



STEAM 수업에서 스마트테크놀로지 적용에 대한 초등교사의 인식 -적용 유형과 어려움 및 지원을 중심으로-

한아름¹, 나지연^{2*}

¹김화초등학교, ²춘천교육대학교

Elementary Teachers' Perception in Using Smart-Technology in STEAM Class : Focus on Application Type, Difficulties and Support Required

Areum Han¹, Jiyeon Na^{2*}

¹Gimhwa Elementary School, ²Chuncheon National University of Education

ARTICLE INFO

Article history:

Received 19 November 2019

Received in revised form

5 December 2019

23 December 2019

Accepted 30 December 2019

Keywords:

STEAM, smart-technology,
elementary teachers' perception

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate the experience of teachers who apply Smart-technology in elementary school STEAM class and the reasons, difficulties when applying the technology and required support. Semi-structured in-depth interviews were conducted with six elementary school teachers with specialized knowledge in STEAM education who have experienced STEAM lessons several times before. The research findings are as follows: First, research participants utilized a variety of Smart-technology in STEAM class, most of which were experiential or interactive technology. Among the STEAM learning criteria, the Smart-technology in 'Creative Design' course was most often applied. Second, they adopted Smart Technology in STEAM class to encourage students to feel interested, actively participate in the class, enjoy indirect experience, and nurture interest in state-of-the-art technology. They used it to prepare for future societies and organize classes that are suitable for STEAM learning criteria. They also used Smart-technology because it was easy to use. Third, they found it difficult to find, secure, and use suitable Smart-technology when applying Smart-technology in the STEAM class. They also had trouble restructuring the curriculum. In addition, there were difficulties in using Smart-technology in the class such as lack of class hours, increased level of activity, insufficient physical environment and unexpected malfunction of Smart-technology, thus interrupted the class. After the class, it was hard to manage Smart-technology and also, there were difficulties in assessment, record, and negative awareness of surrounding people. Fourth, they mentioned that's suggesting education guidelines, develop, and distribute educational materials are required to enable 'Creative Design,' reduce educational content, provide training, secure Smart-technology equipment and provide Wi-Fi, support teacher's club and communities and create an atmosphere to emotionally support teachers in order to activate using Smart-technology in STEAM class.

1. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

미래 사회의 복잡한 문제들은 하나의 지식만으로 해결할 수 없으며, 융합적 창의성을 필요로 한다(Ahn & Kwon, 2013). 이러한 창의성이 요구되는 상황에서 우리나라는 미국의 STEM 교육에 Art를 추가한 융합인재교육(이하 STEAM)을 도입하였다(Jung *et al.*, 2015). 그 후 하나의 교육 이슈로 활성화되기 시작하였고 학교 현장에서 실천되고 있다. 연구도 활발하게 이루어지고 있는데, 최근까지 발표된 STEAM 연구들을 살펴보면 초기에는 STEAM 프로그램 개발이나 프로그램의 효과성 분석 등이 연구되었으며(Ahn & Kwon, 2013), 전체적으로는 STEAM의 중심 영역 중 예술, 기술, 수학보다 과학을 중심으로 한 연구가 많고, 프로그램의 개발 및 적용, 효과분석, 이론

및 내용, 실태 및 인식 순으로 많이 연구되어왔다(Choi *et al.*, 2017).

4차 산업혁명 시대를 맞아 과학과 정보통신기술(이하 ICT)의 발달이 급격하게 이루어지면서 스마트폰의 보급이 늘어나고 이로 인해 직장과 가정의 경계가 모호해 지는 '스마트 라이프 시대'가 열렸다(Kwon *et al.*, 2010; Oh & Lee, 2012). 한국 미디어 패널 조사에 의하면 우리나라의 스마트폰 보유율은 2011년 이후 지속적으로 증가하여 84.8%를 기록하고 있다. 초등학교 1~3학년의 스마트폰 보유율은 2014년 22.6%에서 2017년 37.2%로 증가 하였고, 4~6학년은 2011년 이후 꾸준히 증가하여 2017년에는 74.2%를 넘어서게 되었다(Korea Information Society Development Institute, 2017). 이렇듯 사회적으로 스마트폰의 보유율이 증가하고 태블릿 PC와 같은 정보통신기기의 발달이 빠르게 이루어지면서 우리의 생활과 문화도 달라지고 있다(Angeli & Valanides, 2009). 이로 인해 태어났던부터 모바일 기기와 태블릿 PC를 접하는 일명 디지털 네이티브(digital native)를 위한

* 교신저자 : 나지연 (jyna@cnue.ac.kr)

** 이 논문은 한아름의 2019년도 석사 학위논문에서 발췌 정리하였음.

<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2019.39.6.777>

교육이 사회적으로 요구되고 있다(Na & Jang, 2016). McLeod(2017)는 이와 관련하여 기술이 전통적인 수업 방식에서 벗어나 전 세계를 잇는 새로운 학습 공간으로의 변화를 일으킬 것이라고 했으며, 선진국에서도 디지털 학습 환경을 조성하려는 노력을 하고 있다(The White House, 2014). 이에 발맞추어 2009 개정 및 2015 개정 과학과 교육과정에는 학생들의 이해와 흥미를 증진시키기 위하여 시청각자료, 스마트기기 및 인터넷을 활용한 교수학습 방법을 사용하도록 권고하였다(Ministry of Education and Science Technology, 2012; Ministry of Education, 2015). 즉 교육을 실현하고 있는 교사들은 교육 현장에서 ICT를 활용한 수업을 요구받고 있다(Na & Song, 2014).

앞선 논의와 관련하여 Kanematsu & Barry(2016)는 STEM 교육에서 ICT 활용의 중요성을 강조하였다. 이 연구에 따르면 학생들이 창의적으로 문제를 해결하고 자기 주도적으로 생각하는 구성주의의 관점에서 ICT 활용은 STEM 교육의 목적을 달성하도록 해준다(Kanematsu & Barry, 2016). 이는 ICT를 활용한 교육이 학생들의 자주적 배움과 창의적 학습을 일으키기 때문에 미래교육으로서의 STEM 교육에 적합하다는 것을 말해준다. 이러한 ICT 활용이 창의적 문제해결과 자기주도적 학습을 강화시킬 수 있다면 학생의 흥미 증진, 창의성, 문제해결력 등을 추구하는 STEAM 교육에서도 도입이 필요하다고 할 수 있다. 즉, 이러한 교육적 효과를 추구하고, 사회적·교육적 변화에 발맞추기 위하여 STEAM 교육에서도 ICT를 도입하기 위한 교사의 노력이 필요하다. ICT 중에서 특히 스마트폰, 태블릿PC 등의 스마트기기와 스마트기기에 내장된 프로그램과 디바이스, 어플리케이션, 3D프린터, VR, AR 등과 같은 스마트테크놀로지(smart-technology)들을 (Lynch & Redpath, 2014; Worden *et al.*, 2003) STEAM 교육에서 활용하는 것은 학생들이 과학, 기술, 공학 등의 통합을 적극적으로 경험하게 할 수 있다(Na & Song, 2014). 또한 STEAM 수업에서 스마트테크놀로지를 적용하는 것은 창의적 문제해결력을 향상시키는 데에 효과가 있으며(Kim & Hong, 2015), 미래인재 양성에 적합한 교육 형태이기 때문에(Lee, 2013) 교사들이 활용할 필요가 있다.

이렇듯 STEAM 교육에서 스마트테크놀로지 적용이 필요함에도 불구하고 STEAM과 스마트테크놀로지에 대한 기존 연구들은 찾아보기 어렵다. ICT를 활용한 프로그램 개발 연구가 중등기술교육이나 예술교육에서 일부 이루어졌다(Choi *et al.*, 2015; Kim & Hwang, 2015). 또한 전술한 바와 같이 STEAM 연구 중에서 실태 및 인식 연구가 가장 부족하기 때문에(Choi *et al.*, 2017), 초등교육의 STEAM 수업에서 스마트테크놀로지를 적용하는 것에 대한 실태와 교사의 인식을 연구할 필요가 있다. 전술한 바와 같이 스마트테크놀로지를 활용한 교육은 다양한 교과와 STEAM 수업에서 필요하다. 본 연구에서는 그 중 STEAM 수업에 초점을 맞추어 연구하였는데 이는 STEAM

수업에서 교사의 교육과정 재구성이 더 활발히 일어나고, STEAM이 추구하는 자주적 배움, 창의적 학습, 문제해결력 등을 지원하는 데에 스마트테크놀로지의 강점을 활용할 수 있다고 판단했기 때문이다. 이에 본 연구에서는 초등 교사를 대상으로 STEAM 수업에서 스마트테크놀로지를 적용해 본 경험과 그 이유, 적용하면서 느끼는 어려움과 필요한 지원이 무엇인지 분석하여 초등 STEAM 수업에서 스마트테크놀로지를 적용하는 데에 시사점을 제공하고자 한다.

2. 연구문제

초등 교사들이 STEAM 수업에서 스마트테크놀로지를 어떻게 적용하고 왜 적용하고 있는지 그들의 경험을 살펴보고, 적용 과정에서의 어려움과 필요한 지원을 알아보고자 한다. 이에 따른 본 연구의 연구문제는 다음과 같다.

- 첫째, 초등 교사들이 STEAM 수업에서 스마트테크놀로지를 어떻게 적용하고 있고, 그렇게 적용하는 이유는 무엇인가?
- 둘째, STEAM 수업에서 스마트테크놀로지를 적용하는 과정에서 겪은 어려움은 무엇인가?
- 셋째, STEAM 수업에서 스마트테크놀로지 적용을 위해 필요한 지원은 무엇인가?

II. 연구방법

1. 연구참여자

본 연구의 목적은 초등 교사들이 STEAM 수업에서 스마트테크놀로지를 적용하는 유형과 이유, 적용 과정에서의 어려움과 필요한 지원을 알아보는 데에 있다. 따라서 STEAM 교육 경험이 풍부하여 STEAM 수업에서 스마트테크놀로지를 사용해본 교사를 연구대상으로 특정할 필요가 있다. 본 연구는 STEAM 전문가 양성과정 전국 단위 초등교사로서 STEAM 수업에 노하우와 경험을 가진 6명의 초등교사를 연구대상으로 선정하였다. 이들은 STEAM 수업 경험을 다수 가지고 있으며 STEAM 교육에 대한 전문적 소양을 갖추고 있어 전문가 양성과정에 선발된 초등 교사들이다. 본 연구자 중 1인은 연구참여자들과 함께 6개월 간 STEAM 전문가 양성 과정에 참여하며 그들과 레포를 형성하였고, 비공식 대화와 관찰을 통해 STEAM과 스마트테크놀로지에 대한 인식, 고민 등을 파악한 상태였다. 연구참여자들은 남자 3명, 여자 3명으로 구성되어 있으며 근무하는 지역은 전국 6개 시도, 교육경력은 5~12년이다. 나이는 모두 30대 초중반이다. 이러한 본 연구의 연구참여자에 대한 정보는 Table 1과 같다.

