

증강현실을 활용한 소집단 학습에서 도구 사용 환경에 따른 담화 비교

신석진¹, 김혜린², 노태희², 송나윤^{3*}
¹판곡중학교, ²서울대학교, ³서울대학교 교육종합연구원

Comparison of Discourse by Environments for Using Tools in Small Group Learning with Augmented Reality

Seokjin Shin¹, Haerheon Kim², Taehee Noh², Nayoon Song^{3*}

¹Pangok Middle School, ²Seoul National University, ³Center for Educational Research, Seoul National University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 30 March 2023

Received in revised form

13 April 2023

Accepted 14 April 2023

Keywords:

augmented reality (AR)
small group learning
environment for using tools
chemical bonding

ABSTRACT

In this study, we compared discourse by environments for using tools in terms of participation types, discourse types, and knowledge building processes. 24 first-year high school students were divided into six groups. They were assigned to the sharing tools environment, which used one marker and one smart device, or the individual tools environment, which used markers and smart devices individually. Students participated in small group learning using AR application based on the concept of chemical bonding. All classes were video- and audio-taped. Semi-structured interviews were conducted with six students who voluntarily agreed. The results of the study revealed that the sharing tools environment had a high proportion of one-student dominating type, while the individual tools environment had a high proportion of partly participating type and most students participating type. In the individual tools environment, the ratio of knowledge sharing and knowledge construction discourse was similar compared to the tool sharing environment, and the sub-discourse types were also diverse. In the sharing tools environment, only some students had a meaningful knowledge building process. On the other hand, in the individual tools environment, most of the group members constructed knowledge about the target concept, and had a meaningful knowledge building process. In addition, the misconceptions that appeared to some group members were corrected through small group discussions.

1. 서론

정보통신기술의 발달에 따라 증강현실(augmented reality; AR)과 같은 새로운 기술을 교육 목적으로 활용하려는 변화가 빠르게 확산되고 있다. 증강현실은 실제 환경 위에 컴퓨터 그래픽으로 구현한 가상 객체를 혼합하여 학습자에게 실감형 영상이나 이미지를 제공하는 기술로(Azuma, 1997), 실제 환경과 관련된 정보를 화면상에서 자유롭게 표현할 수 있다는 장점이 있다. 학생들은 증강현실 사용 과정에서 학습 내용에 관한 맥락을 이해할 수 있으며, 복잡한 현상을 자유롭게 탐색하면서 능동적 학습을 수행할 수 있다(Kye & Kim, 2008). 특히 과학교육 분야에서는 직접 관찰하거나 글로 설명하기 어려운 개념을 다루는 경우가 많은데, 증강현실의 활용은 이러한 개념을 시각화할 수 있는 장점이 있다. 예를 들어 증강현실은 자기력선, 체내 기관의 구조, 행성의 위치와 같이 추상적 개념을 실제 환경과 연결하여 제시할 수 있다(Ibáñez *et al.*, 2014). 이러한 장점을 바탕으로 디지털교과서에서는 증강현실을 포함한 학습 자료를 제공하거나 증강현실을 활용한 과학 실험 콘텐츠를 개발 및 보급하는 등 증강현실 기반의 학습 환경을 구축하기 위한 다양한 노력이 이루어지고 있다(Chang *et al.*, 2019; KOFAC, 2015).

증강현실을 사용하기 위해서는 가상 객체를 증강시키는 물리적

객체인 마커(marker)와 스마트 기기와 같은 디스플레이 매체(display device)가 필요하다(Azuma, 1997). 학생들은 마커와 스마트 기기를 직접 조작하면서 가상 객체를 탐색하고 설명하는 활동을 수행할 수 있으므로, 증강현실과 학습자 사이의 상호작용뿐만 아니라 학습자와 학습자 사이의 상호작용에도 참여할 수 있다(Diegmann *et al.*, 2015; Kye & Kim, 2008). 이에 증강현실을 소집단 학습에 접목한 연구들이 적지 않게 진행되었으며, 이는 전통적인 소집단 학습보다 개념 이해나 태도 등의 인지적·정의적 영역에서 긍정적인 효과를 보였다(Lee *et al.*, 2020; Phon *et al.*, 2014). 또한 증강현실을 활용한 소집단 학습은 학생 사이의 상호작용을 활성화하고 문제 해결력, 의사소통 능력, 협업 능력을 향상시키는 장점이 있는 것으로 나타났다(Dunleavy *et al.*, 2009; Matcha & Rambli, 2011).

소집단에 제공하는 학습 매체의 개수 차이는 학습자 사이의 상호작용 유형이나 관계, 토의를 통한 학습 방식 등에 영향을 미친다(Jeong & Hmelo-silver, 2016; Kirschner *et al.*, 2018). 이러한 맥락에서 증강현실을 활용한 소집단 학습의 효과는 증강현실을 구현하는 데 필요한 마커나 스마트 기기의 개수 차이에 따라 다르게 나타날 수 있다(Dalim *et al.*, 2017). 그러나 대부분의 연구는 도구적 측면에서의 학습 환경에 대한 고찰 없이 증강현실 콘텐츠를 소집단 학습 상황에 접목하는 수준에 머물러 있었다. 예를 들어 모둠별로 마커와 스마트 기기를 1개만

* 교신저자 : 송나윤 (ielite117@snu.ac.kr)

본 논문은 신석진의 2023년도 박사 학위논문의 데이터를 활용하여 재구성하였음.
<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2023.43.2.181>

제공(Núñez *et al.*, 2008)하여 모둠원들이 증강현실을 공동으로 사용하거나, 모둠원 수만큼 마커와 스마트 기기를 제공(Li *et al.*, 2011)하여 모둠원들이 증강현실을 개별로 사용하는 등 도구 사용 환경이 매우 다양하였다.

증강현실을 활용한 소집단 학습에서 도구 사용 환경은 모둠원들의 증강현실 사용 방식에 따라 도구 공유 환경(sharing tools environment)과 개별 도구 환경(individual tools environment)으로 크게 구분할 수 있다. 도구 공유 환경은 모둠원들이 마커와 스마트 기기를 공동으로 사용하는 환경으로, 학습자 사이의 상호작용에 중점을 둔다는 점이 특징적이다. 반대로 개별 도구 환경은 마커와 스마트 기기를 각자 사용하는 환경으로 증강현실 사용의 개별화에 중점을 둔다. 이러한 도구 사용 환경의 차이는 학생들의 소집단 학습 방식의 차이를 유발할 수 있다. 예를 들어 도구 공유 환경에서는 개인별 증강현실 사용의 기회는 줄어드나 소집단 토의나 협력이 활발하게 나타날 수 있으며, 개별 도구 환경에서는 학습자가 증강현실을 자기주도적으로 사용할 수 있으나 다른 모둠원과의 토의나 협력은 상대적으로 적게 일어날 수 있다. 따라서 증강현실을 활용한 소집단 학습이 효과적으로 이루어질 수 있도록 도구 사용 환경을 탐색하는 연구가 필요하다.

그러나 Shin *et al.*(2020)의 연구 이외에 마커와 스마트 기기 수에 따른 도구 사용 환경이 학습에 미치는 영향을 조사한 연구는 거의 이루어지지 않았다. 이 연구에서는 모둠별로 제공하는 마커와 스마트 기기 수가 다른 세 가지 학습 환경에 대해 교수학습 효과를 개념 이해, 몰입, 상황 흥미 측면에서 조사하였다. 그 결과 학생들은 증강현실을 공동으로 사용하는 환경에서보다 증강현실을 개별적으로 사용하는 환경에서 목표 개념을 잘 이해하고, 소집단 학습에 더욱 몰입하여 높은 수준의 상황 흥미를 느끼는 것으로 나타났다. 하지만 위 연구는 도구 사용 환경별 교수학습 효과만을 정량적으로 비교하는 데 그쳤다. 따라서 소집단 학습에 증강현실을 사용할 때, 도구 사용 환경에 따라 학습 효과에 차이가 나타난 원인을 심층적으로 조사하는 연구가 이루어져야 한다.

학생들은 증강현실을 활용한 소집단 학습 과정에서 증강현실에 관한 다양한 담화에 참여하게 된다. 학생들은 이러한 담화 과정에서 각자의 생각을 언어로 표현하고 경청하는 경험을 하게 되는데, 이는 학생들이 능동적으로 지식을 구성하고 각자의 생각을 성찰하도록 촉진한다(Han, 2003; Kang, 2000; Nor *et al.*, 2012; Payne & Samhat, 2012). 그러나 소집단 학습에 참여하는 모든 학생이 담화에 적극적으로 참여하는 것은 아니며(Richmond & Striley, 1996), 모든 학생이 활발하게 참여하더라도 학습 내용에 대한 이해가 일관적으로 나타나지 않을 수도 있다(Hmelo-Silver *et al.*, 2017). 따라서 증강현실을 활용한 소집단 학습 과정에서 나타나는 담화에 초점을 두고 도구 사용 환경별로 어떤 차이가 있었는지 심층적으로 분석한다면 증강현실의 도구 사용 환경에 따라 차이가 나타난 원인을 이해할 수 있을 것이다.

