

미래학교의 스마트 기기를 활용한 과학 수업이 과학긍정경험과 과학 학습자 정체성에 미치는 영향 탐색

유은정^{1,*} · 김경화²

¹한국교육과정평가원, 27873, 충청북도 진천군 덕산읍 교학로 8

²창덕여자중학교, 04516, 서울특별시 중구 정동길 2

Using Smart Devices in a Future School to Explore the Effects of Science Classes on Positive Science Experiences and Science Learning Identity

Eun-Jeong Yu^{1,*} and Kyung Hwa Kim²

¹Korea Institute for Curriculum and Evaluation, chungchengbuk-do 27873, Korea

²Changdeok girls' Middle School, Seoul 04516, Korea

Abstract: The purpose of this study was to explore the effects of science classes on positive science experiences and science learner identity, using smart devices in a future school: C middle school. We conducted a paired t test at the beginning and end of the first school year with first-grade students at the future school to investigate positive experiences with science (Shin et al., 2017). Additionally, first and second-grade students in future schools using smart devices wrote and drew their own depictions in science classes to explore science learner identity, based on a modified analytical framework (Luehmann, 2009). The results show that significant effects on science-related career aspirations, self-concepts, and academic emotions were produced by science classes using smart devices. Science classes using smart devices helped students improve their level of agency and activity, solve problems with immediate and sufficient feedback, and experience meaningful perceptions of the nature of science. On the other hand, if students were immature in terms of their use of smart devices, they felt pressured to participate in the classes. The results of this study can be used as a foundation for designing various classroom contexts for the use of smart devices.

Keywords: future school, smart devices, science class, positive science experiences, learner identity

요약: 본 연구의 목적은 미래학교 연구학교인 C 중학교의 스마트 기기를 활용한 과학 수업이 과학긍정경험과 과학 학습자 정체성에 미치는 영향을 살펴보기 위함이다. 이를 위하여 미래학교 1학년 학생들을 대상으로 입학 당시와 1학년을 마무리하는 시점에 과학긍정경험(Shin et al., 2017)을 탐색하기 위하여 대응표본 t 검증을 실시하였다. 또한 1학년과 2학년 학생들에게 과학 수업에서의 나의 이미지를 그림으로 그리고 간단히 그림에 대해 서술하도록 하여 수정·보완된 분석틀(Luehmann, 2009)에 의거하여 스마트 기기를 활용한 미래학교의 과학 수업에서 학습자 정체성을 살펴보았다. 연구 결과 스마트 기기를 활용한 과학 수업을 통해 과학관련 진로포부, 과학관련 자아개념, 과학학습 정서에서 유의미한 효과가 나타났다. 스마트 기기를 활용한 과학 수업은 주체성과 능동성의 수준을 향상시키고, 즉각적이고 충분한 피드백을 통해 궁금한 것을 해결하고, 과학의 본성에 대한 의미 있는 인식을 경험하는데 도움을 주는 것으로 나타났다. 반면, 스마트 기기를 사용하는데 미숙한 학생들은 수업 시간에 적지 않은 부담감을 느끼는 것으로 나타났다. 본 연구 결과는 향후 이루어질 스마트 기기를 활용한 다양한 수업 맥락을 구상하는데 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다.

*Corresponding author: geoscience@kice.re.kr

*Tel: +82-43-931-0313

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

주요어: 미래학교, 스마트 기기, 과학 수업, 과학공정경험, 학습자 정체성

서론

디지털 원어민(digital native) 세대인 10대는 어린 시절부터 디지털 환경에서 성장하여 디지털 기기를 모국어처럼 자연스럽게 배우며 온라인을 소통과 협업의 공간으로 여기며(Prensky, 2001), 스마트 폰이라는 만능 도구를 이용하여 언제, 어디서나 학습할 수 있는 모모(MORE MOBILE) 세대(Kim, 2014)이다. 이들은 디지털 이민자(digital immigrant)인 교사 세대와는 달리 글보다는 영상을, 미래의 행복보다는 현재의 행복을, 만들어진 규칙을 따르는 객체보다는 규칙을 만드는 주체가 되려는 세대이다(Tamar, 2018).

세계 여러 나라에서는 교육이 국가의 경쟁력과 선도적 지위 유지를 위한 핵심 동력임을 인식하고 교육경쟁력의 원동력을 테크놀로지에서 찾고 테크놀로지 역량을 교육에 최대한 활용하고자 노력 중이다. 과학기술정보통신부가 2017년 발표한 자료에 의하면 ICT 발전지수가 세계 2위인 우리나라는 세계적인 테크놀로지 역량을 갖추고 있다. 그럼에도 불구하고 이를 학교 교육에 효과적으로 활용하지 못하고 있는 실정이다. 2015년 OECD PISA (Programme for International Student Assessment)의 ICT 친숙도 설문 결과에 의하면, 우리나라는 학교의 학습 과정에서 스마트 기기의 활용도를 나타내는 ICT 활용 지수는 하위권이며, 학교 내 컴퓨터 1대당 학생 수에 해당하는 ICT 접근성 지수는 0.371로 OECD 평균 0.767의 절반 수준에 불과하다(Ku et al., 2015). 이러한 상황에서 OECD의 ‘교육 2030: 미래 교육과 역량(The future of education and skills: the OECD Education 2030 Project)’ 사업은 인공지능 시대, 새로운 인재를 기르는 시대에 학습자에게 기대되는 미래의 핵심 역량인 창의성, 의사소통 능력, 협업능력, 비판적 사고력 등을 갖춘 미래학교에 대한 필요성을 부각시킨다.

Kim et al. (2017)은 미래학교를 미래사회의 관점에서 예측된 교육의 문제에 대응하고 미래사회에 준비된 인재를 양성하고자 현재의 학교 환경 및 기술,

교육 및 조직의 변화를 추구하는 학교로 정의하고 있다. 또한 미래학교의 초점은 미래사회보다는 현재 사회이며, 현재 교육의 문제가 해결되는 결과적인 학교의 모습으로 이해되어야 한다고 강조한다. 미래학교는 첨단기술의 미래사회 변화에 대응하는 학습자를 육성하는 학교로 인구구조, 사회문화, 과학기술적 특성의 변화를 반영한 미래형 교육, R&D 성격이 강한 학교로 2030년의 우리나라 학교가 갖추게 될 학습공간 및 수업과 평가의 모델링 역할을 하게 될 것으로 기대되고 있다.

이에 세종특별자치교육청은 2010년부터, 서울특별시교육청은 2014년부터 본격적으로 시도교육청 차원의 미래학교 구상안이 마련되기 시작하였다. 2012년에는 가상현실 체험관과 화상 수업 시스템 및 각종 정보 통신 기술을 적용한 세종특별자치교육청 참샘초등학교가 개교하였다(Park, 2016). 2016년에는 첨단 IT 및 디지털 기술을 활용한 교수·학습 방법의 혁신과 미래사회가 요구하는 핵심 역량을 가진 인재 육성을 목적으로 하는 서울특별시교육청 C 중학교를 미래학교로 지정하였고(Seoul Metropolitan Office of Education, 2015), 2020학년도부터는 혁신미래학교로 이름을 변경하고 확대해 시행할 예정이다. 이들 미래학교는 단순히 정보 통신 기기 등을 활용한 수업이 아니라 첨단기술을 학습에 도입하여 학생들에게 질 높은 수업 및 교육을 하는데 그 목적이 있으며, 혁신적인 학습 환경을 통해 학교를 학생들이 꿈과 끼를 펼칠 수 있는 공간으로 만들고자 스마트 기기를 활용한 다양한 수업을 운영하고 있다.

미래학교에 관한 선행 연구는 주로 미래학교의 비전, 특성, 발전 방향(Kim, 2011; Kwak et al., 2019)을 제시하거나, 교사 전문성 및 교육과정, 교수학습 개발(Kim, 2018; Nam et al., 2018; Hong et al., 2019; Park, 2016; Kwak, 2015)에 주는 시사점을 탐색하거나, 미래학교 개념 및 공간 설계 방향 탐색(Lim et al., 2019; Kim et al., 2019; Lee and Jang, 2014) 등의 연구가 주를 이룬다. 국내 시도교육청에서 지정 운영되고 있는 미래학교의 실제 사례를 바탕으로 한 현장 연구로는 실천가이자 연구자로서의 교사(Lee et al., 2019)에 초점을 맞추거나, 교직원·학생·학부모 등의 학교 공동체(Lee et al., 2018) 전체의

¹⁾ ICT 발전지수(ICT IDI : ICT Development Index)는 ITU (International Telecommunication Union)가 150여 개국을 대상으로 ICT 접근성, 이용도, 활용력 등을 평가하여 국가별 ICT 발전 정도와 수준을 종합적으로 나타내는 지수이다(Jang and Lee, 2013).

비전 도출 과정을 탐색하거나, 메이커 교육 프로그램 개발(Lee et al., 2019) 및 교육 공동체의 핵심 가치 역량(Kim et al., 2018) 측정 등 특정 교과 수업 사례보다는 미래학교 공동체 전체를 대상으로 한 연구가 주를 이룬다. 미래학교의 과학과 수업 사례를 바탕으로 한 현장 연구(Yu and Kim, 2019)는 매우 부족한 편이다.