A교사는 2012~2013년 STEAM 연구학교 주 업무를 수행한 경험

Table 1. Background information of the participants

구분	연구참여자	A	B	C	D	E	F
성별		남	여	남	남	여	여
근무지역		대구	경남	경북	경기	전북	광주
심화전공		과학	과학	과학	과학	과학	과학
학력		학사	학사	학사	박사	박사 과정	석사
교직경력		11	10	6	5	12	8

이 있다. STEAM이 도입되어 교육현장에서 활발하게 이루어지던 2012년부터 STEAM을 경험하고 현장에 적용하고 있다. 평소 스마트 테크놀로지에 대한 관심이 많은 편으로 STEAM 수업에서도 스마트 테크놀로지를 적용한 수업을 여러 차례 실시하였다. B교사는 STEAM의 최근 동향과 연구에 대한 보고서를 작성한 경험이 있으며, 2017학년도 STEAM 연구학교를 운영한 경험을 가지고 있다. 평소 담임교사로서 융합적 프로젝트 수업을 다수 진행하였다. C교사는 평소 스마트테크놀로지에 관심이 많고 과학수업이나 STEAM 수업에 스마트테크놀로지를 적용한 수업을 매 학기 2회 이상 적용하고 있다. D교사는 초등과학교육 박사학위를 취득하는 등 과학교육에 관심이 많다. STEAM이 우리나라에 적용되기 시작한 2011년부터 STEAM에 관심을 가지고 실천하였으며, 석사학위를 STEAM 관련 논문으로 작성하였다. E교사는 STEAM 선두주자이다. 2012년도부터 STEAM 연구학교에 근무하며 연구학교 주 업무를 맡아 실행하였고, 그 이후 한국과학창의재단과 함께 STEAM 관련 과제를 수행하고 있다. 3년에 걸쳐 STEAM 교사연구회 책임 연구원을 맡고 있고, 2014년 STEAM 해외연수를 다녀오는 등 STEAM 전문가로 활동하고 있다. F교사는 2013년 STEAM 교사연구회 활동을 하며 STEAM을 하게 되었고, 영재교육 지도교사로 활동하고 있다. 주로 영재학생을 대상으로 STEAM 수업을 하고 있다.

2. 자료수집 및 자료 해석 방법

본 연구는 반구조화 된 1:1 심층면담을 실시하였다. 면담을 실행하기 전에 연구참여자를 대상으로 연구의 취지와 방법에 대해 설명하고 연구 참여 동의를 받았다. 연구참여자와의 면담은 모두 녹음 및 전사하였다. 면담은 면담 회별 목적에 맞게 시나리오를 작성하여 실시하였으며, 질문에 대한 연구참여자의 대답이나 상황에 따라 질문의 내용을 수정하며 실시하였다. 1차면담을 실시한 후 부족한 STEAM 수업 경험 부분의 자료를 수집하기 위해 면담 질문을 수정 및 추가하여 2차면담을 실시하고, 수업 관련 자료를 수집하였다. 3차면담을 통해 1, 2차면담의 내용을 확인하는 절차를 걸쳤으며, 마지막 4차면담은 STEAM 수업에서의 스마트테크놀로지 적용 특징을 알아보기 위해 추가적으로 진행되었다. 1~3차면담은 면대면으로 실시되었으며, 4

차면담은 1:1 전화 면담으로 실시하였다. 면담 질문은 Table 2와 같다.

자료 분석은 다음과 같이 이루어졌다. 연구참여자들이 스마트테크놀로지를 적용한 경험은 STEAM 학습준거(상황제시, 창의적 설계, 감성적 체험)와 스마트테크놀로지 활용 유형(Na & Jang, 2016)에 따라 분석하였다. Na & Jang(2016)은 Lim *et al.* (2013)의 스마트 교육 콘텐츠 유형과 Solomon & Schrum (2007)의 스마트 관련 교육 핵심 속성에 기반을 두어 9가지 스마트테크놀로지 활용 유형(자원형, 지식 안내형, 상호작용지원형, 맞춤형학습형, 도구형, 학습기회확장형, 이복형, 프로그램형, 체험형)을 제시하였다. STEAM 수업에서 스마트테크놀로지를 적용한 이유, 겪는 어려움, 필요한 지원에 대한 분석은 면담 전사 기록을 Glaser & Strauss (1967)의 반복적 비교 분석법(constant comparison method)을 사용하여 분석하였다. 먼저 면담질문과 면담 전사내용을 비교하며 읽고, 핵심이 되는 면담 내용을 추출하여 분류하는 개방 기호화를 통해 분석하였다. 개방 기호화 된 자료들을 범주화하고, 상위범주와 하위범주로 이름을 붙이는 범주화작업을 실시하였다. 1, 2차면담 내용의 범주화는 STEAM 전문가 1인과 외부전문가 1인, 강원 STEAM 협의체 초등교사 2인과 함께 분석하였다. 그 후 시간차를 두어 1, 2차면담 내용을 연구자가 다시 독립적으로 재분석하여 비교하는 과정을 거쳤다. 1, 2차면담 내용에 대해 범주화한 내용이 적절하지 3차면담에서 참여자 검토를 받았다(Hollway & Jefferson, 2000; Glesne, 2006). 4차면담 내용은 분석자들이 독립적으로 분석하여 분석자간 일치도가 94%로 나타났으며, 의견이 일치 되지 않는 부분은 일치할 때까지 논의하여 결정하였다. 이를 통해 신뢰도를 확보하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. STEAM 수업에서 스마트테크놀로지 적용 유형과 적용 이유

가. 적용 유형

연구참여자들이 STEAM 수업에서 스마트테크놀로지를 적용한 경험을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 연구참여자들은 스마트기기 내

Table 2. Questions given during the interview

면담	내용	질문내용
1차	STEAM과 스마트테크놀로지 경험	<ul style="list-style-type: none"> • 선생님의 평소 STEAM 수업의 모습은 어떤가요? • 교육활동 중 스마트테크놀로지를 적용해 본적이 있으신가요? - 있다면 어떻게 적용했었나요? - 없다면 그 이유는 무엇인가요? • 스마트테크놀로지를 적용했을 때 학생들의 반응은 어떤가요?
2차	스마트테크놀로지 적용의 어려움과 지원	<ul style="list-style-type: none"> • STEAM에 스마트테크놀로지를 적용할 때 어려움은 무엇이었나요? • 스마트테크놀로지를 STEAM 수업에 잘 적용하기 위해서 어떤 지원이 필요할까요?
3차	연구 내용 검토	<ul style="list-style-type: none"> • 제가 분석한 자료가 선생님의 경험과 의도를 잘 나타내었다고 생각하시나요? • 그렇지 않다면 어떤 점이 다른가요? • 그렇다면 이대로 분석해도 괜찮을까요?
4차	STEAM 수업과 스마트테크놀로지 적용, 어려움(심화)과 지원	<ul style="list-style-type: none"> • 스마트테크놀로지를 STEAM 수업의 어느 부분에 적용하시나요? • 그 부분에 적용하는 이유는 무엇인가요? • 스마트테크놀로지를 STEAM 수업에서 적용했을 때 두드러진 특징이 있다면 그것은 무엇인가요? • 스마트테크놀로지를 적용한 STEAM 수업을 계속해서 하고 싶은가요? - 그렇다면/ 그렇지 않다면 그 이유는 무엇인가요? • STEAM 수업에서 스마트테크놀로지를 적용하기 위해 필요한 지원이 무엇인가요?

Table 3. Applicative types of smart-technology in STEAM class

연구참여자 학습준거	A	B	C	D	E	F
상황제시	· 체험형	· 지식안내형	· 상호작용지원형	· 지식안내형	-	· 상호작용지원형 · 지식안내형 · 체험형
창의적 설계	· 자원형 · 도구형 · 학습기회확장형 · 체험형	· 상호작용지원형 · 도구형	· 도구형 · 자원형 · 체험형	· 지원형 · 프로그램형	· 학습기회확장형 · 체험형	· 도구형 · 학습기회확장형 · 체험형
감성적 체험	· 상호작용지원형 · 맞춤형학습형	-	· 학습기회확장형 · 상호작용지원형	· 맞춤형학습형	-	· 상호작용지원형 · 체험형

Table 4. Type of smart-technologies used by research participants

유형	유형 설명(Lim et al., 2013; Na & Jang, 2016)	연구참여자들이 사용한 스마트테크놀로지
체험형	학습자들이 학습활동에 직접 참여함으로써 다양한 형태의 실질적 체험을 통해 학습을 수행하는 것	VR, AR, 코스페이스스, 3D 프린터, 코딩프로그램
상호작용지원형	동료나 전문가 등과의 상호작용과 공동체를 형성하여 지속적 협력학습을 가능하게 하는 데에 테크놀로지를 활용하는 것	코스페이스스, 클래스팅, 스마트폰 용 메신저 프로그램
도구형	탐구조사 활동, 협력활동, 그리기 활동, 마인드맵 활동 등 학습을 위해 필요한 각종 연습과 훈련, 소통이 가능하게 테크놀로지를 활용하는 것	웹드라이브, 친문답사 App, 스마트폰 카메라, 동영상 편집 App
학습기회확장형	학습기회가 확장된 자료를 제공하고 유연한 접근이 가능하게 하는 것	스마트테크놀로지를 활용한 촬영 및 업로드, 미러링, 센서
자원형	각종 사진이나 문제은행, 멀티미디어 학습자료 등을 통해 자원기반학습이 가능하게 테크놀로지를 활용하는 것	자료검색
지식안내형	쌍방향 상호작용없이 단순지식을 전달하는 데에 테크놀로지를 활용하는 것	동영상, QR코드
맞춤학습형	학생의 수준을 확인하거나 수준에 맞는 학습이 가능하게 테크놀로지를 활용하는 것	평가 App
프로그램형	학습관리 프로그램, 저작 프로그램, 공유 프로그램 등 콘텐츠의 생산, 가공, 관리, 공유 등을 가능하게 테크놀로지를 활용하는 것	코딩프로그램

어플리케이션을 활용하여 자료검색, QR 코드 사용, 사진 찍어 서로 공유하기, 프로그램을 이용하여 제작하기 등의 활동을 STEAM 수업 시간에 실시하였다. 또한 VR, AR, 스마트기기 내장 센서 등 스마트기기에 내장된 디바이스나 추가 장치를 통해 사용하는 스마트기기를 활용하여 STEAM 수업을 진행하였다. 연구참여자들이 이러한 스마트테크놀로지를 주로 적용한 부분을 살펴본 결과, 연구참여자들은 STEAM 학습 준거 중에서 ‘상황 제시’나 ‘감성적 체험’ 보다는 ‘창의적 설계’ 과정에서 스마트테크놀로지를 더 많이 적용하고 있었다.

STEAM 수업에서 연구참여자들이 적용한 스마트테크놀로지의 적용 유형을 분석해보면, STEAM 수업에서 체험형(7건), 상호작용지원형(6건), 도구형(4건), 학습기회확장형(4건), 자원형(3건), 지식안내형(3건), 맞춤형학습형(2건), 프로그램형(1건)을 사용하였다. 즉, 연구참여자들은 STEAM 수업에서 학습자가 직접 참여하여 체험하는 체험형 활동이나, 타인과 상호작용하는 활동에 스마트테크놀로지를 더 많이 사용하였다는 것을 알 수 있다.