이에 이 연구에서는 증강현실을 활용한 소집단 학습에서 도구 사용 환경에 따른 담화를 비교하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 참여자

서울시에 소재한 1개 남녀공학 고등학교 1학년 중 연구 참여에 자발적으로 동의한 학생 24명(남: 12명, 여: 12명)이 연구에 참여하였다. 효과적인 소집단 학습을 위한 집단 편성 방법을 고려(Han *et al.*, 2006)하여 4인 1 모둠으로 총 6개의 모둠을 구성하였다. 과학 담당 교사는 반편성 고사의 성적에 따라 각 모둠에 상위와 하위 학생 각각 1명, 중위 학생 2명을 포함하였다. 이 연구에서는 선행 연구에 제시된 마커와 스마트 기기 수를 참고(Li *et al.*, 2011; Núñez *et al.*, 2008)하여 한 모둠에 마커 세트와 스마트 기기를 각각 1개씩 제공하는 도구 공유 환경과 한 모둠에 마커 세트와 스마트 기기를 각각 4개씩 개별적으로 제공하는 개별 도구 환경을 구성하였다. 총 6개의 모둠 중에서 3개의 모둠은 도구 공유 환경으로, 나머지 3개의 모둠은 개별 도구 환경으로 무작위 배정하였다. 도구 공유 환경의 모둠은 A, B, C로, 개별 도구 환경의 모둠은 D, E, F로 구분하였으며, 모둠원들의 이름은 모둠 이름에 숫자 1~4를 임의로 덧붙여 제시하였다.

2. 연구 절차

이 연구에서는 선행 연구(Shin *et al.*, 2020)에서 개발한 이온 결합 및 공유 결합의 증강현실을 사용하였다. 증강현실의 마커는 원소 기호와 이름이 표시된 원자 카드이며 학생이 스마트 기기에서 관찰하는 가상 객체는 원자 모형, 이온 결합 모형, 공유 결합 모형이다. 이때 이 연구에서 사용한 증강현실은 다양한 조작 활동이 가능하다. 예를 들어 학습자는 원자 마커들의 조합을 통해 다양한 이온 결합과 공유 결합을 생성할 수 있으며, 가상 객체의 확대, 축소, 회전 등을 통해 가상 객체의 특징을 탐색할 수 있다.

고등학교 1학년 ‘물질의 규칙성과 결합’ 단원을 선정한 후, 증강현실을 이해하고 사용법에 익숙해질 수 있도록 원소의 주기성을 주제로 연습 수업을 진행하였다. 본 수업은 이온 결합과 공유 결합을 주제로 각각 1차시씩 총 2차시의 증강현실을 활용한 소집단 학습으로 이루어졌다. 이온 결합을 주제로 한 1차시에서는 염화 나트륨(NaCl), 산화 마그네슘(MgO) 등 다양한 이온 결합 모형을 생성하고 이를 분석하는 활동으로 수업이 이루어졌다. 공유 결합을 주제로 한 2차시에서도 1차시와 유사하게 수업이 이루어졌다. 모든 수업은 경력 10년의 과학 교사 1인이 진행하였다.

이상의 모든 수업 과정을 연구자 1인이 관찰하면서 필드 노트를 정리하였으며, 모둠마다 녹음기와 캠코더를 설치하여 수업 과정을 녹음 및 녹화하였다. 수업을 마친 후에는 학생 6명을 대상으로 학생 1명당 20분 동안 반구조화된 면담을 하였고, 그 과정을 녹음하였다. 면담에서는 필드 노트에 작성한 내용을 중심으로 증강현실의 활용 방법과 역할 분담 등에 관해 질문하였다. 이상의 수업 활동과 면담 내용은 자료를 수집한 후 전사본을 작성하였다. 총 6개의 모둠에 대해 이온 결합 및 공유 결합을 주제로 2차시 동안의 자료를 수집하였으므로 총 12차시 분량의 활동 전사 자료를 분석에 활용하였다.

3. 분석틀

학생 사이의 담화가 도구 사용 환경에 따라 어떤 차이가 나타나는지 조사하기 위해 증강현실을 활용한 소집단 학습에서 나타난 담화를 참여 유형, 담화의 유형, 지식 형성 과정의 세 가지 관점에서 분석하였다. 이때 과제 관련 담화는 화학 결합의 특징 및 전자 수, 옥텟 규칙 등 학습 내용과 관련된 진술이나 증강현실을 활용하여 이온 결합 및 공유 결합 모형을 만드는 방법적 지식과 관련된 진술이 해당된다.

가. 참여 유형

모둠원의 참여 유형은 소집단 토론에서 학생들의 참여 형태에 따른 상호작용의 유형을 분석한 Kang(2000)의 연구를 참고하여 일인 주도형 및 부분 참여형, 다수 참여형으로 분류하였다. 일인 주도형은 2명 이상의 모둠원이 담화에 참여하지만 주도적 역할은 한 명이 담당하고 나머지 모둠원은 단순히 찬성 또는 반대하는 의견을 제시하는 등의 수동적인 역할을 맡는 유형이다. 부분 참여형은 4명 중 2명이 담화에 참여하여 토의의 진행에서 동등한 역할을 담당하는 유형이다. 마지막으로 다수 참여형은 3명 이상의 모둠원이 동등한 역할을 가지고 능동적으로 토의에 참여하는 유형이다.

나. 담화의 유형

지식 형성의 관점에서 담화 유형을 분석한 선행 연구(Nichols *et al.*, 2013; van Aalst, 2009)를 바탕으로 증강현실을 활용한 소집단 학습에서 담화의 유형을 분류하기 위한 예비 분석틀을 개발하였다. 선행 연구에서는 담화를 지식 공유(knowledge sharing), 지식 구성(knowledge construction), 지식 생성(knowledge creation)의 세 가지 범주로 구분하였다. 지식 공유는 정보에 대한 해석이나 반성 없이 정보 자체를 즉각적으로 교환하여 지식을 생성하는 유형의 담화이다. 지식 구성은 지식 공유 이상의 수준에서 정보를 설명하고 해석, 평가

하는 등의 과정을 통해 지식을 형성하는 담화를 의미한다. 지식 생성은 조직이나 공동체에서 혁신을 지속하기 위한 아이디어를 발전시키기 위한 담화이나, 이 연구의 맥락에는 적합하지 않다고 판단하여 분석에서 제외하였다.

총 12차시 중 1차시를 무작위로 추출하는 과정을 반복하면서 수업을 예비 분석하고, 이를 바탕으로 세부 분석 기준을 수정·보완하였다. 예를 들어 이 연구에서는 증강현실을 사용하여 가상 객체인 결합 모형을 확인하고, 전자의 이동이나 결합 모형의 특징을 해석하는 등 가상 객체인 결합 모형을 해석하는 방법에 관해 토의하는 과정이 나타났다. 이에 증강현실로 결합 생성 여부를 확인하는 것과 관련된 담화는 지식 공유의 하위 요소로, 가상 객체인 결합 모형을 해석하는 방법이 중심이 되는 담화는 지식 구성의 하위 요소로 분석틀에 포함하였다. 최종적으로 지식 공유는 ‘사전 지식의 회상(recalling existing knowledge)’, ‘가상 객체의 생성 확인(identifying the formation of virtual objects)’, ‘기초 수준의 토의(introductory level discussions)’, ‘외부 정보에 근거한 기초 수준의 토의(introductory level discussions based on external information)’의 네 가지 하위 요소로 구성하였다. 지식 구성은 ‘가상 객체의 분석 방법(analyzing ways of virtual objects)’, ‘심화 수준의 토의(advanced level discussions)’, ‘새로운 정보의 조직(organizing new information)’, ‘다른 수준에서의 아이디어 공유(sharing ideas at different levels)’, ‘다른 수준에서의 아이디어 비판(critiquing ideas at different levels)’, ‘현재의 설명 수준을 넘어서려는 노력(efforts to rise above current levels of explanation)’의 여섯 가지 하위 요소로 구성하였다. 담화의 유형에 대한 분석틀과 요소별 정의를 Table 1에 제시하였다.