최근 2015 개정 교육과정에서 역량 중심 교육과정을 표방하였으며, 특히 과학 교과에서는 과학적 사고력, 과학적 탐구 능력, 과학적 문제해결력, 과학적 의사소통 능력, 과학적 참여와 평생 학습 능력의 다섯 가지 역량을 강조하고 있다. 더욱이 과학과 교육 목표에서 정의적 영역인 과학에 대한 긍정적 태도를 강조하고 있으며, 국제 학업성취도 평가인 PISA나 TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study)에서 우리나라 학생들의 과학 관련 인지적 성취와 정의적 성취 간의 커다란 불일치를 극복하기 위한 노력이 진행 중이다. 이에 국가적 차원에서 중점 과제로 과학공정경험 프로젝트를 추진하고 있으며(MOE, 2016), 과학공정경험 지표를 개발(Shin et al., 2017)하여 과학교육 선도학교를 중심으로 과학공정경험을 분석한 사례 연구(Kang et al., 2019; Kwak et al., 2019) 등이 이루어지고 있다. 그럼에도 불구하고 과학교육 선도학교의 또 다른 형태인 스마트 기기를 활용한 미래학교의 과학수업이 학생의 정의적 특성과 과학과 핵심역량 제고를 위한 교수학습을 개선하는데 기여할 수 있는지를 가늠해 본 연구는 부재한 실정이다.

과학에 대한 흥미와 진로 관심 등의 과학공정경험은 학습자 스스로가 과학학습에 대해 긍정적 정서를 가지고 과학을 즐기며, 과학적으로 역량 있는 사람으로 자신을 인식하는 과학 정체성(science identity)을 형성해 갈 때 가능하다. 스마트 기기를 활용한 과학 수업 환경이 과학 학습자에게 어떻게 참여와 소외 기제로 작동될 수 있으며, 어떤 과학 학습자를 포용하고 배제하는지 탐색하기 위해서는 과학 학습자 정체성을 살펴보는 연구가 필요하다.

이에 본 연구에서는 수도권 소재 미래학교 연구학교인 C 중학교의 스마트 기기를 활용한 과학 수업이 학생들의 과학공정경험에 얼마나 효과적인지 사전·사후 검사를 통해 거시적으로 분석하는 전통적인 방법과 더불어, 과학 학습자로서 학생들이 과학 수업에서 어떠한 정체성을 형성하고 있는지 스스로 그린 이미

지를 통해 미시적으로 그 의미를 해석해 보고자 한다. 이러한 혼합 연구 방법을 사용한 이유는 두 가지 요인에 대한 영향을 양적 분석과 질적 분석을 상호 보완적으로 활용하여 연구 방법의 삼각화(Greene et al., 1989)를 도모하기 위함이다.

구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 스마트 기기를 활용한 미래학교의 과학 수업은 학생들의 과학공정경험에 얼마나 효과적인가?

둘째, 스마트 기기를 활용한 미래학교의 과학 수업에서 학생들은 과학 학습자로서 어떠한 정체성을 형성하고 있는가?

연구 방법

1. 연구의 맥락

C 중학교는 2015년 수도권 소재 미래학교 연구학교이다. 교육부와 미래창조과학부의 핵심정책과 연계하여 초·중등교육법 제61조 및 동법 시행령 제105조 ‘학교 및 교육과정 운영의 특례’에 따라 자율학교로 인정받아 운영되고 있다. 미래학교는 현재의 학교 환경 및 기술, 교육 및 조직의 변화 정도에 따라 점진적 변화와 파괴적 변화 유형으로 나누는데, C 중학교는 현재의 법과 제도하에서 학교 환경, 교육과정 및 수업, 교사의 역할, 기술 및 인프라를 학교장의 재량권 범위 내에서 변화를 시도하는 점진적 변화 유형에 해당한다(Kim et al., 2017). 학급당 최대 인원이 20명으로 중학교 1, 2, 3학년 모두 각 4학급으로 구성되어 있으며, 총 12학급의 전체 학생 수가 200명 이내의 소규모 여학교이다. 학습공간은 무선 네트워크를 자유롭게 활용할 수 있도록 전 교실에 AP 장비를 구축하고 있으며, 학생 1명당 1대의 태블릿 PC가 구비되어 있을 뿐만 아니라 액션 캠, 3D 프린터, 집벌, 화상회의 시스템, 컷팅 프린터, 360° 카메라, 태블릿, VR, 비디오 게임기, 크로마키 장비 등 다양한 기자재를 보유하고 있다. 학습용 태블릿 PC 등을 관리·대여해 주는 테크센터는 정보화기기를 관리하기 위한 공간으로 전문 인력이 상주하고 있다(Kim et al., 2017).

본 연구는 2015 개정 교육과정이 중학교 1학년 학생들에게 처음 적용된 2018년 3월부터 2019년 1월까지 약 1년 동안 진행되었다. 1학년 1학기는 자유학기제이며, 3월에는 신입생 대상의 기초역량프로그램이 운영된다. 기초역량프로그램은 미래학교 수업 방식과

테크놀로지 기반의 학습 환경에 적응할 수 있도록 디바이스, 애플리케이션, 운영체제 등을 실습으로 익히고 미래학교의 물리적 환경을 이해하고 활용할 수 있도록 협업과 체험을 통해 미션을 해결하는 활동이 포함되어 있다. 자유학기제 동안 스마트 기기에 대한 일반적인 활용 방법인 태블릿 PC 사용법, 테크센터

이용법, 엑셀 그래프 제작법, office 365 사용법, 메일 보내는 방법 등 기본적인 디지털 소양 프로그램을 전 교과 시간에 배우며 연습하는 시간을 가진다. 과학과는 1학년의 경우 주당 3차시, 2·3학년의 경우 주당 4차시 수업이 이루어지는데, 90분 동안 진행되는 블록타임에 주로 스마트 기기를 활용한 과학 수업이

Table 1. Positive Science Experiences (from Shin et al., 2017, p. 346.)

Area	No	Question
1. Science Academic Emotion	Various emotional features found to affect science learning	1-1 I enjoyed my science class.
		1-2 I was happy with my science class.
		1-3 I had a fun science class.
		1-4 I was bored with science class.*
		1-5 I was annoyed or bothered by my science class.*
		1-6 I was anxious or nervous in science class.*
2. Science-Related Self Concept	What you think about yourself in relation to science confidence	2-1 I can work on the tasks and activities given in my science class.
		2-2 Studying science is easy for me.
		2-3 Science is one of my favorite subjects.
		2-4 I am recognized by my teachers and friends in science class.
		2-5 Through science classes, I feel myself a useful person.
		2-6 Science classes make me happy with myself.
3. Science Learning	The state of mind or willingness to drive a particular task in science learning	3-1 I try to do my best in science class.
		3-2 I spend a lot of time studying science.
		3-3 I actively participate in science class.
		3-4 I ask a lot of questions, especially in science class.
		3-5 I concentrate on doing nothing else in my science class.
		3-6 I often think of something else in the science class that is not related to the class.*
		3-7 What I learned in science class is relevant to me.
		3-8 What you learn in science class can be applied to everyday life.
		3-9 It is important for me to understand what I have learned in science class.
		3-10 It is important for me to successfully complete a task or activity given a science class.
4. Science-Related Career Aspiration	Traits related to motivation or willingness to initiate and maintain a career	4-1 I learned about science related careers.
		4-2 Science related careers give me the opportunity to learn and develop on my own.
		4-3 Science related careers have a significant social impact.
		4-4 I became interested in science related careers.
		4-5 I want to have a science related career in the future.
5. Science-Related Attitude	The role of science and scientists, their curiosity and interest in science, their perceptions and behaviors of the importance and value of science	5-1 Science helps to make this world a better place to live.
		5-2 Science is worth studying.
		5-3 Science is useful even after graduating from school.
		5-4 The development of science is influenced by the development of the environment, technology and society.
		5-5 It is desirable to have more science class at school.
		5-6 Scientists think and judge reasonably.
		5-7 I want to know more about science.
		5-8 I like science-related experiences (reading books, field trips, watching scientific videos, etc.).

*negative question requires reverse coding

진행되며, 45분 1차시 수업에 이룬 수업을 진행하거나 수업 내용을 함께 정리하는 시간을 갖는다. 학생들이 스마트 기기를 이용하여 개별 작업하는 모습은 U-class라는 양방향 솔루션 프로그램을 통해 교사가 바로 확인하고 평가할 수 있다.

2. 자료 수집

가. 과학공정경험

과학공정경험(positive science experiences)이란 과학 및 과학학습에 관련된 학생들의 정의적 영역에 긍정적인 영향을 미치는 경험으로 비인지적, 즉 정의적 영역으로 구성되며, 이러한 정의적 영역의 긍정경험은 인지적 성과의 중재 요인으로 작용한다(Shin et al., 2017).

미래학교의 스마트 기기를 활용한 과학 수업 전·후에 학생들의 과학공정경험 변화 정도를 살펴보기 위하여 과학공정경험 검사를 2018년 3월과 2018년 12월에 1학년 전교생 66명을 대상으로 실시하였다. Table 1에서 보는 바와 같이 과학공정경험 지표(Shin et al., 2017)는 과학학습 정서, 과학관련 자아개념, 과학학습 동기, 과학관련 진로포부, 과학관련 태도 등 총 5개 영역이며, 각 영역은 5~10개의 소문항, 총 35개의 문항으로 구성되어 있다.

과학공정경험 지표는 4단계 Likert 척도 평가이며, 자기 보고형으로 부정문항의 경우 역코딩하여 분석한다. 정량적 분석을 위해 SPSS 23.0 for Windows를 사용하여 동일한 1학년 학생을 대상으로 대응표본 t 검증을 실시하였다. 사전·사후의 과학공정경험에 대한 평균값의 차이가 유의미한 것인지 확인하기 위하여 유의확률 p 값과 더불어 효과크기 d 값 $(d = \frac{m_{pre} - m_{post}}{\sigma})$ 을 계산하여 비교 분석하였다. 평균 비교에서 효과크기 d 값이 0이라는 의미는 비교하려는 집단 사이의 평균이 동일하다는 뜻이다. 효과크기의 값이 양수이면 비교 집단이 대조 집단보다 평균값이 크다는 것을 의미하며, 음수이면 비교 집단이 대조 집단보다 평균값이 작다는 것을 의미한다. Cohen은 효과크기 d 값이 0.20이면 small, 0.50이면 medium, 0.80이면 large로 구분하여 설명하였다(Nam, 2015).

