Journal of the Korean Association for Science Education
Journal homepage: www.koreascience.org

과학관련 사회쟁점(SSI) 토론 수업에서 스마트 기기의 활용 방식과 수업의 특징

남혜인[1], 강훈식[2], 노태희[1*]
[1]서울대학교, [2]서울교육대학교

Features of Using Smart Devices in Socioscientific Issues Debate Classes

Hyein Nam[1], Hunsik Kang[2], Taehee Noh[1*]
[1]Seoul National University, [2]Seoul National University of Education

ARTICLE INFO

Article history:
Received 2 July 2017
Received in revised form
11 August 2017
8 September 2017
11 September 2017
Accepted 11 September 2017
Keywords:
smart device,
socioscientific issues class,
debate in the classroom,
online debate

ABSTRACT

In this study, we investigated the features of using smart devices in socioscientific issues (SSI) debate classes. Twenty-seven high school students in Gyeonggi-do participated in this study. The processes of the SSI debate classes with smart devices were classified into five stages: data searching, data sharing, summary and organization of data, debate in the classroom, and online debate. Then some features at each stage were identified. It was found that they collected self-directed and in-depth data while reflecting their knowledge and experience, and selected data which were easy to understand at the stage of data searching. The specificity and validity of the evidences gathered and the clarity of the sources were improved at the stage of data sharing, although they shared more data offline than online. They organized their data by using paper rather than smart devices at the stage of summary and organization of data. Most of them failed to use the summary in debate. They argued and refuted based on concrete grounds at the stage of debate in the classroom, which raised students' interest in debate and led students to participate actively. At the stage of online debate, they were able to rearrange and review the arguments of both sides, and the participation of the students who were passive in classroom debate was enhanced. Based on these results, we suggest some effective teaching methods for SSI debate classes using smart devices.

Ⅰ. 서론

다양한 정보를 쉽게 생산하고 공유할 수 있는 스마트 기기가 대중화되면서 이를 교육에 활용하는 교수학습 형태인 스마트 교육에 대한 논의가 활발하게 이루어지고 있다(Kim & Yeon, 2015). 우리나라에서도 스마트 교육을 교육 환경, 교육 내용, 교육 방법 및 평가 등 교육 체제를 혁신하는 동력으로 삼아 스마트 교육 추진 전략을 발표하고, 디지털 교과서의 개발 및 클라우드 교육 서비스의 조성 등 단계적으로 스마트 교육의 실행을 확대하고 있다(Ministry of Education, Science and Technology, 2011). 이러한 흐름에 따라 스마트 기기를 활용한 교육용 콘텐츠나 앱(App)의 개발, 디지털 교과서를 이용한 수업의 개발, 스마트 교육 수업 모형의 개발 등 다양한 시도와 연구들이 이루어지고 있다(Chun *et al*., 2014; Hwang & Kang, 2013; Kim & Bae, 2012; Kim & Leem, 2014; Lim *et al*., 2013).

한편, 과학교육에서 학습자의 과학적 소양을 기르는 효과적인 전략 중 하나인 과학관련 사회쟁점(socioscientific issue; SSI) 수업은 과학과 관련된 사회적인 딜레마를 통해 과학, 사회, 윤리의 관계를 학습자가 구체적으로 인식하도록 하는 수업이다(Sadler *et al*., 2004; Zeidler *et al*., 2009). SSI 수업을 통해 학습자는 과학과 관련되어 있는 공동체적인 문제의 원인 및 성격이 어떠한지를 파악하게 되며, 쟁점과 관련된 다양한 이해 당사자의 입장에서 과학적, 사회적, 윤리적 주장들의 가치를 판단하게 된다(Ratcliffe & Grace, 2003). SSI 수업은 논증이나 고등사고 능력 향상에 도움을 주며(Lee *et al*., 2015; Osborne *et al*., 2004; Zeidler *et al*., 2009), 과학의 본성 및 과학 지식에 대한 이해도를 향상시킬 수 있다(Sadler & Donnelly, 2006; Sadler *et al*., 2004). 또한 과학 학습에 대한 흥미와 동기를 높이고(Albe, 2008; Lee & Erdogan, 2007), 사회적 쟁점에 대한 올바른 인식과 바람직한 태도를 길러줄 수 있다(Choi & Cho, 2002; Klop *et al*., 2010; Lee *et al*., 2012).

복합적인 가치가 내재된 SSI의 특성으로 인해 SSI 수업은 서로 다른 관점을 지닌 학생들이 의견을 나누고 보다 합리적인 해결책을 찾아가는 토론 수업으로 진행된다. 그러나 SSI 토론 수업을 학교 현장에서 실행하는 데에는 여전히 많은 어려움이 있다. 예를 들어, 학생들은 주어진 SSI가 친숙하지 않을 때 토론에 몰입하기가 어렵다(Oh, 2010). 또한 학교 토론 수업의 문제점으로 꼽히고 있는 학생들의 토론 절차에 대한 지식과 실천력의 부족, 자발적인 토론 준비의 부족과 이로 인한 의견 진술의 회피 및 타당성이 약한 논거의 사용(Kim *et al*., 2011; Park, 2004)도 SSI 토론 수업 실행에서의 어려움이 될 수 있다. 교사의 경우 SSI에 대한 지식과 교수학습 자료의 부족, 수업 시간의 부족, 학생들의 관심 부족, 토론 방식의 수업 진행에 대한 부담감 등을 어려움으로 인식하고 있다(Cross & Price, 1996; Lee *et al*., 2006; Levinson & Turner, 2001). 따라서 이러한 어려움을 해소하기 위해 SSI 토론 수업을 개선할 수 있는 다양한 방안을 모색할 필요가

* 교신저자 : 노태희 (nohth@snu.ac.kr)
** 이 논문은 2014년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임((NRF-2014S1A5A2A01014274).
http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2017.37.5.787

있다.

SSI 토론 수업에서 나타나는 어려움을 해소하기 위한 방안으로 스마트 기기의 활용을 고려할 수 있다. 우선, 과학 수업에서 스마트 기기의 활용은 교실 내 즉시적, 협력적 상호작용을 지원하며, 학습 공간 및 기회를 확대하고 지능형 맞춤화를 통하여 학습 효과를 극대화 할 수 있다(Yang *et al*., 2015). 예를 들어, 스마트 기기를 활용하여 학습자 특성에 맞는 개별화된 학습을 할 수 있고(Yun *et al*., 2015), 정보를 탐색하고 공유하는 소집단 학습을 진행할 수 있으며(Lee *et al*., 2015), 앱을 통한 상호작용으로 공동의 지식을 구성할 수 있다(Yun *et al*., 2016). 또한 스마트 기기를 활용한 학습은 과학에 대한 성취도, 동기, 태도, 흥미, 만족도에 긍정적 효과가 있다(Park, 2013; Yun *et al*., 2015; Yun *et al*., 2016). 그리고 과학 수업에서 스마트 기기를 활용함으로써 교과서와 교실이라는 전통적인 학습의 장을 탈피하여 보다 능동적이고 자기주도적인 학습이 가능하고, 학생과 학생 사이의 상호작용은 물론 학생과 교사 사이의 상호작용이 활발하게 일어날 수 있으며, 이를 통해 과학적 소양의 발달도 가능할 것으로 보인다. 이러한 측면에서 볼 때, SSI 토론 수업에서 스마트 기기를 활용하는 것은 기존 SSI 토론 수업의 부족한 점을 개선하여 학습자 개인의 과학적 소양 계발을 촉진하는 효과적인 방안이 될 수 있다.

최근 스마트 기기를 개별화 학습이나 탐구 수업에 적용한 연구들이 보고되고 있지만(Bae *et al*., 2015; Yun *et al*., 2015; Yun *et al*., 2016), SSI 수업과 같은 토론 수업에서 스마트 기기를 효과적으로 활용하는 방안에 대한 연구는 매우 부족하다. 스마트 기기를 토론 수업에 적용한 선행연구는 주로 스마트 기기를 이용한 온라인 토론의 특징과 전략을 조사하거나(Hong, 2014; Jang & Chang, 2013), 앱 기반 온라인 토론과 웹(Web) 기반 온라인 토론과의 차이점을 비교하는 것(Kim & Yeon, 2015; Ko & Shin, 2011)과 같이 대부분 온라인 토론에 초점을 둔 연구이다. SSI 수업에 스마트 기기를 활용한 연구는 소셜네트워크서비스(social network service)나 위키스(wikis) 등의 디지털 플랫폼(digital platform)에서 이루어지는 SSI 토론의 특징 및 효과를 조사하거나(Greenhow *et al*., 2015; Jang *et al*., 2016; Morin *et al*., 2013), 영재 학생을 대상으로 실시한 SSI 수업의 효과를 조사(Lee *et al*., 2015)하는 정도였다. 따라서 일반적인 SSI 토론 수업을 실행할 때 스마트 기기를 어떻게 활용할 수 있는지에 대한 정보는 부족한 실정이다.

이에 이 연구에서는 고등학생을 대상으로 스마트 기기를 활용한 SSI 토론 수업을 실시하고, 학생들의 스마트 기기 활용 방식과 스마트 기기의 활용으로 인해 나타나는 SSI 수업의 특징을 조사하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상 및 절차

경기도에 소재한 고등학교 1학년 1개 학급의 학생 중 자발적으로 연구에 지원한 27명을 대상으로 방과 후에 스마트 기기를 활용한 SSI 토론 수업을 진행하였다. 1개 소집단을 4~5명으로 총 6개의 소집단을 구성하여 수업을 진행하였으며, 학생들이 속한 소집단은 A~F로, 학생들의 이름은 1~5로 임의적으로 제시하였다.

'원자력 발전을 지속적으로 추진할 것인가'를 주제로 총 5차시로 구성된 수업을 실시하였으며, 수업의 절차 및 활동 내용은 선행연구(Johnson & Johnson, 1994; Kim *et al*., 2011; Lee *et al*., 2014; Zeidler *et al*., 2014)를 토대로 구성하였다. 과학교육 전문가 3인과 현직교사 3인, 과학교육 전공 대학원생들로 구성된 집단 세미나를 여러 차례 실시하여 수업 절차와 활동 내용 등을 수정·보완하였으며, 담당 교사와 논의하여 수업 진행에 대해 최종적으로 점검하였다.