다. 지식 형성 과정

이 연구에서는 학생들의 지식 형성 과정을 분석하기 위해 테크놀로지 기반의 협력적 탐구 학습에서 나타난 학습 과정을 분석한 Lämsä *et al.*(2018)의 분석 방법을 활용하였다. 담화를 이루는 개별 발화에

Table 1. Analytical framework for discourse types

| Category | Sub-category | Definition |
|------------------------|--|--|
| Knowledge sharing | Recalling existing knowledge | Discussions of recalling and sharing existing knowledge with group members |
| | Identifying the formation of virtual objects | Discussions of identifying the formation of virtual objects (e.g., chemical bonding model) using AR |
| | Introductory level discussions | Introductory level discussions that do not extend into explanations, evaluations or interpretations |
| | Introductory level discussions based on external information | Discussions based on external information (e.g., teacher's explanations, presentation slides) |
| Knowledge construction | Analyzing ways of virtual objects | Discussions of analyzing ways of the virtual object (e.g., electron movement, electron configuration) on smart devices |
| | Advanced level discussions | Advanced level discussions with explanations, evaluations or interpretations |
| | Organizing new information | Discussions of organizing new information (e.g., the principle of chemical bonding) based on concepts and explanations |
| | Sharing ideas at different levels | Discussions of sharing ideas at different levels (e.g., octet rule, the principle of chemical bonding) |
| | Critiquing ideas at different levels | Discussions of critiquing ideas at different levels (e.g., octet rule, the principle of chemical bonding) |
| | Efforts to rise above current levels of explanation | Discussions of efforts to improve current levels of explanation, such as summarization, synthesis, and restructuring process |

Table 2. Frequency and percentage of types of participation by environments for using tools

| Types of participation | Sharing tools environment | | | | Individual tools environment | | | |
|-----------------------------|---------------------------|------------|------------|------------|------------------------------|------------|------------|-------------|
| | A (%) | B (%) | C (%) | Total (%) | D (%) | E (%) | F (%) | Total (%) |
| One-student dominating | 7 (46.7) | 19 (55.9) | 22 (81.5) | 48 (63.2) | 6 (13.6) | 10 (20.4) | 11 (19.3) | 27 (18.0) |
| Partly participating | 7 (46.7) | 11 (32.4) | 4 (14.8) | 22 (28.9) | 18 (40.9) | 28 (57.1) | 25 (43.9) | 71 (47.3) |
| Most students participating | 1 (6.7) | 4 (11.8) | 1 (3.7) | 6 (7.9) | 20 (45.5) | 11 (22.4) | 21 (36.8) | 52 (34.7) |
| Total | 15 (100.0) | 34 (100.0) | 27 (100.0) | 76 (100.0) | 44 (100.0) | 49 (100.0) | 57 (100.0) | 150 (100.0) |

대해 +1, 0, -1의 영향 값(impact value)을 부여하였다. 발화 내용에 목표 개념이나 증강현실의 결합 및 해석에 대한 옳은 내용이 포함된 경우에는 +1의 영향 값을 부여하였다. 이와 반대로 발화 내용에 오개념이 포함된 경우에는 -1을 부여하고, 발화 내용에서 개념 이해의 옳고 그름을 판단할 수 없는 경우나 다른 학생이 제시한 정답을 그대로 읽는 경우에는 0의 영향 값을 부여하였다.

4. 분석 방법

참여 유형과 담화의 유형에서 분석 단위는 두 명 이상의 학생들이 참여한 담화에서 새로운 개념의 도입과 같이 학습 개념의 초점이 바뀔 때까지로 정의하였다. 예를 들어 결합 전 원자의 전자 개수와 결합 후 생성된 화합물의 전자 개수를 탐색하는 것에 대한 담화가 이루어진 경우 각각 구분하여 두 개의 담화로 코딩하였다. 모듈별 지식 형성 과정의 분석 단위는 한 학생의 진술이 자발적으로 마무리되는 시점으로 하였다. 이때 서로 다른 영향 값을 보이는 두 가지 이상의 진술이 동시에 나타나는 경우에는 독립적으로 구분하였다. 예를 들어 한 학생이 학습 내용에 관해 오개념을 드러내다가 올바른 개념으로 수정하는 경우에는 각각 -1, +1로 코딩하였다.

2인의 연구자가 도구 사용 환경별로 1차시씩 무작위로 선정하여 참여 유형, 담화의 유형, 지식 형성 과정에 대한 예비 분석을 실시하였다. 분석 결과가 다른 경우에는 논의를 통해 분석틀을 수정·보완하는 과정을 반복하여 최종 분석틀을 확정하였다. 최종 분석틀을 바탕으로 분석자 간 일치도가 .91에 도달한 후 연구자 1인이 차시별 담화를 모두 분석하였다.

참여 유형은 도구 공유 환경과 개별 도구 환경에 대해 빈도와 백분율로 제시했으며, 도구 사용 환경에 대해 카이제곱 검증을 실시하였다. 한편 기기 사용에 있어 개인의 역할은 학습 참여에 영향을 주는 요소이므로(Kirschner et al., 2018), 참여 유형에 대해서는 증강현실 사용 과정에서 드러난 개인의 역할을 분석하였다. 담화의 유형도 마찬가지로 도구 공유 환경과 개별 도구 환경에 대해 빈도와 백분율로 제시하였다. 이때 증강현실을 바탕으로 이루어진 담화의 빈도를 별도로 코딩하여 도구 사용 환경별로 증강현실이 미치는 영향을 조사하였다. 이상의 결과에 대해 카이제곱 검증을 실시하여 도구 사용 환경별 차이의 통계적 유의미성을 분석하였다.

지식 형성 과정은 Lämsä et al.(2018)의 분석 방법에 따라 그래프의 가로축을 누적 발화 수, 세로축을 누적 영향 값으로 설정하였고, 지식 형성 과정에 따른 모듈원 개인별 누적 영향 값의 변화와 개인별 누적 영향 값을 합산한 모듈의 전체 누적 영향 값 변화를 그래프로 나타냈다. 모듈의 전체 누적 영향 값 변화에 기여하는 모듈원 수, 개인의 누적 영향 값에 큰 변화가 나타난 부분 등을 고려하여 그래프의 형태

를 파악하였다. 분석의 타당도와 신뢰도를 확보하기 위해 필드 노트, 연구 참여자 면담 자료 등의 다양한 자료에서 담화의 특징을 검토하는 삼각측정(triangulation)을 실시하였고, 연구 결과를 지지하는 보조 증거로 활용하였다. 또한 과학 교육 전문가 2인과 현직 과학 교사 4인이 참여한 세미나를 여러 차례 진행하여 연구 방법 및 결과 해석의 타당성을 점검하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 참여 유형

도구 사용 환경별 참여 유형에 대한 빈도와 비율을 Table 2에 제시하였다. 도구 공유 환경의 담화는 일인 주도형(48개, 63.2%), 부분 참여형(22개, 28.9%), 다수 참여형(6개, 7.9%)의 순으로 나타났으며, 일인 주도형이 절반 이상으로 가장 높은 비율을 차지하였다. 개별 도구 환경에서는 부분 참여형(71개, 47.3%), 다수 참여형(52개, 34.7%), 일인 주도형(27개, 18.0%) 순으로 나타나 부분 참여형의 비율이 가장 높았으며 다수 참여형 또한 상당한 비중을 차지하였다. 도구 사용 환경별 참여 유형은 통계적으로 유의미한 차이가 있었다($\chi^2=49.228, df=2, p=.000$). 이때 개별 도구 환경은 도구 공유 환경보다 부분 참여형과 다수 참여형의 비율이 더 높았던 반면 일인 주도형의 비율은 상대적으로 낮게 나타났다. 이러한 결과는 스마트 기기를 활용한 소집단 학습에서도 유사하였다(Lin et al., 2012; Liu & Wang, 2022). 스마트 기기를 개별적으로 활용하는 환경은 자율적인 기기 활용에 따른 학생들의 적극적인 참여를 촉진하며, 이는 활동에 관한 학생들의 탐구 의지를 더욱 높이는 것으로 보고된다(Liu & Wang, 2022). 이상의 결과는 학생들이 개별 도구 환경에서 소집단 활동에 더욱 적극적으로 참여했음을 보여주므로, 개별 도구 환경이 증강현실을 활용한 소집단 학습에 바람직하다고 할 수 있다.

증강현실 사용 과정에서 드러난 개인의 역할을 분석한 결과, 도구 공유 환경에서는 학생들에게 수동적으로 역할이 부여되는 경우와 학생들이 능동적으로 역할을 찾는 경우의 두 가지 유형으로 구분할 수 있었다. 먼저 학생에게 수동적으로 역할이 부여되는 경우, 특정 학생이 모듈에서 활동을 주도하여 마커를 선택하고 배치하는 등 가상 객체를 생성하기 위한 의사결정을 내리고 나머지 모듈원은 이를 그대로 따라하거나 가상 객체를 구현하기 위해 마커를 이동하는 등 보조적인 수준에서 활동에 참여하는 데 그쳤다.