나. 과학 학습자 정체성

과학 학습자 정체성(science learner identity)이란 과학이라는 특정 맥락에서 자신이 누구인지, 무엇을 할

수 있고, 무엇을 하고 싶으며, 무엇이 되고 싶은지에 대한 자각으로(Brickhouse, 2001), 개인의 구성이라기 보다는 특정한 문화적, 역사적, 제도적, 상황 속에서 타인과의 관계에 의해서 형성된다(Enyedy et al., 2006; Gee, 2000).

미래학교의 스마트 기기를 활용한 과학 수업에서 과학 학습자로서 어떠한 정체성을 형성하고 있는지 살펴보기 위하여 스마트 기기를 활용한 과학 수업에서 나의 이미지와 일반 강의식 과학 수업에서 나의 이미지를 자유롭게 그림으로 표현하게 하고, 그림에 대한 간단한 설명을 기술하도록 학생들에게 요청하였다. 과학 학습자 정체성은 단기간에 고정되어 형성되는 것이 아닌 오랫동안 역동적으로 구성되어 가는 개념이다. 따라서 과학 학습자 정체성 분석을 위한 그림 그리기는 지식자본으로서 스마트 기기의 사용 기간이나 익숙함 정도에 따라 학습자 정체성 형성 과정이 다른 경로에 있을 수 있다고 판단되었다. 이에 질적 연구의 타당도를 높이기 위하여 미래학교에서 스마트 기기를 충분히 활용하여 숙달의 시간을 보낸 2학년 전교생 53명의 학생과 자유학기제를 통해 스마트 기기에 대한 기본적 양식을 습득한 후 미래학교 과학 수업을 받은 1학년 전교생 66명, 총 119명을 대상으로 실시하였다.

Table 2에서 보는 바와 같이 과학 학습자 정체성은 Luehmann (2009)의 과학 학습자 정체성 분석틀을 수정·보완하여 주체성/능동성의 수준, 인정의 기회, 전문성의 배분, 피드백의 양과 타이밍, 책임 수준 등으로 범주화하여 분석하였다.

이미지는 사람들이 특정 대상에 대해 가지는 지식, 호감, 태도, 감정, 신념, 아이디어 및 인상을 통해 느껴진 감각적 심상으로(Reynolds and Gutman, 1984), 실제에 대한 주관적 기억이다. 이미지는 대상에 대한 반응을 결정하는 근원이며, 대상에 대한 평가 기준이 되기도 한다(Lee, 2002). 본 연구에서 이미지를 통해 과학 학습자 정체성을 분석한 이유는 설문이나 면담 등 언어적 형태의 조사를 통해 얻을 수 없는 특정 현상이나 사물에 대한 내적 이미지를 제공해 줄 수 있기 때문이다(Scherz and Orenm, 2006). 그림 이외에도 면담과 e-mail을 활용하여 추가 자료를 수집하였는데, 이는 학생들이 그린 그림을 더 상세히 파악하기 위한 보충 자료로 활용되었다. 면담은 자발적으로 참여 의사를 밝힌 6명의 2학년 학생들을 대상으로 진행되었으며, 자유롭게 미래학교의 스마트 기기

Table 2. Science learner identity (modified from Luehmann, 2009)

Area	Identity resources	Spectrum of accessibility
Identity work	Level of agency & activity	Little to no agency & passive ↔ much agency & active (decision-making power)
	Opportunities for meaningful recognition	Few opportunities ↔ many opportunities to display competence
Identity support	Distribution of expertise	Expertise located in the individual ↔ expertise is distributed
	Amount and timing of feedback	Less and delayed ↔ more and immediate feedback
Identity expectations	Level of accountability	Little learner accountability ↔ much accountability

를 활용한 과학 수업과 일반적인 강의식 과학 수업에 대한 개인적 의견을 개진하는 시간을 가졌다. 면담은 개별 혹은 2인 공동으로 30분~1시간 정도씩 1회 진행되었고, 모든 면담은 동의를 구하여 녹음하여 전사하였다. 그 외에 학생들이 그린 그림과 설명이 모호한 경우에는 e-mail을 통해 학생이 그린 그림에 대한 보충 설명을 추가로 확보할 수 있었다. 학생들의 과학 학습자 정체성을 분석함에 있어 신뢰도를 높이기 위하여 연구자 삼각화(Paccon, 2002)를 실시하였다. 즉, 질적 자료를 범주화, 재범주화 하는 과정에서 서로 다른 해석으로 새로운 의미가 생성되는 것을 방지하기 위해 동료 검토(peer examination)를 수행하였다. 과학교육 박사 2명이 모든 분석 과정에 독립적 혹은 협력적으로 참여하여 분석 과정에서 원 자료의 의미가 훼손되거나 임의적 해석을 하지 않도록 교차 검토하였다. 1차적으로 학생들이 그린 그림 전체를 과학교육 박사 2인이 각자 검토하여 학생들에게서 공통적 혹은 개별적으로 나타나는 특징적 요소들을 추출하여 분석을 위한 초안을 마련하였다. 각 연구자가 추출한 특징적 요소를 2명의 연구자가 서로 논의하는 과정에서 Luehmann (2009)의 과학 학

습자 정체성 분석틀과 상당히 유사함을 발견하였다. 이에 Luehmann (2009)의 분석틀 각 범주에 연구자가 독립적으로 추출한 요소들이 어느 범주에 해당하는지를 찾고 이를 공유하는 과정을 반복적으로 수행하였다. 이 작업을 통해 분석틀이 수정·보완되었다. 수정·보완된 Luehmann (2009)의 과학 학습자 정체성 분석틀에 따라 각 연구자가 독립적으로 다시 전체 그림을 범주화하여 분석하고, 이를 2명의 연구자가 교차 검토하여, 서로 상이한 부분에 대해 논의 과정을 거쳐 최종적으로 합의점을 도출해 낼 수 있었다.

연구 결과

1. 과학긍정경험

Table 3에서 보는 바와 같이 과학긍정경험 지표 점수에 대한 대응표본 t 검증을 실시한 결과 과학 관련 진로포부(Science-Related Career Aspiration)가 $t = -3.037$ 로 가장 높게 나타났고, 과학관련 자아개념(Science-Related Self Concept)이 $t = -2.879$, 과학학습 정서(Science Academic Emotion)가 $t = -2.465$ 로 총 5개 영역 중 3개 영역에서 미래학교의 스마트 기

Table 3. Pre-Post test results of positive science experiences

Area	Pre-Post	N	M	SD	t	p	d
1. Science Academic Emotion	pre	64	2.750	0.651	-2.465	0.015	0.433
	post	68	3.016	0.587			
2. Science-Related Self Concept	pre	64	2.294	0.574	-2.879	0.005	0.507
	post	67	2.567	0.510			
3. Science Learning Motivation	pre	64	2.758	0.443	-0.741	0.460	0.130
	post	68	2.816	0.462			
4. Science-Related Career Aspiration	pre	64	2.297	0.567	-3.037	0.003	0.537
	post	66	2.576	0.478			
5. Science-Related Attitude	pre	64	2.898	0.478	-1.208	0.229	0.213
	post	67	2.993	0.420			

기를 활용한 과학 수업의 효과가 통계적으로 유의미하게 나타났다($p < .05$). 이들 영역에서 효과크기 d 값도 모두 0.4 이상으로 미래학교의 스마트 기기를 활용한 과학 수업이 과학관련 진로포부, 과학관련 자아개념, 과학학습 정서에 뚜렷하게 교육적인 효과가 나타났음을 보여준다. 반면, 과학학습 동기(Science Learning Motivation)는 $t = -0.741$, 과학관련 태도(Science-Related Attitude)는 $t = -1.208$ 로 미래학교의 스마트 기기를 활용한 과학 수업의 효과에서 통계적으로 유의미한 차이를 발견할 수 없었다($p > .05$).

대응표본 t 검증 결과 통계적으로 유의미한 효과가 나타난 과학긍정경험의 3가지 영역에 해당하는 과학관련 진로포부, 과학관련 자아개념, 과학학습 정서에 대하여 각각의 소문항을 구체적으로 비교하여 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 미래학교의 스마트 기기를 활용한 과학수업에 대해 유의미한 효과가 가장 높게 나타난 과학관련 진로포부에 해당하는 5개의 소문항을 살펴보면 Table 4와 같다. 4-1. 과학관련 진로 및 직업에 대해 알게 됨의 경우 총 35문항으로 구성된 과학긍정경험 지표 중에서 가장 높은 $t = -4.307$ 로 나타났으며 ($p < .05$), $d = 0.761$ 로 효과크기도 상당히 크게 나타났다. 이는 미래학교의 스마트 기기를 활용한 과학수업이 과학관련 진로 및 직업에 대해 탐색하는 데 매우 효과적이었음을 시사한다. 이외에도 4-2. 과학관련 진로 및 직업은 스스로 더 배우고 발전할 기회를 줌($t = -2.707$, $d = 0.479$)과 4-3. 과학관련 진로 및 직업은 사회적 영향력이 큼($t = -2.159$, $d = 0.382$)도 그 효과가 통계적으로 유의미하게 나타났다($p < .05$). 반면 4-4. 과학관련 진로 및 직업에 흥미를 가지게 됨($t = -0.885$, $d = 0.156$)과 4-5. 미래에 과학과 관련된

직업을 가지고 싶음($t = -1.090$, $d = 0.192$)은 통계적으로 유의미한 효과를 발견할 수 없었다($p > .05$). 이는 스마트 기기를 활용한 과학 수업의 장점인 다양한 정보 탐색, 실시간 과학 이슈 탐색 등을 통하여 과학 관련 진로 및 직업에 대한 이해도가 높아졌음을 의미한다. 그러나 이러한 긍정적인 과학관련 진로에 대한 이해도가 자신의 진로 탐색과 직접적으로 연결되지 못한 것으로 보인다.