A교사 : STEAM 수업에서 진행 했었는데 4학년 화산 단원에서 VR을 활용해가지고 학생들이 직접적으로 체험해 볼 수 없는 화산 지역에 대한 어~ 3D로 촬영된 360도 카메라로 촬영된 영상을 학생들 태블릿 PC를 이용해서 태블릿 PC혹은 스마트폰을 이용 해가지고 3D 영상을 볼 수 있는 구글 카드보드인가 그걸 이용해서 아이들이 간접체험 할 수 있게 했구요. 그 다음에 AR 같은 경우는 화산 폭발 실험 직접적으로 하기에는 조금 위험하니까

증강현실을 이용해서 가상적으로 가상으로 실험을 진행했었죠. (4차면담 중)

F교사 : 제가 이제 아이들에게 스마트 테크놀로지를 활용하게끔 이렇게 상황을 줬거든요. 그러면 이제 아이들이 어떻게 행성체험을 해 볼 것인가 아니면 어떻게 하면 교실 속에서 행성의 크기 비교를 가능하게 할 것인가 이렇게 하면서 제가 소스를 던져주긴 했는데, 뭐 3D 프로그램을 설계하거나 아니면 애들이 출력해내거나 아니면 그 핸드폰 VR·AR로 불러와서 행성... 참고하거나 막 그러면서 자기들이 계획 세우고 자기들의 결과물, 산출물을 만들 때 이용할 수 있게끔 그렇게 제시를 해준 거라서 거기서 썼고 또 코스페이스스 같은 경우는 창의력 설계에서도 쓰고 그다음에 아이들이 서로 받고 하면서 감상했었거든요. 또 VR로.. 그러니까 서로 감상하고 서로 평가, 상호평가 내리면서 그건 코스페이스스는 그 마지막 거기도 쓰여진 같아요. (4차면담 중)

STEAM 학습 준거에 따라 사용한 스마트테크놀로지에 대해 구체적으로 살펴보면(Table 3과 4 참조), ‘상황 제시’에서는 동영상 시청과 같은 ‘지식안내형’과 코스페이스스(CoSpaces)를 활용하여 공동체를 형성하고 협력하는 ‘상호작용지원형’ 스마트테크놀로지를 사용하였다. 코스페이스스는 ‘상호작용지원형’ 뿐만 아니라 ‘체험형’으로도 활용하였다. ‘창의적 설계’에서는 VR, AR과 같은 ‘체험형’과 학습주제에 따라 어플리케이션을 적용하는 ‘도구형’을 적용하였다. 또한 ‘창의적 설계’에서는 자료를 검색하는 것과 같은 ‘자원형’, 스마트폰이나 태블릿 PC로 찍은 사진을 업로드 하는 ‘학습기회확장형’을 적용하였

다. 특히 ‘창의적 설계’ 과정에서 ‘체험형’이나 ‘도구형’이 ‘상호작용 지원형’이나 ‘프로그램형’에 비해 더 사용되었다. ‘감성적 체험’에서의 스마트테크놀로지 적용 유형을 살펴보면 학생들이 서로 느낀 점의 의사소통 커뮤니티에 적으며 서로의 의견을 나누는 ‘상호작용 지원형’과 평가 어플리케이션을 이용하여 학생 평가를 실시하는 ‘맞춤학습형’이 있었다. STEAM 수업은 보통 ‘창의적 설계’ 과정에서 학생들의 모둠활동이나 협력학습을 통해 활발한 의사소통이 이루어진다. 또한 스마트테크놀로지들은 즉시적 상호작용과 협력적 상호작용을 지원하고 학습 공간과 기회를 확대하는 데에 효과적이다(Yang *et al.*, 2015). 그럼에도 불구하고 본 연구의 참여자들은 ‘창의적 설계’ 과정에서는 ‘상호작용 지원형’ 스마트테크놀로지 사용이 다른 유형에 비해 적게 나타났다. ‘상호작용 지원형’은 ‘상황제시’와 ‘감성적 체험’ 과정에서 더 많이 사용하였는데, 이를 통해 ‘창의적 설계’ 과정에서 이루어지는 모둠활동이나 협력학습이 모둠 내에서 면대면 의사소통으로 이루어졌으며, 연구 과정과 결과의 실시간 공유와 타 모둠이나 학급 전체 등과의 상호작용은 스마트테크놀로지를 통해 이루어지지 않음을 알 수 있다.

나. 적용 이유

STEAM 수업에서 스마트테크놀로지를 적용하는 이유를 분석한 결과는 Table 5와 같다. Table 5에 제시된 바와 같이 교사들이 스마트테크놀로지를 적용하는 이유는 주로 학생의 현재 학습활동과 관련이 있었다. 총 18건의 이유 중에서 10건(학생의 흥미 유발, 적극적 참여)이 학생의 학습활동에서 보이는 즉각적 반응과 관련된 내용이었다. 즉, 교사들이 스마트테크놀로지를 적용할 것인지 판단하는 기준이 교수의 편이성이나 외부로부터 오는 사회 및 교육적 요구보다는 학습자의 학습 결과와 반응에 초점이 있다는 것을 알 수 있다. 구체적인 내용을 살펴보면 다음과 같다.

Table 5. Reason for applying smart-technology in STEAM class

적용이유	A	B	C	D	E	F
학생의 흥미 유발	○	○		○	○	○
학생의 적극적 참여	○	○	○	○		○
학생에게 간접체험의 기회 제공	○		○	○		
첨단기술에 대한 학생의 관심 증대					○	
사회적 요구에 따른 미래사회 대비	○					○
스마트테크놀로지의 활용의 용이성			○			
STEAM 학습 준거에 부합하는 수업 구성			○			

Table 5에서 제시한 바와 같이 연구참여자들은 스마트테크놀로지를 STEAM 수업에 도입하는 것이 학생들의 흥미를 유발하는 데 유용하다고 생각하였다. Lee(2015)의 연구결과에 따르면, 스마트테크놀로지를 활용하는 STEAM 수업이 초등학생의 과학 흥미도에 긍정적 효과가 있다. 이에 대해 연구참여자들도 인식하고 있으며, 이를 이유로 도입을 결정한다는 것을 알 수 있다.

<학생의 흥미 유발>

A교사: 학생들이 흥미를 가지기가 쉬웠다는 것이 있었어요. (4차면담 중)

B교사: 핸드폰이나 태블릿을 이용했을 때 굉장히 적극적으로 하려고 열심히 하려고 하는 모습이 더 흥미와 관심을 일으키는 부분이 좋았어요. (4차면담 중)

E교사: 애들이 충분히 흥미 있게, 재미있게 수업을 할 수 있게끔 만들어 주는 특징이 있으니까. (1차면담 중)

또 다른 이유는 스마트테크놀로지를 STEAM 수업에 적용하면 학생의 적극적 참여를 유도하는 데에 효과가 있다고 생각했기 때문이다. 또한 연구참여자들은 STEAM 수업에서 스마트테크놀로지를 적용했을 때 학생들의 적극적인 참여가 이루어지고 있는 현상을 발견하였고 이러한 학생들의 수업 참여를 보며 스마트테크놀로지를 적용할 필요가 있다고 생각하였다.

<학생의 적극적 참여>

A교사: 교사가 주도하는 수업보다 더 학생의 참여가 더 높아지고 학생 주도하에 수업이 진행되기 때문에 이런 것들이 어떻게 보면 STEAM의 목적과 맞다고 생각을 했기 때문에 이런 것들을 가지고 와서 스마트테크놀로지를 수업에 적용했다고 할 수 있죠. (4차면담 중)

F교사: 자기(학생들)가 스스로 조작하고 그걸 해보니까 일단 수업에 집중을 잘 해요. 이 수업에서 내가 어떤 활동을 하는지 자기가 주도적으로 들어오고...(1차면담 중)

스마트테크놀로지가 학생에게 간접체험의 기회를 제공한다는 것은 자명하다. A교사의 경우 화산관련 STEAM 수업을 할 때 스마트테크놀로지 AR로 ‘화산폭발’ 장면을 학생들이 경험하도록 적용하였다. 위험한 실험의 경우 학생들이 직접경험하기 어려우므로 간접경험을 통해 학습하고 이해하도록 적용한 것이다. C교사의 경우는 상황제시에서 ‘코스페이스시스’를 통해 스토리텔링으로 적용하였더니 학생들이 명확하게 문제를 인식하는 데에 도움이 되었다고 하였다. STEAM은 자기문제화 하는 과정이 중요한데(Back *et al.*, 2011) 스마트테크놀로지를 통해 간접체험을 하면서 이 과정을 경험하였다.

<학생에게 간접체험의 기회 제공>

A교사: 가장 직접적인 원인은 직접적인 체험을 할 수 없는 것들에 대한 간접체험이랄까? 직접적으로 가 볼 수 없는 우주라든지 아니면 위험한 화산 그런 활동이라든지 그런 것들을 직접적인 체험이 불가능하잖아요. 그런데 이제 스마트 기기를 이용하면 간접적인 경험을 통해서 거의 직접적인 경험과 비슷한 경험을 할 수 있을 거라고 생각을 해서 적용을 했습니다. (4차면담 중)

D교사: 학생들이 과학탐구 하는데 실제적으로 어떻게 보면 구글 글라스를 끼고 보는 게 훨씬 더 도움이 될 거라고 생각하니까, 학생들이 가보기 힘든 곳이나 아니면 또는 관련 있는 곳 제가 이렇게 딱 그 동영상이나 사진 찍어서 보여주면, 실제로 막 이렇게 뭐야 구글 글라스 끼고 보면 엄청 사실적이게 보이게 괜찮더라고요. (4차면담 중)

첨단기술에 대한 학생들의 관심이 증가하기 때문에 적용하고 있는 연구참여자도 있었다. E교사의 경우를 살펴보면 변화하는 사회에 관

심을 가지고 새롭게 개발된 것을 주변에서 찾고 있는 학생들의 모습을 발견하였다. 학생들로 하여금 스마트테크놀로지 경험이 새로운 과학기술이나 첨단기술이 어떤 것들이 있는지 스스로 찾아볼 수 있는 계기가 되고 있다는 것을 알 수 있다.

〈첨단기술에 대한 학생의 관심 증대〉

E교사: 다른 학교 아이들 또는 교과서에 없는 건데 우린 이런 걸로 했어. 그래서 그런 것에 대한 성취감이 많구요. (중략) 가장 발전, 변화된 게 뭐냐 하면 과학동아리나 그런 거에서 첨단 들어 간거나 뭐 새로 개발됐다 꼭 와서 이야기해요. 그런 거에 관심이 생기는 거예요. (1차면담 중)

연구참여자들은 미래 사회를 대비하고 교육의 시대적 흐름을 따르기 위해 적용하고 있었다. F교사의 경우 제4차 산업혁명 시대의 교육에서는 SW교육이 강조되고 2015 개정교육과정 내에 SW교육이 들어 오면서 교사들로 하여금 첨단기기 사용과 컴퓨팅 사고력 (Computational Thinking)을 가르쳐야하는 시대적 요구가 있다고 생각했다. A교사 또한 시대적 흐름에 발맞추어 스마트테크놀로지를 적용하였고 이를 미리 접한 학생들이 미래에 더욱 경쟁력을 갖출 수 있기 때문에 스마트테크놀로지를 적용한다고 하였다.

〈사회적 요구에 따른 미래사회 대비〉

A교사: 그냥 시대가 변화하고 발전하는 이 과정을 조금 더 빨리 경험을 해보는 사람이 뭐 경쟁이라고 얘기하면 좀 그럴지만, 조금 더 앞서나간다고 해야 되나? 이런 하버튼 선진기술 이런 IT 기술들을 빨리 변화하는 이 시기에서 조금이라도 이런 나이에 경험을 해주고 싶다는 생각이 있기 때문에 계속 이런 쪽으로 연구를 하고 있는 것 같아요. 저 스스로 생각에. (4차면담 중)
 F교사: 이제 뭔가 요즘에 대세를 따라야 된다는 그 부분도 있었고...(4차면담 중)

다음으로는 STEAM 수업에서 스마트테크놀로지를 활용하는 것이 다른 학습 자료를 준비하는 것보다 수월하기 때문에 선택하는 경우도 있었다. C교사는 수업을 계획하면서 스마트테크놀로지를 자주 활용하였는데, 스스로가 쉽게 적용할 수 있을 정도로 활용능력을 가지고 있었기 때문으로 분석된다. 따라서 STEAM 수업 시간에 스마트테크놀로지를 활용하게 하기 위해서는 진입장벽을 낮추기 위한 최신 기술

이 익숙해지게 하는 지원이 우선되어야 할 것이다.

〈스마트테크놀로지의 활용의 용이성〉

C교사: 공간을 이제 제가 생각하는 스토리를 꾸밀, 쉽게 꾸밀 수 있게 되어있고, 어, 그다음에 그걸 또 나타나기도 쉽기도 하고 조작하기도 쉬워서 그렇게 나타냈습니다. (4차면담 중)

STEAM 학습준거인 상황제시, 감성적 체험, 창의적 설계에 따라 수업을 구성할 때 스마트테크놀로지가 더 적절하기 때문에 선택하기도 하였다. ‘상황제시’는 학생들에게 문제의식을 심어주고 왜 문제를 해결해야 하는지 인식하도록 하는 과정이다. C교사는 STEAM 수업을 계획 시 수업의 전체적인 상황을 아우를 수 있는 스토리를 제시하고 학생이 이를 인식하게 하는 데에 코스페이스의 가상현실이 효과적이라고 판단하여 사용하였다.