면담자: 증강현실을 사용하여 모듈 학습을 할 때, 증강현실을 어떻게 사용하였나요?

학생 C2: 수업에서 제가 활동을 주도했어요. 제가 원소 카드와 핸드폰을

사용하여 (가상 객체를) 보여주면 다른 학생이 이걸 그대로 따라 하는 식이었어요. 이때 좀 아쉬운 점이 있었는데, 모둠에서 관심 있는 학생만 (증강현실을 사용)하는 것이 아쉬웠어요.
 면담자: 그때 나머지 학생들은 어떻게 했나요?

학생 C2: 저 혼자 증강현실을 세팅해놓고 친구들에게 도와달라고 했어요. 제가 핸드폰을 잡고 있으면서 다른 학생에게 마커들을 서로 가깝게 다가오게 해달라고 그런 식으로 했어요.

[도구 공유 환경: 학생 C2의 면담 중에서]

능동적으로 역할을 찾는 경우에는 학생들이 마커를 담당하는 역할, 스마트 기기를 담당하는 역할, 활동지 작성을 담당하는 역할 등으로 자연스럽게 역할을 분담하였다. 이때 학생들의 역할은 증강현실을 활용한 소집단 학습 과정에서 바뀌지 않고 고정되어 나타나는 경향이 있었다. 이에 따라 마커를 담당하는 학생과 스마트 기기를 담당하는 학생은 서로 달랐는데, 주로 관련 개념을 잘 이해하고 있는 학생이 마커를 담당하는 경향이 있었으며, 이러한 역할의 차이는 학습 개념이 바뀐 후에도 크게 변하지 않았다.

면담자: 모둠 활동에서 마커와 스마트 기기를 어떻게 사용했나요?

학생 B4: 한 명은 카드(마커) 배치를 했고요. 다른 한 명은 스마트 기기 화면을 보면서 사진을 찍었어요. 저는 애들이 모르는 내용이 있으면 알려주고 활동지를 작성하는 역할을 했어요. 특히, 통합과학을 잘 아는 애가 마커를 배치하는 역할을 했고요. 스마트 기기를 다루는 친구는 내용을 잘 알지 못했던 것 같아요.

면담자: 혹시 두 번의 수업 모두 개인의 역할이 같았나요?

학생 B4: 거의 비슷했던 것 같아요.

[도구 공유 환경: 학생 B4의 면담 중에서]

결과적으로 두 유형 모두 학생들이 맡은 역할은 고정적인 경향이 있었으며, 개념을 학습하는 데 핵심적인 과정이라 할 수 있는 가상 객체의 해석 및 설명 과정은 마커 선택 및 배치의 역할을 맡았던 학생들을 중심으로 이루어지는 경향이 있었다. 다음 예시는 소집단 활동을 주도하는 학생 C2가 물(H₂O) 분자의 결합 모형을 생성하기 위해 수소와 산소 원자 마커를 선택 및 배치하여 모둠원에게 제시하면, 나머지 모둠원들이 C2의 지시에 따라 마커를 이동시킨 후 스마트 기기 화면상에 나타난 결합 모형을 관찰하는 모습을 보여준다.

학생 C2: (산소 원자 마커 주위에 2개의 수소 마커를 배치하며) 다 됐다. (학생 C1에게) 이제 (원자 마커들을) 하나씩 붙여봐.

학생 C1: 오케이 (산소 원자 마커 주위에 수소 원자 마커를 가까이 가져옴).

학생 C3: 뭐가 좀 보여?

학생 C2: (증강현실을 보며) 왜 안 붙어? 멈춰, 되었다. 오! 보여.

학생 C3: (증강현실을 보며) 나도 보여줘.

[도구 공유 환경: 모둠 C의 공유 결합에 관한 토의 중에서]

학생들에게 학습 자원에 접근할 기회가 충분히 주어지지 않거나 낮은 지적 수준의 참여만을 촉진하는 경우, 학생들은 질문하고 아이디어를 공유하는 등의 학습 활동에 적극적으로 참여하기 어려울 수 있다(Wang & Yu, 2021). 따라서 학생들이 학습에 필요한 자원에 접근할 수 있는 형평성을 가지도록 해야 한다(Nasir & Hand, 2008). 도구 공유 환경에서 마커를 선택하고 배치할 기회를 접하지 못한 학생들은 증강현실이라는 학습 자원에 충분히 접근할 기회를 받지 못하

고 마커를 이동하는 것과 같은 낮은 수준의 활동에만 참여하였다. 그 결과 생성한 가상 객체를 바탕으로 한 토의에서도 단순히 스마트 기기 화면만을 관찰하거나 소극적인 참여로 일관하는 등 증강현실을 활용한 소집단 학습 전반의 과정에서 학습의 불평등이 나타났다. 이로 인해 소수의 모둠원만이 증강현실을 사용하여 학습 내용을 탐색하였으며, 결과적으로 토의에 있어서도 다수 참여형 담화로 이어지지 못하는 한계를 유발한 것으로 보인다.

한편 개별 도구 환경에서는 증강현실을 사용하는 학생들의 역할에 차이가 없었으며, 학생들은 자기주도적으로 스마트 기기와 마커를 직접 조작하여 가상 객체의 생성 여부를 확인하였다. 이는 ‘애가 이거하고 다른 애가 다른 것을 하는 것이 아니라 모두 같은 활동을 했어요’의 학생 E3의 면담 내용과 연결되며 모둠원들은 활동지에 주어진 문제에 대해 증강현실을 사용하여 개별적으로 탐색하였다. 이에 따라 개별 도구 환경에서 토의는 주로 학생들이 ‘개별적으로 생성한 가상 객체를 해석하고 비교하는 과정’에서 이루어졌다.

면담자: 증강현실을 어떻게 사용하면서 수업에 참여했는지 설명해 줄래요?

학생 E3: 처음에 (마커와 스마트 기기들을) 받았을 때, 4명에서 각각 1개씩 나누어서 각자 사용했어요. 수업 중간에 증강현실을 사용하는 활동이 나올 때마다 직접 한 번씩 마커를 스마트 기기의 카메라로 찍은 다음에 증강현실을 보면서 스스로 활동지에 기록한 다음에 애들끼리 서로 비교하여 답을 알려주었어요.

면담자: 각자 증강현실을 사용했다는 부분을 좀 더 자세히 설명해 줄래요?

학생 E3: 애가 이거하고 다른 애가 다른 것을 하는 것이 아니라 모두 같은 활동을 했어요.

[개별 도구 환경: 학생 E3의 면담 중에서]

다음의 수업 사례는 개별 도구 환경의 학생들이 개별적으로 스마트 기기와 마커를 사용하여 가상 객체를 생성한 후, 생성한 가상 객체의 특징을 파악하기 위해 모둠원들과 질의응답하는 과정을 보여주고 있다. 즉, 개별 도구 환경에서는 모든 모둠원이 자기주도적으로 증강현실을 사용하여 결합 모형을 만드는 경험을 수행하였고, 이러한 경험은 학생들이 증강현실을 사용한 소집단 토의에 자연스럽게 참여할 수 있도록 촉진하였다. 이에 따라 일인 주도형 담화보다는 부분 참여형이나 다수 참여형 담화의 빈도가 높아진 것으로 해석된다.

학생 E3: (증강현실로 Cl₂ 결합 모형을 만들며) 이거 붙어다니면 어떻게 해야 해? 하나로 봐야 해?

학생 E4: (자신의 스마트폰을 보며) 그치.

학생 E3: (스마트폰의 가상 객체를 누르며) 그러면 여기도 여덟 개 있고, 여기에도 여덟 개 있는 거야?

학생 E4: (학생 E3의 스마트폰을 보며) 여기는 한 번 겹쳐있는 거잖아. 이렇게 붙어가지고 여덟 개. 그러니까 여긴 여섯 개가 있는 거야.