둘째, 미래학교의 스마트 기기를 활용한 수업에 대해 두 번째로 유의미한 효과가 높게 나타난 과학관련 자아개념에 해당하는 6개의 소문항을 살펴보면 Table 5와 같다. 2-1. 과학 수업 시간에 주어진 과제 및 활동을 잘 해결할 수 있음($t = -2.197$, $d = 0.387$), 2-2. 과학 공부는 쉬운 일임($t = -2.682$, $d = 0.472$), 2-3. 과학은 잘하는 과목 중 하나임($t = -2.401$, $d = 0.424$), 2-4. 과학 수업 시간에 선생님과 친구들과로부터 인정받고 있음($t = -2.231$, $d = 0.393$)의 경우 스마트 기기를 활용한 미래학교의 과학수업의 효과가 통계적으로 유의미하게 나타났다($p < .05$). 반면, 2-5. 과학 수업을 통해 스스로를 쓸모 있는 사람이라고 느낌($t = -1.640$, $d = 0.289$)과 2-6. 과학 수업은 스스로에게 만족할 수 있게 해줌($t = -1.845$, $d = 0.325$)의 경우는 통계적으로 유의미한 효과를 발견할 수 없었다($p > .05$). 이는 미래학교의 스마트 기기를 활용한 과학수업이 학생들에게 자신을 과학을 즐기는 또는 과학에 역량이 있는 사람으로 인식할 수 있도록 의미 있는 인정의 기회를 제공하고, 이로 인해 긍정적인 과학관련 자아개념을 형성할 수 있었음을 시사한다. 그러나 자신을 쓸모 있는 사람으로 여기거나 수업이 스스로에게 만족스럽게 다가오는데 한계점이 있었던 것으로 보인다. 이는 스마트 기기를 활용하면서 나타나는 기기의 오

Table 4. Pre-Post test results of science-related career aspiration

Area	No	Pre-Post	N	M	SD	t	p	d
4. Science-Related Career Aspiration	4-1	pre	64	2.297	0.749	-4.307	0.000	0.761
		post	66	2.833	0.670			
	4-2	pre	64	2.391	0.704	-2.707	0.008	0.479
		post	66	2.727	0.714			
	4-3	pre	64	2.891	0.779	-2.159	0.033	0.382
		post	66	3.152	0.588			
	4-4	pre	64	2.094	0.771	-0.885	0.378	0.156
		post	66	2.212	0.755			
	4-5	pre	64	1.813	0.774	-1.090	0.278	0.193
		post	66	1.955	0.711			

Table 5. Pre-Post test results of science-related self concept

Area	No	Pre-Post	N	M	SD	t	p	d
2. Science-Related Self Concept	2-1	pre	64	2.938	0.588	-2.197	0.030	0.387
		post	67	3.164	0.593			
	2-2	pre	64	2.219	0.678	-2.682	0.008	0.472
		post	67	2.537	0.682			
	2-3	pre	64	1.969	0.734	-2.401	0.018	0.424
		post	66	2.288	0.780			
	2-4	pre	64	2.063	0.732	-2.231	0.027	0.393
		post	67	2.343	0.708			
	2-5	pre	64	2.203	0.800	-1.640	0.103	0.289
		post	67	2.433	0.802			
	2-6	pre	64	2.375	0.900	-1.845	0.067	0.325
		post	67	2.627	0.648			

작동이나 사용자의 미숙함으로 인해 스마트 기기와 의사소통하는데 좌절감이나 스트레스가 공존했을 수도 있음을 반영하는 것으로 판단된다.

셋째, 미래학교의 스마트 기기를 활용한 수업에 대해 세 번째로 유의미한 효과가 높게 나타난 과학학습 정서에 해당하는 6개의 소문항을 살펴보면 Table 6과 같다. 1-3. 과학 수업이 재미있음($t = -3.504$, $d = 0.615$)은 전체 35개의 과학긍정경험 지표 문항 중 두 번째로 효과가 높게 나타난 문항으로 미래학교의 스마트 기기를 활용한 과학 수업에서 매우 효과적이었음을 알 수 있다. 그 외에도 1-1. 과학 수업이 즐거움($t = -2.334$, $d = 0.410$), 1-4. 과학 수업이 지루하지 않음($t = -2.417$, $d = 0.426$)의 경우 스마트 기기를 활용한 미래학교의 과학수업의 효과가 통계적으로 유의미하

게 나타났다($p < .05$). 반면, 1-2. 과학수업이 만족스러움($t = -1.139$, $d = 0.200$), 1-5. 과학 수업이 짜증나거나 귀찮지 않음($t = -1.637$, $d = 0.289$), 1-6. 과학수업 시간이 불안하거나 초조하지 않음($t = -0.977$, $d = 0.172$)의 경우는 통계적으로 유의미한 효과를 발견할 수 없었다($p > .05$). 이는 미래학교의 스마트 기기를 활용한 과학수업이 학생들에게 지루하지 않고 즐거운 경험이 될 수 있었지만, 스마트 기기를 활용하면서 나타나는 부가적인 수고스러움과 자신이 취득한 정보의 정확성이나 깊이에 대한 불신임 등이 과학학습 정서에 부정적인 영향을 준 것으로 생각된다.

한편, 대응표본 t 검증 결과 통계적으로 유의미한 효과가 나타나지 않은 과학긍정경험의 2가지 영역에 해당하는 과학학습 동기, 과학관련 태도에 대하여 각

Table 6. Pre-Post test results of science academic emotion

Area	No	Pre - Post	N	M	SD	t	p	d
1. Science Academic Emotion	1-1	pre	64	2.344	0.877	-2.334	0.021	0.410
		post	68	2.691	0.833			
	1-2	pre	64	2.672	0.778	-1.139	0.257	0.200
		post	68	2.824	0.752			
	1-3	pre	64	2.281	0.845	-3.504	0.001	0.615
		post	68	2.779	0.789			
	1-4	pre	64	2.484	0.816	-2.417	0.017	0.426
		post	67	2.821	0.777			
	1-5	pre	64	3.078	0.803	-1.637	0.104	0.289
		post	66	3.303	0.764			
	1-6	pre	64	3.641	0.698	-0.977	0.331	0.172
		post	67	3.746	0.532			

각의 소문항을 구체적으로 비교하여 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 미래학교의 스마트 기기를 활용한 수업에 대해 통계적으로 유의미한 효과가 나타나지 않은 과학 학습 동기에 해당하는 10개의 소문항을 살펴보면 Table 7과 같다. 소문항 10개 항목이 모두 유의확률 $p > .05$ 로 통계적으로 유의미한 효과를 발견할 수 없었으며, 효과크기 d 값도 0.023~0.263으로 낮게 나타났다. 이는 미래학교의 스마트 기기를 활용한 과학수업이 외재적인 동기 유발에서 머물지 않고 내재적인 동기 유발까지 이어지기 위해서는 보다 세심한 교수·학습 전략과 설계가 필요함을 시사한다.

둘째, 미래학교의 스마트 기기를 활용한 수업에 대해 통계적으로 유의미한 효과가 나타나지 않은 과학 관련 태도에 해당하는 8개의 소문항을 구체적으로 살펴보면 Table 8과 같다. 비록 과학관련 태도 전체 영역에 대해서는 통계적으로 유의미한 효과가 없었지만, 예외적으로 5-5. 과학수업 시간이 늘어나는 것은 바람직함($t = -2.474, d = 0.436$)의 경우 스마트 기기를 활용한 미래학교의 과학수업의 효과가 통계적으로 유의미하게 나타났다($p < .05$). 그러나 나머지 7개 항

목은 모두 유의확률 $p > .05$, 효과크기 d 값도 0.001~0.224로 통계적으로 유의미한 효과를 발견할 수 없었다. 특히 5-1. 과학은 이 세상을 더욱 살기 좋은 곳으로 만드는 데 도움이 됨의 경우($t = 0.004, p > .05$) 전체 35개의 과학긍정경험 지표 문항 중 $d = 0.001$ 로 효과크기가 가장 낮게 나타난 문항이었다. 미래학교의 스마트 기기를 활용한 과학수업이 학생들에게 과학 수업 시간이 늘어나길 바라는 긍정적인 측면이 있다는 점은 스마트 기기를 활용하는 수업 시간에 대한 학생들의 긍정적인 선호도를 보여준다. 그러나 이러한 선호도가 궁극적으로 과학에 대한 태도 변화까지 이어지지는 못하고 있음을 알 수 있다.