본 수업에 앞서 학생들이 스마트 기기를 활용한 SSI 토론 수업에 익숙해질 수 있도록 오리엔테이션과 연습 수업을 2차시 동안 실시하였다. 오리엔테이션에서는 수업에 활용할 수 있는 다양한 앱을 소개하고 연습하는 시간을 가진 후, 소집단별로 본 수업에서 자료 공유를 위해 사용할 앱을 선택하도록 하였다. 연습 수업은 학생들에게 친숙한 주제인 '인간의 소극적 안락사, 허용되어야 하는가?'를 주제로 본 수업의 전 과정을 압축하여 진행하였다.

연구자와 담당 교사가 연습 수업을 관찰한 후 6개의 소집단 중에서 토론이 비교적 활발하게 이루어진 3개의 소집단 학생 14명을 면담 대상자로 선정하였다. 면담 내용은 각 차시에서 스마트 기기의 활용으로 인해 나타나는 특징을 조사하기 위한 질문들로 구성하였다. 우선, 각 차시에 따른 스마트 기기의 구체적인 활용 방법과 스마트 기기를 활용하는 과정에서 느낀 장점과 단점 등을 질문하였다. 또한 그동안 경험했던 토론 수업과 스마트 기기를 활용한 토론 수업에 대해 느낀 차이점 및 스마트 기기의 활용에 있어서 보완할 점 등을 질문하였다. 학생 1인당 30~40분 정도로 3차시, 4차시, 5차시 수업 이후 총 3차례의 반구조화된 면담을 실시하였으며, 모든 면담 내용은 녹음하여 전사하였다. 5차시에서는 온라인 카페를 통하여 전체 학생들을 대상으로 스마트 기기를 활용한 SSI 토론 수업에 대한 소감을 묻는 간단한 설문을 진행하였다. 학생들이 온라인에서 활동한 모든 결과물을 수집하였으며, 2차시부터 5차시까지의 수업 과정을 모두 녹화하였고 연구자 2인이 수업을 관찰하면서 특징적인 부분들은 관찰 노트에 기록하였다.

2. 스마트 기기를 활용한 SSI 토론 수업

이 연구에서는 SSI 수업의 교육적 효과를 높이기 위해 Lee *et al*.(2014)의 SSI 수업의 단계를 기반으로 총 5차시 수업을 구성하고, 토론 형식은 Johnson & Johnson(1994)의 찬반논쟁협동학습 모형을 토대로 전체 학급 토론에서는 모든 소집단이 토론에 참여할 수 있도록 릴레이 토론 모형(Zeidler & Kahn, 2014)을 추가로 적용하였다(Table 1). 그리고 토론 수업에서 스마트 기기를 효과적으로 활용하기 위해 Kim *et al*.(2011)이 제시한 토론에서의 스마트 기기 활용 방안을 수업 구성에 고려하였다. 즉, 토론 전과 토론 중에는 자료를 실시간으로 수집 및 공유할 수 있게 하고, 교실 토론 후에는 온라인 게시판에서 사후 토론을 실시하여 수업에서 스마트 기기를 다양하게 활용할 수 있도록 구성하였다.

1차시에는 학생들에게 원자력 발전에 대한 기본 개념과 관련 논란에 대해 교사가 간단히 소개한 후, 스마트 기기로 온라인 카페에서 원자력 발전에 대한 찬성 혹은 반대 입장을 골라 투표하게 한 다음 투표 결과를 학급 전체가 공유하였다. 개별 자료 탐색 및 소집단 내 공유 과정인 2차시에서는 스마트 기기를 이용하여 개별적으로 자료를 탐색하고, 수집한 자료를 소집단 내에서 함께 공유하도록 하였다.

Table 1. The flow of debate class using smart devices

차시	활동 내용	스마트 기기의 활용
1차시	· 원자력 발전에 대한 쟁점 소개 · 1차 의사결정	· 온라인 카페에서 자신의 입장 투표
2차시	· 개별 자료 탐색 · 소집단 내 자료 공유	· 개별적인 자료 수집 · 온라인 앱을 이용한 자료 공유
3차시	· 소집단 내에서 찬성과 반대 입장을 나누어 1차 토론을 실시한 후 입장 교환하여 2차 토론	· 필요할 때 언제든 사용 가능
4차시	· 3개의 소집단이 같은 입장이 되어 3:3 릴레이 토론 후 입장 교환하여 2차 토론	· 필요할 때 언제든 사용 가능
온라인 토론	· 전체 학급 토론 이후 온라인 사후 토론	· 온라인 카페에서 이루어지는 토론에 참여
5차시	· 자신의 최종 입장 선택 · 투표 결과 공유	· 온라인 카페에서 자신의 최종 입장 투표

이때 사전에 학생들이 자료 공유를 목적으로 선택한 앱을 자유롭게 사용하도록 하였다. 소집단 토론 과정인 3차시에서는 소집단 별로 총 2회의 토론이 이루어지도록 하였는데, 먼저 소집단 내에서 찬성과 반대로 입장을 나누어 1차 토론을 진행한 후 서로 입장을 바꾸어 다시 2차 토론을 진행하였다. 소집단 토론 과정에서 스마트 기기가 필요한 경우에는 언제든지 사용할 수 있도록 하였다. 전체 학급 토론 과정인 4차시에서는 6개의 소집단을 임의로 3개 소집단씩 각각 찬성과 반대 입장으로 나누고, 3:3 릴레이 토론을 진행하였다. 이때 토론에 참여하는 소집단이 바뀔 때마다 2분씩 협의하는 시간을 갖도록 하였다. 소집단 토론과 마찬가지로 전체 학급 토론에서도 스마트 기기는 자유롭게 사용하도록 하였다. 4차시 전체 학급 토론 이후 5차시 전까지 온라인 카페에서 자신의 의견을 올리고 여기에 자유롭게 답을 하는 형태로 사후 토론을 실시하였으며, 찬성과 반대 입장 중 하나의 입장만 선택하여 자율적으로 참여하도록 하였다. 최종 의사결정 과정인 5차시에서는 스마트 기기를 이용하여 자신의 최종 입장을 온라인 카페에서 투표하도록 한 후, 결과를 학급 전체가 공유하고 교사가 수업의 마무리를 지었다. 교사는 수업이 계획된 절차에 따라 진행될 수 있도록 학생들을 안내하였으며, 전체 학급 토론을 할 때에는 중립적인 입장에서 사회자의 역할을 수행하여 학생들의 의사결정에 영향을 미칠 수 있는 상호작용을 최소화하였다.

3. 결과 분석 방법

선행연구(Lee, 2009; Lee *et al*., 2014)를 토대로 스마트 기기를 활용한 SSI 토론 수업의 단계를 자료 탐색, 자료 공유, 자료 요약 및 정리, 교실 토론, 온라인 토론의 총 5단계로 구분하였다. 즉, Lee *et al*.(2014)의 연구에서 개발한 SSI 수업 모형과 학생들의 토론 과정을 분석하여 토론 지도 방안을 제안한 Lee(2009)의 연구에서 사용한 토론 절차를 바탕으로 수업 단계를 일차적으로 분석하였다. 이후 녹화한 수업 영상과 관찰 노트, 면담 전사 자료 등을 분석하여 모든 학생들이 공통적으로 거친 과정 중 유사한 특징이 나타나는 과정을 하나의 단위로 수업의 단계를 구분하였다. 그리고 각 단계에서 스마트 기기의 활용 방식과 수업에 나타난 특징을 분석하였으며, 이때 각 단계별로 스마트 기기를 활용하는 과정에서 느낀 장점과 단점, 스마트 기기가 활동에 미친 영향, 스마트 기기를 활용할 때 개선해야 할 점 등 SSI 토론 수업에서 스마트 기기 활용에 대한 학생들의 인식을 분석하여 각 단계별 특징을 뒷받침하는 근거로 사용하였다.

스마트 기기의 활용에 따른 단계별 특징을 분석하는 방법으로는 수집된 자료를 바탕으로 일차적으로 특징을 도출하고, 모든 자료를 반복하여 분석함으로써 특징을 수정하고 보완하는 지속적 비교 방법(constant comparative method; Strauss & Corbin, 1998)을 사용하였다. 즉, 연구자 2인이 각각 모든 자료를 분석하여 각 단계에서 나타나는 특징들을 추출하고, 연구자들 간의 논의를 통해 합의된 특징을 도출하고 해석하여 의미를 생성하였다. 이후 분석된 결과를 모든 자료들과 지속적으로 비교하고 재분석함으로써 도출된 특징과 해석을 정당화하는 과정을 거쳤다. 또한 연구 결과의 신뢰성과 타당성을 높이기 위하여 과학교육 전문가 3인, 현직 교사 3인, 과학교육 전공 대학원생들로 구성된 세미나를 여러 차례 실시함으로써 연구 결과의 해석에 대해 점검받았다.

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

1. 토론 준비 과정에서의 특징

가. 자료 탐색

SSI 토론 수업에서 주제와 관련된 자료를 교사가 제공하는 경우, 교사의 능력과 특성에 따라 정보의 내용과 수준이 다르고 충분한 정보를 제공하기 어려우므로 학생들이 토론에 필요한 사전 지식을 습득하는 데 한계가 있다. 그런데 스마트 기기를 활용하여 학생들에게 각자 자료를 탐색하도록 한 결과, 자신의 지식과 관심을 반영하여 자료를 검색하고 이해하기 쉬운 형태의 자료를 선택하여 읽음으로써 배경 지식의 학습에 도움이 되는 것으로 나타났다.

학생들의 자료 탐색 과정을 구체적으로 살펴보면, 대부분의 학생들은 주로 구글이나 네이버 등의 포털 사이트에서 원자력, 원자력 발전, 원자력 찬성, 원자력 반대라는 키워드로 검색을 시작해서 연관 검색어를 따라 검색을 확장하거나, 개인적으로 이해가 되지 않거나 궁금한 내용들을 추가적으로 검색하였다. 일부 학생들은 이미 알고 있던 지식을 바탕으로 발전소 지역 피해 현황, 폐기물, 이산화 탄소량, 신재생 에너지처럼 처음부터 구체적인 키워드로 검색을 하기도 하였다. 학생들은 원자력 발전이라는 주제는 익숙하였지만 자세한 내용을 알지는 못했었는데 계속해서 검색함으로써 다양하고 새로운 많은 정보를 얻을 수 있었다고 하였다. 즉, 학생들은 스마트 기기를 활용하여 검색을 이어감으로써 원자력 발전과 관련된 심층적인 내용을 학습할 수 있었고, 이는 쟁점에 대한 이해의 폭을 넓히는 데 도움을 줄 수 있었다.