[개별 도구 환경: 모둠 E의 공유 결합에 관한 토의 중에서]

2. 담화의 유형

도구 사용 환경별 담화 유형의 비율을 Table 3에 제시하였다. 도구 공유 환경과 개별 도구 환경에서는 각각 76개, 150개의 담화가 나타났

Table 3. Frequency and percentage of discourse types by environments for using tools

| Category | Sharing tools environment | | | | Individual tools environment | | | | | | |
|------------------------|--|-----------|-----------|-----------|------------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|
| | A (%) | B (%) | C (%) | Total (%) | D (%) | E (%) | F (%) | Total (%) | | | |
| Knowledge sharing | Recalling existing knowledge | 1 (6.7) | 1 (2.9) | 3 (11.1) | 5 (6.6) | - | 3 (6.8) | 3 (6.1) | 5 (8.8) | 11 (7.3) | - |
| | Identifying the formation of virtual objects | 4 (26.7) | 8 (23.5) | 7 (25.9) | 19 (25.0) | [19] | 7 (15.9) | 7 (14.3) | 6 (10.5) | 20 (13.3) | [20] |
| | Introductory level discussions | 7 (46.7) | 13 (38.2) | 12 (44.4) | 32 (42.1) | [6] | 8 (18.2) | 18 (36.7) | 19 (33.3) | 45 (30.0) | [16] |
| | Introductory level discussions based on external information | 1 (6.7) | 2 (5.9) | 1 (3.7) | 4 (5.3) | - | 1 (2.3) | 2 (4.1) | 3 (5.3) | 6 (4.0) | - |
| | Sub-total | 13 (86.7) | 24 (70.6) | 23 (85.2) | 60 (78.9) | [25] | 19 (43.2) | 30 (61.2) | 33 (57.9) | 82 (54.7) | [36] |
| Knowledge construction | Analyzing ways of virtual objects | 1 (6.7) | 2 (5.9) | 3 (11.1) | 6 (7.9) | [6] | 3 (6.8) | 5 (10.2) | 3 (5.3) | 11 (7.3) | [11] |
| | Advanced level discussions | 1 (6.7) | 8 (23.5) | 1 (3.7) | 10 (13.2) | [2] | 9 (20.5) | 8 (16.3) | 15 (26.3) | 32 (21.3) | [23] |
| | Organizing new information | 0 (0.0) | 0 (0.0) | 0 (0.0) | 0 (0.0) | - | 4 (9.1) | 0 (0.0) | 0 (0.0) | 4 (2.7) | [2] |
| | Sharing ideas at different levels | 0 (0.0) | 0 (0.0) | 0 (0.0) | 0 (0.0) | - | 2 (4.5) | 5 (10.2) | 2 (3.5) | 9 (6.0) | [9] |
| | Critiquing ideas at different levels | 0 (0.0) | 0 (0.0) | 0 (0.0) | 0 (0.0) | - | 2 (4.5) | 1 (2.0) | 4 (7.0) | 7 (4.7) | [7] |
| | Efforts to rise above current levels of explanation | 0 (0.0) | 0 (0.0) | 0 (0.0) | 0 (0.0) | - | 5 (11.4) | 0 (0.0) | 0 (0.0) | 5 (3.3) | [5] |
| | Sub-total | 2 (13.3) | 10 (29.4) | 4 (14.8) | 16 (21.1) | [8] | 25 (56.8) | 19 (38.8) | 24 (42.1) | 68 (45.3) | [57] |
| Total | 15 (100) | 34 (100) | 27 (100) | 76 (100) | [33] | 44 (100) | 49 (100) | 57 (100) | 150 (100) | [93] | |

[]: The cumulative number of discourse referring to the augmented reality

다. 이는 증강현실을 활용한 소집단 학습에서 도구 공유 환경보다 개별 도구 환경에서 담화의 빈도가 높음을 의미한다. 이 결과는 소집단 학습 상황에서 스마트 기기당 학생 수의 영향을 조사한 Wang & Le(2022)의 연구와는 다른 양상을 보여준다. Wang & Le(2022)의 연구에서는 모듈별로 스마트 기기를 사용하여 정전기 유도를 관찰하도록 하였으며, 모듈원들이 스마트 기기를 개별적으로 사용하는 환경보다 기기 1개를 공유하여 사용하는 환경에서 의사소통이 더 활발하게 이루어졌다고 보고하였다. 단순히 스마트 기기 화면에 나타난 대상을 관찰하는 학습 상황과는 다르게 증강현실을 활용한 학습은 물리적 객체인 마커와 스마트 기기상의 가상 객체와의 역동적인 상호작용이 필수적으로 요구된다(Cheng & Tsai, 2013). 따라서 학습자가 직접 증강현실을 사용하는지가 학습에 영향을 미쳤으며, 증강현실의 사용 기회가 더 많은 개별 도구 환경에서 모듈원 사이의 상호작용 기회가 더욱 확대된 것으로 보인다.

도구 사용 환경별 담화의 유형을 세부적으로 분석한 결과, 도구 공유 환경에서는 지식 공유가 60개(78.9%), 지식 구성이 16개(21.1%)로 나타났으며, 개별 도구 환경에서는 지식 공유가 82개(54.7%), 지식 구성이 68개(45.3%)로 나타났다. 도구 사용 환경별 담화 유형은 통계적으로 유의미한 차이가 있었다($\chi^2=12.734, df=1, p=.000$). 이는 도구 사용 환경이 달라짐에 따라 지식 공유 및 지식 구성의 담화 빈도에 차이가 있음을 의미한다. 이때 각 도구 사용 환경에서 지식 공유와

지식 구성의 비율 차이는 각각 57.8%, 9.4%로, 도구 공유 환경보다 개별 도구 환경에서 더 작게 나타났다. 학생별 의미 구성을 촉진하기 위해서는 지식 공유의 목적을 달성하는 데 그치지 않고 이를 지식 구성을 위한 논의로 확장하여 지식 공유와 지식 구성이 균형을 이루는 것이 중요하다(Jeong & Hmelo-Silver, 2016; van Aalst, 2009). 개별 도구 환경에서는 두 요소가 상대적으로 균형을 이룸에 따라 소집단 토의에서 학생 사이에 더욱 바람직한 상호작용이 이루어진 것으로 보인다.

구체적으로 지식 공유에서는 도구 공유 환경과 개별 도구 환경 모두 기초 수준의 토의, 가상 객체의 생성 확인, 사전 지식의 회상, 외부 정보에 근거한 기초 수준의 토의 순으로 나타났으며, 그중 기초 수준의 토의와 가상 객체의 생성 확인에 관한 토의가 주를 이루었다. 지식 구성의 경우, 도구 공유 환경과 개별 도구 환경 모두 심화 수준의 토의 및 가상 객체의 분석 방법에 대한 토의가 높은 비중을 차지하였다는 점에서 유사한 결과를 보였다. 그러나 개별 도구 환경에서는 이외에 새로운 정보의 조직, 다양한 수준에서의 아이디어 공유, 다양한 수준에서의 아이디어 비판, 현재의 설명 수준을 넘어서려는 노력에 관한 토의 또한 나타났다. 특히 개별 도구 환경에서는 68개의 지식 구성 담화 중 증강현실 기반의 담화가 57개로 83.8%를 차지하였는데, 이는 증강현실 활용 여부가 지식 구성 담화에 상당한 영향을 준다고 해석할 수 있다.

구체적으로 증강현실은 학생들이 직접 조작과 탐색을 수행한 후 지식 구성 담화를 통해 화학 결합의 원리를 이해하도록 하는 데 도움을 주었다. 이는 학생 E2가 ‘증강현실로 결합을 만들 때 어떤 애는 되고 다른 애는 안되니까 그 차이점을 친구들과 이야기하면서 규칙성을 찾을 수 있었어요.’의 내용과 연결된다.

면담자: 증강현실로 화학 결합을 만드는 활동을 어떻게 하였는지 설명해 줄래요?

학생 E2: 증강현실로 몇 가지 결합 모형을 만든 후에 ‘이것도 될까?’하고 직접 다른 모형도 찾아보고 했어요. 예를 들면 공유 결합 만들 때 이론상으로는 결합이 되는데, 존재하는 물질인지 증강현실로 확인해 보았어요. 이렇게 하면서 OF_2 가 존재하는 것을 처음 알았어요. 있는 줄 몰랐는데, 있더라고요.

면담자: 이러한 활동을 하면서 무엇을 배울 수 있었나요?

학생 E2: 규칙성을 파악할 수 있었어요. 증강현실로 결합을 만들 때, 어떤 애는 (결합이 생성)되고 다른 애는 안되니까 그 차이점을 친구들과 이야기하면서 규칙성을 찾을 수 있었어요.

[개별 도구 환경: 학생 E2의 면담 중에서]

뿐만 아니라 증강현실은 학생들이 자신의 의견을 보완하기 위한 근거 자료를 제시할 때도 유용하게 활용되었다. 다음은 다양한 수준에서 아이디어를 비판하는 과정의 한 예시로, 개별 도구 환경의 학생들은 공유 전자쌍이 두 쌍인 이플루오린화 산소(OF_2)의 결합 종류와 결합수에 대한 이견을 합의하기 위해 증강현실을 자신의 주장에 대한 근거 자료로 활용하면서 지식 구성 과정에 참여하였다.

학생 F3: 왜 애(OF_2)는 이중 결합이야?

학생 F2: 이거(OF_2) 이중 결합 가진 것 아니야?

