



스마트기기를 활용한 과학 교사의 교수 실행과 과학교육에서 스마트교육 적용 방안에 대한 의견 조사

양찬호, 조민진, 노태희*
서울대학교

Investigation of Teaching Practices using Smart Technologies and Science Teachers' Opinion on Their Application in Science Education

Chanho Yang, Minjin Jo, Taehee Noh*
Seoul National University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 26 August 2015

Received in revised form

5 October 2015

25 October 2015

Accepted 26 October 2015

Keywords:

smart education,
smart technology,
science teacher,
educational needs

ABSTRACT

In this study, we analyzed the teaching practices of science teachers using smart technologies and investigated their difficulties in implementing smart education and their educational needs. We also studied their opinions on the application of smart technologies in science education. The participants were seven science teachers who participated in the smart education study group of a science teacher association in Seoul. We elaborated on the characteristics of smart education in science education during comprehensive analyses of instructional materials used in science classes and the initial interviews. We then analyzed the second interviews by categorizing their responses inductively. All the science teachers used the 'instant access as needed', but their interactions, simply answering students' questions, were found to be at a low level. They did not effectively use the 'collaborative interaction with SNS or wiki-based service' for the support for interactive learning. While most collected learning results of their students and provided feedback in the aspect of 'individualization according to learner level', they were not aware of 'context, situation, and location of learners' in smart education. While all the teachers extended learning opportunities by using learning resources widely in smart education, most were not aware of 'support for self-directed learning'. Most teachers believed that smart education should be developed to help students learn interactively and in a self-directed manner. They also provided many opinions on teacher training programs and environmental support for smart education. Based on the results, some considerations for implementing smart education in science instructions effectively are discussed.

1. 서론

최근 급속한 정보통신의 발달과 스마트기술을 비롯한 첨단 매체의 발달은 우리 사회의 많은 분야를 획기적으로 변화시켰으며, 교육 분야에서도 스마트러닝, 스마트교육, 스마트워크 등의 신조어와 함께 많은 관심을 불러일으키고 있다(Charitonos *et al.*, 2012; Jo & Lim, 2012; Johnson *et al.*, 2013; Kang, 2011; Kim & Shon, 2011). 이러한 변화에 따라 정부에서는 2011년 스마트교육 추진전략 실행 계획을 발표하고, 2012년부터 스마트교육 시범 운영 학교를 선정해 2015년까지 단계적으로 스마트스쿨을 구축하여 운영할 계획이다(Ministry of Education, Science and Technology, 2011). 또한, 2009 개정 과학과 교육과정의 '자료 준비 활용'에서는 학생의 이해를 돕거나 흥미를 유발하기 위하여 모형이나 시청각 자료, 소프트웨어, 인터넷 자료 등을 활용한다고 명시하고 있다. '학습지도 방법'에서도 컴퓨터를 활용한 실험, 인터넷, 멀티미디어 등의 적절한 활용을 권장하고 있다(Ministry of Education, Science and Technology, 2009).

그동안 과학 학습에서 멀티미디어의 활용은 학업성취도, 과학 탐구 능력, 과학에 대한 흥미와 태도 등의 다양한 측면에서 그 효과가 조사되었다(Lim & An, 1999; Yoo & Park, 2011). 이에 과학교육 분야에서도 멀티미디어 자료의 활용을 극대화할 수 있는 방안으로서 스마트교육에 대해 관심이 많다. 스마트기기를 활용한 시뮬레이션 실험, 현미경 앱을 활용한 실험, 스마트 디바이스를 활용한 MBL 실험 등은 학생들의 관찰, 실험, 조사 등의 활동 수행에 더 유리한 환경을 제공할 수도 있다. 또한, 시공간의 제약을 뛰어넘어 다양한 과학 학습이 가능하게 하고 스마트 환경에 맞는 새로운 과학 교수학습 형태도 가능할 것이다.

이러한 가능성 때문에 과학 교사들은 스마트교육이 필요하다고 인식하지만 실제 수업에서 적극적으로 활용하지는 못하고 있다(Kwon *et al.*, 2014). 이는 학교 현장에 스마트교육을 위한 인프라가 구축되지 못한 경우가 많을 뿐 아니라, 스마트기기를 활용한 수업에 대한 전문성을 갖춘 과학 교사가 아직 부족하기 때문일 것이다. 스마트교육이 학교 현장에 정착되기 위해서는 실행하는 교사의 역량을 높이는 것이 매우 중요하므로(Jung & Lee, 2014), 스마트교육에 대한 교사의 인식과 전

* 교신저자 : 노태희 (noth@snu.ac.kr)

** 이 논문은 2014년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(NRF-2014S1A5A2A01014274).
<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2015.35.5.0829>

문성을 향상시키기 위한 노력이 절실한 시점이라 할 수 있다. 이를 위해서는 과학 수업에서 효과적이고 실행 가능성이 높은 스마트교육 방안에 대한 실제적인 고려를 바탕으로 한 체계적인 교사 연수가 필요하다. 그러나 일반적인 스마트교육에 대한 관심이 높은 것에 비해 과학 교과에 적합한 스마트교육의 형태는 무엇인지, 효과적인 스마트교육 교수전략은 무엇인지, 과학 교사들은 실제로 스마트기기를 어떻게 수업에 활용하고 있고 어떤 어려움과 요구를 갖는지에 대한 전반적인 정보는 부족한 실정이다. 따라서 스마트기기를 활용한 과학 수업의 실제 사례를 수집하고 과학 교사들의 의견을 수렴하는 기초 연구가 이루어질 필요가 있다.