2. 과학 학습자 정체성

스마트 기기를 활용한 과학 수업에서의 나와 일반 강의식 과학 수업에서의 나에 대한 이미지를 1·2학년 학생들에게 자유롭게 그림으로 표현하게 하고 간단히 설명을 기술하도록 하였다. 총 119명(1학년 66명, 2학년 53명)을 연구 대상으로 그림 그리기를 요청한 결과, 일부 학생들이 그림 없이 글로만 서술하거나 학기말 체험학습 등으로 부재하여 결과적으로 1학년

Table 7. Pre-Post test results of science learning motivation

Area	No	Pre - Post	N	M	SD	t	p	d
3. Science Learning Motivation	3-1	pre	64	3.156	0.541	-1.341	0.182	0.236
		post	67	3.284	0.545			
	3-2	pre	64	2.313	0.687	-0.128	0.898	0.023
		post	67	2.328	0.726			
	3-3	pre	64	3.047	0.602	-0.262	0.794	0.046
		post	67	3.075	0.611			
	3-4	pre	64	2.203	0.671	0.803	0.423	0.141
		post	68	2.103	0.756			
	3-5	pre	64	2.688	0.794	-1.487	0.139	0.263
		post	66	2.879	0.668			
3-6	pre	64	2.375	0.724	-0.733	0.465	0.130	
	post	66	2.470	0.749				
3-7	pre	63	2.762	0.797	-0.478	0.633	0.085	
	post	67	2.821	0.601				
3-8	pre	64	2.844	0.801	-1.346	0.181	0.238	
	post	66	3.015	0.644				
3-9	pre	64	3.172	0.747	-0.87	0.386	0.153	
	post	67	3.269	0.510				
3-10	pre	64	3.016	0.654	-1.21	0.228	0.213	
	post	67	3.149	0.609				

Table 8. Pre-Post test results of science-related attitude

Area	No	Pre - Post	N	M	SD			
5. Science-Related Attitude	5-1	pre	64	3.344	0.672	0.004	0.997	0.001
		post	67	3.343	0.592			
	5-2	pre	64	3.313	0.687	0.132	0.896	0.023
		post	67	3.299	0.523			
	5-3	pre	64	3.094	0.729	-0.833	0.406	0.147
		post	66	3.197	0.684			
	5-4	pre	64	3.328	0.619	0.15	0.881	0.026
		post	67	3.313	0.499			
	5-5	pre	64	2.203	0.800	-2.474	0.015	0.436
		post	67	2.537	0.745			
	5-6	pre	64	2.953	0.602	-0.316	0.752	0.056
		post	66	2.985	0.540			
	5-7	pre	64	2.531	0.835	-1.269	0.207	0.224
		post	67	2.702	0.697			
	5-8	pre	64	2.422	0.905	-0.944	0.347	0.166
		post	67	2.567	0.857			

은 48명, 2학년은 40명으로 총 88명의 학생 그림을 확보할 수 있었다. 이에 88명의 학생이 제출한 그림을 분석 대상으로 하여 수정·보완된 Luehmann (2009)의 과학 학습자 정체성 분석틀에 의거하여 분석하였다. 그 결과 다음과 같이 스마트 기기를 활용한 과학 수업의 나의 이미지에서 몇 가지 주목할 점이 나타났다. 일반 강의식 과학 수업에서의 나의 이미지와는 다르게 주체성/능동성의 수준, 인정의 기회, 전문성의 배분, 피드백의 양과 타이밍, 책임의 수준 등이 스마트 기기를 활용한 과학 수업에서 긍정적으로 묘사되어 있었다. 학생의 그림에서 나타난 특징을 분석틀에 의거하여 각각의 범주에 해당되는 것을 중복 표기한 결과 Table 9와 같았다.

Table 9에서 보는 바와 같이 스마트 기기를 활용한 과학 수업에서의 나를 묘사하는 데 과학 학습자 정

체성 범주 중 1학년과 2학년이 모두 동일하게 주체성/능동성의 수준(level of agency & activity) > 피드백의 양과 타이밍(amount and timing of feedback) > 의미 있는 인정/인식의 기회(opportunities for meaningful recognition) > 전문성의 배분(distribution of expertise) > 책임의 수준(level of accountability)의 순으로 일반 강의식 과학 수업에서와는 달라진 자신의 이미지를 표현하는 경향이 나타났다. 다만 스마트 기기를 더 익숙하게 사용할 수 있는 2학년의 경우 1학년보다 모든 범주에서 더 높은 비율을 보여주었다. 특히, 스마트 기기를 활용한 과학 수업에서 과학 학습자로서 주체성과 능동성의 수준이 향상된 것을 묘사한 학생들이 1·2학년 모두 50%가 넘는 것으로 보아 스마트 기기를 활용한 과학 수업에서 학습자들은 일반 강의식 과학 수업에서보다 더 적극적이고 능동적으로 수업에 임하

Table 9. Analysis of Science learner identity

unit: person (%)

	grade	1 st (n=48)	2 nd (n=40)	total (n=88)
Identity resources	Level of agency & activity	24 (50.0)	27 (67.5)	51 (58.0)
	Opportunities for meaningful recognition	7 (14.6)	28 (45.0)	25 (28.4)
Identity support	Distribution of expertise	4 (8.3)	11 (27.5)	15 (17.0)
	Amount and timing of feedback	20 (41.7)	25 (62.5)	45 (51.1)
Identity expectations	Level of accountability	1 (2.1)	5 (12.5)	6 (6.8)

고 있음을 알 수 있다. 또한 1학년 41.7%와 2학년 62.5%의 학생들이 스마트 기기를 활용하여 궁금한 것을 바로 검색하여 즉각적으로 찾아볼 수 있다고 하였다. 이는 일반 강의식 수업에서 선생님께 질문하지 못하여 모르는 것을 해소하는 데 어려움이 있거나 아예 질문 자체를 포기해 버렸던 자신의 이미지와는 다른 점으로 인식하고 있음을 알 수 있다. 특히

2학년의 경우 1학년에 비해 높은 비율로 일반 강의식 수업에서보다 스마트 기기를 활용한 과학 수업에서 의미 있는 인식/인정의 기회를 경험하고 있음을 알 수 있다(1학년 14.6%, 2학년 45.0%). 이는 의미 있는 인식/인정의 기회는 스마트 기기라는 도구의 사용이 충분히 익숙해진 이후에 주로 나타나는 과학 학습자 정체성 범주인 것으로 판단된다. 전문성의 배

Table 10. Examples of pictures related to identity work

	Smart technology based science classes	Common science classes
Level of agency & activity		
	<p>새로운 방식으로 학생이 직접 자료를 찾아가며 수업을 하면 집중을 더 잘하게 되고 미래학교다운 수업인 것 같다.</p>	<p>강의식 수업을 들으면 개념을 더 잘 알려주시고 진도도 많이씩 나갈 수 있지만 몇몇 학생들은 제대로 집중하지 못하고 잠을 자거나 만질을 한다.</p>
Opportunities for meaningful recognition		
	<p>핸드폰이나 태블릿을 사용하면 내가 평소 좋아하던 기기로 공부하는 거라서 집중도 잘되고 교과서 수업 이외에 새로운 것을 많이 보고 관찰할 수 있어서 더 재미있다.</p>	<p>강의만 들으면 한 귀로 듣고 흘리는 경우가 많다. 지루하고 집중이 잘 안 된다.</p>
Opportunities for meaningful recognition		
	<p>스마트 기기를 활용해서 수업하면서 교과서 이외의 세상의 정보를 접하여 놀라는 나의 표정을 그렸다!</p>	<p>강의식 수업이어도 많은 걸 배워가는 재미가 있기 때문에 웃고 있는 거로 그렸지만 스마트 기기를 사용할 때보다 큰 리액션이 별로 없다.</p>
Opportunities for meaningful recognition		
	<p>스마트 기기를 활용해 수업할 때 친구들과 이야기를 나누며 한 분야에 대해 다양한 방법으로 생각할 수 있는 것을 표현함.</p>	<p>선생님의 설명을 듣고 스스로 생각하면서 그 부분에 대해 깊게 들어갈 수 있는 모습임. 선생님의 설명과 책 속의 내용을 둘 다 머리에 넣고 교과서에서 조금 더 나아간 것을 이해하려는 모습임.</p>

분과 책임감의 수준도 2학년이 1학년보다 스마트 기기를 활용한 과학 수업에서 더 자주 느끼는 과학 학습자 정체성 범주인 것으로 나타났다. 다만, 다른 범주와 비교하면 상대적으로 낮은 비율인 1학년은 2.1~8.3%, 2학년은 12.5~27.5%를 보여주었다. 한편, 학생의 그림을 살펴보면 1학년은 종이로 출력된 설문지에 직접 손으로 그린 그림을 제출하는 경우가 일반적이었으나, 2학년은 능숙하게 다양한 방법으로 스마트 기기를 활용하여 디지털화된 그림을 그려서 자신의 의사를 표현하는 경우가 대부분이었다. 이는 2학년의 경우 2년에 걸쳐 다양한 교과 수업활동을 통하여 웹툰 그리기, 카드 뉴스 만들기, 인포그래픽 만들기 등의 경험으로 그림을 자유자재로 그리는 디지털 역량이 높아졌음을 보여주는 사례이다.

이상에서 살펴본 1·2학년 학생들의 과학 학습자 정체성에 긍정적인 영향을 준 범주의 경향성을 바탕으로 스마트 기기를 활용한 과학 수업에서의 나의 모습을 묘사한 그림 사례를 통해 보다 구체적으로 학습자 정체성의 현 상태를 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 학생들이 스스로 과학 학습자로서 정체성을 형성해 가는 작업(Identity work)에 속하는 주체성/능동성의 수준(Level of agency & activity)과 의미 있는 인식의 기회(Opportunities for meaningful recognition)에 해당하는 그림 사례를 보면 Table 10과 같다.

우선, 주체성/능동성의 수준과 관련된 그림과 서술을 살펴보면, ‘활발한 수업 분위기’, ‘스스로 학습하는 느낌이 든다’, ‘스마트 기기로 수업하면 하나의 역할을 가지게 된다’, ‘졸지 않는다’, ‘재미있고, 흥미가 생긴다’, ‘집중이 잘되고 호기심 있게 바라본다’, ‘열심히 한다’ 등과 같은 표현이 자주 등장하는 것을 발견할 수 있었다. Table 10에서 보는 바와 같이 일반 강의식 수업과는 달리 스마트 기기를 활용한 과학 수업에서 수업에 임하는 자세와 표정이 밝아진 것을 확인할 수 있다. 일반 강의식 수업에서 학생들은 꾸벅꾸벅 졸고 있는 자신의 모습이나 한 귀로 듣고 한 귀로 흘려버리는 수동적이거나 무기력한 모습을 묘사한 반면, 스마트 기기를 활용한 수업에서는 바른 자세로 눈을 반짝이면서 집중해서 자신이 무언가를 하는 능동적인 모습을 묘사하고 있다.