학생 F4: (증강현실을 보며) 전자가 4개라서 단일 결합이 맞는 것 같기도 해. 왜 단일 결합일까? (증강현실을 F3에게 보여주며) 애(OF_2)는 이거 돌리리 연결할 때 2개씩 했잖아. 애는 이것끼리. 이거 2개만 보면 단일이잖아. 뭔지 알겠어?

학생 F1: 뭘 소리인지 알겠어.

학생 F3: 나 이해가 안 가.

학생 F1: (F3의 증강현실을 보며) 애는 이거(전자가) 이렇게 2개 해서 결합이 되는 건데. 왜냐면 이렇게 하나로 보면 단일이고, 이 둘이 이어지지 않잖아.

학생 F3: 그럼 애(O_2)는 단일 아니잖아. 애(OF_2)랑 똑같잖아.

학생 F1: (F3의 증강현실을 보며) 왜냐면 애(OF_2)는 이렇게 하면 한 쌍이고, 애(O_2)는 이렇게 2개 해서 두 쌍인데, 애(OF_2)는 이렇게 하나씩 보면 한 쌍이잖아.

[개별 도구 환경: 모둠 F의 공유 결합에 관한 토의 중에서]

한편 도구 공유 환경에서는 스마트 기기와 마커의 한정된 개수로 인해 자신이 직접 증강현실을 조작 및 관찰할 기회가 부족하였으므로, 학생들이 이온 결합 및 공유 결합의 규칙성을 찾는 데 어려움이 있었다. 이는 학생들이 증강현실을 바탕으로 결합 모형의 생성 원리를 설명하기보다는 사전 지식이나 활동지 작성 결과를 단순히 언급함으로써 소집단 토의에 참여하는 결과를 유발하였다. 다음 예시에서 학생 B2는 마그네슘과 염소 원자가 결합하여 염화 마그네슘($MgCl_2$)을 만드는 내용에 대해 활동지를 바탕으로 자신의 생각을 설명하고 있다.

학생 B1: 근데 마그네슘과 염소가 결합할 때 왜 이거(염화 이온) 2야?

학생 B4: (염화 이온)1개 아니야?

학생 B2: (활동지의 답을 보여주며) 여기서 마그네슘 1개만 있고 염소가 2개 있잖아.

[도구 공유 환경: 모둠 B의 이온 결합에 관한 토의 중에서]

이상의 결과는 개별 도구 환경이 도구 공유 환경보다 증강현실을 활용한 소집단 학습에서 담화의 양적·질적 수준을 높이는 환경으로 적절하다는 것을 보여준다. 개별 도구 환경은 증강현실의 매체적 특성인 다양한 조작에 따른 탐색 경험(Ibáñez *et al.*, 2014)의 기회를 증가시켰으며, 학생들이 결합 모형의 생성 여부를 확인하는 것에서 나아가 자신의 의견에 대한 근거 자료로 증강현실을 활용할 수 있도록 하였다.

3. 지식 형성 과정

증강현실을 활용한 소집단 학습 과정에서 나타난 모둠별 지식 형성 과정에 대해 총 12개의 그래프를 얻었다. 도구 공유 환경의 2차시, 개별 도구 환경의 1차시는 지식 관련 발화 개수가 적어 그래프 개형을 파악하는 것이 어려워 지식 형성 과정에 대한 최종 분석에서 제외하였다.

도구 공유 환경에서는 특정 모둠원의 누적 영향 값의 변화가 전체 누적 영향 값의 변화와 유사하게 나타났다(Figure 1). 학생 C2는 올바른 과학 개념을 포함하여 모둠원에게 의문을 제기하거나 설명하는 경우가 많아 토의가 진행됨에 따라 누적 영향 값이 증가하였다. 그러나 나머지 학생들은 중립적인 질문을 제시하거나 다른 학생이 설명한 내용을 그대로 표현하는 것과 같은 단순한 반응만을 주로 보일 뿐 과학 개념에 대한 이해를 드러내는 발화가 거의 없어 누적 영향 값이 거의 변하지 않았다. 즉, 도구 공유 환경에서는 담화에 적극적으로 참여한 일부 학생만이 화학 결합에 관한 개념을 구성해 나간다고 볼 수 있다.

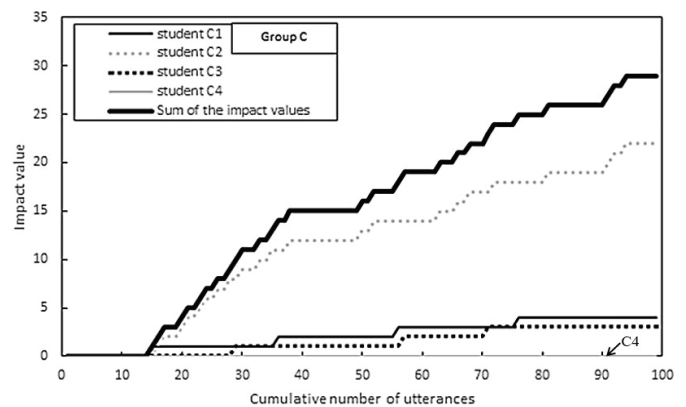


Figure 1. Development of different students' impact values in the sharing tools environment

앞서 지식 구성 담화의 비율이 낮게 나타난 결과를 통해서도 알 수 있듯이 도구 공유 환경의 학생들은 소집단 학습에서 화학 결합의 형성 과정이나 원리에 대해 깊이 있게 토의하기보다는 특정 학생의 설명만을 공유하는 것에 초점을 두고 수동적으로 학습을 수행하는

모습을 보였다. 다음 예시에서 학생 B1은 가상 객체인 염화 나트륨 (NaCl)의 결합 모형을 관찰하면서도 이를 스스로 해석하기보다는 학생 B2의 설명에 의존하여 활동지를 정리하고 있다.

학생 B1: (증강현실로 염화 나트륨 결합 모형을 관찰하며) 나트륨, 염소의 결합 전 상태를 어떻게 써?
 학생 B2: (나트륨)1개, (염소)7개. 가장 바깥쪽에 있는 거잖아.
 학생 B1: 이온 결합 후에 전자 수는?
 학생 B2: (나트륨 이온)8개, (염화 이온)8개 아니야?
 [도구 공유 환경: 모둠 B의 이온 결합에 관한 토의 중에서]

면담자: 모둠원들과 학습했던 그때의 분위기를 말해줄래?
 학생 C2: 안타깝게도 제가 (증강현실을) 사용하면 애들이 관심을 가지지 않고, 그냥 결과 보고 활동지를 채우는 것에만 관심을 두었어요.
 [도구 공유 환경: 학생 C2의 면담 중에서]

개별 도구 환경에서는 토의가 진행됨에 따라 대체로 모든 모둠원의 누적 영향 값이 함께 증가하는 모습을 보였다. 즉, 개별 도구 환경에서는 소집단 학습을 통해 모둠원 대부분이 화학 결합에 관해 올바른 개념을 구성해 나갔다. 이때 개별 도구 환경에서는 크게 두 가지 형태의 지식 형성 과정이 나타났다. 첫 번째 형태는 Figure 2와 같이 수업 초기부터 모둠원 대부분의 누적 영향 값이 꾸준히 증가하여 전체 누적 영향 값이 점진적으로 증가하는 유형으로, 5차시 중 3차시에서 나타났다.

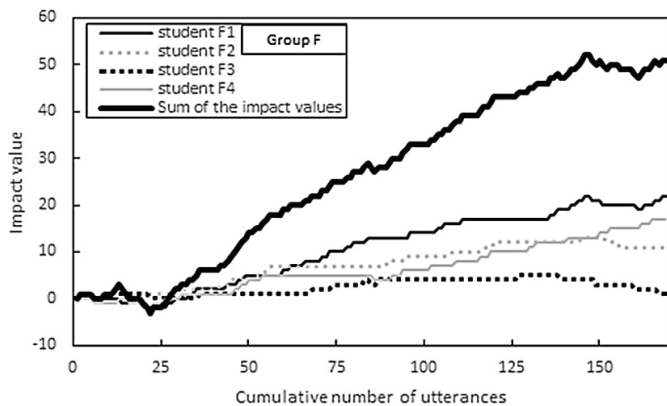


Figure 2. Development of different students' impact values in the individual tools environment: Type I

이는 학생 대부분이 수업 초기부터 활동지의 답을 공유하는 것뿐만 아니라 증강현실을 통해 서로의 생각을 비교하면서 토의에 적극적으로 참여하여 올바른 개념을 형성해 나감에 따라 나타난 결과이다. 다음 예시는 모둠원들이 증강현실의 가상 객체에 대한 각자의 해석에 대해 비평하는 과정을 보여준다. 학생 F3는 물 분자의 결합 모형을 해석하는 과정에서 자신이 궁금한 내용에 대해 학생 F1으로부터 설명을 듣고, 학생 F2에게 스마트 기기상의 결합 모형을 보면서 공유 전자쌍 수에 대해 설명하고 있다.