그동안 스마트교육에 대한 연구가 다수 진행되었으나 대부분 범교과적인 연구였다. 예를 들어, 스마트교육에 대한 초·중등교사의 일반적인 인식을 설문을 통하여 조사하거나, 스마트교육 선도 교사의 인식 및 요구를 분석한 연구(Gim *et al.*, 2011; Jung & Lee, 2014; Park, 2013)가 있었다. 그리고 디지털 교과서의 활용 방안과 그 효과에 대한 연구(Chun *et al.*, 2014; Ihm, 2014; Korea Education and Research Information Service, 2013), 스마트패드나 SNS를 활용한 스마트교육의 현황을 조사하고 활용 방안을 제안하는 연구(Joo & Lee, 2012; Kil *et al.*, 2012; Lee & Choi, 2012; Lim & An, 2014), 초·중등학교의 스마트교육 수업 사례를 분석하여 교수 방안을 제안하는 연구(Jo & Lim, 2012; Kim & Bae, 2012)가 있었다. 과학교육 분야에서는 학교 밖 현장 학습이나 탐구 활동에서 스마트기기의 도구적 유용성을 탐색하는 연구(Huang *et al.*, 2010; Liu *et al.*, 2009; Park, 2013; Shih *et al.*, 2010; Yoo, 2012)와, 앱이나 콘텐츠를 개발하는 연구(Park & Kim, 2011; Yang & Lee, 2014), 디지털 교과서 활용의 효과에 대한 연구(Joo & Lim, 2015) 등이 일부 이루어졌을 뿐, 실제 학교 과학 수업의 맥락에서 스마트기기의 활용이나 스마트교육 방안에 대한 연구는 매우 부족한 실정이다. 따라서 현재 스마트기기를 과학 수업에서 활용하고 있는 과학 교사들의 사례를 통해 학교 현장에 적용할 가능성이 높은 스마트기기의 활용 방안을 조사하고, 스마트기기를 활용한 과학 수업을 효과적으로 실행하기 위해 필요한 교사 연수 내용과 물리적인 지원에 대한 요구 및 개선 방향에 대해 구체적으로 조사할 필요가 있다.

이에 이 연구에서는 스마트기기를 활용한 과학 수업을 실행하고 있는 과학 교사들의 수업 사례를 분석하고, 심층면담을 통하여 과학 교사들이 겪는 어려움과 요구, 과학교육에서 스마트교육의 적용 방안에 대한 교사들의 인식을 조사하였다. 이 연구의 결과는 향후 과학 교사의 스마트기기를 활용한 수업 전문성 향상을 위한 교사 연수 프로그램을 개선하는 데 유용한 시사점을 제공할 것으로 기대된다.

II. 연구 방법

1. 연구 참여자

본 연구에서는 서울 지역 과학 교사 모임에서 스마트교육 관련 소모임에 참여하고 있는 교사 중 연구 참여에 동의한 7명을 연구 참여자로 목적 표집을 하였다. 연구 참여자들은 스마트교육에 관심이 많고 과학 수업에서 스마트기기를 활용한 경험이 있으며, 정기적인 모임을 통해 관련 정보를 교환하고 있으므로 교육 현장에서 이루어지는 스마트기기를 활용한 과학 수업에 대한 실질적이고 구체적인 정보를 얻기에

적합하다고 할 수 있다. 연구 참여자의 교직 경력은 5년 미만(2명), 5년 이상 10년 미만(1명), 10년 이상 20년 미만(2명), 25년 이상(2명)으로 다양하였고, 전공은 물리교육 3명, 화학교육 3명, 화학·생물교육 복수전공이 1명이었다.

2. 연구 절차 및 방법

스마트교육의 정의와 구성요소에 대해 학자들마다 다양한 주장이 있다(Kwon *et al.*, 2014; Lee & Ryu, 2013). 본 연구의 과정에서 스마트교육과 관련된 국내외 연구 결과들을 탐색하였으나 과학교육 분야에서 스마트교육의 정의와 구성요소를 타당하게 도출하기에는 연구 결과가 매우 부족하였다. 따라서 스마트교육 관련 전문가 대상의 델파이 조사를 통하여 도출해낸 스마트교육의 요소(Lim *et al.*, 2013)를 활용하되 각 요소의 정의를 과학교육의 상황에 맞게 수정보완하였다. 이를 위해, 모든 연구자 간의 지속적인 논의와 과학교육 전문가의 검토를 거쳤으며, 스마트교육의 요소를 바탕으로 수집한 연구 자료를 검토하여 요소별 정의를 명료화하였다. 이에 따라 스마트교육의 핵심요소와 하위요소를 최종적으로 도출하였다(Table 1).

스마트교육의 핵심요소는 상호작용 지원, 지능적 맞춤화를 통한 학습 효과의 극대화, 학습자원 확장을 통한 학습 공간 및 기회의 확대, 자기주도 학습 지원의 4가지로 나뉜다. 상호작용 지원은 필요할 때 즉시적 상호작용, SNS, 위키 기반의 서비스 등을 이용한 협력적 상호작용의 두 가지 하위요소로, 지능적 맞춤화를 통한 학습 효과의 극대화는 학습자 수준에 따른 개별화, 학습자의 맥락, 상황 및 위치 인식의 두 가지 하위요소로, 학습자원 확장을 통한 학습 공간 및 기회의 확대는 학습 공간의 확대와 학습 기회의 확대의 두 가지 하위요소로 구성된다.