다음은 주체성과 능동성 수준에서 달라진 자신의 이미지를 서술한 학생 글의 일부를 나타낸 것이다. 주목할 점은 학생의 글에서 언급된 바와 같이 스마트 기기 활용으로 인한 주체성과 능동성이 자칫 학

생들에게 스마트 기기를 활용하여 학습 이외의 다른 것(셀카, 게임, SNS 등)을 할 수 있는 유혹의 소지가 될 수 있음을 유의할 필요가 있다.

스마트 기기로 수업을 하면 수업이 더 재미있어지고, 학생들이 수업에 임하는 자세가 좋아져 지금 배우는 개념들에 대해서 더 깊이 파고들어 검색을 할 수 있는 것이다. 그러나 단점은 스마트 기기를 이용해 다른 행동을 하는 학생들이 많다는 것이다.

- 1학년 35번 학생의 글 -

수업을 스마트 기기로 이어나가며 과학의 묘한 재미를 느끼는 모습입니다. 또한 얼굴의 입꼬리가 하늘로 솟아오르는 것을 보면 굉장히 즐거워하며 즐기는 모습을 포착할 수 있습니다. 학생들에게 스마트 기기를 많이 활용할 수 있는 기회를 주셨으면 좋겠습니다. 왜냐하면 C 중학교 학생들 모두는 스마트 기기의 사용에 즐거움과 재미를 이미 느끼고 있기 때문입니다. 지금의 수업 방식. 너무 좋은 것 같습니다. 과학과 스마트 기기의 콜라보레이션 너무 완벽 그 자체인 것 같습니다. 재미없게 여겼던 과학에 어느 날 살며시 들어온 스마트 기기란 존재. 너무 저희들에게겐 동아줄과 같은 존재인 것 같기도 합니다.

- 2학년 28번 학생의 글 -

다음으로 의미 있는 인정/인식의 기회와 관련된 그림과 서술을 살펴보면, ‘놀라움’, ‘신기함’, ‘내 자신이 멋져 보임’ 등과 같은 표현이 등장하는 것을 발견할 수 있었다. Table 10에서 보는 바와 같이 일반 강의식 수업과는 달리 스마트 기기를 활용한 수업에서 학생들의 표정이 더 살아있으며, 수동적으로 교사의 설명을 듣거나 개인적으로 이해하는 차원에서 넘어가는 것이 아니라 다른 학생들과 상호작용하면서 보다 자신의 생각을 자신 있게 표현하고 있다. 이는 스마트 기기를 활용한 수업에서 의미 있는 의사소통의 기회가 확대될 가능성에 주목해야 할 것이다. 또한 교과서에 언급된 과학 지식이 절대 불변의 진리라기 보다는 현재도 계속 연구가 진행 중인 잠정적 개념이라는 과학의 본성에 대해 자연스럽게 깨닫게 되는 기회가 되었던 점은 매우 의미 있는 인식의 기회라고 보여진다.

스마트 기기를 활용한 수업의 가장 큰 장점은 자유로운 조사를 통해 수많은 정보를 얻을 수 있다는 것이다. 교과서와 교실에 갇혀 있는 수업이 아닌 세상으로 나아갈 수 있는 길을 스마트 기기가 마련해 준다는 것이 스마트 기기를 활용한 과학수업의 가장 큰 장점 같다. 스마트 기기를 활용하여 그 정보가 세상에서 어떻게 쓰이는지 알게 되면 세상에 대한 지식, 흥미 같은 감정을 얻어 공부를 계속할 수 있도록 동기부여가

될 것 같기 때문이다. 나는 우리가 배우는 과학 지식들이 많은 곳에서 쓰이고 만약 '살'이라면 그와 관련된 연구가 계속되고 있다는 사실들을 스마트 기기를 통해서 알 수 있었던 점이 가장 도움이 되었다. 가장 큰 단점은 컴퓨터를 잘 못 다루는 학생들이 처음에 조금 힘들 것 같다는 점이다. 지금은 이런 식의 수업을 2년 동안 들었기 때문에 많이 배우고 적응하였지만 C 중학교에 갓 입학했을 때에는 컴퓨터를 잘 다루지 못해서 해했던 기억이 있다.

- 2학년 18번 학생의 글 -

둘째, 주변의 지지나 자원에 의해 학생들이 과학 학습자로서 정체성을 형성할 수 있도록 도와주는 노력(Identity support)의 범주에 속하는 전문성의 배분(Distribution of expertise), 피드백의 양과 타이밍(Amount and timing of feedback)에 해당하는 그림 사례를 보면 Table 11과 같다.

우선, 전문성의 배분과 관련된 그림과 서술을 살펴보면, '교과서에 나와 있지 않은 정보', '더 많은 예시와 자세한 설명', '새로운 것을 직접 보고, 듣고, 체험해 보니까 더 깊이 알 수 있다'와 같은 표현이 주로 등장하는 것을 발견할 수 있었다. Table 11에서 보는 바와 같이 일반 강의식 수업과는 달리 스마트 기기를 활용한 수업에서 학생들은 교과서에 없는 새로운 정보를 확인할 수 있는 점이 가장 큰 장점인 것으로 서술하고 있었다. 일반 강의식 수업에서는 정보의 양이 교과서로 한정되어 있어 수렴적인 학습을 해야 한다면, 스마트 기기를 활용한 수업의 경우 정보의 바다에서 발산적인 학습이 가능하다는 점을 장점으로 묘사하고 있었다. 그러나 아래 학생의 글에서 언급된 바와 같이 다양한 정보로부터 내용의 정확성과 깊이를 보장받기 위해서는 교사의 안내와 지도가 필요할 것이다. 신뢰할 수 있는 정보를 취사선택할 수 있는 학생들의 정보 검색 소양이 필요할 것으로 보인다.

스마트 기기를 사용하면 꼭 막힌 교과서만을 주구장창 보는 게 아니라 우리가 다양한 정보들을 찾아보니까 새로운 것들을 서로 나눠서 배울 수도 있고 몰랐던 정보들을 알아가는 시간이 된다. 지루한 강의식 수업만 듣는게 아니고 자신이 배운 것을 스스로 그림도 그리며 정리도 하고 실험도 스마트 기기를 사용하여서 더 다양한 실험을 할 수 있어서 수업을 더 재미있게 들은 것 같다.

- 2학년 13번 학생의 글 -

가장 도움이 되었던 점은 과학 교과서로만 공부해서는 기억이 나지 않는 데 여러 가지 활동들을 해보고 실생활에서도 사용할

수 있는 것들도 배울 수 있어서 내 상식을 더 쌓을 수 있는 점이 좋다고 생각한다. 그래서 친구들이 어떤 말을 할 때에도 '이거 과학에서 배운 건데'라고 기억을 하는 친구들이 많다. 아쉬운 점은 교과서 사용이 다른 과목보다는 많지만, 혹시나 다른 학교에서는 보고 넘어가는 부분을 놓치고 있나 불안하다.

- 1학년 15번 학생의 글 -

다음으로 피드백의 양과 타이밍에 관련된 그림과 서술을 살펴보면, '선생님에게 질문하기 어려운 질문을 인터넷에 물어보면 나와 있기 때문에 도움이 된다', '모르는 단어를 검색하여 알 수 있다', '부끄러움을 많이 타는 스타일이어서 강의식 수업에서는 질문을 못 할 때도 있는데 스마트 기기를 활용하면 도움이 많이 된다', 등과 같은 표현이 등장하는 것을 발견할 수 있었다. Table 11에서 보는 바와 같이 일반 강의식 수업과는 달리 스마트 기기를 활용한 수업에서 학생들은 모르는 단어를 바로 찾고, 이해되지 않는 부분에 대해 인터넷에 물어보거나 필요한 정보를 즉각적으로 찾아볼 수 있는 점에 대해 스마트 기기의 도움을 상당히 많이 받고 있음을 알 수 있었다. 다음은 피드백의 양과 타이밍 측면에서 달라진 자신의 이미지를 서술한 학생 글의 일부를 나타낸 것이다.

그냥 이론만 공부하면 내가 상상할 수 없을 것 같은데 인터넷으로 찾아보고 그림도 그려보고 하니깐 이런 거구나 하고 알 수 있었다. 교과서만 보면 금방 까먹을 수 있는데 영상이나 그림은 더 오래 기억에 남는다. 그래서 더 좋았던 것 같다. 가장 큰 장점은 '미래를 대비할 수 있다.'라는 것이고 가장 큰 단점은 '컴퓨터가 익숙하지 않은 친구들에게는 좀 힘들 수도 있다.'라는 것입니다.







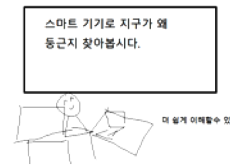
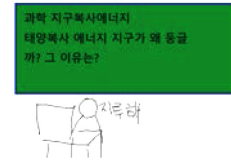
- 2학년 17번 학생의 글 -

가장 큰 장점은 이해되지 않았던 부분을 검색해서 찾아볼 수 있다는 점이고 또한 가상으로 체험도 할 수 있다는 점에서는 가장 큰 장점일 거라고 생각한다. 스마트 기기를 이용해서 다른 학교 아이들보다 더욱 풍성한 과학 지식과 과학에 대한 이해가 더더욱 풍성해진 것 같다. 또한 스마트 기기를 사용하지 않았을 때에는 지루하고 무슨 내용인지 잘 이해도 안 갔는데 스마트 기기를 사용해 찾아보고 체험해 보니까 지루하지도 않고 이해도 훨씬 잘 간 것 같다.