학생 F3: (활동지를 보며) 이건 뭐야?
 학생 F1: 공유 전자쌍 수는 2개, 공유 결합 수도 2개일 거야.
 학생 F3: 왜?

학생 F1: (학생 F3의 증강현실을 보며) 이렇게 전자 2개를 겹쳐 봐야지
 학생 F2: 전자쌍 수 4개 아니야?
 학생 F3: 전자 2개가 한 쌍이라고 했잖아. (학생 F2의 증강현실을 보며) 여기에 4개가 있잖아. 여기 한 쌍, 두 쌍해서 (공유 전자쌍 수가) 2잖아.
 [개별 도구 환경: 모둠 F의 공유 결합에 관한 토의 중에서]

두 번째 형태는 Figure 3과 같이 수업 초기에는 일부 모둠원의 누적 영향 값에 변화가 없으나 수업의 어느 시점부터 누적 영향 값이 감소하다가 다시 증가하는 유형으로, 5차시 중 2차시에서 나타났다. 이러한 결과는 일부 모둠원이 목표 개념에 대해 오개념이 포함된 발언을 하였으나 토의가 진행됨에 따라 오개념을 수정하고 과학적으로 옳은 설명을 하게 되었다는 것을 의미한다.

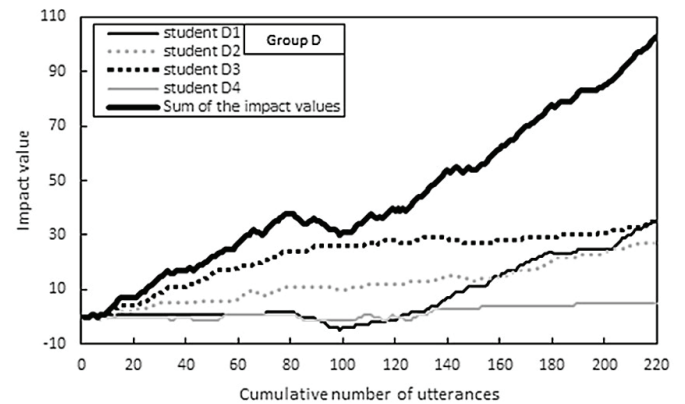


Figure 3. Development of different students' impact values in the individual tools environment: Type II

이러한 변화가 일어난 구간에서는 주로 학습 내용에 대한 해석이나 설명을 다른 모둠원이 검토하는 지식 구성 담화가 이루어졌다. 다음 지식 구성 담화의 예시는 학생 D1이 증강현실을 통해 산화 칼륨(K_2O)이 생성된다는 것을 확인하고, 초기에 가지고 있던 오개념을 수정하는 과정을 보여주고 있다.

학생 D1: (활동지를 보며) K_2O 는 없어. K_2O 라는 물질은 없다고
 학생 D3: 그럼 (활동지에) 어떻게 써야 해?
 학생 D1: 이온 결합 생성 여부가 없는거야. K_2O 라는 것은 존재하지 않아.
 학생 D3: 왜 존재하지 않다고 생각해? 나 진짜 궁금해서 그래.
 학생 D2: 아직 발견되지 않은 거야.
 학생 D1: 없지 않나? 있나? (증강현실을 사용하여 K_2O 를 확인함) 아, 있네! K_2O 존재하네.
 학생 D3: 활동지에서 (K_2O 를) 지우지 않은 나의 승리!
 [개별 도구 환경: 모둠 D의 이온 결합에 관한 토의 중에서]

증강현실과 같이 테크놀로지를 적용한 소집단 학습에서는 모둠원의 학습 과정을 공유하는 것이 중요하다(Jeong & Hmelo-Silver, 2016). 개별 도구 환경에서는 모둠원이 각자 증강현실을 사용할 수 있었던 점이 정보 공유를 용이하게 만들었으며, 결과적으로 성공적인 소집단 학습으로 이어진 것으로 보인다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 증강현실을 활용한 소집단 학습에서 마커와 스마트 기기를 모둠원들이 공동으로 사용하는 도구 공유 환경과 개별로 사용하는 개별 도구 환경에 대해 도구 사용 환경별 담화를 비교하였다.

연구 결과, 참여 유형의 경우 도구 공유 환경은 일인 주도형의 비율이 높았으나, 개별 도구 환경은 부분 참여형 및 다수 참여형의 비율이 높았다. 도구 공유 환경에서는 마커의 선택 및 배치 역할을 담당한 학생이 생성된 가상 객체를 해석하고 설명하는 과정 또한 주도하였지만, 개별 도구 환경에서는 모든 모둠원이 개별적으로 증강현실을 사용한 학습 활동을 경험함에 따라 소집단 토의에 자연스럽게 참여할 수 있었으므로 도구 사용 환경별 참여 유형의 비율이 달라졌다. 담화의 유형을 분석한 결과, 개별 도구 환경에서는 도구 공유 환경보다 담화의 수가 많았으며, 지식 공유 담화의 비율이 높았던 도구 공유 환경과 달리 지식 공유와 지식 구성 담화의 비율이 유사하였다. 도구 공유 환경과 개별 도구 환경 모두 지식 공유 담화에서는 기초 수준의 토의와 가상 객체의 생성 확인과 관련한 토의가 높은 비율로 나타났으며, 지식 구성 담화에서는 가상 객체의 분석 방법과 심화 수준의 토의가 높은 비율로 나타났다. 개별 도구 환경에서는 이외에 새로운 정보의 조직, 다양한 수준에서의 아이디어 공유, 다양한 수준에서의 아이디어 비판, 현재의 설명 수준을 넘어서려는 노력에 대한 토의 또한 나타났다. 지식 형성 과정의 경우, 도구 공유 환경에서는 일부 학생에 대해서만 의미 있는 지식 형성 과정이 나타났다. 반면 개별 도구 환경에서는 모둠원 대부분이 목표 개념에 대해 올바른 지식을 구성하였으며, 일부 모둠원에게 나타난 오개념은 소집단 토의를 통해 올바른 과학 개념으로 수정되었다.

증강현실을 활용한 소집단 학습에서 도구 사용 환경의 차이는 학생별 참여 형태의 차이를 유발하였으며, 학생 사이에서 나타난 담화의 유형과 전반적인 지식 형성 과정에도 영향을 미쳤다. 마커와 스마트 기기 개수의 증가는 조작 활동에 따른 탐색 기회의 증가로 이어졌으며, 학생들이 증강현실을 근거 자료로 활용하면서 소집단 토의에 자연스럽게 참여할 수 있도록 촉진하였다. 따라서 증강현실을 활용한 소집단 학습의 효과를 높이기 위해서는 모든 학생이 개별적으로 증강현실을 다루도록 하는 환경을 구축할 필요가 있다. 이때 증강현실을 사용하면서 화학 결합의 원리나 규칙성을 탐색하는 과정은 모둠원 간 토의를 통한 지식 구성을 촉진하므로, 학생들이 직접 마커와 스마트 기기를 조작하여 가상 객체를 탐색할 수 있도록 충분한 시간을 제공할 필요가 있다. 또한 위 도구 사용 환경에서 학습 내용에 대한 개인의 해석이나 설명을 다른 모둠원이 검토하는 과정은 오개념 수정에 중요한 역할을 하므로, 과학 개념 구성을 위해 학생들이 자신의 생각을 모둠원과 공유하고, 교사나 다른 모둠원이 이에 대해 올바른 피드백을 할 수 있는 방안을 도입할 필요가 있다.

하지만 학교 현장에서 고가의 스마트 기기를 충분히 제공할 수 없거나 학습 과제의 수준이 높아 증강현실이 학습자에게 높은 인지 부담으로 작용할 경우에는 모둠원들이 증강현실을 협력적으로 사용하는 환경을 구성하는 것이 불가피할 수 있다. 이러한 환경에서는 증강현실을 사용하는 데 불평등이 나타날 수 있기 때문에 모든 모둠원에게 특별한 역할을 부여하고 모둠 활동에서 이러한 역할이 순환되는 교수학습 전략을 사용할 필요가 있다. 특히 마커 선택, 마커 배치

등 마커를 조작하는 것에 대한 주도적인 역할을 경험해보지 못한 경우에는 학생들의 협력적 상호작용 참여가 감소하는 것으로 나타났으므로, 증강현실을 활용한 소집단 학습의 한 과정으로 마커를 선택하고 배치하는 역할을 모둠원 모두가 경험하고, 이를 바탕으로 토의에 참여할 수 있도록 도움을 줄 필요가 있다. 이때 학생들이 단순히 증강현실을 사용하는 데 그치지 않고 증강현실을 바탕으로 학습한 내용에 대한 해석이나 토의로 이어지도록 교수학습 전략을 세울 필요가 있을 것이다. 예를 들어 학생들이 소집단에서 토의할 때 증강현실로 학습한 내용을 근거로 설명하게 하거나 증강현실의 마커를 조합할 때 그렇게 하는 이유를 탐색하게 하도록 안내할 수 있다.