스마트기기를 활용한 과학 수업의 실제 사례를 분석하기 위해 연구 참여자들이 스마트기기를 활용한 수업에서 사용하였던 교수학습 자료를 수집하였다. 수집한 자료는 수업 지도안, 활동지, 수업 촬영 영상, 교사가 운영하는 카페나 페이스북 등의 URL이었으며, 교사마다 수집된 자료의 범위는 조금씩 달랐다. 수집된 자료를 바탕으로 연구 참여 교사들의 수업을 스마트교육의 요소 측면에서 분석하였는데, 교수학습 자료만으로는 수업 전반에 대해 구체적으로 파악하기 어려웠기 때문에 예비분석 결과를 바탕으로 교사의 교수 실행을 이해하기 위한 반구조화된 1차면담을 진행하였다. 면담에서는 교수학습 자료를 함께 보면서 스마트기기의 구체적인 활용 방법, 스마트기기의 사용 목적과 교육적 효과, 수업에서 겪은 어려움 및 요구 등에 대해 구체적으로 질문하였다. 면담은 주로 면대면으로 진행하였으나 연구 참여 교사의 사정에 따라 전화 면담을 한 경우도 있었다. 면담에는 30~60분 정도가 소요되었다.

수집한 교수학습 자료의 분석과 면담 결과를 바탕으로 연구 참여자

Table 1. The characteristics of smart education

핵심요소	하위요소
1) 상호작용 지원	1a) 필요할 때 즉시적 상호작용
	1b) SNS, 위키 기반의 서비스 등을 이용한 협력적 상호작용
2) 지능적 맞춤화를 통한 학습 효과의 극대화	2a) 학습자 수준에 따른 개별화
	2b) 학습자의 맥락, 상황 및 위치 인식
3) 학습자원 확장을 통한 학습 공간 및 기회의 확대	3a) 학습 공간의 확대
	3b) 학습 기회의 확대
4) 자기주도 학습 지원	

들의 수업에서 나타나는 스마트교육의 요소를 분석하여 교사들이 주로 활용하고 있는 요소와 활용되지 않은 요소를 파악하였다. 이를 바탕으로 스마트기기를 활용한 과학 수업에 대한 교사들의 의견을 조사하기 위해 반구조화된 2차면담을 실시하였다. 이 면담에서는 스마트교육의 요소를 구체적으로 소개하면서 각 요소별로 교사들의 인식과 실행 경험을 알아보았고, 실행 경험이 있는 경우에는 교육적 효과와 실행 과정에서 겪은 어려움이나 문제점, 지원 및 연수 방안에 대해 질문하였다. 실행 경험이 없는 경우에는 현장의 과학 수업에서 해당 요소의 실행 가능성에 대해 질문하였다. 또한, 스마트교육의 요소 중 어떤 요소들이 강조되어야 한다고 생각하는지 질문하여 과학교육에서 스마트교육의 적용 방안에 대한 의견을 수렴하였고, 이와 관련하여 어떤 교사 연수나 지원이 필요하다고 생각하는지 질문하였다. 면담은 면대면으로 진행되었고, 30~90분 정도가 소요되었다.

면담 질문은 연구자들의 수차례에 걸친 논의와 과학교육 전문가 2인의 검토를 통해 구성하였다. 면담은 연구 참여자들과 이미 친분이 있었던 1인의 연구자와 면담 경험이 풍부한 연구자 1인이 함께 진행함으로써 면담 자료의 질과 일관성을 높이고자 하였다. 모든 면담 내용은 녹음하였으며, 전사본을 작성하여 분석하였다.

3. 결과 분석

스마트기기를 활용한 과학 교수학습의 실제와 과학교육에서 스마트교육 적용 방안에 대한 교사들의 의견을 분석하기 위해 분석적 귀납법(Bogdan & Biklen, 2006)을 사용하였다. 먼저, 연구자 2인이 분석틀(Table 1)의 범주에 따라 연구 참여자들이 제공한 교수학습 자료에서 나타나는 스마트교육의 요소를 일차적으로 분류하였다. 이 분석 결과와 1차면담 자료를 종합적으로 분석하여 과학 수업에서 스마트교육의 요소 중 어떤 요소가 실제로 활용되고, 어떤 요소는 활용되고 있지 않은지 파악하였다. 이 과정에서 범주별 자료에 대한 검토와 논의를 반복하면서 과학교육에서 스마트교육의 요소별 정의를 정교화 하였다. 2차면담의 결과는 스마트교육의 각 요소에 대한 인식과 요구 등에 대해 교사들이 응답한 내용을 귀납적으로 범주화하여 분석하였다. 마지막으로 도출한 결론이 수집된 자료에 의해 적절히 뒷받침되는지 다양한 자료들과 비교하여 정당화하는 과정을 거침으로써 도출한 결론의 타당성을 확보하고자 하였다. 결과 분석과 해석의 타당성을 높이기 위해 모든 연구자가 수집된 자료를 공동으로 분석하였고, 반복적인 논의를 통해 합의된 결론을 도출하였다. 또한, 과학교육 전문가, 현직 중등교사 및 과학교육 전공 대학원생 등 8인으로 구성된 집단에서의 세미나를 통해 결과 해석에 대한 타당성을 점검받았다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 스마트교육의 요소별 과학 수업 사례 분석