> 체르노빌 사건이 그 때는 그냥 터졌다고 해가지고서. 조사를 하다보니까 연구원의 실수로 터진 거고, 원자력 과학 기술이 발전해가지고 보완할 수 있는 것도 많고. 그리고 원자력이 에너지 효율성이 더 좋다고만 알고 있었는데 경제성도 좋고 환경오염도 덜 된다고 자세히 알게 됐어요.
> (F3의 사후 면담 내용 중에서)

> 원자력 발전을 하는 게 원전 자체가 값이 싼 거는 알고 있었는데… 핵폐기물 처리 같이 숨은 비용도 있다는 것도 알겠고, 원자력 발전소에서 방사능 같은 게 조금씩이라도 나오는 그런 것도 좀 알게 됐어요. 확실히 차단이 되는 줄 알았는데 그게 아니어서 좀 놀랐어요.
> (F5의 사후 면담 내용 중에서)

또한 검색된 자료는 글, 그림, 그래프, 사진, 동영상 등 다양한 형태가 있었는데, 학생들은 여러 형태의 자료 중에서 자신이 이해하기 쉬운 형태의 자료를 선택하여 읽는 것을 볼 수 있었다. 예를 들어, A1이나 A2의 경우 글보다는 표나 그래프 위주의 자료를 선택하여 원자력에 대한 내용을 학습하였다.

> 저는 솔직히 글을 많이 안 좋아해서 간단하게 나온 정리된 표나 이런 거 찾으려고… 크롬같은데 들어가면 이미지가 따로 있어요. 이미지를 들어가면 그래프가 쫙 다 떠요. 원자력도 이렇게 돼서 이렇게 돼서 이렇게 된 거다, 이런 그림으로 이해하려고 했어요.
> (A1의 사후 면담 내용 중에서)

> 한 눈에 들어오는 그림, 그래프 쪽으로 많이 찾았던 거 같아요. 제가 최우선적으로 생각하는 기준은 한번 쓱 읽어봐도 아 이게 이런 내용이고, 이렇게 이해도가 높은 자료들을 선택했던 거 같아요.
> (A2의 사후 면담 내용 중에서)

SSI 토론을 하기 위해서는 쟁점과 관련된 내용을 정확하게 이해해야 하는데, 학생들이 자신의 인지적 수준이나 선호도에 부합하는 자료를 선택하여 읽을 경우 내용을 더 잘 파악할 수 있으므로, 이는 배경 지식의 학습 효과 향상에 긍정적인 영향을 미쳤을 수 있다.

이렇게 개별적으로 정보를 탐색하고 자료를 선택하는 과정은 학습에 대한 독립성을 보장해주므로 개개인이 수업의 중심이 될 수 있다. 학생들도 스마트 기기를 활용하여 자신이 알고 싶은 내용과 알맞은 수준의 정보를 적시에 능동적이고 자기주도적으로 탐색함으로써 자연스럽게 주제와 관련된 지식을 축적할 수 있다는 점을 다음과 같이 긍정적으로 평가하였다.

> C4: 내가 궁금한 걸 바로 나 스스로 검색할 수 있는 게 좋았어.
> C1: 맞아 진짜.
> C5: 맞아 맞아.
> C3: 자료 찾을 때 좋았어.
> (5차시 소집단 C의 활동 소감 공유 내용 중에서)

> 학교에서 배울 때는 외우고 그래야 하는데 자료를 찾으면서 하니까 그냥 안 외워도 자연적으로 그냥 머리에 남는다는 게…
> (D2의 사후 면담 내용 중에서)

> 간접이 아니라 직접적으로 경험할 수 있어서 너무 좋았고, 똑똑해지는 것 같고. 뭔가 공부를 안 할 수 있는데도 억지로 하는 게 아니라 하고 싶어서 하는 느낌이었어요.
> (A1의 사후 면담 내용 중에서)

즉, 스마트 기기를 활용한 개별화된 학습은 자료 탐색 과정에서 학생들의 자발적인 참여를 증가시키고 학습에 대한 만족감을 높이므로 SSI 토론을 위한 사전 지식 학습이 더 잘 이루어지게 할 수 있다. 또한 SSI 토론을 위해 적절한 수준과 양의 자료를 준비하는 것은 교사가 SSI 수업을 하는 데 느끼는 가장 큰 어려움 중 하나인데(Cross & Price, 1996), 스마트 기기를 활용하면 학생들이 수업 시간에 개별적인 지식과 수준을 반영하여 필요한 자료를 스스로 수집하므로 SSI 토론 수업을 위한 자료 준비에 교사가 느끼는 부담감을 낮추고, 학생들의 자발적인 토론 준비 부족으로 토론 준비과정이 제대로 진행되지 않는 기존 학교 토론 수업의 문제점을 해결하는 데도 도움을 줄 수 있다.

한편, 일부 학생들은 자료 수집의 편의성으로 인해 원자력 발전, 원자력 발전 찬성 또는 반대로 검색하면 쉽게 찾을 수 있는 블로그, 카페, Q & A 코너 등에 사용자 개개인이 일목요연하게 정리한 글이나 자료로부터 정보를 수집하는 것으로 나타났다. 이와 같은 자료들은 타당성이나 신뢰성이 의심스러울 수 있으므로 학생들에게 출처의 중요성이나 자료의 신뢰성 등을 강조하고, 토론에서 사용하는 근거는 출처를 밝히도록 사전에 안내하여 학생들이 출처가 검증된 양질의 자료를 중점적으로 수집하거나 자료의 타당성과 신뢰성에 관심을 가지고 선별적으로 자료를 수집할 수 있도록 지도할 필요가 있다.

> 면담자: 키워드를 뭐라고 검색한 거야?
> E4: 원자력 발전 찬성.
> 면담자: 어떤 식으로 찾았어?
> E4: 우선 네이버를 들어가면 막 엄청 뜨잖아요. 주로 저는 지식인. 솔직히 지식인이 출처가 명확하진 않은데 제일 잘 나와 있어가지고…
> (E4의 사후 면담 내용 중에서)

또한 면담과 온라인 설문을 분석한 결과, 많은 학생들이 수업 중에 스마트 기기를 계속 사용하게 되면서 토론 주제와 관련 없는 뉴스를 검색하거나 웹툰, SNS 등 다른 앱에 접속하고 싶은 생각이 들어 집중에 방해가 된 경우가 있다고 하였다. 실제로 자료 탐색 시간에 실시간 검색어나 뉴스 기사 등으로 대화를 나누거나 SNS를 하고 있는 모습이 종종 관찰되었다. 학생들의 활동 과정을 평가에 반영하거나 차시별 활동 내용과 활동 시간을 명확하게 제시하여 학생들이 시간을 효율적으로 활용할 수 있도록 안내할 필요가 있다.

> 자료를 쉽게 찾을 수 있어서 편리했지만 카카오톡이나 페이스북을 자꾸 들어가게 될 때가 많았습니다.
> (D4의 온라인 설문 내용 중에서)

> 단점은 하다보니까 실시간 검색어에 뜨는 거 보고 들어가서 갑자기 딴 얘기로 넘어가고… 다른 거 하기도 하고…
> (F3의 사후 면담 내용 중에서)

나. 자료 공유

오리엔테이션에서 자료를 공유하고 논의할 수 있는 밴드, 카페, 에버노트, 리노잇, 카카오톡, 메신저 등의 앱을 소개한 후, 온라인 상에서 자료를 공유할 수 있는 앱을 소집단 별로 선택하도록 했을 때,

6개 소집단 모두 밴드를 선택하였다. 그리고 밴드를 선택한 이유는 공통적으로 한 번쯤은 사용한 경험이 있어 가장 익숙하기 때문이라고 응답하였다. 즉, 리노잇이나 에버노트처럼 학습을 목적으로 개발된 앱을 사용해 본 경험이 거의 없는 학생들은 수업에서도 일상생활에서 사용해본 익숙한 앱의 사용을 선호한다는 것을 알 수 있었다.

소집단별 자료 공유 과정을 분석한 결과, 온라인보다는 오프라인에서의 공유가 더 활발히 일어난 것으로 나타났다. 즉, 밴드에서 비교적 활발하게 공유가 일어난 소집단은 2개였고, 나머지 4개 소집단은 밴드에 자료를 올리기보다는 검색한 내용에 대해 조원과 얘기하거나, 다음과 같이 화면 그대로 조원들에게 보여주면서 새로운 정보를 주고받는 모습을 보였다.

C2: (C3에게 스마트 기기 화면을 보여주며)한국수력원자력이라고 우리나라에 있는 원자력발전소 모아놓은데 있어.
C3: (C5와 함께 C2의 스마트 기기 화면을 보며)이게 뭐야?
C2: 한국에 있는 원자력 발전소 현황 같은 거… 거기 정지 중 이렇게 써 있지 않아?
C5: (C3와 함께 C2의 스마트 기기 화면을 보며)한빛도 정지 중이야? 아~ 정비로 정지중이래.

(2차시 소집단 C의 논의 내용 중에서)

학생들은 '스마트 기기를 활용해보니 찾은 내용에 대해 바로 설명해주거나 출처를 공유하는 등 오프라인에서 즉각적으로 정보를 교환할 수 있어 편리하였다'고 응답하였다. 즉, 스마트 기기는 SNS나 앱을 통해 온라인에서의 즉시적 상호작용을 지원하지만(Joo & Lee, 2012; Yang *et al.*, 2015), 학습 공간의 이동성과 매체상의 자원에 대한 접근의 유용성(Lim *et al.*, 2013)등으로 인해 수업 중 오프라인에서도 즉각적이고 협력적인 상호작용을 촉진한다는 것을 알 수 있었다.

오프라인으로 정보 검색을 하면 시간도 많이 걸려서 서로 의견을 나눌 시간도 부족한데, 그냥 얘는 바로 정보 찾아서 이거 어때하고 즉석에서 바로바로 대화하고 보여주고 그랬어요.

