke, J. L. (2005). The laws of science. In J. Wallace, & W. Louden (Eds.), *Dilemmas of science teaching: Perspectives on problems of practice* (pp. 22-35). London, UK: Routledge.
- Georgiou, Y., & Kyza, E. A. (2021). Bridging narrative and locality in mobile-based augmented reality educational activities: Effects of semantic coupling on students' immersion and learning gains. *International Journal of Human-Computer Studies*, 145, 102546.
- Han, S., & Lim, C. I. (2020). Research trends on augmented reality education in Korea from 2008 to 2019. *Journal of Educational Technology*, 36(3), 505-528.
- Haug, B. S., & Ødegaard, M. (2014). From words to concepts: Focusing on word knowledge when teaching for conceptual understanding within an inquiry-based science setting. *Research in Science Education*, 44(5), 777-800.
- Hmelo-Silver, C. E. (2003). Analyzing collaborative knowledge construction: Multiple methods for integrated understanding. *Computers & Education*, 41(4), 397-420.
- Hogan, K., Nastasi, B. K., & Pressley, M. (1999). Discourse patterns and collaborative scientific reasoning in peer and teacher-guided discussions. *Cognition and Instruction*, 17(4), 379-432.
- Ibáñez, M. B., Di Serio, Á., Villarán, D., & Kloos, C. D. (2014). Experimenting with electromagnetism using augmented reality: Impact on flow student experience and educational effectiveness. *Computers & Education*, 71, 1-13.
- Jeon, Y.-E., & Hong, H.-G. (2022). The effect of teaching and learning method using mobile augmented reality(MAR) according to scaffolding types on chemistry academic achievement, learning flow, and learning motivation. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 22(15), 275-293.
- Jeon, Y.-E., Ji, J.-Y., & Hong, H.-G. (2022). The effect of process oriented guided inquiry learning using mobile augmented reality on science achievement, science learning motivation, and learning flow in chemical bond. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 42(3), 357-370.
- Kim, H. (2018) Augmented reality trends in educational research: Through a systematic review of Korean literature. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 22(3), 397-407.
- King, A. (1994). Guiding knowledge construction in the classroom: Effects of teaching children how to question and how to explain. *American Educational Research Journal*, 31(2), 338-368.
- Kittleson, J. M., & Southerland, S. A. (2004). The role of discourse in group knowledge construction: A case study of engineering students. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(3), 267-293.
- Knain, E., Fredlund, T., & Furberg, A. (2021). Exploring student reasoning and representation construction in school science through the lenses of social semiotics and interaction analysis. *Research in Science Education*, 51(1), 93-111.
- Lämsä, J., Hämäläinen, R., Koskinen, P., & Viiri, J. (2018). Visualising the temporal aspects of collaborative inquiry-based learning processes in technology-enhanced physics learning. *International Journal of Science Education*, 40(14), 1697-1717.
- Lee, J., Lee, B., & Noh, T. (2018). A comparison of middle school students' macroscopic and microscopic conceptions related to the properties of substances. *Journal of the Korean Chemical Society*, 62(3), 243-252.
- Lee, J., Park, G., & Noh, T. (2020). Development and application of the multiple representation-based learning strategies using augmented reality on the concept of the particulate nature of matter. *Journal of The Korean Association For Science Education*, 40(4), 375-383.
- Lehesvuori, S., Viiri, J., Rasku-Puttonen, H., Moate, J., & Helaakoski, J. (2013). Visualizing communication structures in science classrooms: Tracing cumulativity in teacher-led whole class discussions. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(8), 912-939.
- Lim, H., & Noh, T. (2001). Verbal interactions in heterogeneous small-group cooperative learning. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 21(4), 668-676.
- Lin, H. S., Cheng, H. J., & Lawrenz, F. (2000). The assessment of students and teachers' understanding of gas laws. *Journal of Chemical Education*, 77(2), 235.
- Lin, T.-J., Duh, H. B.-L., Li, N., Wang, H.-Y., & Tsai, C.-C. (2013). An investigation of learners' collaborative knowledge construction performances and behavior patterns in an augmented reality simulation system. *Computers & Education*, 68, 314-321.
- Mercer, N. (1996). The quality of talk in children's collaborative activity in the classroom. *Learning and Instruction*, 6(4), 359-377.
- Na, J., & Yoon, H. (2021) Analysis of domestic and foreign science education research trends using augmented reality-Focusing on implications for research in elementary science education. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 40(1), 22-35.
- Nachairit, A., & Srisawasdi, N. (2015). Using mobile augmented reality for chemistry learning of acid-base titration: Correlation between motivation and perception. In H. Ogata, W. Chen, S. C. Kong, & F. Qiu (Eds.), *Proceedings of the 23rd International Conference on Computers in Education* (pp. 519-528). Ishikawa, JP: Asia-Pacific Society for Computers in Education.
- Nattiv, A. (1994). Helping behaviors and math achievement gain of students using cooperative learning. *The Elementary School Journal*, 94(3), 285-297.
- Nichols, K., Gillies, R., & Hedberg, J. (2016). Argumentation-based collaborative inquiry in science through representational work: Impact on primary students' representational fluency. *Research in Science*