한편 증강현실을 활용한 소집단 학습 환경은 모둠원 수, 마커가 아닌 GPS를 사용하는 위치 기반 증강현실과 같은 구현 방식 등의 다양한 외적 환경 요소에 의해 달라질 수 있으나, 이 연구에서는 4인 1 모둠의 소집단 학습 상황에서 스마트 기기와 마커의 개수를 다르게 했을 때 나타나는 소집단 학습만을 분석하였다. 따라서 증강현실을 활용한 효과적인 소집단 학습 환경 구축을 위해서는 모둠원 수, 증강현실의 구현 방식, 학년 등 다양한 변인에 대한 학습 과정을 분석하는 연구가 계속해서 필요하다. 또한 이 연구에서는 화학 결합 개념에서 증강현실의 활용을 중점적으로 보았으므로, 다른 목표 개념에서의 도구 사용 환경에 따른 담화를 비교하는 연구도 이루어질 필요가 있다.

국문요약

이 연구에서는 증강현실을 활용한 소집단 학습에서 도구 사용 환경에 따른 담화를 참여 유형, 담화의 유형, 지식 형성 과정 측면에서 비교하였다. 고등학교 1학년 학생 24명을 6개 모둠으로 나눈 후, 마커 1개와 스마트 기기 1개를 공동으로 사용하는 도구 공유 환경과 마커와 스마트 기기를 개별로 사용하는 개별 도구 환경에 각각 배치하였다. 학생들은 모둠별로 물질의 규칙성과 결합 단원에서 다루는 개념을 주제로 증강현실 애플리케이션을 활용한 소집단 학습에 참여하였다. 모든 수업 과정은 모둠별로 녹음 및 녹화하였으며, 자발적으로 동의한 학생 6명을 대상으로 반구조화된 면담을 실시하였다. 연구 결과, 도구 공유 환경은 일인 주도형의 비율이 높았으나, 개별 도구 환경은 부분 참여형 및 다수 참여형의 비율이 높았다. 개별 도구 환경은 도구 공유 환경보다 지식 공유와 지식 구성 담화의 비율이 유사하였고, 세부 담화 유형도 다양하였다. 도구 공유 환경에서는 일부 학생에 대해서만 의미 있는 지식 형성 과정이 나타났다. 반면 개별 도구 환경에서는 모둠원 대부분이 목표 개념에 대해 올바른 지식을 구성하며 의미 있는 지식 형성 과정이 이루어졌으며, 일부 모둠원에게 나타난 오개념은 소집단 토의를 통해 올바른 과학 개념으로 수정되었다.

주제어 : 증강현실(AR), 소집단 학습, 도구 사용 환경, 화학 결합

References

- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 6(4), 355-385.
- Chang, J., Park, J., Song, J. (2019). The Features of inquiry activities using technology in elementary science digital textbook - Focusing on the cases of using virtual experiment, virtual reality and augmented reality -.

- Journal of Korean Elementary Science Education, 38(2), 275-286.
- Cheng, K. H., & Tsai, C. C. (2013). Affordances of augmented reality in science learning: Suggestions for future research. *Journal of Science Education and Technology*, 22(4), 449-462.
- Dalim, C. S. C., Kolivand, H., Kadhim, H., Sunar, M. S., & Billingham, M. (2017). Factors influencing the acceptance of augmented reality in education: A review of the literature. *Journal of Computer Science*, 13(11), 581-589.
- Diegmann, P., Schmidt-Kraepelin, M., Eynden, S., & Basten, D. (2015). Benefits of augmented reality in educational environments: A systematic literature review. *Benefits*, 3(6), 1542-1556.
- Dunleavy, M., Dede, C., & Mitchell, R. (2009). Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. *Journal of Science Education and Technology*, 18(1), 7-22.
- Han, J., Lee, C., Yi, H., Noh, T. (2006). Teachers' perceptions of cooperative learning in science instructions. *The Journal of Yeolin Education*, 14(3), 103-117.
- Hmelo-Silver, C., Jeong, H., Faulkner, R., & Hartley, K. (2017). Computer-supported collaborative learning in STEM domains: Towards a meta-synthesis. In *Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences*.
- Ibáñez, M. B., Di Serio, A., 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.
- Jeong, H., & Hmelo-Silver, C. E. (2016). Seven affordances of computer-supported collaborative learning: How to support collaborative learning? How can technologies help? *Educational Psychologist*, 51(2), 247-265.
- Kang, S. (2000). Concept learning strategy emphasizing social consensus during discussion: instructional effect and verbal interaction in small group discussion. Doctoral Dissertation, Seoul National University, Seoul, Korea.
- Kirschner, P. A., Sweller, J., Kirschner, F., & Zambrano R, J. (2018). From cognitive load theory to collaborative cognitive load theory. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 13(2), 213-233.
- Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity [KOFAC] (2015). Science level up. Retrieved Jan 16, 2020, from <https://sciencelevelup.kofac.re.kr/>
- Kye, B., & Kim, Y. (2008). Investigation on the relationships among media characteristics, presence, flow, and learning effects in augmented reality based learning. *Journal of Educational Technology*, 24(4), 193-224.
- Lämsä, J., Hämmäläinen, 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., 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.
- Li, N., Gu, Y. X., Chang, L., & Duh, H. B.-L. (2011). Influences of AR-supported simulation on learning effectiveness in face-to-face collaborative learning for physics. Paper presented at the 2011 IEEE 11th International Conference on Advanced Learning Technologies, Georgia, USA.
- Lin, C. P., Wong, L. H., & Shao, Y. J. (2012). Comparison of 1:1 and 1:m CSCLE environment for collaborative concept mapping. *Journal of Computer Assisted Learning*, 28(2), 99-113.
- Liu, W., & Wang, C. (2022). How roles in collaboration respond to the exchange of device-student ratio under the impact of external scripts?. *Educational Technology & Society*, 25(2), 15-30.
- Matcha, W., & Rambli, D. R. A. (2013). Exploratory study on collaborative interaction through the use of augmented reality in science learning. *Procedia Computer Science*, 25, 144-153.
- Nasir, N. I. S., & Hand, V. (2008). From the court to the classroom: Opportunities for engagement, learning, and identity in basketball and classroom mathematics. *The Journal of the Learning Sciences*, 17(2), 143-179.
- Nichols, K., Hanan, J., & Ransinghe, M. (2013). Transforming the social practices of learning with representations: A study of disciplinary discourse. *Research in Science Education*, 43(1), 179-208.
- Nor, N. F. M., Hamat, A., & Embi, M. A. (2012). Patterns of discourse in online interaction: Seeking evidence of the collaborative learning process. *Computer Assisted Language Learning*, 25(3), 237-256.
- Núñez, M., Quirós, R., Núñez, I., Carda, J. B., Camahort, E., & Mauri, J. L. (2008). Collaborative augmented reality for inorganic chemistry education. In *WSEAS International Conference. Proceedings. Mathematics and Computers in Science and Engineering*.
- Payne, R. A., & Samhat, N. H. (2012). Democratizing global politics: Discourse norms, international regimes, and political community. *Suny Press*.
- Phon, D. N. E., Ali, M. B., & Abd Halim, N. D. (2014). Collaborative augmented reality in education: A review. In *2014 International Conference on Teaching and Learning in Computing and Engineering* (pp. 78-83). IEEE.
- Richmond, G., & Striley, J. (1996). Making meaning in classroom: Social processes in small-group discourse and scientific knowledge building. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(8), 839-858.
- Shin, S., Noh, T., Lee, J. (2020). 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.
- van Aalst, J. (2009). Distinguishing knowledge-sharing, knowledge-construction, and knowledge-creation discourses. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 4(3), 259-287.
- Wang, C., & Le, H. (2022). The More, the merrier? Roles of device-student ratio in collaborative inquiries and its interactions with external scripts and task complexity. *Journal of Educational Computing Research*, 59(8), 1517-1542.
- Wang, C., & Yu, S. (2021). Tablet-to-student ratio matters: Learning performance and mental experience of collaborative inquiry. *Journal of Research on Technology in Education*, 1-17.

저자정보

신석진(판곡중학교 교사)
 김혜린(서울대학교 학생)
 노태희(서울대학교 교수)
 송나윤(서울대학교 교육융합연구원 객원연구원)