(A2의 사후 면담 내용 중에서)

오프라인에서 주로 자료를 공유한 4개 소집단의 경우 밴드를 잘 사용하지 않은 이유를 '찬성과 반대 자료가 섞여서 보기가 어렵다', '온라인에서 공유하는 것이 습관이 안 되서 밴드에 올리는 것을 잊게 된다' 등으로 응답하였으며, 전반적으로 밴드로 자료를 공유하는 것이 익숙하지 않고 자료의 분류가 되지 않아 불편하다고 인식하고 있었다. 반면 밴드를 적극적으로 활용한 소집단 A의 경우, '밴드를 활용함으로써 자료를 훨씬 효율적으로 공유할 수 있었다'고 응답하였다. 소집단 A의 공유 과정을 구체적으로 살펴보면, 특별한 형식 없이 무작위적으로 자료를 올린 다른 소집단과 달리 찬성과 반대 자료가 잘 구분되도록 원자력 관련 정보, 찬성, 반대로 카테고리를 나누어 댓글로 캡처한 자료 또는 링크를 올리거나 필요한 내용을 복사하여 올리는 방법으로 자료를 분류하여 정리하였다(Figure 1).

학생들은 '처음에는 밴드를 사용하는 것이 불편할 거 같았지만 막상 해보니 혼자 찾는 것보다 훨씬 풍부한 자료를 수집할 수 있고, 토론할 때도 관련 내용이 나왔을 때 밴드에서 필요한 자료를 바로 찾을 수 있어서 유용했다'고 응답했다.

면담자: 밴드나 이런 수단들을 활용해서 이제 좀 더 풍성하게 의견을 공유했다는 말이지?
A4: 네, 그렇죠.
면담자: 그럼 이런 정보들을 많이 찾아봤는데, 이런 정보들을 토론할 때 활용이 잘 됐는지 아니면 별로 그렇게 도움이 안됐는지 얘기해 줄래?
A4: 진짜 도움 많이 됐죠. 저만 찾는 게 아니고 다 틀린 자료들을 가지고

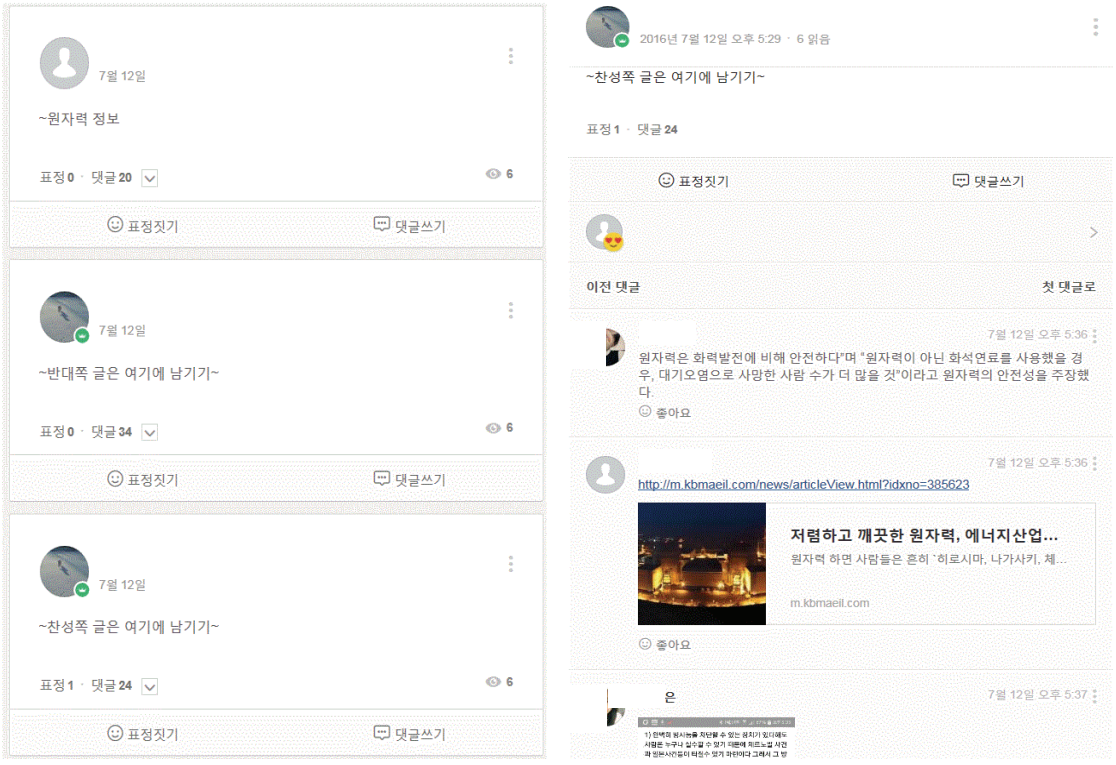

Figure 1. An illustrative example of sharing group activity using the BAND app

오니까, 제 의견 말고도 다른 친구들이 찾은 것들이 훨씬 많잖아요. 그니까 거기서도 제가 쓸 것들 다시 찾아볼 수도 있고. 그래서 훨씬 좋았던 거 같아요.

(A4의 사후 면담 내용 중에서)

A1: 토론할 때 편했던 거 같아요. 보면서 하는데 그냥 들어가면 되니까. 그리고 애들이 웬만큼 정리를 해서 올려요. 필요한 부분만 올리니까. 그래서 그냥 바로 읽으면 돼서. 그렇게 찾는데 시간이 오래 걸리지는 않았던 것 같아요. 토론하면서는 가끔 지나가다 보면 이거 있던 거 같아. 이러면 다시 들어가서 볼 수 있고, 올렸던 거니까 다시 어렵게 안 찾아도 되니까.

(A1의 사후 면담 내용 중에서)

또한 소집단 A의 경우 찬성과 반대 입장의 자료를 각각 나누어 올리면서 양쪽 근거의 양을 비슷하게 맞추려고 하였고, 기존의 올린 자료와 내용이 겹치지 않는 자료들을 찾아 올리는 것을 볼 수 있었다. 반면 면담한 14명의 학생들 중 공유 앱을 활발히 사용하지 않은 소집단에 속한 4명의 학생들은 자신의 입장에서 주로 자료를 검색하였고, 이로 인해 소집단 토론에서 상대 측 주장에 대응할 자료를 찾느라 토론이 지체되었다고 하였다. 이 연구에서는 찬성과 반대 입장을 번갈아가면서 토론하였기 때문에 학생들이 양쪽 입장에 관한 자료를 모두 찾으려는 경향이 컸지만, SSI는 본질적으로 복잡성을 지니므로 주제의 여러 측면에 대한 자료를 찾아보고 다각적인 관점으로 접근해야 합리적인 의사결정을 할 수 있다. 따라서 스마트 기기를 활용한 SSI 토론 수업의 효과적인 운영을 위해서는 학생들이 쟁점에 관련된 여러 입장에 관한 자료를 체계적으로 수집 및 공유할 수 있는 기능을 제공하는 앱을 개발하여 제공하거나, 학생들에게 친숙한 앱의 게시판을 변형하여 사용할 수 있는 방법을 지도할 필요가 있다.

한편, 일부 소집단의 경우 자료를 공유하는 과정에서 검색한 자료의 출처가 믿을만한지, 정확한 사실인지 등을 조원들이 함께 검증하였다. 이 과정에서 정보가 불충분하거나 신뢰성이 의심스러운 경우에는 추가적인 검색을 통하여 정보를 구체화하거나 좀 더 정확하고 신뢰성이 있는 자료를 찾아서 자료의 질과 양을 발전시키는 것을 볼 수 있었다.

F2: 논문이 너무 오래됐어. 이 사람이 원자력 발전기술원 책임 연구원이래.
F3: 근데 오래되었으면 지금 더 발전했을 거 아니야?
F2: 그니까 이 논문이 너무 오래됐어.
F2: 핵폐기물 처리 진짜 어떻게 해? 미국이나 걔네는 콘크리트에 묻는데. 묻거나 아니면 태우거나 다시 원료로 돌리거나.
F5: 핵폐기물을 묻는다고 했잖아. 그러면 우리가 만약에 묻으면…
F2: 그러니까 그거 알아보자.

(2차시 소집단 F의 논의 내용 중에서)

C3: 비용은?
C5: 8조라고하지 않았어?
C3: 아니 8조가, 그게 싼 건지 비싼 건지 어떻게 알아?
C1: 그니까 그러네. 그걸 알려면 다른 뭐 화력 발전 이런 비용을 찾아보면 되지.
C5: 아아. 발전소 설치 비용.

(2차시 소집단 C의 논의 내용 중에서)

밴드를 적극적으로 활용한 소집단 A의 경우에는 자료를 일정량 올린 후 올린 자료를 조원 전체가 읽어보면서 논의를 하는 시간을 갖기도 하였다.

A4: 이제 각자 찾아보는 거 그만하고 애들이 각자 올린 것들 다시 읽어보자.
전체 학생: 그래.
A1: 나 그러고 있어.
A3: 정보의 바다다.

(2차시 소집단 A의 논의 내용 중에서)

이 연구에서는 학생에 따라 조사한 자료의 출처가 뉴스, 원자력 관련 기관 사이트, 논문, 카페, 블로그 등으로 매우 다양했기 때문에 토론의 질을 확보하고 올바른 의사결정을 하기 위해서는 각자 조사한 자료의 신뢰성이나 타당성을 판단하는 과정이 더욱 중요하다고 할 수 있다. 그런데 자료를 검증하는 것은 고차원적인 사고가 요구되기 때문에 여러 명이 함께 하는 것이 효과적이나, 오프라인에서는 개개인이 검색한 모든 자료를 조원들이 함께 검증하는 것은 현실적으로 어려운 반면 온라인은 시간과 공간에 제약을 받지 않는다. 따라서 학생들이 자료 수집에만 몰두하여 검증 과정을 소홀히 하지 않도록 일정 시간동안 각자 수집한 자료를 공유 앱에 올리고, 그 이후에는 온라인을 활용하여 조원들이 함께 자료를 검토하는 과정을 거쳐 좀 더 타당한 자료들을 선별할 수 있도록 해야 한다. 일반적인 수업은 이 연구에서처럼 단기간에 집중적으로 이루어지지 않고, 수업 시간에 모든 활동을 할 수 있는 시간적 여유가 충분하지 않기 때문에 온라인 앱에서의 자료 공유 및 검증 과정은 학생들이 SSI 토론을 준비하는 과정에서 더 유용할 수 있을 것이다.