〈STEAM 학습 준거에 부합하는 수업 구성〉

C교사: 상황제시에서 이 STEAM이라는 게 어느 정도의 스토리가 있고 거기에 대한 이제 문제해결을 하는 과정을 학생들이 이제 배우는 거잖아요. (4차면담 중)

2. STEAM 수업에서 스마트테크놀로지 적용의 어려움

연구참여자들이 STEAM 수업에서 스마트테크놀로지를 적용할 때 겪는 어려움이 무엇인지 알아본 결과는 Table 6과 같다. 연구참여자들이 겪은 어려움을 크게 수업 전, 수업 중, 수업 후로 범주화하였다.

가. 수업 전 어려움

연구참여자들은 STEAM 수업을 준비할 때 다양한 스마트테크놀로지를 중에서 가장 적절한 것을 찾아 적용하고자 하였다. 그러나 그들은 스마트테크놀로지 관련 자료를 찾고 선정하는 과정에서 어려움을 겪었다.

〈계획한 STEAM 수업에 적합한 스마트테크놀로지 찾기의 어려움〉

A교사: 수업 전에 수업을 설계하는 과정에서 그 사실 뭐 여러 가지

Table 6. Difficulties in applying smart-technology in STEAM class

어려움	세부영역	A	B	C	D	E	F
수업 전	계획한 STEAM 수업에 적합한 스마트테크놀로지 찾기의 어려움	○	○	○	○		○
	교과 융합을 위한 교육과정 재구성의 어려움	○	○	○	○	○	○
	스마트테크놀로지 확보의 어려움	○	○	○	○	○	○
	스마트테크놀로지 사용 자체의 어려움		○	○			○
수업 중	수업시간 부족의 어려움	○		○			○
	활동과제의 수준 상향으로 인한 어려움			○			
	스마트테크놀로지 오작동의 어려움	○			○		
	테크놀로지 기반 환경의 제한적인 구축으로 인한 어려움	○	○	○	○	○	○
수업 후	사후관리의 어려움		○		○		○
	스마트테크놀로지 활용에 대한 부정적 인식과 이로 인한 어려움		○	○		○	○
	수업 평가 및 NEIS 기록의 어려움			○			

어플리케이션이 있는데 그것 중에 제가 계획한 수업이랑 맞는 것을 찾다 보니까 그것도 시간이 조금 많이 걸리더라고요. (4차면담 중)

B교사: 개발된 것들이 학교현장에서 쓰기에 교육적으로 접합하기에 대해서 좀 의문스럽고 그 다음에 우리가 가지고 있는 성취기준과 적합하지 않은 것들이 좀 많고 그런 것들이 개발이 좀 덜 되어있는 그런 것도 많아서...(중략) 탐구가 제가 생각하기에는 애들이 왜 그럴까하고 의문이 들어야 하는데 이걸 이렇다라고 보여주는 정답을 계속 보여주는 소프트웨어가 많은 것 같아요. 거기에 대해서 탐구하거나 호기심을 불러일으켜서 궁금증을 유발하게 하는 그 아이들이 질문을 가지게 하는 그런 부분에선 좀 부족하지 않나. (2차면담 중)

특히, 수업을 계획하는 준비단계에서 ‘창의적 설계’를 구현하기 위해 어떻게 스마트테크놀로지를 적용해야하고, 어떤 것들이 학생들의 창의적 설계를 도울 수 있는지 찾는 것에 어려움을 느꼈다. A교사의 경우는 기존 프로그램이나 어플리케이션의 경우 주어진 순서대로 학습하면 되는 경우가 많아서 그러한 학습방법으로 학생들의 창의적 사고력을 기를 수 있을까에 대한 의문이 있었으며 이 때문에 창의적 설계에 맞는 수업을 계획하기가 어려웠다고 하였다. 이에 대해 C교사도 비슷한 생각을 가지고 있었으며, 적합한 스마트테크놀로지를 본인이 설계하기에는 한계가 있었다고 응답하였다. 따라서 STEAM 학습 준거 중에서 특히 ‘창의적 설계’를 위해 사용할 수 있는 프로그램을 교사들에게 제공할 필요가 있다. 이러한 프로그램은 학생들의 탐구나 창의적 사고를 발현할 수 있는 방향으로 개발되어야 하며 교사들이 목적에 맞게 일부를 수정할 수 있게 설계하여 제공할 필요가 있다.

A교사: 스마트테크놀로지를 이용해가지고 STEAM 수업을 적용을 해보니까 결국 이게 창의적 설계로 이어지는 과정에서 이런 것들이 쓰이기 어렵더라고요. (4차면담 중)

A교사: 그냥 기존에 세팅되어 있는 그런 프로그램들을 이제 기기예다가 다운로드를 시켜가지고 거기에 설정된 조작방법 따라서 움직이니까. (중략) 기껏 조작만 하고 조립만 다르게 한다고 해서 재력이 사고력이 늘까 이런 건 좀 아쉬웠던 점. (1차면담 중)

C교사: 뭐 사실, 창의적 설계에서. 그런데 너무 어려운 이 스마트테크놀로나 이런 것들을 교사가 직접 뭔가를 설계해서 하기에는 사실은 조금 많이 어려운 점도 있는 것 같아요. (4차면담 중)

STEAM 수업을 하기 위해서는 여러 교과목의 성취기준들을 모아 학급 교육과정을 재구성해야 한다. 그러나 학급 교육과정 재구성과정에서 STEAM 수업에 스마트테크놀로지를 적용하고 싶어도 이미 재구성한 교육과정 성취기준과 STEAM 수업 계획에 적합한 스마트테크놀로지를 찾기 어려우며, 그로 인해 교사가 사용하고자 하는 스마트테크놀로지에 STEAM 수업 계획과 교육과정 재구성을 맞추는 경우도 발생하였다.

<교과 융합을 위한 교육과정 재구성의 어려움>

E교사: 사실 적용하기가 힘든 건 교육과정과 맞는 게 거의 없어요. (1차면담 중)

F교사: 어쨌든 기존의 개발되어 있는 거를 쓸 수밖에 없는 실정이잖아요. 그런데 이제 우리의 요구에 의해서 만들어지는 것이면 모르는데 기존에 그냥 개발자가 만들어 놓은 것을 쓰니까 좀 그걸 도입할

수 있는 단원이나 과목이 한정되어 있다는 거. (1차면담 중)

연구참여자들은 STEAM 수업에서 스마트테크놀로지를 적용하고자 하여도, 스마트테크놀로지 확보가 어렵다고 하였다. 한국과학창의재단의 미래형 과학교실, 무한상상실과 같은 첨단과학교실 구축 사업이 있기는 하지만, 연구참여자들이 근무하고 있는 학교에서는 그런 지원을 받지 못해 태블릿PC를 보유하거나 3D프린터, 드론과 같은 고가의 스마트테크놀로지들을 확보하기가 어려웠다. A교사의 경우는 다른 연구참여자들보다 스마트테크놀로지 적용 경험이 풍부함에도 불구하고 스마트테크놀로지 확보가 어려워 적용하는 데에 어려움을 경험하였다. B교사의 경우는 드론 관련 연수를 받았지만 고가의 제품이라서 구입이 어려워 연수결과를 교육에 활용하지 못하였다. C교사의 경우는 스마트테크놀로지를 수업에 적용하면서 교사의 것을 사용하거나 개인 돈으로 구입하여 사용하였다. 특히 VR 기기를 활용한 렌즈를 주제로 STEAM 수업을 할 때 개인이 구입한 1개의 카드보드를 가지고 수업을 하다 보니 학생들에게 기회가 주어지지 않아 어려움이 있었다. 위에서 살펴본 바와 같이 스마트테크놀로지를 STEAM 수업에서 활성화하기 위해서는 적용 가능한 스마트테크놀로지의 확보가 필요하다. 이를 위해서는 교사 연수, 기기 확보를 위한 예산지원이 동시에 이루어져야 하며, 연구학교, 선도학교, 무한상상실 외의 일반학교를 위한 예산 지급이 적절하게 이루어질 수 있어야 할 것이다. 스마트테크놀로지는 짧은 시간에 변화와 발전을 거듭하기 때문에 선도하는 학교와 일반학교의 예산 지원 시기의 차이를 좁힐 수 있는 노력이 필요하다.

<스마트테크놀로지 확보의 어려움>

A교사: 기계가 없어서 많이 활용을 못했거든요. (1차면담 중)

B교사: 한 번에 40명 정도 하는데 한 번 뭐 드론이나 그 3D프린터를 하는데도 100만원 이상씩 들어서 우리 아이들에게 (중략) 예산이 너무 많이 들어서 못했고...(4차면담 중)

C교사: 학교에 첨단 기술을 보여주기 위해서는 구비가 되어 있어야 하는데 어 교사 개인 돈으로 다 사기도 그것도 있기 때문에 교사가 그냥 앞에서 하나 가지고 설명을 하다보니까 체험도 아이들에게 제한적으로 할 수 밖에 없고. (1차면담 중)

E교사: 저희 애들 같은 경우는 휴대폰이 많지 않아요. (중략) 친구가 하는 거 쳐다보는 것 보다는 내가 직접 해야 되거든요. 근데 사실 학교가 PAD 가 있는 것도 아니고 컴퓨터실을 쓸 수 있는 것도 아니고...(1차면담 중)

연구참여자들은 스마트테크놀로지를 적용할 수 있는 전문적 역량이 부족하여 적용에 어려움이 있다고 말했다. 평소 스마트테크놀로지에 관심이 없고 일상생활에서 스마트테크놀로지 사용 경험이 부족한 교사들은 활용능력 부족을 이유로 어려움을 겪고 있었다.

<스마트테크놀로지 사용 자체의 어려움>

C교사: 새로운 기술 동향을 교사가 어느 정도는 미리 파악을 하고 있어야 하기 때문에 준비를 미리 한다기보다는 이런 거에 관심이 있어서 인터넷에, 유튜브나 TED 이런 거, TED도 한 번씩 보면은 새로운 기술에 대한 소개를 하니까 그런 것을 꾸준히 봐야. (1차면담 중)

F교사: 제가 기본기가 안 되어 있는 거죠. 그러니까 사후 연수나 제가

스스로 뭔가를 배움으로써 그것에 대한 내용을 습득하고 있어야 하는 건데 일단은 뭔가 배우려면 제가 스스로 찾아야 하잖아요. 근데 이제 아직은 제가 부지런하지 못함으로 제가 그것을 습득하지 못했었고, 어쨌든 전문 지식이잖아요. 어쨌든 배울 기회도 많지 않았던 것 같아요. (1차면담 중)

나. 수업 중 어려움

스마트테크놀로지 적용 STEAM 수업을 하는 중에 겪는 어려움으로는 수업시간 부족의 어려움, 활동과제의 수준 상향으로 인한 어려움, 스마트테크놀로지 기기 오작동의 어려움, Wi-Fi 환경 미흡으로 인한 데이터 부족이 있다. 연구참여자들은 STEAM 수업에서 스마트테크놀로지를 적용 하다보면 시수나 시간이 부족하다고 하였다. 시간 부족의 원인은 STEAM 수업의 특성상 활동시간이 기본적으로 부족한데, 확보 된 스마트테크놀로지도 부족하여 학생들이 체험을 기다리거나 활동을 하는 시간이 더 소요되고, 스마트테크놀로지를 다루는 시간 자체가 오래 걸리기 때문이다.

<수업시간 부족의 어려움>

A교사: 스마트테크놀로지를 활용해서 수업을 하는데 시간이 부족하더라고요. (4차면담 중)

C교사: 수업을 진행하는데 약간 시간이 모자란단건가. (1차면담 중) ... (중략) 학생들은 생각할 시간도 더 필요하고 만드는 시간도 더 필요한데 그것을 이제 못 채워줄 때, 그 다음에 그 다음 날로 넘어가 버려야 되면 사실은 생각의 흐름도 끊기고 만드는 흐름도 끊기니까. (4차면담 중)

아래에 제시된 바와 같이 C교사는 사회, 도덕, 과학과 교육과정을 재구성하여 STEAM 수업을 하였으며 이 과정에서 스마트테크놀로지를 활용하였다. C교사의 면담 결과에 따르면, 스마트테크놀로지 적용 STEAM 수업을 할 때 교과융합과 함께 스마트테크놀로지 또한 접목하였기 때문에 활동과제의 수준이 높아지게 된다. 따라서 학습 부담이 가중되기 때문에 학업성취도가 낮은 학생들이 활동을 따라가는데 어려움이 발생하였다.