가. 상호작용 지원

1) 필요할 때 즉시적 상호작용

즉시적 상호작용 요소는 학생이 학습 과정에서 동료, 멘토, 교사,

전문가 등의 도움이나 협력이 필요할 때 스마트기기를 통해 언제든지 상호작용할 수 있도록 지원하는 것이다(Lim *et al.*, 2013). 예를 들어, 트위터(Twitter)나 페이스북(Facebook)과 같은 SNS를 통해 학생이 멘토나 전문가에게 질문하거나, 라인(Line)이나 카카오톡(Kakao Talk) 등의 모바일 메시지 서비스 앱을 통해 동료나 교사와 즉시적으로 상호작용을 하는 것이다(Joo & Lee, 2012; Lim, 2010). 연구에 참여한 모든 교사들은 이 요소를 활용하고 있었으며, 상호작용의 지속성에 따라 일시적 상호작용과 지속적 상호작용으로 나눌 수 있었다. 일시적 상호작용은 주로 학생이 카카오톡 앱을 사용하여 질문하면 교사가 즉각 응답하는 형태였다. 이러한 상호작용은 학습 내용에 대해 질의응답을 하는 수준이었고 평가 기간에 집중적으로 일어났다. 즉, 스마트기기를 통해 즉각적인 질의응답이 일어날 뿐 의미가 있는 상호작용으로 보기는 어렵다. 교사들도 의도적으로 이러한 상호작용을 시도한 것은 아니었으며, 스마트기기를 소지하고 있기 때문에 자연스럽게 나타나는 과정으로 인식하였다.

지속적인 상호작용을 시도한 교사(A, F, G)는 3명이었다. A는 동아리 활동에서 네이버 밴드(Naver Band) 앱을 활용하여 학생들이 현장 학습 장소로 이동하는 동안에 자연건의 원리를 학습할 수 있도록 유튜브(YouTube)의 동영상 볼 수 있도록 하고, 체험 학습 장소의 지도를 공유하거나, 공지 사항이 생겼을 때 앱의 대화 기능을 활용하여 학생들과 즉시적인 상호작용을 하였다. F는 페이스북 페이지를 개설하여 수업 내용과 관련된 실험 동영상을 학생들과 공유하고, 학생들이 교과서 등에서 풀지 못하는 문제의 사진을 찍어 올리는 방식으로 질문하면 교사가 댓글을 달거나 촬영한 동영상을 올려 피드백을 하였다. 또한, 수업 진행에 대한 학생들의 의견을 댓글을 통해 수렴하기도 하였다. G는 네이버 카페를 운영하면서 학생들이 복습한 내용을 올리고 수업 자료를 내려 받거나 질문할 수 있도록 하였다. 이때, 교사는 학생들이 게시물을 올리면 스마트기기의 카페 앱을 통해 알림을 받아 즉시적으로 답글을 달았다. 이와 관련하여 교사들은 스마트기기를 활용하는 것이 학생들과의 의사소통을 촉진하고 학생들의 질문을 빠르게 해결하는데 효과적이라고 인식하였다.

교사 G: 교사가 빨리 확인해야 한다는 전제 조건이 있지만 학생이 원할 때 질문할 수 있고, 교사도 비교적 빠른 시간에 원하는 대답을 얻을 수 있다는 점에서 학습에 도움이 되죠. 또 교사와 상호작용을 할 수 있을 뿐만 아니라, 학생들끼리 질문하고 댓글을 달면서 상호작용도 할 수 있어서 도움이 될 것 같아요. 시험 기간에 복습할 때도 다른 학생의 질문이나 댓글을 보면서 수업 내용에 대해 다시 한번 생각할 수 있는 기회가 되고, 그런 공간이 오픈되어 있으니까 계속 볼 수 있어서 좋아요.

(2차면담 내용 중에서)

이상의 내용을 종합하면 스마트기기를 활용한 즉시적 상호작용은 주로 교실 수업 외에서 교사와 학생이 질문하고 응답하는 형태로 이루어지고 있으며, 교사의 의도 없이 학생에 의해 촉발되는 일시적인 상호작용인 경우가 많았다. 이는 지속적인 상호작용을 시도한 교사들의 경우에도 마찬가지였다. 즉, 스마트기기를 활용하여 시간과 공간의 제한 없이 즉시적인 상호작용이 편리하게 일어났다는 장점은 있으나, 단순한 수준의 상호작용이 대부분이었다.

2) SNS, 위키 기반의 서비스 등을 이용한 협력적 상호작용

SNS나 위키 기반의 서비스 등을 이용한 협력적 상호작용으로는 여러 학생들이 소집단별 과제 수행을 위해 SNS나 위키 기반 사이트에 동시에 접속하여 의견을 교환하면서 협력적으로 과제를 수행하는 것이 대표적이다. 그러나 이러한 상호작용을 시도한 경험이 있는 교사(A, G)는 적었다.

A는 과학-사회 과목 간 팀티칭 수업에서 교사와 학생이 모두 참여한 카카오톡 그룹채팅방에 앱의 경제적 가치에 대한 신문 기사를 링크하고 이에 대해 학생들이 토론하는 과제를 제시하였다. 학생들은 그룹채팅방에서 정보를 공유하고 활발히 토론을 하였으며 그 결과를 수업 시간에 발표하였다. 또한, A는 사람의 감각기관의 기능을 활용한 앱을 찾은 과제를 제시하였고, 학생들은 카카오톡 그룹채팅방에서 논의를 지속하고 교사의 피드백을 받으며 과제를 수행하였다.

G는 여름 방학 동안 학생들이 연못물의 pH에 따른 미생물의 생존을 주제로 한 프로젝트 과제를 수행하는 과정에서 구글다스(Google Docs)를 활용하여 협력적으로 상호작용할 수 있도록 하였다. 구글다스를 사용하면 모든 학생이 동시에 접속하여 공유문서를 작성할 수 있고, 동시에 접속하지 않더라도 다른 학생이 이전에 작성한 내용이 표시되어 나타나므로 보고서를 협력적으로 작성할 수 있다. 실제로 학생들은 구글다스에 동시에 접속하여 논의하고 수정 전후의 내용을 함께 보면서 보고서를 완성하였다. 기존에는 학생들이 소집단 과제를 수행하기 위해 시간에 맞춰 모여야 했으나 구글다스와 같은 위키 기반의 서비스는 이러한 제약을 극복하는데 실제로 유용할 수 있음을 알 수 있었다.