다. 자료 요약 및 정리

자료의 요약과 정리에 대한 별도의 지시는 없었지만 많은 학생들은 자료를 탐색하면서 일정 시점 이후에는 수집한 자료를 요약하고 정리하는 모습을 보였다. 학생들의 자료 요약 및 정리 방법을 분석한 결과 종이에 정리한 학생이 11명, 종이에 내용을 정리하고 화면을 캡처하여 스마트 기기에 저장하는 방식으로 정리한 학생이 1명, 정리를 하지 않고 검색만 한 학생이 2명이었다. 즉, 학생들은 수집한 자료를 정리할 때 스마트 기기보다는 주로 종이를 사용하는 것으로 나타났다. 그 이유로 학생들은 '종이에 정리하는 것이 핵심만 정리할 수 있고, 기억에 오래 남으며, 내 것으로 만들 수 있기 때문'이라고 응답하였다. 즉, 학생들은 스마트 기기 보다는 종이에 자료를 정리하는 것이 전체 내용을 효과적으로 요약할 수 있고 기억에 오래 남아 토론할 때 더 유용하다고 생각하고 있었다.

그러나 대다수 학생들이 토론 전에 내용을 정리하였음에도 불구하고, 토론에 필요한 흐름대로 자료를 체계적으로 정리하지 않고 A1과 같이 자신이 필요하다고 생각한 내용을 즉흥적으로 정리하여 토론할 때 종이에 정리한 내용을 거의 활용하지 않고 필요한 자료를 다시 검색하는 모습을 보였다. 이로 인해 소집단 토론은 자주 중단되는 모습을 보였다.

정리하는 건, 글을 읽다보면 제가 이해 안 되는 부분이나 아니면 애들이 올렸는데 이해를 못한 부분. 그럼 그런 거는 정리 했어요.

(A1의 사후 면담 내용 중에서)

일부 학생들은 '토론 중에 자유롭게 스마트 기기를 활용할 수 있었기 때문에 토론 전에 내용을 정리하여 논거를 만드는 과정의 필요성을 덜 느꼈다'고 응답하였다. 그러나 토론 전에 내용을 정리하지 않고 검색만 한 A5는 '정리를 하지 않아 하고 싶은 말을 제대로 할 수 없었다'고 하였으며, A4와 같이 정리를 했던 학생들도 '자신의 논거를 정리하는 시간이 부족하였다'고 응답하였다. 즉, 스마트 기기를 활용하여 토론 중에 부족한 자료를 수시로 보충할 수 있더라도 토론 전에 적절한 정리를 통해 논거를 조직하는 과정은 필요하다.

> 머릿속으로만 정리하고 적지는 않고 그래서 얘기도 잘못하고… 혼자 핸드폰으로 자료 보고 아 이건 이건데 이러면서 생각하다가 그냥 끝났어요.
> (A5의 사후 면담 내용 중에서)

> 자료는 충분히 찾을 수 있었어요. 근데 이걸 추리는 과정이 좀 부족했던 거 같아요. 자료 찾기에 급급해서 자기 의견을 정리할 시간이 좀 부족했던 거 같아요.
> (A4의 사후 면담 내용 중에서)

대부분의 학생들은 토론 경험이 많지 않기 때문에 주장에 적합한 근거를 선별하여 논거를 구성하는 것이 어려울 수 있다. 더구나 이 연구처럼 스마트 기기를 활용하는 경우 원하는 만큼 정보를 검색할 수 있기 때문에 수집된 자료가 너무 많아 필요한 내용을 선별하고 정리하는 것이 더욱 어려울 수 있다. 스마트 기기를 활용하지 않는 토론의 경우 토론에 필요한 자료를 사전에 최대한 많이 출력하거나 인쇄물로 가져와야 하지만, 스마트 기기를 활용하는 경우는 중요하다고 판단되는 근거를 토대로 논거의 흐름을 간략하게 정리하고, 관련된 구체적인 자료들은 스마트 기기에 별도로 저장할 수 있는 장점이 있다. 따라서 이러한 스마트 기기의 장점을 살려 토론을 수행하기 전에 같은 입장의 소집단 구성원이 함께 논의하여 논거를 구조화할 수 있도록 지도할 필요가 있다. 예를 들어, 필요한 주장과 근거들을 중요도에 따라 온라인 또는 오프라인 상에서 개략적으로 정리할 수 있는 양식을 제공하는 방법이 효과적일 수 있다. 특히 공동으로 문서를 작성하는 앱을 활용할 경우 학생들의 상호작용을 촉진할 수 있으므로(Lin *et al.*, 2015; Walsh & Cho, 2012; Yun *et al*., 2017), 이 앱의 효과적인 활용 방안을 모색하여 지도하는 것도 좋은 방법이다.

2. 토론 과정에서의 특징

가. 교실 토론

증거의 유형은 사실/사건, 개인적 경험, 전문가의 증언, 예증적 사례, 유추, 통계 등으로 구분할 수 있는데(Hischberg, 1996; Kang, 2002), 학생들은 각자 더 설득력이 있다고 판단되는 유형의 증거를 토론에서 주로 활용하였다. 예를 들어, A1은 예증적 사례가, E3는 통계 위주의 근거가 토론에서 자신의 논리를 펴는데 더 유용하다고 생각하고 있었다.

> 너무 자기 의견이 많고 신뢰성은 없는 건 안 받고, 구체적인 실제 사례나 그런 거 있으면 그런 게 좋은 거 같아요. [예증적 사례 중심]
> (A1의 사후 면담 내용 중에서)

> 일단 수치가 많이 나오는 거를 주로 이용을 했고, 그 다음에 전기값 이런 거는 경제뉴스 쪽이 또 전문이잖아요. 수치가 좀 더 신뢰적인 거 같고 왠지 정확해보이잖아요. 그렇게 높지 않은 수치더라도 되게 정확해 보이게 만드는 이 % 표시. 그거 너무 좋아하고. [통계 중심]
> (E3의 사후 면담 내용 중에서)

SSI 토론에서는 구체적인 증거에 기반하여 주장을 하거나 반박을 할 때 설득력이 훨씬 높아진다. 예를 들어, E1은 독일의 사례를 이용하여 친환경 발전으로 인한 국민들의 세금 부담을 근거로 원자력 발전 중단에 반대하였고, E3는 독일의 경우 신재생 에너지를 사용하여 오히려 전기세가 점차 낮아진 것과 우리나라에서도 신재생 에너지 사용으로 전기 비용이 절감된 것을 근거로 들어 이에 반박하였다.

> E1: 원자력 발전소를 중지하고 친환경 발전으로 돌아선다면 부담되는 경제적인 비용. 실제로 독일의 경우 친환경 발전으로 돌아서면서 세금이 많이 늘어났는데, 그런 경우에서 본다면 국민들이 받는 경제적인 부담은 현실적으로 너무 크지 않을까요? [예증적 사례를 활용한 주장]

> E3: 독일의 경우를 말씀하셨는데, 독일의 경우 재생 에너지를 활용함에도 불구하고 일정 기간이 지나서 전기세가 하락했다는 보고가 있습니다. 2013년에서 2014년으로 넘어가는 사이에 39%가 하락했고요. 우리나라의 경우도 경북 신청사에 실제로 신재생 에너지를 사용하는 곳이 있는데, 거기서는 8700만원 가량의 전기 비용이 절감됐다고 합니다. 그런데도 절대적으로 신재생 에너지가 경제적 이익이 없다는 것은 좀 모순된 말인 거 같고요. [통계를 활용한 주장]
> (3차시 소집단 C의 토론 내용 중에서)

> C5: 환경 운동 연합에서, 한반도에서 활성 단층이 가장 많이 분포한 경주, 울산, 부산이 가장 지진 위험이 높은 지역이라는 점, 지진 규모 7.5에 비해서 20배에서 30배 낮은 규모로 부실한 내진 설계가 적용되고 있다고 지적을 했습니다. 그리고 원자력 발전소 밀집 지역과 근접한 울산 등 해역에서 규모 5.0 지진이 발생했는데요. 만약 이보다 더 큰 지진이 발생해서 만약에 폭발하게 된다면 엄청난 피해가 있을 겁니다. [전문가 증언, 사실/사건을 활용한 주장]
> (4차시 전체 학급 토론 내용 중에서)

즉, 이 연구에서는 학생들마다 중점을 두고 수집한 증거의 유형이 다르고 공유를 통해 정보를 교환할 수 있었기 때문에 토론에서 사용할 수 있는 근거 자료가 풍부하게 확보되었다. 또한 스마트 기기로 수집한 내용을 보면서 토론할 수 있었기 때문에 학생들은 근거 부족으로 인한 무분별한 주장을 하기 보다는 다양한 유형의 구체적인 증거를 사용하여 자신의 주장을 정당화하거나 상대방의 주장에 논리적으로 반박하였다.

스마트 기기를 활용하지 않는 토론 수업에서는 사전 준비 부족으로 인해 발언을 제대로 하지 못하거나 타당성이 부족한 논거를 사용하여 토론이 원활하게 진행되지 못하는 문제가 있었다(Kim *et al.*, 2011). 또한 토론에서 반박이 활발히 일어날수록 학생들은 쟁점에 관한 다양한 입장의 근거를 인식하고 이해할 수 있으나(Oh & Jonassen, 2007), 상대측의 주장이 사전에 조사하지 못한 내용인 경우 논리적으로 대응하는 것은 쉽지 않다. 그러나 이 연구에서 학생들은 스마트 기기를 활용하여 사전에 쟁점과 관련된 근거를 충분하게 수집할 수 있었고,

토론 중간에도 필요한 자료를 수시로 검색하여 상대방의 주장을 반박하거나 자신의 주장을 보강하는 모습을 보였다. 학생들도 정리해온 자료나 프린트한 내용만으로 토론을 해야 하는 일반적인 토론 수업과 달리 스마트 기기를 활용함으로써 예상하지 못했던 상대측 반론에 적극적으로 대응할 수 있었던 점을 다음과 같이 긍정적으로 평가하였다.