- 1학년 31번 학생의 글 -

셋째, 학생들이 과학 학습자로서 정체성을 형성해 가는데 학습 공동체로부터 받는 기대(Identity expectation)의 범주에 속하는 책임감의 수준(Level of accountability)에 해당하는 그림 사례를 보면 Table 12와 같다.

Table 11. Examples of pictures related to identity support


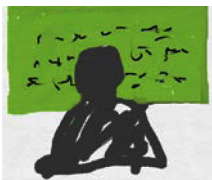

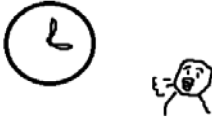
Identity resources	Smart Devices based science classes	Common science classes
<p>Distribution of expertise</p>	 <p>스마트 기기를 활용할 때는 과학 관련된 자료나 더 알고 싶은 점을 내가 스스로 검색해 찾아볼 수가 있었다. 또 전자 기기를 활용해 일반 교과서보다는 지루하지 않고 컴퓨터를 쓰는 방법을 더 잘 알게 된 것 같다. 또 U-class라는 앱을 통해 친구들이 한 것들을 쉽게 볼 수 있고 발표도 하고 의견을 나누기 편했던 것 같다.</p>	 <p>지루하고 졸리기도 해 수업을 듣지 않고 자기만 할 것 같다. 자고 싶지 않아도 하는 것이 없고 듣기만 해서 저절로 잠이 올 것 같다. 핸드폰을 사용하고 싶은 욕구가 들 것 같다.</p>
	 <p>스마트 기기들을 사용하고 여러 실험을 하여서 흥미가 생기고, 더 재미있게 수업을 할 수 있어서 좋았다. 그리고 여러 정보들을 교과서 외에 새로운 정보들을 알 수 있어서 좋았다.</p>	 <p>딱 막힌 과학 교과서로만 추구장창 보니까 공부한 것이 기억나지 않는다.</p>
<p>Amount and timing of feedback</p>	 <p>스마트 기기를 활용하여 수업하면서 모르는 걸 바로바로 찾아왔다. 인터넷에는 거의 모든 정보가 나와 있어서 막힘없이 모든 문제를 해결 할 수 있었다.</p>	 <p>교과서에 필기하고 형광펜으로 밑줄 치면서 중요한 내용을 잘 보면서 듣는다. 그런데 가끔 집중하지 못할 때도 있다. 모르는 걸 바로바로 찾아볼 수 없는 게 좀 불편하기도 하다.</p>
	 <p>스마트 기기로 검색을 하니가 어려운 말들로 설명해 놓은 책보다는 뜻을 모르는 단어들은 바로 찾을 수 있는 스마트 기기를 사용하니가 더 이해가 쉽게 간다.</p>	 <p>사실 계속 칠판만 보고 있고 지루해서 수업에 집중이 잘 안 된다.</p>

책임감의 수준과 관련된 그림과 서술을 살펴보면, ‘스마트 기기 사용을 잘하지 못하니가 더 열심히 한다’, ‘하나를 놓치면 다음 단계로 넘어가지 못하니가 집중한다’ 등과 같은 표현이 등장하는 것을 발견할 수 있었다. Table 12에서 보는 바와 같이 일반 강의식 수업과는 달리 스마트 기기를 활용한 수업에서 학생들은 주어진 것을 그냥 따라가는 것이 아니라 교사는 촉진자일 뿐이고 자신의 역할에 따라 상당히

다른 결과가 나타날 수 있다는 점을 인식하고 수업의 주체로서 책임을 다하는 모습을 묘사하고 있었다. 그러나 다음 학생의 글과 같이 이러한 책임 의식이 디지털 소양이 부족한 경우에는 스트레스나 불안감으로 작용할 수도 있음을 주목할 필요가 있다.

선생님은 내가 찾은 정보에 더 말해주는 역할로 바뀌었고 더 즐겁게 과학수업을 할 수 있었다. 학생들이 활동할 수 있는

Table 12. Examples of pictures related to Identity expectations

Identity resources	Smart Devices based science classes	Common science classes
Level of accountability	생각을 더 정확하고 다양한 정보들을 통해 수업 주제들을 파악하는 모습	그냥 (교사, 교과서) 질문을 한 것에만 의문점들을 풀고 그 이상의 것은 모른 채 암기하는 식의 모습
		
		
	빨리 활동할 수 있으며 하나를 놓치면 다음 단계로 넘어가지 못하고 또 직접 활동할 수 있는 점에서 열심히 집중하는 나	하품하며 언제 끝나나 시계만 쳐다보고 있으며 집중하는 시간보다 집중하지 않는 시간이 더 많은 나

활동범위가 더 넓어짐에 따라 학생들 또한 수동적(강의식) 수업에 몰들어 배우고 싶은 열정이 사라지는 것이 아니라 보다 능동적인 수업으로 많은 정보를 찾아볼 수 있는 태블릿으로 더 찾아보고 싶은 열정이 생긴다. 그리고 직접 해보고 공부하는 수업이 강의식 수업보다 학습 목표나 수업의 중점적인 부분들을 파악하기는 쉽지 않지만, 오히려 더 탐구하는 능력을 기르며 수업의 본질적인 목표 중 하나인 탐구측면에서 효율적인 수업이 이뤄지고 있는 것 같다.

- 2학년 8번 학생의 글 -

기계를 그렇게 잘 다루는 편도 아니어서 기를 쓰면서 하고 그래서 눈이 충혈되고 목이 구부정한 모습이 된다. 태블릿을 사용할 때는 처음 시작부터 기가 소진된 느낌이 든다.

- 1학년 2번 학생의 글 -

결론 및 제언

본 연구의 목적은 수도권 소재 미래학교 연구학교인 C 중학교의 스마트 기기를 활용한 과학 수업이 과학긍정경험과 과학 학습자 정체성에 미치는 영향을 살펴보기 위함이다. 이를 위하여 미래학교 1학년 학생들을 대상으로 입학 당시인 2018년 3월과 1학년을 마무리하는 시점인 2018년 12월에 과학긍정경험 지표 검사(Shin et al., 2017)를 실시하였다. 또한 과학 학습자 정체성 분석틀(Luchmann, 2009)을 수정·보완하여 스마트 기기를 활용한 미래학교의 과학 학습자로서 어떠한 정체성을 형성해 가는지 살펴보았다. 이를 위해 스마트 기기 활용 기간에 차이가 있는 1학

년과 2학년 학생들을 대상으로 스마트 기기를 활용한 과학 수업과 일반적인 과학 수업에서의 나의 이미지를 그림으로 그리고 그림에 대해 간단히 서술하도록 하였다. 학생들이 가진 지식자본인 스마트 기기를 활용하여 미래학교의 과학 수업이 과학긍정경험과 과학 학습자 정체성 형성에 미치는 영향을 살펴본 결과 다음과 같았다.

첫째, 스마트 기기를 활용한 미래학교의 과학 수업에서 유의미한 효과가 가장 높게 나타난 영역은 과학긍정경험 측면 중에서 과학관련 진로포부였고, 과학관련 자아개념과 과학학습 정서에서도 교육적인 효과가 유의미하게 나타났음을 보여주었다. 그러나 과학관련 진로포부의 경우, 스마트 기기를 활용한 수업을 통해 다양한 정보 탐색, 실시간 과학 이슈 탐색 등을 통하여 과학 관련 진로 및 직업에 대한 이해도가 자신의 과학 진로 선호도와 직접적으로 연결되지 않는 한계점이 노출되었다. 과학관련 자아개념의 경우, 스마트 기기를 사용하면서 자신을 과학에 역량 있는 사람으로 인식할 수 있는 의미 있는 인정의 기회를 통해 긍정적인 자아개념을 형성할 수 있었다. 동시에 스마트 기기의 사용 미숙이나 기계적 오작동으로 인해 느끼는 좌절감이나 스트레스가 공존할 가능성을 엿볼 수 있었다. 과학학습 정서의 경우, 스마트 기기를 활용한 과학 수업에서 수업의 즐거움과 재미를 느껴 상당히 몰입할 수 있는 긍정적인 측면도 있었지만, 스마트 기기 사용으로 인한 수고스러움이나 자신이 취득한 정보의 정확성이나 깊이에 대한

불신임 등이 나타나는 것을 발견할 수 있었다. 한편, 과학학습 동기와 과학관련 태도 영역에서는 미래학교의 스마트 기기를 활용한 수업의 유의미한 효과를 발견할 수 없었다. 이러한 결과는 스마트 기기의 활용이 외재적인 동기 유발에 머무르지 않고 내재적인 동기 유발로 이어져 궁극적으로는 과학관련 태도 변화까지 가능하도록 보다 세심한 교수·학습 전략이 필요함을 시사한다.

둘째, 스마트 기기를 활용한 미래학교의 과학 수업은 과학 학습자 정체성 중에서 주체성과 능동성 수준에 가장 긍정적인 변화를 보여주었다. 스마트 기기를 활용하여 즉각적이고 충분한 피드백을 통해 궁금한 것을 바로 해결하였다. 또한, 수업에 더 적극적으로 참여할 기회를 얻고, 일반적인 과학 수업보다 적극적으로 의사소통하면서 자신이 유의미한 존재로 인정받는 느낌을 경험하는 것으로 나타났다. 교과서에 나와 있지 않은 다양하고 실용적인 과학 정보를 접하면서 과학이 삶에 가까이 있고, 과학 개념이 절대 불변의 것이 아니라 계속 연구·발전하는 잠정적이라는 과학의 본성을 깨달을 기회를 얻었다. 무엇보다 교사를 촉진자로서 여기며 본인의 역할과 책임에 따라 수업의 결과가 달라진다는 점을 인식하는 등 긍정적인 과학 학습자로서의 정체성을 형성해 가고 있었다. 한편, 일부 학생들은 스마트 기기를 활용하다 보면 수업 이외의 것이 하고 싶어지는 욕구가 일반적인 과학 수업보다 크고, 다양한 정보의 출처 및 정확성과 깊이 등에 의문을 제시하는 경우도 있었다. 이러한 결과는 스마트 기기를 활용한 수업에서 교사의 안내와 지도가 더 전문적으로 이루어져야 하며, 학생들의 정보 탐색 소양을 높이는 방안이 필요함을 시사한다.