두 교사는 스마트기기의 사용이 협력적 상호작용 촉진에 매우 유용하다고 생각하였다. A는 SNS에서는 의사소통이 빠르게 일어나고 상호작용 과정이 글로 남아있으므로 학생들의 의견을 구조화시켜 정리하는데 유용하다고 응답하였고, G는 학생들이 직접 만나기 어려운 경우에도 협력적으로 과제를 완성하는데 스마트기기를 활용하는 것이 효과적이라고 하였다.

교사 G: 내가 쓴 내용에 대해서 댓글처럼 기록을 남길 수 있어요. 그걸 보고 다음 친구가 작업할 때 합칠 수 있죠. 공유문서에 있는 글을 바로 지워서 수정할 수도 있지만 기존의 내용을 남기고 새로운 내용을 추가할 수 있는 '제안'이라는 버튼이 있어요. 이런 식으로 하면 종이에 쓸 필요가 없고 구글다스에서 같이 쓰고 같이 협의하면 되요. 애들 다 학원 가느라 바쁜데 공동편집이 가능하니까 학생들이 잘 활용했어요. 평소 같았으면 애들이 그렇게 대화로 했을까 싶어요. 애들에게 훨씬 익숙한 방법이기도 하고 시간적, 공간적으로 제약이 없어요. (2차면담 내용 중에서)

한편, 두 교사를 제외한 나머지 교사들은 이 요소를 수업 중에 활용하기 어렵다고 인식하였다. 교육과정에 따른 교과 진도와 제한된 수업 시간을 고려할 때 수업 중에 SNS나 위키 기반 서비스 등을 이용한 협력적 상호작용을 이끌어내는 것이 쉽지 않으므로, 이러한 인식은 당연하다고도 할 수 있다. 그러나 A와 G의 사례에서 나타나듯이, 스마트기기를 활용한 협력적 상호작용 지원은 교수학습을 교실 밖으로 확장시킬 수 있는 효과적인 수단이 될 수 있다. 즉, 스마트기기를 통해

시공간의 제약을 줄임으로써 토론 수업 후에도 교실 밖에서 토론을 지속하거나, 소집단 과제를 수행할 때 학생들의 참여와 상호작용을 촉진시킬 수 있는 것이다. 따라서 교사 연수에서 스마트기기를 활용한 협력적 상호작용 촉진의 사례와 활용 가능한 앱, 효과적인 활용 방법 등을 구체적으로 소개하여 과학 교사들의 인식과 실행 지식을 향상시킬 필요가 있다.

나. 지능적 맞춤형 학습을 통한 학습 효과의 극대화

1) 학습자 수준에 따른 개별화

학습자 수준에 따른 개별화 요소는 학습 결과를 바탕으로 파악된 학습자의 수준에 맞는 교수를 제공하는 것으로(Lim et al., 2013), 스마트기기를 사용하면 학생들의 학습 결과를 수업 중에 쉽고 빠르게 수집할 수 있으며 이에 따라 학습 자료를 수준별로 제공할 수 있다. 과학 수업에서 이 요소를 활용한 교사(B, D-G)는 5명이었다. 구체적인 예로는, 소집단 활동에서 정전기를 띤 물체의 전하 분포를 그린 결과를 학생들이 카카오톡으로 교사에게 전송하도록 한 후, 미러링(mirroring)하여 학생들과 함께 보면서 피드백을 한 것을 들 수 있다. 이때, 미러링이란 스마트기기의 동작 화면 및 사진, 영상 등을 외부의 다른 매체를 통해 볼 수 있도록 하는 기술을 말한다. 또한, F와 G는 핑퐁(Pingpong) 앱을 활용하여 형성평가를 실시하였다. 핑퐁 앱에 접속한 학생이 교사가 제시한 문제에 응답하면 그 결과가 실시간으로 집계되어 교사에게 전송되므로, 교사는 학생들의 학습 수준을 쉽게 파악하여 피드백을 할 수 있었다. 이 교사들은 스마트기기를 활용한 개별화가 학생들의 수업에 대한 흥미와 참여도를 높이는 데 효과적이었다고 응답하였다. 또한, 기존 수업과 달리 앱을 통해 학생들의 응답을 수업 중에 쉽게 수집할 수 있어 학생의 오개념을 파악하여 수업에서 다룰 수 있을 뿐 아니라, 개별 학생의 수준에 맞는 학습 자료를 제공할 수 있는 것이 큰 장점이라고 인식하였다. B와 E는 학생들의 실험 결과를 구글 드라이브(Google Drive)를 활용하여 수집하였다. E는 화학 반응에서 양적 관계를 알아보는 실험을 실시하고 구글 드라이브를 사용하여 모든 소집단의 측정 결과를 수집하였다. 이를 바탕으로 학생들이 소집단별로 얻은 결과를 다른 소집단의 결과와 비교하면서 양적 관계를 확인하고 실험 결과를 반성하는 기회를 제공하였다. 교사들은 다음과 같이 학생의 학습 결과를 쉽게 수집할 수 있고, 이를 이용하여 학생 수준에 적절한 피드백을 즉시적으로 줄 수 있다는 점이 유용하다고 인식하였다.

교사 F: 핑퐁의 장점이 그거잖아요. 학생 대부분이 수업에 참여를 하고, 우리 조와 다른 조의 형성평가 결과가 바로 보인다는 거. 틀리면 바로 알 수 있으니까 저도 알려주기 편하고, 어디가 틀렸는지 서로 찾으려고 하고 거기서도 서로 재미와 경쟁을 느끼는 것이 꽤 좋은 것 같기는 해요.