<활동과제의 수준 상향으로 인한 어려움>

C교사: 그래서 뭐 사회에 나오는 도덕에 나오는 인권과 관련된 내용을 공부를 미리 하고 그 다음에 새로운 이제 기술에 대한 이야기 그래서 웨어러블 그 다음에 이제 요즘에 스마트 의류가 많이 개발이 되는데 이 스마트 의류의 원리에 대해서 이야기를 하다 보면 (중략) 그 다음에 전기가 흘러야 된다. 그래서 전기회로에 대한 이야기도 할 수 있어서 그래서 이제 스마트 의류에 대한 이야기를 해주고 전기회로에 대해서 이야기하고 덧붙여서 LED를 활용해서 이 인권에 대한 슬로건을 제작을 해서 인권신장을 해보자 라는 걸로 이렇게 갔는데 이것도 이제 처음에 그러하... LED 그 다음에 뭐 만드는 방법이나 이런 것들에 대해서 이야기를 먼저 하고 나서 스토리가 또 필요하니까 그 코스페이스를 활용해서 이제 수업을 진행을 했거든요. (4차면담 중)

C교사: 음, 그러니까 이제 어찌 됐든 이게 여러 교과를 융합을 하게 되는데 그렇게 됐을 때 사실 A도 모르는, A도 있는데 한 반에. 이제 A, B, C를 합쳐서 같이 한 가지 주제로 모아서 이해를 시키게, 이해가 되도록 해야 되는데 반에서 보면 이제 그게 되는

애들도 있고 이제 안 되는 애들도 있더라고요. 그렇게 되면 이제 사실 A도 모르는 애한테 이거를 똑같이 해버리면 개한테는 사실은 더 어려운 수업이 되어버리고, 그런데 반면에 또 이 A, B, C를 다 알아서 이거를 같이 해결해서 더 재미나게 하는 학생들도 있어서 이제 조금 수업을 하면서 좀 그런 잘 따라오지 못하는 학생들한테는 오히려 미안하다는 생각도 좀 들더라고요. (4차면담 중)

C교사의 어려움을 개선하기 위해서는 STEAM 수업을 계획할 때 교과와 수준이 달라지지 않도록 각 교과의 성취기준을 준수하는 노력이 필요할 것이다. 또한 해당 학년의 학생들이 사용가능한 수준의 스마트테크놀로지를 선별하기 위한 노력과 정보가 필요하다. C교사는 스마트테크놀로지를 STEAM 수업에 탐구를 위한 도구로 활용할 때에 스마트테크놀로지를 사용할 수 있도록 지도하는 시간이 더 소요되기 때문에 학업성취도가 낮은 학생들을 지도할 시간이 부족하다고 말하였다. 서울특별시 교육청에서 운영하는 서울미래학교는 이러한 어려움을 개선하기 위하여 3월에 학생들에게 필요한 스마트테크놀로지를 다루는 기초 강좌를 운영한다. 이를 통해 교과 수업시간에는 교과 내용에 더 집중하게 된다. 이러한 개선방법을 고민하고 도입할 필요가 있겠다(Changdeok Girls' Middle School, 2017).

연구참여자들은 STEAM 수업에서 스마트테크놀로지를 적용 하다 보면 수업하기 전에는 잘 되었던 스마트테크놀로지가 작동이 되지 않는 경우가 있다고 말했다. 그래서 스마트테크놀로지를 적용한 STEAM 수업에 어려움이 있었다.

<스마트테크놀로지 오작동의 어려움>

A교사: 수업 중간에 이제 갑자기 작동을 하지 않아서 학생들이 "선생님 이거 안돼요, 저거 안돼요" 할 때 조금 난감한 적이 있었죠. (4차면담 중)

D교사: 휴대폰 미러링 하면 가끔가다 되게 끊겨요. 끊겨요, 갑자기 접속이 안 돼요 막 이런 경우 많이 생겨요. 이게 기계다 보니까. (4차면담 중)

스마트폰을 보유하고 있는 학생들은 많이 있지만 데이터를 충분히 가지고 있지 않은 상황도 많고, 학교에 Wi-Fi 환경이 충분히 구축이 되어 있지 않아 STEAM 수업에 스마트테크놀로지를 적용하기 어려워하고 있었다. 이러한 이유 때문에 스마트 교실이나 미래형 과학교실과 같은 스마트테크놀로지 적용 환경이 빠른 시일 내에 확대 구축되어야 한다.

<테크놀로지 기반 환경의 제한적 구축으로 인한 어려움>

B교사: 핸드폰이 있는 아이는 많지만 데이터가 충분하지 않기 때문에 학교에서는 Wi-Fi를 쓸 수 없게 되어 있고.. (1차면담 중)

C교사: 스마트폰 같은 경우에는 반에서 2,3명을 제외하고는 대부분 가지고 있지만 수업을 하다보면 선생님 데이터가 부족합니다. 검색을 할 수가 없어요. (1차면담 중)

D교사: 학교에 Wi-Fi가 되지 않아요, 데이터가 거의 없으니까. 그러면 교사가 IP TIME(무선공유기)를 틀어줘야 되는데 한두 대는 뭐 그러려니 하지만 한 반에 스무 대여섯 명이 동시 접속하면 이거 안 되거든요. (1차면담 중)

다. 수업 후 어려움

STEAM 수업 후 스마트테크놀로지 적용에 겪는 어려움으로는 스마트테크놀로지 사후관리의 어려움, 부정적인 인식으로 인한 어려움, 수업평가 및 NEIS(교무학사시스템) 기록의 어려움이 있다. 스마트테크놀로지를 구입했다고 하더라도 전자기기는 내용연수가 짧아 교체해야 하는 경우 비용이 발생하기도 하고, 고장으로 인한 수리비용이 발생하기도 한다. 이러한 이유로 연구참여자들은 스마트테크놀로지 적용이 어려웠다고 말했다.

<사후 관리의 어려움>

B교사: 드론을 쓰면 어떤 부분이 이렇게 바뀌줘야 되는데 거기에 대해서 이제 교체비용 이런 것도... (중략) 그게 만약에 좀 고장이 났을 때 수리비용도 사실 부족하고...(4차면담 중)

D교사: 그 패드 다 고장 나고 액정 하나씩 깨지고 액정하나 깨지면 벌써 몇 십 만원 날라 가는데. 문제가 비용적으로 문제가 있고...(1차면담 중)

F교사: 패드 같은 것도 좀 시간이 지나면 동작도 느려지고 그러는데 그걸 계속 관리하고 쓰다가 망가지면 수리가 안 되버리고 이런 것들 때문에 재정적인 지원이나 사후관리 때문에 그 장비 자체를 학교에 도입하기가 상당히 힘든 거 같아요. (1차면담 중)

이런 사후 관리는 스마트테크놀로지 적용 환경이 구축 된 후 시간이 지나면 당연히 발생하기 때문에 환경 구축 당시에 함께 고려해야 하는 문제이다. 스마트테크놀로지 환경 구축만큼 중요한 부분이지만 지원이 잘 안 되는 부분이기도 하다. 사후 관리가 어려우면 이에 대한 교사의 부담이 커지면서 스마트테크놀로지 환경 구축을 꺼리거나 수업에 스마트테크놀로지를 도입하는 것 자체를 꺼려하게 될 수 있다. 더구나 교사 혼자 스마트테크놀로지 환경을 구축하는 것이 아니라 학교 관리자의 의지에 따라 지원여부가 결정되기 때문에, 사후관리의 어려움은 교사뿐만 아니라 관리자의 의지와 결정에 영향을 미치게 된다. 따라서 이러한 어려움을 해소하기 위해서는 스마트테크놀로지 환경을 구축한 후에 보수·관리에산을 별도로 편성하는 것이 필요할 것이다.

연구참여자들은 STEAM 수업에서 스마트테크놀로지를 적용하는 것에 대한 관리자, 동료교사, 학부모님의 부정적인 인식으로 적용하기가 어려웠다고 말한다.

<스마트테크놀로지 활용에 대한 부정적 인식과 이로 인한 어려움>

B교사: 핸드폰을 너무 많이 사용하는 학생들에게 학교 수업까지 핸드폰을 사용하게 하는 것이 좀 그렇다. (1차면담 중).

B교사: 교사들의 인식이 별로 안 좋고... (2차면담 중)

B교사: 저학년들은 부모님께서, 저희 항의전화를 좀 많이 받았는데. 올해. (중략) 아이 입장에서는 자기는 너무나 갖고 싶고 부모님은 전혀 사줄 마음이 없고 그래서 이제 갈등이 생기는데 언제까지 이걸 할 거냐. (4차면담 중)

E교사: 아이들 그 학부모님들 같은 경우도 원래는 스마트폰을 썼는데 예를 들어서 그 뭐 6학년이 되면서 공부해야 할 시기니까 스마트폰이 압수 된 경우. (중략) 조금 조심스러운 거는 어쨌든 부모님들 중에는 스마트폰이나 그런 기기들에 대한 부정적인 생각을 가지고 있는 분들이 꽤 계시니까 제가 조금 조심스럽기도 했던

거 같아요. (2차면담 중)

학생들이 스마트테크놀로지를 사용하는 것에 대한 주변의 부정적인 인식이 교사들로 하여금 스마트테크놀로지를 STEAM 수업에 적용하고자 하는 의지를 상실하게 하는 원인이 될 수 있다는 것을 확인할 수 있다. 따라서 주변의 관리자, 동료교사와 학부모의 부정적인 인식을 변화시킬 수 있는 방안을 마련할 필요가 있다.

다학문적 융합(multi-disciplinary)방식(Kim et al., 2012)으로 진행되는 STEAM 수업에서 스마트테크놀로지를 사용하는 경우 학교생활 기록부를 기록하는 데에 어려움이 발생하였다. 연구참여자 중 C교사는 스마트테크놀로지 적용 STEAM 수업을 하면서 수업 평가와 NEIS(교무학사시스템)에 평가내용을 기록하기가 어려웠다고 했다. 2015 개정 교육이 적용되면서 수업일체화 평가가 이루어져야 하는데 학년전체가 통일하여 평가기준을 세우다 보니 정작 가르친 것에 대한 평가를 못하는 경우가 있다고 하였다.

<수업평가 및 NEIS 기록의 어려움>

C교사: 그 평가를 하고 나서 이제 그것을 다시 NEIS에 입력하는 게 조금은 이제는 일반적인 성취기준이랑 다르잖아요. 그래서 그 성취기준에 맞춰서 STEAM 프로그램을 계획하긴 하지만, 그래도 이제 조금 다르다 보니까 그런데 NEIS 상에는 학년 전체가 똑같은 성취기준으로 들어가게 되어 있는데, 그렇게 되면 우리 반은 다른 성취기준으로 애들을 평가를 한 건데 이제 그것을 또 그렇게 입력을 하자니 조금은 좀 안 맞아서 좀 그런 부분들이 조금 아쉽더라고요. (4차면담 중)

현재의 NEIS 시스템 상 각 학급별로 평가영역 및 평가내용을 입력할 수 없는 실정이다. 그래서 STEAM 수업에서 스마트테크놀로지를 적용했을 때 평가 내용을 NEIS에 기록할 항목이 제한적일 수 있으며, 다른 학급과 차별화된 평가내용 및 평가방법을 실행했을 경우 NEIS에 모두 구현해 낼 수 없는 어려움을 겪는 것으로 볼 수 있다. 따라서 STEAM 수업 평가에 대한 NEIS 구축 방안을 마련할 필요가 있다.