본 연구 결과는 미래학교의 스마트 기기를 활용한 과학 수업은 교수·학습의 방법론적 도구로서 과학 수업을 보다 자기 주도적으로 개인의 필요를 충족시키며, 의미 있는 학습을 가능하게 만들어 줌과 동시에 미래를 준비할 가능성을 보여주었다. 이는 앞으로 교육 현장에 도입될 스마트 기기를 활용한 다양한 수업 맥락을 의미 있게 구성하는데 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다.

이상의 연구 결과를 토대로 함의 및 후속 연구를 제안하면 다음과 같다.

첫째, 스마트 기기라는 청소년의 지식자본을 활용한 과학 수업에서 물리적으로 유사한 환경에 놓여

있는 것처럼 보이는 학생들에게 스마트 기기 활용 수업이 강점 혹은 결핍으로 작용할 수 있음을 확인할 수 있었다. Hwang (2018)이 언급한 것처럼 과학 교실의 다양한 학습 맥락에서 학생들이 주체성을 획득하거나 반대로 소외되는 문화적 기제와 관련된 연구가 더욱 이루어져야 할 것이다.

둘째, 미래학교의 스마트 기기를 활용한 과학 수업에서 Basu and Barton (2007)이 언급한 혼성 공간 창출의 가능성을 물리적, 정치적, 교수법적 측면에서 확인할 수 있었다. 스마트 기기라는 물리적 도구가 학생들에게 공동 학습자로서 위치성(positioning)을 부여해 주어 교사를 촉진자로서 기대하는 상황을 확인할 수 있었다. 스마트 기기를 활용한 과학 수업에서 학생들은 인정의 기회를 경험하면서 수업에 적극적으로 참여하는 경향을 보여주었다. 이처럼 과학학습 맥락에서 학생 참여가 가치 있는 방식으로 수용될 수 있는 혼성적 의미 창출의 공간(Yu et al., 2008)이 마련되어야 할 것이다.

References

- Basu, S. J., and Barton, A. C., 2007. Developing a sustained interest in science among urban minority youth. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(3), 466-489.
- Brickhouse, N. W., 2001. Embodying science: A reminit perspective on learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(3), 282-295.
- Enyedy, N., Goldberg, J., and Welsh, K. M., 2006. Complex dilemmas of identity and practice. *Science Education*, 90(1), 68-93.
- Gee, J. P., 2000. Identity as an analytic lens for research in education. *Review of Research in Education*, 25, 99-125.
- Greene, J. C., Caracelli, V. J., and Graham, W. F., 1989. Toward a conceptual framework for mixed-method evaluation designs. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 11(3), 255-274.
- Hong, S., Ahn, Y., and Choi, Y., 2019. Teachers' Teaching Competency Modeling in Future Schooling. *Journal of education & culture*. 25(3), 365-388. (in Korean)
- Hwang, S., 2018. Research trend on the sociocultural approaches to science learning identity for the realization of 'Science Education for All'. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 38(2), 187-202. (in Korean)
- Jang, S., and Lee, J., 2013. A Study on the Use of the International Index by Analyzing the Current Status of

- the ICT Index. Internet & Security Focus 3. May 2013. (in Korean)
- Kang, H., Lee, S., Kim, H., Lee, H., Kwak, Y., and Shin, Y., 2019. The Effects of National Science Leading School Programs on Students' Positive Experiences about Science and Teachers' Perceptions of Curriculum Implementation Factors Affecting PES. Journal of the Korean Association for Science Education, 39(2), 279-293, (in Korean)
- Kim, D., Kim, J., Moon, Y., Kim, J., Kwon, S., and Moon, Y., 2019. An Exploration of the Direction of the Future School's Concept and Space Design.. Korean Journal of Teacher Education. 35(1), 119-146. (in Korean)
- Kim, H., Kim, E., Lee, E., Gae, B., and Lee, E., 2017. Research on Development of Establishment and Operation Model of Future School. Korea Education and Research Information Service. Research Report CR 2017-6. (in Korean)
- Kim, J., Lee, E., and Oh, E., 2018. The Development and Validation of a Self-Rating Scale to Measure the School Community's Core Values·Competencies. Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction. 18(20), 517-544. (in Korean)
- Kim, K., 2014. More mobile generation. Next wave. (in Korean)
- Kim, S., 2011. Visions and Directions of Future Education for Schooling. The Journal of Future Education. 1(1), 57-64. (in Korean)
- Kim, S., 2018. A Study for Development of Future School Curriculum and Educational Methods in Advanced Countries. The Educational Research for Tomorrow. 31(1), 45-65. (in Korean)
- Ku, J., Kim, S., Lim, H., Park, H., and Han, J., 2015. A study on Improving the Educational Environment Using ICT through Analysis of PISA 2012 Computer-Based Evaluation Results. Korea Institute for Curriculum and Evaluation. Issue paper. ORM 2015-50-6. (in Korean)
- Kwak, M., Kwak, Y., and Lee, S., 2019. A Study on the Characteristics of Future Schools for Students with Future Convergent STEAM Talents. Journal of the Korean Association for Science Education, 39(4), 479-488. (in Korean)
- Kwak, Y., 2015. An Exploration of teacher professionalism required for changes in future schooling and curriculum reconstruction. Journal of Research in Curriculum & Instruction. 19(1), 93-111. (in Korean)
- Kwak, Y., Lee, S., Kang, H., Shin, Y., and Lee, S., 2019. Qualitative Inquiry of Features of Science Education Leading Schools on Students' Positive Experiences about Science. Journal of Korean Elementary Science Education. 38(3), 317-330. (in Korean)
- Lee, E., Kim, H., Yim, S., Lee, T., and Kim, S., 2019. A Study on the Development of Changemaker Education Program. Journal of Educational Innovation Research. 29(2), 117-146. (in Korean)
- Lee, E., Kim, J., and Oh, E., 2019. A Case Study of 'Action Research Teacher Project' in a School. Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction. 19(8), 1037-1063. (in Korean)
- Lee, E., Kim, Y., and Park, U., 2018. An Exploration of the Processes of Deriving a School Community's Vision: A Focus on 'C' middle school's case. Journal of Educational Innovation Research. 28(4), 319-339. (in Korean)
- Lee, K., 2002. Image three kingdoms. Gyeonggi: Dulnyouk Publication Co. (in Korean)
- Lee, k., and Jang, S., 2014. A study on the remodeling direction for the establishment of seoul future school: the guidelines for remodeling design of Changdeok girls' middle school. Research service report of Seoul Metropolitan Office of Education. (in Korean)
- Lim, C., Park, T., Han, H., Kim, K., Kwon, H., and Lee, J., 2019. An Exploratory Study on Essential Design Elements for Constructing a Future School Space. The Korean Society for Educational Technology. 35, 589-619. (in Korean)
- Luehmann, A. L., 2009. Accessing resources for identity development by urban students and teachers: foregrounding context. Cultural Studies of Science Education, 4, 51-66.
- MOE., 2016. General plans for science education. Ministry of Education Press Release (2016.2.). (in Korean)
- Nam, M., Park, J., and Kim, H., 2018. An Exploration on the Model of Region-based Future School: focusing on Yeosu. The Journal of Politics of Education. 25(2), 55-82. (in Korean)
- Nam, S., 2015. Understanding Effect Sizes. Hanyang Medical Reviews. 35, 40-43.
- Paccon, M. Q., 2002. Qualitative research & evolution methods. Thousand Oaks, Ca: Sage Publication.
- Park, J., 2016. Lessons for School and Teacher Education from the Future School Movement in the U.S. The Journal of Korean Teacher Education. 33(4), 45-67. (in Korean)
- Prensky, M., 2001. Digital Natives, Digital Immigrants. From On the Horizon. 9(5), 1-6. <http://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Part1.pdf> (accessed 10 February 2020).
- Reynolds, T. J., and Gutman, J., 1984. Advertising is image management. Journal of Advertising Research, 24, 27-37.
- Scherz, Z. and Oren, M., 2006. How to change students' images of science and technology. Science Education, 90, 965-985.

- Seoul Metropolitan Office of Education, 2015. A study on the direction of interior design for the building of learning environment in Seoul future school with the convergence of education and digital. (in Korean)
- Shin, Y., Kwak, Y., Kim, H., Lee, S.-Y., Lee, S., and Kang, H., 2017. Study on the development of test for indicators of positive experiences about science. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 37(2), 335-346. (in Korean)
- Tamar, H., 2018. Next generation leaders: BTS. *Time magazine*. October.
- Yu, E., Lee, S., Oh, P. S., Shin, M., and Kim, C., 2008. Case studies of the participation structures in secondary science classrooms: Exploring the possibility to develop the 'space for hybrid meaning making'. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 28(6), 603-617. (in Korean)
- Yu., E., and Kim, K., 2019. A case study of service education activities applying mathematics into a place-based earth science program; Measuring the earth's size. *The Journal of the Korean Earth Science Society*. 40(5), 518-537. (in Korean)

Manuscript received: February 19 2020

Revised manuscript received: April 8, 2020

Manuscript accepted: April 12, 2020