(2차면담 내용 중에서)

교사 B: 학생들이 답을 쓰면 바로 구글 드라이브에 모이고, 이것이 전체적으로 공개되어 있어서 교실에 있는 모든 학생이 볼 수 있어요. 가장 먼저 한 팀은 순위에 대한 기대감이 있고, 또 자기가 쓴 답이 정답인지 궁금해 하고, 저도 학생의 답이 올라오는 대로 '어 답을 적은 조가

있네.' 라고 유도하기도 하고, 그러면 아직 답을 못 적은 조들이 제 힌트를 통해서 답을 완성했어요.

(1차면담 내용 중에서)

위와 같이 학습자 수준에 따른 개별화 요소를 수업에서 활용한 교사들은 카카오톡, 팽풍, 구글 드라이브 등의 앱을 활용하여 학생들의 학습 결과를 수집하였으며, 이를 바탕으로 피드백을 시도하였다. 물론, 모든 학생이 스마트기기를 소지하지 못한 현실적인 제약으로 인해 개별 학생의 학습 결과를 모두 수집하지 못하고 대부분 소집단 활동의 결과를 수집하였으나 교사가 수업 중에 학생들의 수준을 파악하는 데에는 큰 도움이 되었다. 이에 따라 교사들은 주로 수업 시간에 학생 전체를 대상으로 피드백을 하였는데, 교사가 학생들의 학습 결과를 바탕으로 정리할 뿐 학습자 수준에 맞는 적응적인 자료를 제공하지는 못하였다. 특히, 피드백을 하는 과정에서 스마트기기를 통해 학습자 수준에 적절한 개별화된 자료를 제공하는 경우는 없었다. 이는 다음의 응답에서 볼 수 있듯이 교사가 직접 학생의 응답에 따른 적응적인 자료를 스마트기기로 제공하기 어렵고, 모든 학생이 스마트기기를 갖고 있지 않은 경우가 많으며, 개별화된 수업을 하기에는 스마트교육을 위한 인프라가 구축되어 있지 않기 때문이었다.

교사 E: 한 수업에 대해서 상중하 수준별로 애들이 풀 수 있는 형성평가를 교사가 다 만들어야 하잖아요. 누가 만들어 주면 모를까, 그거를 다 만들어야 한다면 어려울 것 같은데 누가 선뜻 시도를 할 수 있을까요? 모든 교사에게 그렇게 하라고 하기는 어려울 것 같아요.

(2차면담 내용 중에서)

교사 G: 학생들이 스마트폰을 많이 갖고 있는 것도 아니었고 데이터도 부족하다고 하니까, 그게 좀 문제였죠. 스마트폰 보급률에 따라서 스마트폰 앱을 모든 아이들이 사용할 수 없으니까 조별로 진행을 하거나 그러려고 할 때는 좀 어려움이 많았어요.

(2차면담 내용 중에서)

따라서 이 요소를 실제 과학 수업에서 활용하기 위해서는 학습자의 수준에 따라 제공할 수 있는 개별화된 학습 자료와 함께 수집한 학습 결과를 바탕으로 학습자 수준에 적절한 적응적인 자료를 쉽고 효과적으로 제공할 수 있는 앱을 개발하여 교사들에게 제공하는 것이 매우 중요할 것으로 생각된다.

2) 학습자의 맥락, 상황 및 위치 인식

스마트기기를 사용하면 학습 상황이나 공간, 위치를 인식하여 적절한 학습 자료를 제공함으로써 학습의 편이성과 효과를 높일 수 있다. GPS를 이용하여 학습자가 위치한 장소와 관련된 학습 문제를 제공하거나 그 장소에서 발생 가능한 상황을 제시해 줄 수 있는데, 특정 위치에서 일정 거리 내에 있는 사용자에 관련 정보를 제공해 주는 비콘(beacon)을 사용하는 것이 대표적인 예이다. 면담 결과, 수업에서 이 요소를 활용한 경험이 있는 교사는 없었고, A가 스마트교육 연수에서 GPS를 이용해 위도와 경도를 측정하는 앱을 사용해 본 경험이 있는 정도였다. 교사들은 GPS나 비콘을 활용한 학습자의 맥락, 상황 및

위치 인식 기술을 학습에 활용하는 것에 대해 인식하지 못하는 경우가 많았으므로, 인프라가 어느 정도 구축될 때에 연수를 통해 관련 앱이나 구체적인 활용 방안을 소개할 필요가 있을 것이다. 예를 들어, 현장 학습에서 학생이 수업 시간에 배운 암석이나 광물이 있는 장소에 도착했을 때 GPS를 이용하여 스마트기기에 이와 관련된 과제나 활동이 제공되도록 할 수 있다(Kim & Choi, 2012).