3. STEAM 수업에서 스마트테크놀로지를 적용하기 위해 필요한 지원

연구참여자들이 STEAM 수업에서 스마트테크놀로지를 적용할 때 필요한 지원을 조사한 결과는 Table 7과 같다. 연구참여자들이 말한 지원은 크게 교육지원, 연수지원, 환경지원으로 구분할 수 있었다. 각 지원의 구체적 내용은 다음과 같다.

가. 교육 지원

연구참여자들은 STEAM 수업에서 스마트테크놀로지를 적용하기 위해서는 스마트테크놀로지 적용이 가능한 STEAM 교육 가이드라인 제시, 창의적 설계가 가능한 교육용 자료 개발 및 보급, 교육과정 내용 축소가 필요하다고 하였다. 앞서 연구참여자들은 STEAM 수업에서 스마트테크놀로지를 적용하고자 하여도 적합한 스마트테크놀로지를 찾기가 어렵다고 응답하였다. 이런 어려움을 해소하기 위해 교과용도서 내에 STEAM 차시가 명시된 것처럼 스마트테크놀로지가 적용 가

Table 7. Support needed to apply smart-technology in STEAM class

지원유형	세부영역	A	B	C	D	E	F
교육지원	스마트테크놀로지 적용이 가능한 STEAM 교육 가이드라인 제시	○		○			○
	창의적 설계가 가능한 교육용 자료 개발 및 보급	○	○			○	
	교육과정 내용 축소					○	
연수지원	STEAM 수업에 스마트테크놀로지를 활용하는 사례 연수		○				○
	STEAM 수업에 스마트테크놀로지 활용의 필요성 인식 및 동기유발을 위한 연수			○			
	면대면 소그룹 연수						○
환경지원	스마트테크놀로지 기기 확보 및 Wi-Fi 구축	○	○	○	○	○	○
	STEAM 수업에 스마트테크놀로지를 활용하는 교사 동아리 및 커뮤니티 지원	○		○			○
	STEAM 수업에 스마트테크놀로지를 활용하는 교사를 위한 정서적 지원 분위기 조성					○	

능한 STEAM 차시나 방법, 스마트테크놀로지 관련 내용에 대한 가이드라인을 제시해 주기를 원했다. 연구참여자들 중 A, B, C 교사는 스마트테크놀로지 관련 자료를 찾는 것에 많은 시간을 보내 수업 준비의 어려움을 겪고 있었다. 따라서 스마트테크놀로지 적용 STEAM 가이드라인은 수업준비를 위해 소모되는 시간과 에너지를 줄일 수 있는 지원 방법이 될 수 있는 것이다. 이에 한국과학창의재단에서 각 학급에 보급한 ‘STEAM 콘텐츠 맵’(KOFAC, 2017)처럼 STEAM 차시와 스마트테크놀로지를 매칭하여 가이드라인을 제공하는 것은 현장 교사들에게 도움을 주는 방법이 될 수 있을 것이다.

<스마트테크놀로지 적용이 가능한 STEAM 교육 가이드라인 제시>

A교사: 수업에서 기존의 어떤 이런 STEAM수업에 대한 내용정리라든지 이런 STEAM 수업을 활용할 수 있는 가이드라인이라든지 자료들이 좀 적절하게 제시가 되어 있었다면 하나도 모르는 그런 선생님들께서 STEAM 수업을 진행하는데 많은 도움이 될 거라고 생각이 들었었거든요. (4차면담 중)

연구참여자들은 STEAM 수업과 일반 수업의 가장 큰 차이인 ‘창의적 설계’ 과정에서 스마트테크놀로지를 사용하고 싶어 했다. 그러나 ‘창의적 설계’ 과정에서 학생이 탐구하고 생각해야 하는데 기존의 교육용 소프트웨어들이 버튼을 누르면 결국 정답을 가르쳐주는 형태가 많아서 창의적 설계를 하거나 학생들이 탐구하기에는 한계가 있었다. 따라서 창의적 설계과정에서 적용 가능한 교육용 자료의 개발을 원하고 있었다.

<창의적 설계가 가능한 교육용 자료 개발 및 보급>

A교사: 제가 하고 싶었던 건 직접적인 그런 새로운 현대 4차 산업혁명에서 강조하고 있는 여러 그런 스마트 기술들을 학생들이 단순하게 아이디어만 대서 이걸 어떻게 활용하겠다는 거 아니라 학생들이 직접적으로 그런 기술력을 활용해서 뭔가를 콘텐츠를 제작하고 창작하는 과정까지는 한 번 해보고 싶다는 생각을 했었죠. (4차면담 중)

B교사: 거기에 대해서 탐구하거나 호기심을 불러일으켜서 궁금증을 유발하게 하는 그 아이들이 질문을 가지게 하는 그런 부분에선 좀 부족하지 않나. 그래서 소프트웨어를 만드는 교육적인 소프트웨어를 만드는 게 필요하지 않겠나 싶어요. 성취기준에 적합한 교육용 소프트웨어를 VR, AR 3D프린터 이런 것들을 좀 더 많이 했으면 좋겠다는 생각은 듭니다. (2차면담 중)

연구참여자들이 필요로 하는 교육지원 중 하나는 교육과정의 내용 축소이다. 연구참여자들은 수업시간의 부족에 대한 어려움을 말한 바 있다. 스마트테크놀로지를 STEAM 수업에 적용하게 되면 학생들이 스마트테크놀로지를 조작하고 체험하는 시간이 필요하기 때문에 정해진 교육 내용을 소화하는 데에 시간이 부족하게 된다. 이는 다른 종류의 탐구나 체험활동을 하는 데에도 마찬가지로 발생하는 어려움이다. 스마트테크놀로지를 활용하는 것이 STEAM 수업을 더 풍성하게 해준다고 생각한 E교사는 스마트테크놀로지 활용의 이점을 얻고 시간 부족의 어려움을 해결하기 위한 방안으로 ‘가르칠 내용’을 축소하면 교사가 재량으로 활용할 수 있는 시간을 확보할 수 있어 더 다양하고 자유롭게 STEAM 수업을 할 수 있을 것이라고 말했다.

<교육과정 내용 축소>

E교사: 교사가 마음껏 펼칠 수 있게끔 시간도 (있었으면 좋겠어요). 그러면 교육과정도 너무 양이 많으면 진짜 이걸 언제 가르쳐? (중략) 꼭 가르쳐야할 핵심 내용만 있고 그 안에서는 얼마든지 교사가 융통성 있게 바꿀 수 있는 그런 게 말로만이 아니라 진짜 허용되는 그리고 좀 시간을 자유롭게 쓸 수 있을 정도로 내용이 너무 많지 않았으면 좋겠어요. (1차면담 중)

2015 개정 교육과정은 교육 내용을 이미 20% 내에서 축소하였다(Ministry of Education, 2015). 하지만 여전히 가르칠 내용이 많아 STEAM 수업을 활성화하거나 스마트테크놀로지를 STEAM 수업에 활용하는 데에는 어려움이 있다. 따라서 교육과정 내용 축소를 통해 교사의 재량권을 더욱 확보하고 교사들이 시수운업을 자유롭게 하여 STEAM 수업에서 스마트테크놀로지를 적용할 수 있는 환경을 마련 해주어야 할 것이다.

나. 연수 지원

Kim et al.(2013)의 연구에 의하면 스마트테크놀로지의 교육적 활용을 활성화하기 위해서는 교사 대상 연수가 우선되어야 한다. 연구참여자들도 STEAM 수업에서 스마트테크놀로지 적용하기 위해 연수가 필요하다고 응답하였다. 연구참여자 B와 F교사는 실제적인 연수가 필요하다고 하였으며, C교사는 STEAM 수업에서 스마트테크놀로지를 적용하는 것에 대한 필요성을 인식할 수 있고 교사의 활용 동기를 유발할 수 있는 연수가 필요하다고 하였다. F교사의 경우에는 연수의 형식을 면대면 소그룹 연수로 진행할 필요가 있다고 말하였다.

구체적 사항은 다음과 같다.

본 연구에 참여한 B교사와 F교사는 스마트테크놀로지를 STEAM 수업에 적용한 경험이 다른 연구참여자보다 적었다. 그렇기 때문에 STEAM 수업에서 적용할 수 있는 스마트테크놀로지에 대한 연수의 필요성을 더 많이 느끼고 있었다. 특히 B교사는 이미 개발된 소프트웨어들을 적용할 수 있는 학년, 교과 등을 상세하게 알려주고 현장에서 바로 적용할 수 있는 연수를 원했다. F교사는 스마트테크놀로지를 STEAM과 교과교육에 적용해야 할 필요성을 많이 느낀다고 하였다. 필요성은 있는데 자신이 활용능력이 부족하고 정보가 부족하여 잘 적용하지 못했다고 하였다. 그래서 F교사는 미리 경험한 사람들의 이야기를 통해 배울 수 있는 연수를 원했다. 따라서 B, F교사의 의견에 비추보면 STEAM에 스마트테크놀로지 적용을 시작하는 사람들에게는 바로 해볼 수 있는 자료나 연수를 제공해주는 것이 필요하다. Na & Jang(2016)의 연구결과에 따르면, 과학수업에서 스마트테크놀로지를 적용할 때 예비교사들도 실제적인 것을 배우는 연수를 원하였다. 그러나 이 연구와 본 연구 결과의 차이점은 현직교사들은 수업에서 학생 지도에 대한 어려움보다는 스마트테크놀로지의 도입과 사용에 초점을 둔 실제적 연수를 원하고 있었으며, 예비교사들은 스마트테크놀로지 활용 자체에는 어려움이 없으나 이를 학생과 함께하는 수업의 장면에서 어떻게 다루어야 하는지에 대한 실제적 연수를 원한다는 것이었다. 따라서 연수를 개설할 때에는 스마트테크놀로지 사용 능력 수준과 교육경력을 조사하고 이에 따라 연수 내용에 차이를 둘 필요가 있다.

<STEAM 수업에 스마트테크놀로지를 활용하는 사례 연수>

B교사: 선생님들이 현장에 적용할 수 있는 소프트웨어를 개발 한 것을 가지고 이러 이런 것들이 있으니까 이런 학년에 이런 과목에 이렇게 적용을 했으면 좋겠다는 구체적인 연수가 필요할 것 같아요. (2차면담 중)

F교사: 일반적으로 연수 하나 개설해 놓고 출석연수 들어라 하는 것보다는 자료도 좀 꾸준히 내보내주고 책자도 좀 내보내주고 그리고 그런 수업을 활용한 교사들 있죠, 예를 들어 수석교사나 아니면 수업공개나 많이 좀 자료를 배포하고, 보여주어야지 저게 저런 거구나 하고 써봐야겠구나 라는 생각이 들 것 같아요. (1차면담 중)

연구참여자들은 STEAM이든 스마트테크놀로지 적용 STEAM 수업이든 간에 교사들이 필요성을 느끼고 동기가 유발된다면 스마트테크놀로지를 STEAM 수업에 적용하고 활성화하는 데에 도움이 될 것이라고 생각하였다. C교사는 교사들에게 제일 필요한 것이 시대적인 변화나 교육의 변화를 민감하게 받아들이고 교사 스스로가 시대의 요구나 필요를 반영하여 자신이 하고자 하는 의지를 느끼는 것이라고 말했다. F교사 또한 주변에서 좋으니까 해보라고 하는 것보다 자신이 필요성을 느껴야 스마트테크놀로지를 STEAM 수업에 적용할 수 있다고 했다. 이러한 연구참여자들의 의견을 반영한다면 STEAM과 스마트테크놀로지 관련 연수의 방향이 활용역량을 강화하는 것과 더불어 이것을 '해야겠다.'라는 의지를 심어 주는 연수로 변화해야 할 필요가 있다.