> 좋았던 점은 아무래도 스마트폰을 사용하는 게 정말 많이 도움이 됐죠. 한 번도 이런 식으로 수업을 해본 적이 없었는데… 다 이제 미리 찾아오는 걸로 했었잖아요? 근데 미처 준비하지 못했던 거에 대해 상대방이 반박을 하게 되면 알고 있는 게 없으니까 그거에 대해 답변을 해주기 어려웠는데… 계속 핸드폰으로 찾아볼 수 있으니까 계속 부족한 부분에 대해 공급이 되잖아요? 자료가? 그래서 막힘없이 토론이 되었던 게 좋았던 거 같고.
>
> (A4의 사후 면담 내용 중에서)

> 토론을 하다보면 되게 자료조사가 부족한 걸, 다섯 장, 여섯 장 프린트를 해도 부족한 걸 느낄 때가 있는데 그런 걸 바로바로 보완할 수 있잖아요. 스마트폰 사용하면서. 그건 진짜 좋은 것 같아요.
>
> (E3의 사후 면담 내용 중에서)

이처럼 스마트 기기는 언제나 접속 가능한 상시성과 사용자의 요구에 따른 특정 정보를 제공할 수 있는 적응성이 있기 때문에(Kang *et al*., 2012), 끊임없이 논박이 일어나는 높은 수준의 토론을 가능하게 한다. 즉, SSI 토론 수업에서 스마트 기기의 활용은 구체적이고 분명한 근거를 바탕으로 한 토론을 촉진한다는 측면에서 기존 교실 토론의 문제점을 극복하여 교실 토론의 질을 높이는 데 기여함을 알 수 있다.

또한 사후 면담 결과 '상대편의 명확하고 확실한 반박 근거들이 최종 의사결정에 영향을 주었다'는 학생이 14명 중 10명으로 나타나, SSI 토론 수업에서 스마트 기기의 활용은 토론 수준의 향상 뿐 만 아니라 학생들이 타당한 증거에 기반하여 보다 합리적인 추론을 하는 데 도움을 줄 수 있다.

> 원래는 찬성이 더 괜찮을 거라고 생각했었는데, 반대인 애들이 말하는 내용을 듣고 생각해보니까 그게 더 타당한 거 같아서 생각이 바뀌었어요. 원자력이 친환경적이라고 알고 있었는데 애들이 핵폐기물을 처리하는 방식이 돈도 많이 들고 안전하게 완전히 밀봉해서 버리는 방법이 개발이 안됐대요. 그 얘기를 들으니까 위험할 거 같아서 반대가 맞는 거 같았어요.
>
> (A4의 사후 면담 내용 중에서)

뿐만 아니라 학생들은 '토론에서 스마트 기기를 사용한 것 자체가 재미있었고, 필요할 때 쉽게 자료를 찾을 수 있어 토론에 더욱 즐겁게 참여할 수 있었다'고 하였다.

> 토론할 때 스마트폰을 쓰는 건 되게 새롭고 토론을 좀 더 다양하고 재미있게 즐길 수 있는 방법이라고 생각했어요. 토론은 되게 많은 사람들이 느끼지만 딱딱하고 재미없고 지루하고, 저도 처음엔 그랬으니까. 근데 스마트폰을 사용하니까 막 애들이 이렇게 보여주기도 하고 원래 핸드폰이란 기계 자체가 친숙하잖아요. 즉석에서 바로 바로 찾고. 토론을 처음 해본 애들도 거부감을 안가지고 자료 조사 할 수 있고. 되게 재미있는 거 같아요. 일단, 요즘 애들이 핸드폰 잡는 때 제일 행복해해요.
>
> (E3의 사후 면담 내용 중에서)

토론에서 흥미와 재미 등의 정서적인 요소는 토론에 대한 학생들의 거부감을 감소시키고 적극적인 참여를 유발할 수 있다(Hong, 2014). 따라서 스마트 기기의 친숙성, 상시성, 적응성 등의 특징은 학생들이 토론에 느끼는 심리적 부담감을 감소시키고, 부족한 근거는 언제든 보충할 수 있게 함으로써 발언에 대한 자신감도 높여준 것으로 볼 수 있다.

한편, 토론 중에 자료를 검색하느라 상대방의 이야기에 집중하지 못하는 모습도 관찰되었다. 사후 면담에서도 학생들은 '토론 중에 스마트 기기로 필요한 자료를 바로 검색할 수 있어서 좋았지만 자신이 주장을 할 때 상대방이 스마트 기기로 검색에 집중하는 모습이 좋지 않았고, 대화를 놓쳐 되묻는 모습은 스마트 기기의 사용으로 인한 단점이었다'고 응답하였다.

> 단점은, 상대편이 말할 때 계속 스마트폰만 들여다보면 안 될 것 같아요. 상대편을 좀 봐가면서 봐야지. 상대방이 말하고 있는데 계속 두 명 다 핸드폰만 들여다보면 집중을 하고 있다는 느낌이 안 들잖아요. 그러니까 한 사람만 듣는다거나 아니면 내가 너의 말을 듣고 있다, 이런 걸 확인을 시켜줘야 될 것 같아요.
>
> (A1의 사후 면담 내용 중에서)

> 토론할 때는 제 주장이 끝나고 나면 다른 자료 같은 걸 찾느라고 다른 애들 말을 많이 못 들어가지고, 반박을 해야 될 때 아까 전에 뭐라고 말했지? 이렇게 다시 되묻고 좀 제대로 들을 걸 하는 그런 아쉬움이 있어요.
>
> (F5의 사후 면담 내용 중에서)

반면 '전체 학급 토론에서는 중간에 별도로 전략회의 시간이 있었기 때문에 소집단 토론에서보다는 스마트 기기의 사용이 별로 문제가 되지 않았다'고 응답하였다. 따라서 토론 중에 스마트 기기를 사용할 때는 학생들이 토론에 더욱 집중할 수 있도록 자료 검색 시간을 별도로 부여하는 등의 방식으로 스마트 기기 사용에 제한을 두는 것을 고려할 필요가 있다.

나. 온라인 토론

온라인 토론에는 27명의 학생 중 17명이 참여하였다. 참여한 학생들 중 1명을 제외하고 모두 스마트 기기를 이용하여 하루 일과를 모두 마친 이후나 아침 등교 전 자투리 시간 등 각자 가능한 시간에 횟수에 제한 없이 자유롭게 토론에 임하였다. 학생들은 새로운 글을 작성하거나 댓글을 다는 형식으로 평균적으로 1~2개의 글을 올렸다. 글의 내용은 원자력 발전의 한 측면에 대한 주장보다는 여러 가지의 근거를 들어 자신의 입장을 최종 정리하는 형태로 작성하였으며, 온라인의 특성을 활용하여 그래프와 같은 사진을 근거로 첨부하기도 하였다

온라인 토론에 참여한 학생들은 다음과 같이 '자신의 의견을 글로 써야하니 대화로 토론할 때보다 더욱 신중하게 정돈된 글을 작성하게 되었고, 발언 시간이 제한되어 있지 않아 자신의 의견을 자세하게 적을 수 있었으며, 근거 자료를 첨부할 수도 있어 상대방의 주장과 근거를 파악하기가 교실에서의 토론보다 쉬웠다'고 응답하였다. 또한 '듣는 것과 달리 스마트 기기로 언제든 다시 읽을 수 있기 때문에 상대방의 주장에 대해 충분히 생각해볼 수 있었다'고 하였다.

> 글로 기록되어 있기 때문에 내용정리가 잘 되어있어 생각할 시간이 더 많았다. 전체토론에서의 토론내용을 한눈에 볼 수 있어 편했고 이해가 더 잘되었다.
>
> (C1의 온라인 설문 내용 중에서)

> 말로 전할 때보다 쓰면서 하다보니까 다시 쓰게 되고 고쳐 쓰게 되고 이런 게 있잖아요? 그러다 보니까 생각도 정리가 더 잘되고. 그리고 애들 거를 볼 때도 아 얘가 이런 생각을 하고 있구나, 이런 게 확실히 보여요. 그리고 또 볼 수도 있고. 근데 애들이 말로 하는걸 보면 말이 길어지면 이제 중간에 끊기잖아요. 뭔 말인지 앞에 거가 생각이 잘 안 나고. 그냥 나중에 이렇게 통과하고 그러다 보니까 애들이 글로 정리를 해 놓으니까 얘 생각은 이렇구나, 이런 점을 반박하는구나. 그리고 또 자료도 한 눈에 보기 쉽잖아요. 댓글 달아놓으니까 진짜 교실 같은 데서는 토론할 때에는 이렇게 자료를 보여줄 수 없으니까. 그래서 이게 되게 좋았던 거 같아요.
>
> (E3의 사후 면담 내용 중에서)

SSI 토론 수업에 참여하는 학생들은 다양한 가치가 내재된 SSI의 복잡성으로 인해 제한된 토론 시간 안에 자신의 생각을 충분히 표현하고 의사결정을 내리는 데 어려움을 느낀다(Chang & Lee, 2010; Ratcliffe, 1997). 스마트 기기를 활용한 온라인 토론은 편리한 접속 환경으로 교실의 시공간적 제약성을 보완하여 자신과 반대 측의 논거를 최종적으로 정리하고 다시 한 번 평가할 수 있는 기회를 제공하므로 학생들이 보다 신중하게 의사결정을 하는 데 도움을 줄 수 있다.

또한 학생들은 온라인 토론이 시간제한이나 발언 순서가 정해져 있지 않아 발언에 대한 부담감이 적다는 점과, 자기 생각을 말로 잘 표현하지 못해 전체 학급 토론에서 발언하지 못한 사람도 참여할 수 있다는 점을 긍정적으로 평가하였다. 학생들은 교실 토론에서 많은 학생들 앞에서 자신의 생각을 말하는 것에 대해 정서적인 부담감을 갖는데(Kwon *et al*., 2017; Yang *et al*., 2016), 이 연구에서 나타난 것처럼 온라인 토론은 교실 토론에 대한 부담감을 가진 학생들이 더욱 자유롭게 의사표현을 할 수 있는 기회를 제공해줄 수 있다는 장점이 있다.