다. 학습자원 확장을 통한 학습 공간 및 기회의 확대

1) 학습 공간의 확대

학습 공간의 확대 요소는 N-screen 등의 기술로 학습 내용을 다양한 매체로 재현함으로써 학습자가 원할 때 어디서든 학습할 수 있도록 하는 것으로, 이 요소를 과학 수업에 활용한 교사(E, G)는 2명이었다. 이때, N-screen이란 플랫폼을 기반으로 하나의 멀티미디어 콘텐츠를 여러 기기에서 사용할 수 있는 기술을 말하는데, 교사들은 개인 플랫폼으로 학생들에게 익숙한 네이버 카페를 사용하고 있었다. E와 G는 수업에서 사용한 학습 자료와 수업을 위해 촬영한 동영상 자료를 네이버 카페에 올려 학생들이 필요할 때마다 어디서든 볼 수 있도록 하였다. 또한, G는 학습지에 QR 코드를 제시함으로써 학생들의 네이버 카페에 대한 접근성을 높이고자 하였다. 즉, 두 교사는 학생들에게 익숙하고 쉽게 사용할 수 있는 네이버 카페 앱을 플랫폼으로 사용하여 학습 공간의 확대를 시도하였다. 이와 관련하여 교사들은 학생들이 학교 밖에서도 쉽게 수업 자료에 접근할 수 있도록 하여 필요할 때 어디서든 학습할 수 있는 기회를 제공한다는 점에서 학습 공간의 확대가 이루어지므로 유용하다고 응답하였다. 이 요소는 교사들이 기존의 카페, 블로그, 유튜브 등 개인이 활용할 수 있는 플랫폼을 통해 학생들이 어디서든 학습 자료에 접근할 수 있도록 하는 방향으로 과학 교수학습에서 충분히 활용이 가능한 요소이므로, 교사 연수에서 홍보함으로써 더 많은 교사들이 사용할 수 있도록 할 필요가 있을 것이다.

2) 학습 기회의 확대

학습 기회의 확대 요소는 스마트기기를 사용하여 학습을 촉진할 수 있는 다양한 자원을 수업에 활용하는 것으로, 스마트기기에 내장된 센서, 검색 엔진, 유튜브 등의 동영상이나 앱을 학습에 이용하는 것을 예로 들 수 있다. 모든 교사들은 이 요소를 수업에서 활용하고 있었다.

교사들은 기본적으로 스마트기기의 내부 화면을 다른 기기에서 볼 수 있도록 하는 미러링 기술을 수업에 활용하였다. B와 E는 학생들이 작성한 활동지를 스마트기기로 촬영한 후 대형 스크린에 미러링하여 학생들과 함께 보면서 피드백을 하였다. C와 F는 활동지나 형성평가 문제를 미러링하고 스마트펜을 이용하여 활동지에 판서하거나 문제를 풀이해 주었다. 또한, E는 시범실험 과정을 스마트기기로 촬영한 후 미러링하여 학생들에게 보여주기도 하였다. 또한, 모든 교사들은 수업 시간 중에 미러링을 통해 학생들에게 흥미로운 동영상이나 사진 자료를 제공하였다. 이러한 미러링 기술의 활용은 교실에 설치된 컴퓨터의 화면을 프로젝터로 비추어 수업하는 것과 기능적으로는 유사하다고 할 수 있다. 그러나 미러링을 활용하면 교사가 수업 시간에 컴퓨터가 설치된 곳에만 머무르지 않고 교실 내에서 자유롭게 이동하며 수업을

진행할 수 있고, 터치 패드를 활용하여 자료를 확대 및 축소하여 보여 줄 수 있기 때문에 그래프나 그림을 설명하기 수월하며, 스마트펜을 사용하여 직접 판서할 수 있기 때문에 기존의 기기들보다 편의성이 높고 활용 범위가 넓다. 교사들도 이러한 장점들을 인식하여 수업에서 활용하고자 하였다.

교사 F: 원노트에 파일을 다운받아서 칠판 대신에 쓰는 거예요. 그래프 같은 것을 설명할 때는 시간을 아낄 수가 있으니까 편하더라고요. 또 한 가지 장점이라면 제가 앞에서 수업을 하는데 뒤에 있는 애들이 좀 긴장을 놓잖아요. 그런데 이거 들고 가서 뒤에서 쓰면서 해봤거든요. 그러니까 애들도 좀 당황하긴 하는데 집중을 갑자기 잘하면서. 이것도 시도해보니 괜찮았어요.

(1차면담 내용 중에서)

교사 E: 교사도 편하고 교육적인 효과도 극대화 되는 거죠. 예를 들어, 사진이나 그림 같은 것을 확대해서 보여주는 건 굉장히 큰 장점이잖아요. 화학에서 전지 모식도 하나만 띄워도 거기에 판서할 수 있고. 이런 것만 되도 굉장히 효과적이니까.

(1차면담 내용 중에서)

또한, 일부 교사들은 학생들이 스마트기기를 통해 더 많은 정보와 자료들을 다룰 수 있도록 하여 수업에 대한 흥미와 이해도를 높였다. B와 G는 QR 코드를 통해 수업 내용과 관련된 링크를 제공하여 학생들이 추가적인 정보를 얻을 수 있도록 하였다. D는 학생들이 직접 스마트 패드를 활용하여 PhET(<http://phet.colorado.edu/ko/>) 사이트에 접속하여 물리 실험과 관련된 시뮬레이션 활동을 하도록 하였다. 또한, 트위터 검색을 통해 최신 과학 기술과 관련된 자료를 학생들에게 보여주고, 핀방 실험을 직접 촬영한 자료를 제공하여 학생들의 수업에 대한 흥미를 높이고자 하였다. 검색 엔진이나 앱을 활용하는 경우도 있었는데, C는 수업 중 질의응답 과정에서 구글(Google)을 활용하여 학생들이 궁금해 하는 내용을 검색하였고, 이를 통해 교사가 직접 설명해주기 어려운 첨단 기술 관련 내용을 학생들에게 즉시적으로 알려줄 수 있었다. 또한, E는 학생들이 검색 엔진을 이용하여 탄화수소의 끓는점을 찾아 분석하는 수행평가를 실시하기도 하였다. 수업 시간에 앱을 활용하는 경우는 적었는데, 소리의 파형을 그려주는 앱을 이용하여 학생들이 파형을 쉽게 이해할 수 있게 하거나(A), 수행평가에서 학생들이 계산기 앱을 사용하도록 한(E) 정도였다. 이러한 측면에 대해 교사들은 다음과 같이 다양한 자료를 제공하여 학생의 이해와 흥미를 높일 수 있고, 학생들이 직접 필요한 자료를 찾을 수 있음을 인식하게 할 수 있으며, 앱을 활용하여 더 편리하게 수업을 할 수 있다고 인식하였다.