- Education, 46(3), 343-364.
- Nichols, K., Hanan, J., & Ranasinghe, M. (2013). Transforming the social practices of learning with representations: A study of disciplinary discourse. *Research in Science Education*, 43(1), 179-208.
- Noddings, N. (1989). Theoretical and practical concerns about small groups in mathematics. *The Elementary School Journal*, 89(5), 607-623.
- Park, J., Park, Y., & Kang, S. (2013). Analysis of the level of cognitive demands about concepts of the changes of state and kinetic theory on 'Science 1' textbooks in junior high school (III). *Journal of the Korean Chemical Society*, 57(5), 640-655.
- Rinke, K. (2011). It's rather like learning a language: Development of talk and conceptual understanding in mechanics lessons. *International Journal of Science Education*, 33(2), 229-258.
- Samon, S., & Levy, S. T. (2020). Interactions between reasoning about complex systems and conceptual understanding in learning chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 57(1), 58-86.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (1993). Technologies for knowledge-building discourse. *Communications of the ACM*, 36(5), 37-41.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2014). Knowledge building and knowledge creation: Theory, pedagogy, and technology. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 397-417). New York, NY: Cambridge University Press.
- Shin, S., Kim, H., Noh, T., & Lee, J. (2020a). High school students' verbal and physical interactions appeared in collaborative science concept learning using augmented reality. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 40(2), 191-201.
- Shin, S., Noh, T., & Lee, J. (2020b). An exploration of learning environment for promoting conceptual understanding, immersion and situational interest in small group learning using augmented reality. *Journal of the Korean Chemical Society*, 64(6), 360-370.
- Singer, J. E., Tal, R., & Wu, H. K. (2003). Students' understanding of the particulate nature of matter. *School Science and Mathematics*, 103(1), 28-44.
- Song, N., Shin, K. D., & Noh, T. (2022). Analysis of middle school students' verbal and physical interactions of group size in small group learning using augmented reality. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 42(5), 557-566.
- Stieff, M. (2011). Improving representational competence using molecular simulations embedded in inquiry activities. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(10), 1137-1158.
- Thompson, K., Ashe, D., Carvalho, L., Goodyear, P., Kelly, N., & Parisio, M. (2013). Processing and visualizing data in complex learning environments. *American Behavioral Scientist*, 57(10), 1401-1420.
- van Aalst, J. (2009). Distinguishing knowledge-sharing, knowledge-construction, and knowledge-creation discourses. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 4(3), 259-287.
- van Boxtel, C., van der Linden, J., & Kanselaar, G. (2000). Collaborative learning tasks and the elaboration of conceptual knowledge. *Learning and Instruction*, 10(4), 311-330.
- Waldrup, B., Prain, V., & Carolan, J. (2010). Using multi-modal representations to improve learning in junior secondary science. *Research in Science Education*, 40(1), 65-80.
- Wilkerson-Jerde, M. H., Gravel, B. E., & Macrander, C. A. (2015). Exploring shifts in middle school learners' modeling activity while generating drawings, animations, and computational simulations of molecular diffusion. *Journal of Science Education and Technology*, 24(2), 396-415.
- Yang, Y., van Aalst, J., Chan, C. K., & Tian, W. (2016). Reflective assessment in knowledge building by students with low academic achievement. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 11, 281-311.
- Zhang, J., Scardamalia, M., Reeve, R., & Messina, R. (2009). Designs for collective cognitive responsibility in knowledge-building communities. *The Journal of the Learning Sciences*, 18(1), 7-44.
- Zhu, G., Scardamalia, M., Moreno, M., Martins, M., Nazeem, R., & Lai, Z. (2022). Discourse moves and emotion in knowledge building discourse and metadiscourse. *Frontiers in Education*, 7, 900440.

저자정보

송나윤(서울대학교 교육종합연구원 객원연구원)
 이예진(서울대학교 학생)
 신기덕(서울대학교 학생)
 노태희(서울대학교 교수)