> 직접 할 때는 긴장도 되고 가끔 백지가 될 때도 있었는데 온라인 토론에서는 왠지 침착하고 정리가 더 잘 되가지고, 그래서 바로 자료도 찾아가지고 할 수 있어서 좋았어요.
>
> (F3의 사후 면담 내용 중에서)

> 자기 생각을 말로 잘 못하는 사람이 생각을 글로 정리해서 남길 수 있어서 좋은 것 같아요. 자료를 가지고 있는데 말도 못하고 그런 사람이 온라인 토론에서는 자기가 간추려서 쓸 수 있으니까 자기 의사를 표현하기에는 더 좋은 것 같아요.
>
> (F4의 사후 면담 내용 중에서)

한편, 다른 사람의 의견에 대한 동의나 반박 또는 관련된 글의 경우 새로운 글이 아닌 댓글로 이어서 달도록 안내하였음에도 대부분의 학생들은 댓글로 논박을 하기 보다는 새로운 글을 작성하는 경향이 있었다. 즉, 학생들은 '평소 스마트 기기로 SNS를 많이 사용하기 때문에 스마트 기기를 이용하여 토론 글을 작성하는 것은 편했다'고 응답하였지만, 모든 학생이 온라인 토론에 참여하는 것이 처음이었기 때문에 실제로는 효과적인 온라인 토론이 이루어지지 못했다고 볼 수 있다. 따라서 온라인 토론 전에 바람직한 온라인 토론 방향과 구체적인 예시를 보여주고 간단한 연습을 실시할 필요가 있다.

Ⅳ. 결론 및 제언

이 연구에서는 스마트 기기를 활용한 SSI 토론 수업을 자료 탐색, 자료 공유, 자료 요약 및 정리, 교실 토론, 온라인 토론의 총 5단계로 구분하여 각 단계에서 나타나는 특징을 분석하였다. 연구 결과, 자료 탐색 단계에서 학생들은 각자의 지식과 관심을 반영하여 원자력에 관련된 다양한 측면의 자료를 수집하였으며, 자신이 이해하기 쉬운 형태의 자료를 선택하여 학습하였다. 또한 각자 더 설득력이 있다고 판단되는 다양한 유형의 증거를 수집하였으나, 수집한 자료를 검증하는 과정은 부족하였다. 자료 공유 단계에서는 온라인에서의 공유보다 오프라인에서의 공유가 활발하게 일어났다. 온라인에서의 공유가 활발히 일어난 소집단의 경우 밴드에 항목별로 카테고리를 나누어 자료를 올림으로써 효율적으로 자료를 공유하고, 찬성과 반대의 다양한 측면을 고려하여 자료를 수집하였다. 일부 소집단의 경우에는 자료 검증 과정을 거쳐 수집한 근거의 구체성과 타당성 및 출처의 명확성이 향상되었다. 자료 요약 및 정리 단계에서 학생들은 스마트 기기보다는 종이에 자료를 정리하였다. 그러나 토론 과정에서는 정리한 자료를 활용하기보다 즉석에서 스마트 기기로 자료를 다시 찾는 모습이 자주 관찰되었고, 이로 인해 토론이 지연되는 경우가 발생하였다. 교실 토론 단계에서는 스마트 기기의 친숙성, 상시성, 적응성으로 인하여 구체적 근거에 기반한 주장과 활발한 반박이 일어나는 토론이 이루어졌으며, 이는 토론에 대한 학생들의 흥미를 높여 적극적인 토론 참여로 이어졌다. 반면 토론 중 스마트 기기로 자료를 검색하느라 상대방 발언에 집중하지 못하는 단점이 있었다. 온라인 토론 단계에서는 자신과 상대측의 논거를 재정리하고 충분히 검토할 수 있었으며, 전체 학급 토론에서 소극적이었던 학생들의 토론 참여가 높아지는 것으로 나타났다.

이상의 연구 결과를 종합하여 볼 때, SSI 토론 수업에서 친숙한 스마트 기기의 활용은 주제가 낯설고 어렵더라도 학생들이 쉽게 접근하여 배경 지식을 축적하고 쟁점에 몰입하여 토론의 질을 제고하는 데 도움을 줄 수 있으므로, SSI 토론 수업에 대한 학생들의 학습 동기와 적극적인 참여를 유발할 수 있다. 또한 학생들이 토론 수업에 대해 가지고 있는 심리적 부담감을 감소시킬 수 있을 뿐만 아니라 적절한 수업 자료와 준비 시간의 부족, 효과적인 토론 실행 등 SSI 수업에 대해 교사들이 느끼는 어려움을 감소시킬 수 있다는 측면에서 효과적인 SSI 토론 수업 전략이 될 수 있다. 이 연구의 결과를 바탕으로 스마트 기기를 활용한 SSI 토론 수업을 효과적으로 진행하기 위한 구체적인 방안을 연구 결과 및 논의에 제안하였고, 이를 종합하면 다음과 같다.

첫째, 자료 출처의 신뢰성이나 타당성을 검증할 수 있도록 지도해야 한다. 스마트 기기를 활용하는 SSI 수업에서는 개별적으로 수집한 자료를 검증하는 과정이 중요하므로, 공유 앱에 올린 자료를 조원들이 함께 검토하여 적절한 자료를 선별할 수 있도록 해야 한다. 둘째, 토론 전 자료를 정리하여 논거를 구성할 수 있도록 지도해야 한다. 토론 중에 수시로 스마트 기기를 활용하여 필요한 내용을 찾을 수 있더라도 설득력 있는 주장을 하기 위해서는 토론의 맥락에 맞도록

논거를 조직해야 한다. 이때 체계적인 정리를 돕기 위하여 온라인 또는 오프라인 활동지를 제공하여 같은 입장의 학생들이 함께 효과적으로 자료 정리 과정을 수행하도록 해야 한다. 셋째, 수업의 단계를 명확히 제시해야 한다. 자유로운 스마트 기기의 사용으로 인하여 수업에 방해가 되지 않도록 수업의 단계와 단계별 수행 시간을 분명하게 안내하여 과제를 구조화하고, 토론 할 때는 자료 검색 시간을 별도로 부여하는 방식으로 학생들이 시간을 효율적으로 사용할 수 있도록 해야 한다. 넷째, SSI 토론 수업에 맞는 형태의 앱의 개발이 필요하다. SSI 토론을 위해서는 다양한 가치가 내재된 SSI에 대해 여러 입장에서 자료를 탐색하고 정리하는 과정이 필요하다. 따라서 이와 같은 특성을 고려하여 학생들이 자료를 수집하고 함께 공유 및 정리할 수 있는 형태의 앱을 제공한다면 매우 유용할 것이다. 학생들이 일상생활에서 사용해 본 익숙한 앱의 사용을 선호하는 경향이 있으므로 기존의 앱을 수업에 맞는 형태로 변형하여 사용하는 방안도 고려해볼 수 있다. 마지막으로, 학생들은 학습 목적으로 스마트 기기를 사용하는 데 익숙하지 않아 효과적으로 활용하지 못하거나 활용이 어려울 것이라는 선입견을 가지고 있으므로, 각 단계별로 스마트 기기를 효과적으로 활용하는 방법을 구체적으로 안내하고, 수업 전 연습을 통해 익숙해지도록 할 필요가 있다.

한편, SSI 토론 수업에서 스마트 기기를 활용함으로써 학생들은 한정된 자료만으로 토론해야하는 기존 교실 토론의 한계를 극복하고 구체적이고 분명한 근거를 사용하여 끊임없이 논리적으로 주장하고 반박하였다. 즉, SSI 토론 수업에서 스마트 기기를 활용함으로써 학생들의 논증 수준이 향상된 것으로 볼 수 있었으나, 본 연구에서 나타난 학생들의 논증 수준을 스마트 기기를 활용하지 않았을 때 나타나는 논증 수준과 비교하지 못하였으므로 SSI 토론 수업에서 스마트 기기의 활용 여부에 따라 논증의 수준을 체계적으로 조사하는 후속연구가 필요하다고 할 수 있다. 실제 일반적인 SSI 토론 수업에서의 학생들의 논증과 스마트 기기를 활용한 SSI 토론 수업의 논증을 비교하여 어떤 측면에서 도움이 되었는지 수업의 단계에 따라 논증을 정량적으로 분석하는 체계적인 연구가 필요하다. 또한 이 연구에서는 스마트 기기를 활용한 SSI 토론 수업에서 학생들의 활동 과정의 특징을 알아보기 위하여 교사의 역할을 최소화하였으므로, 효과적인 SSI 토론 수업을 위한 교사의 역할을 모색하는 연구를 진행할 필요가 있다. 예를 들어, 스마트 기기를 활용한 SSI 토론 수업에 대한 교사의 인식이나 요구 분석 연구, SSI 토론 수업에서 교사와 학생들의 긍정적인 상호작용을 촉진하기 위해 스마트 기기를 활용하는 방안에 관한 연구 등을 진행할 수 있을 것이다. 또한 소집단의 구성 방식이나 토론 방식 등 구체적인 교수학습 맥락에 따라 SSI 토론 수업에서 스마트 기기를 활용했을 때 나타나는 특징이 달라질 수 있으므로, 다양한 SSI 토론 수업 상황에서 스마트 기기를 효과적으로 활용하는 방안 및 교수학습 자료를 지속적으로 개발하는 노력도 필요하다.

국문요약

이 연구에서는 고등학생의 과학관련 사회쟁점(SSI) 수업에서 스마트 기기를 활용함으로써 나타나는 특징을 분석하였다. 경기도에 소재한 고등학교에 재학 중인 27명의 학생들을 대상으로 스마트 기기를 활용한 SSI 토론 수업을 진행하였다. 스마트 기기를 활용한 SSI 수업을 자료 탐색, 자료 공유, 자료 요약 및 정리, 교실 토론, 온라인 토론의 총 5단계로 구분하여 단계별 특징을 분석하였다. 연구 결과, 자료 탐색 단계에서 학생들은 각자의 지식과 관심을 반영하여 자기주도적으로 심층적인 자료를 수집하였으며, 자신이 이해하기 쉬운 형태의 자료를 선택하여 학습하였다. 자료 공유 단계에서는 온라인보다 오프라인에서의 공유가 활발하게 일어났으며, 공유 과정을 통해 수집한 근거의 구체성과 타당성 및 출처의 명확성이 향상되었다. 자료 요약 및 정리 단계에서 학생들은 스마트 기기보다는 종이에 자료를 정리하였으나, 대부분의 학생들은 토론 과정에서 정리한 자료를 제대로 활용하지 못하였다. 교실 토론 단계에서는 구체적 근거에 기반한 주장과 반박이 활발하게 이루어졌으며, 이는 토론에 대한 학생들의 흥미를 높여 적극적인 토론 참여로 이어졌다. 온라인 토론 단계에서는 학생들이 양측의 논거를 재정리하고 검토할 뿐 아니라, 교실 토론에서 소극적이었던 학생들의 토론 참여가 높아지는 것으로 나타났다. 이러한 연구 결과를 바탕으로 스마트 기기를 활용한 SSI 수업을 효과적으로 진행하기 위한 방안에 대해 논의하였다.