<STEAM 수업에 스마트테크놀로지 활용의 필요성 인식 및 동기유발을 위한 연수>

C교사: 뭔가 변화나 이런 것들을 스스로 필요하다고 느껴야 된다고 생각을 해서 저는 그렇게 봤을 때 제일 필요한 거는 어떤 지금 교육의 변화? 사회의 변화에 대한 강연. 아주 좀 저명한 분의 강연을 듣는다면 조금 그게 더 선생님들이, 아, 변화해야 되겠다, 뭔가 새로운 교육을 해야 되겠다는 그런 마음가짐을 줄 수 있는 게 저는 제일 큰 그 방법이라고 생각합니다. (4차면담 중)

D교사: 어떻게 쓰는지 또는 뭐 이게 교육적으로 활용하면 어떻게 좋은지에 대한 걸 교사가 느껴야 되고 알아야 되니까 그런 연수나 뭐 이런 전달 이런 게 필요하겠죠. (4차면담 중)

F교사: 교사가 STEAM에 대한 열의가 있고 STEAM에 대한 교육적 효과에 대한 뭔가 연수를 받고 어필을 받아야지 STEAM을 적용할 수 있는 거지 주변에서 아무리 STEAM이 좋다 그렇게 해도 학교에서 적용하기 힘든 것 같아요.(2차면담 중)

F교사는 STEAM 수업에 스마트테크놀로지를 적용할 수 있도록 지원하는 교사연수를 '소그룹 면대면' 연수로 운영되기를 원하였다. 그 이유는 적은 인원일 때 연수를 하는 전문가로부터 직접적으로 자세하게 배울 수 있는 장점이 있기 때문이었다. 소그룹 면대면 연수의 구체적 방법으로 F교사가 제시한 것은 '인근학교와 연계하는 방법', 혹은 '학교 내에서 그룹을 이루는 방법', '퇴근 후 하는 연수나 수업 후에 함께 모여 동아리처럼 운영되는 연수'이다.

<면대면 소그룹 연수>

F교사: 원격연수보다는 이제 면대면으로 직접 받는 교육이 더 중요하잖아요. 그래서 제가 보기에는 선생님들을 집합해서 한 장소에서 한 3, 40명을 모아놓고 하는 연수보다는 뭔가 이제 그 소규모 뭐 학교, 인근학교 구성을 해서 한 학교에서 뭐 퇴근 후에 또는 이제 뭐 수업 후에 오후 3시나 4시쯤에 소규모로 한 10인에서 20인 정도 구성해서 뭔가 그 구역의 전문가가 이제 일대일 방식으로 뭔가 작게 좀 교육할 수 있는 그런 연수의 기회를 많이 제공하면 좀 관심이 높아질 것 같아요. (4차면담 중)

다. 환경 지원

연구참여자들이 말하는 환경지원은 물리적인 환경뿐만 아니라 교사들이 스마트테크놀로지를 STEAM 수업에 적용할 수 있는 분위기 조성 및 정보를 교환하고 공유할 수 있는 환경을 지원하는 것이다. 연구참여자들은 STEAM 수업에 스마트테크놀로지를 적용하고자 하는 의지나 필요성이 있더라도 물리적인 환경이 구축되어 있지 않다면 적용하기가 어렵다고 말하였다. 앞서 교사들이 겪은 어려움 중에서 '불충분한 물리적 환경의 어려움'이 있었다고 연구참여자 전체가 말한 것과 일맥상통한다. 스마트테크놀로지 환경 구축은 예산과 밀접한 관련이 있다. 따라서 학교에서는 시대적 요구를 반영하여 스마트테크놀로지 환경 구축을 위한 예산을 확보할 필요가 있다.

<스마트테크놀로지 기기 확보 및 Wi-Fi 구축>

A교사: 교사들이 이제 스마트테크놀로지 교육을 하기위해서 필요한 것들은 아무래도 기계들이죠, 그게 이제 물적 인프라를 갖추게 된다면 그 것 만큼 좋은 게 없을 거라고 생각을 해요. (2차면담 중)

F교사: 물리적 환경이죠. 배워왔지만 환경이 안 되면 못 쓰는 거잖아요. 이제 배워왔고 관심이 생기면 물리적 환경으로 적어도 수업에

잠깐 잠깐씩 활용할 수 있게 Wi-Fi를 어떻게 한달지 아니면 교사들이 돌아가면서 쓸 수 있게끔 태블릿PC를 3대 정도 학교에 비치한다든지. 아니면 미러링이 가능하게 TV에 뭘 설치해 준다든지 뭐 그런 것들. (1차면담 중)

연구참여자들은 교사 동아리와 커뮤니티를 통해 서로의 경험을 나누고 정보를 교환하는 것이 필요하다고 말한다. 연구참여자들은 적합한 스마트테크놀로지 찾기의 어려움에 대해 언급하였다. 연수를 통해 이를 해결할 수도 있지만, 서로 다른 경험을 공유하고 정보를 교환하는 환경이 마련된다면 위에서 언급한 어려움들을 해소할 수 있을 것으로 예상된다. STEAM 수업에서 스마트테크놀로지를 적용한 수업 사례나 적용할 수 있는 프로그램(혹은 어플리케이션)에 대한 정보공유, 창의적 설계에 적용하는 방법들에 대해 서로 경험을 나누고 어려움을 함께 해결할 수 있도록 교사동아리와 커뮤니티 환경을 조성하는 것이 필요하다. 이러한 환경의 조성은 스마트테크놀로지 기기 확보와 같은 물리적인 지원이 아닌 수업을 하는 교사의 현실적인 수업 고민을 지원해주는 것으로써 과학수업이나 STEAM 수업에서 교사들이 스마트테크놀로지를 적재적소에 적용할 수 있도록 도와줄 수 있을 것이다.

〈STEAM 수업에 스마트테크놀로지를 활용하는 교사 동아리 및 커뮤니티 지원〉

F교사: 어떤 수업에서 어떻게 활용할 수 있는지 그 기본 사례 같은 거 사례를 서로 나누거나 제공할 수 있는 책이 뭐 발간물이 됐든 뭐 직접 보여주는 연수의 기회가 됐든 성과발표회가 됐든 공유할 수 있는 자리. 어떻게 수업에서 활용할 것인지 또 나는 어떻게 했는지 그런 것들을 정리해 놓은 자료나 경험 같은 거 교사들의 (1차면담 중). 커뮤니티에서 오는 어감이 뭐랄까 사이버 공간상의 밴드나 카페를 의미하는 것 같아서 뭐 교사연구회지원 활성화, 교사 소모임 활성화 이런 것. (2차면담 중)

마지막으로 연구참여자에게 필요한 환경지원은 격려와 칭찬하는 분위기 조성이다. 면담에서 F교사는 STEAM 연구학교가 아닌 학교에서 근무하며 STEAM 수업에 스마트테크놀로지를 적용하는 것이 어려운 일이라고 했다. 학교의 지원이나 관리자, 주변의 긍정적 인식 없이 교사가 혼자 구현하기가 여간 힘든 일이 아니라는 것이다. E교사 역시 F교사처럼 STEAM 을 하면서 지금 잘 하고 있는 것인지 스스로 의문을 던지며 고민하는 모습을 보였다. 이런 모습을 보이는 E교사에게 필요한 지원은 주변에서의 격려와 칭찬이었다. 따라서 STEAM 수업에서 스마트테크놀로지 적용을 활성화하기 위해서는 이를 실현하고 있는 현장 교사에게 내적동기를 유발할 수 있도록 격려와 칭찬하는 교육현장의 분위기를 조성하는 것이 필요하다.

〈STEAM 수업에 스마트테크놀로지를 활용하는 교사에게 격려하고 칭찬하는 분위기 조성〉

E교사: 주변사람들의 응원? 잘하고 있다는. 내가 헛짓하고 있나 괜한 번씩 나만 유별나게 이려고 있는 건가라는 생각이 들 때 옆에서 진짜 잘 하고 있는 거야 한마디 해주면 그게 되게 힘이 되거든요. 관리자가 됐든 누가됐든. (1차면담 중)

IV. 결론 및 제언

본 연구는 초등학교 STEAM 수업에서 스마트테크놀로지를 적용해 본 교사들의 경험과 그 이유, 적용하면서 느끼는 어려움과 필요한 지원에 대해 조사하기 위하여, STEAM 수업 경험이 다수 있으며 STEAM 교육에 대한 전문적 소양을 갖춘 6명의 초등 교사를 대상으로 반 구조화된 심층면담을 실시하였다. 연구 결과는 다음과 같다.

첫째, 6명의 연구참여자들은 STEAM 수업에서 다양한 유형의 스마트테크놀로지를 활용하였는데, 특히 체험형과 상호작용지원형 스마트테크놀로지를 가장 많이 사용하였다. 또한 STEAM 학습 준거 중에서는 ‘창의적 설계’과정에서 스마트테크놀로지를 가장 많이 적용하였다. 둘째, 연구참여자들은 학생의 흥미 유발이나 적극적 참여, 간접체험의 기회 제공, 첨단 기술에 대한 학생의 관심 증대를 이유로 스마트테크놀로지를 STEAM 수업에서 사용하였으며, 미래사회 대비, 스마트테크놀로지 활용의 용이성, STEAM 학습 준거에 부합하는 수업을 구성하기 위하여 사용하기도 하였다. 셋째, STEAM 수업에서 스마트테크놀로지를 적용할 때 적합한 스마트테크놀로지를 찾고, 확보하고, 사용하는 것에 어려움을 겪었다. 또한 교과 융합을 위한 교육과정 재구성 과정에서 어려움을 겪었다. 수업을 하면서 스마트테크놀로지 활용으로 인한 수업시간 부족, 활동과제의 수준 상향으로 인한 어려움, 테크놀로지 기반 환경의 제한적 구축으로 인한 어려움을 겪었으며, 스마트테크놀로지가 갑자기 오작동하여 수업을 진행하지 못하는 어려움을 겪었다. 수업이 끝난 후에는 스마트테크놀로지의 사후 관리에 어려움을 겪었으며, 평가와 기록, 주변의 부정적 인식으로 인한 어려움을 겪었다. 넷째, 연구참여자들은 STEAM 수업에서 스마트테크놀로지 활용을 활성화하기 위해서는 스마트테크놀로지 적용이 가능한 STEAM 교육 가이드라인 제시, ‘창의적 설계’가 가능한 교육용 자료 개발 및 보급, 교육과정 내용 축소, 연수, 스마트테크놀로지 기기 확보 및 Wi-Fi 구축, STEAM 수업에 스마트테크놀로지를 활용하는 교사 동아리 및 커뮤니티 지원과 교사를 위한 정서적 지원 분위기 조성이 필요하다고 하였다.

위의 연구결과로부터 도출된 시사점은 다음과 같다. 첫째, 스마트테크놀로지의 역할과 기능에 대해 교사들이 인식할 필요가 있다. 스마트테크놀로지는 교육 활동의 모든 장면에서 유용하거나 STEAM 수업의 각 학습 준거에 모두 효과적이라고 할 수 없다. 모바일(Mobile)을 활용한 학습은 학습자가 학습을 선택하고 통제하는 개별성(Personalization), 실세계 관련성이 높고 개인에게 의미부여가 되는 맥락적 과제 제공이 가능한 진정성(Authenticity), 타인이나 자료와의 연결을 생성하고 소통하면서 학습을 일으키는 협동성(Collaboration)에 그 특징과 강점이 있다(Kearney et al., 2012). 또한 상호작용 지원, 지능적 맞춤형, 학습 공간과 기회의 확대, 자기주도 학습 지원을 일으킬 수 있다(Yang et al., 2015). 따라서 STEAM 수업에 스마트테크놀로지를 활용한다면 이러한 특징을 활용하여 교육 효과를 극대화할 수 있는 방향으로 진행되어야 한다. 그러나 연구참여자들은 학생의 반응과 사회적 요구를 이유로 들어 스마트테크놀로지를 STEAM 수업에 적용하였고, 창의적 설계와 같은 탐구와 소통이 필요한 부분에서 ‘상호작용지원형’ 스마트테크놀로지의 사용이 다른 유형에 비해 적게 이루어졌다. 교사가 필요로 하는 지원 중의 하나가 교사 연수와 교사 동아리 및 커뮤니티 지원이므로 이러한 자기 연찬의 기회를 제

공할 때에 그 내용에 스마트테크놀로지의 개별 기능과 역할을 포함할 필요가 있겠다.