주제어 : 스마트 기기, SSI 수업, 교실 토론, 온라인 토론

References

Albe, V. (2008). Students' positions and considerations of scientific evidence about a controversial socioscientific issue. Science & Education, 17(8), 805-827.

Bae, J., Kim, J., Kim, E., & So, K. H. (2015). The effect of elementary free inquiry lessons utilizing flipped learning with smart devices on the elementary students' digital literacy, 21st century skills and scientific attitude. Journal of Korean Elementary Science Education, 34(4), 476-485.

Chang, H., & Lee, H. (2010). College students' decision-making tendencies in the context of socioscientific issues (SSI). Journal of Korean Association in Science Education, 30(7), 887-900.

Choi, K. H., & Cho, H. H. (2002). Effects of teaching/learning ethical aspects of science on the middle school students' recognition about the nature of science. Journal of the Korean Association for Biology Education, 30(2), 105-113.

Chun, S. Y., Jeon, M. A., & Bang, I. J. (2014). Analysis of the effects on using digital textbook in the classroom for smart education. The Journal of Elementary Education, 27(3), 137-161.

Cross, R. T., & Price, R. (1996). Science teachers' social conscience and the role of controversial issues in the teaching of science. Journal of Research in Science Teaching, 33(3), 319-333.

Greenhow, C., Gibbins, T., & Menzer, M. M. (2015). Re-thinking scientific literacy out-of-school: Arguing science issues in a niche facebook application. Computers in Human Behavior, 53, 593-604.

Hirschberg, S. (1996). Essential strategies of argument. Boston, MA: Allyn and Bacon.

Hong, S. Y. (2014). The argumentation structure of SNS debate and its character: Focusing on mobile debate on the NAVER BAND. The Korean Journal of Art and Media, 13(20), 157-173.

Hwang, Y. R., & Kang, S. C. (2013). Smart devices and smart content effectiveness research for SMART education. The Korean Association of Computer Education, 17(2), 243-248.

Jang, E. J., & Chang, H. J. (2013). Exploration of debate strategies on SNS tools, creativity techniques and group size for Social Network Service(SNS)-based debate. Journal of Educational Information and Media, 19(4), 693-721.

Jang, S., Cha, H., Park, H., & Park, C. (2016). Effectiveness of decision-making skills in SSI class based on debate by utilizing SNS in terms of students' personality traits. Journal of the Korean Association for Science Education, 36(5), 757-768.

Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1994). The pro-con cooperative group strategy: Structuring academic controversy within the social studies classroom. In R. Stahl (Ed.), Cooperative learning in social studies: A handbook for teachers, 306-331, New York: Addison-Westley Publishing Company.

Joo, J. W., & Lee, Y. H. (2012). A study of possibilities on the photographic education method by smart-phone, especially in social network services. The Society of Korean Photography, 26, 47-60.
Kang, I., Lim, B., & Park, J. Y. (2012). Exploring the theoretical framework and teaching & learning strategies of Smart Learning: Using cases of university classrooms. The Korean Association for Educational Methodology Studies, 24(2), 283-303.
Kang, T. W. (2002). Fomats, procedures and argumentation strategies of television debate programs in Korea. Korean Journal of Broadcasting and Telecommunication Studies, 16(1), 7-42.
Kim, H. B., & Yeon, K. W. (2015). A study on the learning effects in app-based and web-based online debate instruction. The Journal of Educational Information and Media, 21(4), 645-665.
Kim, H. B., Kim, S. H., & Park, J. M. (2011). Study on the strategies to facilitate debate in smart-learning environment. The Korean Journal of the Learning Sciences, 5(1), 79-114.
Kim, H. J., & Leem, J. (2014). Developing an instructional model for collaborative problem solving based on smart learning: A design-based research. Journal of Educational Technology, 30(4), 651-677.
Kim, M., & Bae, Y. (2012). Development of a smart education model for field application of smart education. Journal of Korean Socieity for Internet Information, 3(5), 77-92.
Klop, T., Severiens, S. E., Knippels, M. -C. P. J., van Mil, M. H. W. & Ten Dam, G. T. M. (2010). Effects of a science education module on attitudes towards modern biotechnology of secondary school students. International Journal of Science Education, 32(9), 1127-1150.
Ko, Y., & Shin, W. (2011). An analysis of discussion using online discussion forum and smartphone. The Korea Educational Review, 17(3), 129-150.
Kwon, H., Kim, M., Kim, S., & Noh, T. (2017). The patterns of analogy change and the characteristics of discussions in collaborative activity of self-generated analogy. Journal of the Korean Association for Science Education. 37(3), 407-416.
Lee, E. -M. (2009). An analysis of the pattern of data utilization and a study of teaching methods according to the debate process of elementary school students ―Focusing on the small group debate process of 6th grade students-. (Master dissertation). Gyeongin National University of Education, Incheon.
Lee, H., Abd-El-Khalick, F., & Choi, K. H. (2006). Korean science teachers' perceptions of the introduction of socio-scientific issues into the science curriculum. Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education, 6(2), 97-117.
Lee, H., Chang, H., Choi, K., Kim, S. W., & Zeidler, D. L. (2012). Developing character and values for global citizens: Analysis of pre-service science teachers' moral reasoning on socioscientific issues. International Journal of Science Education, 34(6), 925-953.
Lee, H., Choi, Y., & Ko, Y. (2014). Designing collective intelligence-based instructional models for teaching socioscientific issues. Journal of the Korean Association for Science Education, 34(6), 523-534.
Lee, H., Choi, Y., & Ko, Y. (2015). Effects of collective intelligence-based SSI instruction on promoting middle school students' key competencies as citizens. Journal of the Korean Association for Science Education, 35(3), 431-442.
Lee, M. K., & Erdogan, I. (2007). The effect of science-technology-society teaching on students' attitudes toward science and certain aspects of creativity. International Journal of Science Education, 11, 1315-1327.
Levinson, R., & Turner, S. (2001). Valuable lessons. London, UK: The Wellcome Trust.
Lim, B., Leem, J., & Sung, E. (2013). What is the concept of smart eduction and the typology of smart education contents? Journal of Educational Technology, 29(3), 459-489.
Lin, Y. T., Chang, C. H., Hou, H. T., & Wu, K. C. (2015). Exploring the effects of employing Google Docs in collaborative concept mapping on achievement, concept representation, and attitudes. Interactive Learning Environments, 23(3), 1-20.
Ministry of Education, Science and Technology. (2011). A strategy of promoting smart education, Seoul, Korea.
Morin, O., Simonneaux, L., Simonneaux, J., & Tytler, R. (2013). Digital technology to support students' socioscientific reasoning about environmental issues. Journal of Biological Education, 47(3), 157-165.
Oh, S., & Jonassen, D. H. (2007). Scaffolding online argumentation during problem solving. Journal of Computer Assisted Learning, 23(2), 95-110.
Oh, Y. J. (2010). Why are students silent in classroom discussion on controversial public issues? Social Studies Education, 49(2), 121-136.
Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. Journal of Research in Science Teaching, 41(10), 994−1020.
Park, J. H. (2004). The debate culture of Korea and debate instruction. Korean Language Education Research, 19, 289-318.
Park, S. K. (2013). An analysis of middle school students' perceptions and learning satisfaction in SMART learning-based science instruction. Journal of The Korean Earth Science Society, 34(7), 727-737.
Ratcliffe, M. (1997). Pupil decision-making about socio-scientific issues within the science curriculum. International Journal of Science Education, 19(2), 167-182.
Ratcliffe, M., & Grace, M. (2003). Science education for citizenship: Teaching socio-scientific issues. Buckingham, UK: Open University Press.
Sadler, T. D., & Donnelly, L. A. (2006). Socioscientific argumentation: The effects of content knowledge and morality. International Journal of Science Education, 28(12), 1463-1488.
Sadler, T. D., Chambers, F. W., & Zeidler, D. L. (2004). Student conceptualizations of the nature of science in response to a socioscientific issue. International Journal of Science Education, 26(4), 387-409.
Strauss, A., & Corbin, J. (1998). Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory. Thousand Oaks, CA: Sage.
Walsh, E., & Cho, I. (2012). Using evernote as an electronic lab notebook in a translational science laboratory. Journal of Laboratory Automation, 20(10), 1-6.
Yang, C., Jo, M., & Noh, T. (2015). Investigation of teaching practices using smart technologies and science teachers' opinion on their application in science education. Journal of the Korean Association for Science Education, 35(5), 829-840.
Yang, C., Kim, S., Jo, M., & Noh, T. (2016). The characteristics of group and classroom discussions in the scientific modeling of the particulate model of matter. Journal of the Korean Association for Science Education, 36(3), 361-369.
Yun, J., Ahn, I., & Noh, T. (2015). The effects of individualized learning adapted to students' conceptions using smart devices in science instruction. Journal of the Korean Association for Science Education, 35(2), 325-331.
Yun, J., Kang, S., & Noh, T. (2016). The effects of small group learning using smart devices in science classes. Journal of the Korean Association for Science Education, 36(4), 519-526.
Yun, J., Kang, S., Ahn, I., & Noh, T. (2017). Analyses of verbal interaction among students in small group science learning using smart devices. Journal of the Korean Chemical Society, 61(3), 104-111.
Zeidler, D. L., & Kahn, S. (2014). It's debatable!: Using socioscientific issues to develop scientific literacy. Arlington, VA: NSTA Press.
Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Applebaum, S., & Callahan, B. E. (2009). Advancing reflective judgment through socioscientific issues. Journal of Research in Science Teaching, 46(1), 74-101.