둘째, STEAM 교육의 목적에 부합하는 스마트테크놀로지의 개발 및 보급이 필요하다. 교사들은 STEAM 수업을 하기 위하여 교육과정을 재구성하게 되는 데 이때 적합한 스마트테크놀로지를 찾을 수 없어서 교육과정을 재구성하는 데에 어려움을 겪었다. 이러한 상황에서 교사들은 스마트테크놀로지 사용을 포기하거나 스마트테크놀로지에 맞추어 교육과정을 재구성하고 STEAM 수업을 계획하는 모습을 보였다. 이러한 어려움을 개선하기 위하여 해당학년 교육과정에 적합하면서 STEAM 수업에 활용할 수 있는 스마트테크놀로지의 개발 및 보급이 필요하다. 또한 STEAM 수업의 '창의적 설계'를 지원하는 스마트테크놀로지의 개발과 보급이 필요하다. 연구참여자들은 STEAM의 학습 준거 중에서 특히 '창의적 설계'에 대해 여러 차례 언급하였다. '창의적 설계'를 취지에 맞게 하고 싶었으나 기 개발된 스마트테크놀로지를 찾고, 선택하고, 활용하는 데에 어려움을 겪었으며, 이를 개선해주기를 희망하고 있었다. STEAM 교육에서 스마트테크놀로지를 도입하여 교육적 효과를 얻고자 한다면 이에 대한 개선이 선행되어야 할 것이다.

셋째, 물리적 환경 지원, 정서적 환경 지원의 시기 조절이 필요하다. 이미 교육부는 교사들에게 SW교육, ICT 활용 교육, 스마트 교육 등의 여러 이름으로 스마트테크놀로지를 교육에 활용하고, 교육을 변화시킬 것을 강조하고 있지만 실제 실천하고 싶어도 현장에서는 적극적으로 할 수 없는 현실이다. 홍보와 권고 이전에 환경이 조성되어야 함에도 불구하고 환경조성이 늦어지고 있어서 연구참여자들은 개인 사비를 사용하거나, 관심과 소양이 있어도 포기하게 되는 경우가 발생하였다. 또한 스마트테크놀로지는 그 개발 속도가 상당히 빠르기 때문에 선도학교, 연구학교에 대한 지원 후에 전국 보급을 하는 형태는 스마트테크놀로지의 발달 속도와 사람들의 관심이 옮겨가는 속도를 따라가지 못하고 있다. 따라서 예산 투입과 교사 연수, 홍보와 정책 권고가 동시에 일어날 수 있도록 시기 조절이 필요하다.

넷째, 투입과 함께 사후 관리와 지속성에 관심을 두어 지원해야 한다. 먼저, 연구참여자들은 STEAM 수업에서 스마트테크놀로지를 활용하고자 할 때 학교의 지원 수준이나 교사의 특성이 다르기 때문에 한 학년이 동일하게 진행하지 못하고 개인적으로 본인의 학급에서만 STEAM 수업을 진행하게 되었다. 그러나 이러한 경우 학년 전체의 평가 기준에 본인의 STEAM 수업을 맞추기 어렵고 NEIS 상에 평가 내용을 입력하기도 어려웠다. 또한 스마트테크놀로지를 구입하여 사용하는 경우에도 기기 수리 비용이나 관리의 어려움을 토로하였다. 따라서 각 급 학교에 교육을 변화시키기 위한 움직임을 시작할 때에는 투입에만 신경을 쓸 것이 아니라 실제적으로 운영 가능하게 지원하고 있는지 그 지속성을 고려해야하며, 사후 관리를 어떻게 할 것인지 고민하고 지원해야 할 것이다.

국문요약

본 연구는 초등학교 STEAM 수업에서 스마트테크놀로지 적용해 본 교사들의 경험과 그 이유, 적용하면서 느끼는 어려움과 필요한 지원에 대해 조사하기 위하여, STEAM 수업 경험이 다수 있으며 STEAM 교육에 대한 전문적 소양을 갖춘 6명의 초등 교사를 대상으

로 반 구조화된 심층면담을 실시하였다. 연구 결과는 다음과 같다. 첫째, 연구참여자들은 STEAM 수업에서 다양한 유형의 스마트테크놀로지를 활용하였는데, 특히 체험형과 상호작용지원형 스마트테크놀로지를 가장 많이 사용하였다. 또한 STEAM 학습 준거 중에서는 '창의적 설계'과정에서 스마트테크놀로지를 가장 많이 적용하였다. 둘째, 연구참여자들은 학생의 흥미 유발이나 적극적 참여, 간접체험의 기회 제공, 첨단 기술에 대한 학생의 관심 증대를 이유로 스마트테크놀로지를 STEAM 수업에서 사용하였으며, 미래사회 대비, 스마트테크놀로지 활용의 용이성, STEAM 학습 준거에 부합하는 수업을 구성하기 위하여 사용하기도 하였다. 셋째, STEAM 수업에서 스마트테크놀로지를 적용할 때 적합한 스마트테크놀로지를 찾고, 확보하고, 사용하는 것에 어려움을 겪었다. 또한 교과 융합을 위한 교육과정 재구성 과정에서 어려움을 겪었다. 수업을 하면서 스마트테크놀로지 활용으로 인한 수업시간 부족, 활동과제의 수준 상향으로 인한 어려움, 테크놀로지 기반 환경의 제한적 구축으로 인한 어려움을 겪었으며, 스마트테크놀로지가 갑자기 오작동하여 수업을 진행하지 못하는 어려움을 겪었다. 수업이 끝난 후에는 스마트테크놀로지의 사후 관리에 어려움을 겪었으며, 평가와 기록, 주변의 부정적 인식으로 인한 어려움을 겪었다. 넷째, 연구참여자들은 STEAM 수업에서 스마트테크놀로지 활용을 활성화하기 위해서는 스마트테크놀로지 적용이 가능한 STEAM 교육 가이드라인 제시, '창의적 설계'가 가능한 교육용 자료 개발 및 보급, 교육과정 내용 축소, 연수, 스마트테크놀로지 기기 확보 및 Wi-Fi 구축, STEAM 수업에 스마트테크놀로지를 활용하는 교사 동아리 및 커뮤니티 지원과 교사를 위한 정서적 지원 분위기 조성이 필요하다고 하였다.

주제어 : STEAM, 스마트테크놀로지, 초등교사의 인식

References

- Ahn, J.-H., & Kwon, N.-J. (2013). An analysis on STEAM education teaching and learning program on technology and engineering. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 33(4), 708-717.
- Angeli, C. & Valanides, N. (2009). Epistemological and methodological issues for the conceptualization, development, and assessment of ICT-TPCK: Advances in technological pedagogical content knowledge (TPCK). *Computers & Education*, 52(1), 154-168.
- Baek, Y., Park, H., Kim, Y., Noh, S., Park, J., Lee, J., Jeong, J., Choi, Y., & Han, H. (2011). STEAM education in Korea. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 11(4), 149-171.
- Changdeok Girls' Middle School(2017). The Report of a Seoul Future School. Retrieved from <http://changdeok.ms.kr/142127/subMenu.do>
- Choi, E.-Y., Moon, B.-C., & Han, K.-L.(2017). Analysis of research trends on STEAM education in Korea -focus on from 2011 to 2016. *Journal of Korean Society of Earth Science Education*. 10(2), 185~198.
- Choi, H. A., Kim, S. Y., & Park, J. W. (2015). Design proposal for developing an ICT convergent block kit that supports STEAM education - focused on the block shape and method for building forms - . *Society of Design Convergence*. 14(5), 57-70.
- Glesne, C. (2006). *Becoming qualitative researchers: An introduction* (3th ed.). Boston, MA: Pearson Education.
- Kanematsu, H., & Barry, D. M. (2016). *STEM and ICT education in intelligent environments*. Springer International Publishing.
- Hollway, W., & Jefferson, T. (2000). *Doing qualitative research differently: Free association, narrative and the interview method*. Los Angeles, LA: Sage Publication
- Jung, J., Jeon, J., & Lee, H. (2015). Domestic and international experts' perception of policy and direction on STEAM education. *Journal of the Korean Association for Science Education*. 39(3), 358-375.
- Kearney, M., Schuck, S., Burden, K., & Aubusson, P. (2012). Viewing mobile learning from a pedagogical perspective. *research in Learning*

- Technology, 20(1), 1-17.
- Kim, J.-H., Hong-S.-H. (2015). Development and effect of STEAM program on environment using smart equipment in elementary science. The Korean Society for Environmental Education. 28(3), 178-192.
- Kim, H.-S., Hwang, J.-H. (2015). Development of interactive arts STEAM program based on ICT: focused on high school. Official Journal of the Korean Society of Dance Science. 32(2), 47-57.
- Kim, S.-W., Chung.-Y.-L., Woo, A.-J., Lee, H.-J. (2012). Development of a theoretical model for STEAM education. Journal of the Korean Association for Science Education. 32(2), 388-403.
- Kim, Y., Chung, M., & Kim, J. (2013). A Study on the actual condition and utilization plan of smart devices for educational purpose. Journal of Internet Computing and Services. 14(3), 47-55.
- Korea information society development institute. (2017). KISDI STAT Report. Vol. 17-23.
- KOFAC (2017). Development of STEAM contents map and analyses of STEAM programs in 2017. Retrieved from https://steam.kofac.re.kr/?type=%EA%B8%B0%ED%83%80-%EC%9E%90%EB%A3%8C&date_updown=date_down&star_updown=star_down&orderbystatus=&search_value=%EB%A7%B5&search_btn=&wyear=
- Kwon, G.-D., Lim, T.-Y., Choi, W.-S., Park, S.-B., Oh, D.-H. (2010). The future that smartphones open. CEO information, 741, 1-22.
- Lee, S.-G. (2015). The effect of the design based STEAM program utilizing smart device for interest in science and STEAM literacy. Journal of Korean Society of Earth Science Education, 8(3), 240-250.
- Lee, S.-H. (2013). Development of eco-STEAM educational programs based on smart learning. Journal of Korean Elementary Science Education. 32(3), 250-259.
- Lim, B.-R., Leem, J.-H., Sung, E.-M. (2013). What is the concept of smart education and the typology of smart education contents. Journal of Educational Technology. 29(3), 459-489.
- Lynch, J. & Redpath, T. (2014). 'Smart' technologies in early years literacy education: A meta-narrative of paradigmatic tensions in iPad use in an Australian preparatory classroom. Journal of Early Childhood Literacy. 14(2), 147-174.
- McLeod, S. (2017). Aligning the 10 building blocks for future ready schools. Retrieved from <http://dangerouslyirrelevant.org/2017/06/aligning-the-10-building-blocks-for-future-ready-schools.html>
- Ministry of Education (2015). 2015 Revised science curriculum. Ministry of Education 2015-74 [issue 9].
- Ministry of Education and Science Technology. (2009). 2009 Science curriculum. Ministry of Education.
- Na, J.-Y., & Jang, B.-G. (2016). The Difficulties and needs of pre-service elementary teachers in the science class utilizing smart technologies in teaching practice. Journal of Korean Elementary Science Education. 35(1), 98-110.
- Na, J.-Y., & Song, J.-W. (2014). An analysis of trends in science education research on instructional technology and its implications for science teachers' technological pedagogical content knowledge (TPCK). Research society of Teacher Education. 53(3), 511-524.
- Oh & Lee. (2012). The 'Smart Life' revolution and smart phone addiction. Internet and Information Security 3(4), 21-43.
- Solomon, G. & Schrum, L. (2007). Web 2.0: New tools, new schools. Um. Choi. Park. (2009). Seoul Academy Press.
- The White House (2014). FACT SHEET: Connected to the future. Retrieved from <https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/2014/11/19/fact-sheet-connected-future>
- 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.
- Worden, K., Bullough, W. A., & Haywood, J. (2003). Smart technologies. World Scientific.

저자 정보

한아름(김화초등학교 교사)

나지연(춘천교육대학교 교수)