교사 C: 교과서에 '그래핀'이 나왔는데, 학생들이 최신 기술에 대해서 관심이 있잖아요. 그러면 기사 같은 것을 검색해서 애들이랑 보면서 얘기도 자연스럽게 나누고 이런 식이에요. 붉은인은 애들이 한 번도 본 적이 없다고 하니까 검색해주고, 흰인 관련된 것은 기사 이런 것들이 있어서 그런 것들을 한 번 보고, 학생들의 흥미를 끌어올리는 거죠. 또 학생들이 집에 가서 검색해보고 나중에 질문도 하고 그러더라고요.

(2차면담 내용 중에서)

교사 E: 자료 조사를 시키는 경우도 있고 QR 코드로 들어가서 자료를 입력하게 하는 경우도 있고, 카톡으로 사진 찍어서 보내게 하는 경우도 있고, 이렇게 여러 가지 종류의 뭔가를 한 거죠. (...) 세계공근을 계산하려면 계산기가 있어야 되요. 그러면 애들이 보통 갖고 있는 계산기로는 안 되죠. 그러니까 이제 사전에 예고를 하는 거지. 공학용 계산기 앱을 깔아 와라. 애들은 아무래도 훨씬 좋죠. 계산기를 굳이 살 필요도 없고, 자기가 뭔가 수업 시간에 할 수 있는 것이 있으니까.

(1차면담 내용 중에서)

종합해보면 학습 기회의 확대는 과학 수업에서 가장 많이 활용되고 있는 스마트교육의 요소라 할 수 있다. 교사들은 스마트교육 도입 이전에도 다양한 멀티미디어 자료를 수업에 활용하였는데, 스마트기기를 활용하여 더 쉽게 다양한 자료를 학생들에게 제공할 수 있게 되었다. 뿐만 아니라, 미러링을 통해 학생들의 활동 결과를 수업 자료로 효과적으로 활용할 수 있게 되었다는 점은 스마트기기 활용의 큰 장점이라 할 수 있다. 그러나 스마트기기만의 장점을 살릴 수 있는 QR 코드나 검색 엔진, 앱 등을 활용하여 수업을 진행하는 경우는 적었다. QR 코드를 사용하면 학생들에게 정보를 좀 더 쉽고 편리하게 제공할 수 있고, 검색 엔진 활용을 통해 학생들의 자기주도 학습을 촉진할 수 있으며, 앱을 활용하면 기존 교실 수업에서는 수행하기 어려운 다양한 학생 활동이 가능해진다(Kim, 2014, Park & Park, 2011). 면담 결과, 많은 교사들이 이러한 유용성에 대해 인식하고 있으나 실제 수업에서 활용하기 위한 구체적인 방안에 대해서는 잘 알지 못하는 경우가 많아 수업에 적극적으로 활용하지 못하였음을 알 수 있었다. 따라서 교사 연수에서 QR 코드나 검색 엔진, 다양한 앱을 활용한 과학 수업의 구체적인 사례를 제공하는 것이 현장에서의 활용도를 높일 수 있는 중요한 방안이 될 수 있을 것이다.

라. 자기주도 학습 지원

자기주도 학습 지원은 학습자가 주도적으로 지식을 창출하여 학습에 반영하고, 학습한 내용을 적용하여 확장시킬 수 있는 기회를 제공하는 것을 말한다(Lim et al., 2013). 예를 들어, 자유탐구 과정에서 클라우드 서비스(cloud service)나 에버노트(Evernote) 등의 앱과 프로그램을 자신의 학습을 정리하고 보관하는 포트폴리오를 만드는 데 이용할 수 있다. 그러나 교사들의 과학 수업이나 수업 외 활동에서 이러한 요소가 전혀 나타나지 않았는데, 대부분 스마트기기를 활용한 자기주도 학습 지원에 대해 인식하지 못하고 있었다. 자기주도 학습은 학생들에게 필요한 주요 역량 중 하나라고 할 수 있으나, 자기주도 학습을 지원하기 위한 구체적인 방안에 대한 정보는 여전히 부족하며, 이를 촉진하기 위한 스마트교육 방안에 대한 고려도 거의 없었다. 스마트기기를 활용하면 비교적 긴 기간 동안 이루어지는 자기주도적 탐구 학습 과정에서 학생들이 자신의 학습을 보다 쉽고 체계적으로 관리할 수 있는 능력을 향상시키는 데 도움을 줄 것으로 기대되므로, 앞으로 스마트기기를 활용한 자기주도 학습 지원 방안에 대한 연구가 계속적으로 이루어져야 할 것이다.

2. 스마트교육의 요소에 대한 교사의 인식 및 요구

과학 수업에서 나타나는 스마트교육의 요소를 분석한 결과, 학습 기회의 확대 요소가 주로 나타났고, 필요할 때 즉시적 상호작용, SNS, 위키 기반의 서비스 등을 이용한 협력적 상호작용, 학습자 수준에 따른 개별화, 학습 공간의 확대 요소도 일부 나타났다. 그러나 교사들은 학습자의 맥락, 상황 및 위치 인식과 자기주도 학습 지원 요소는 거의 활용하지 않고 있음을 알 수 있었다. 이는 스마트교육의 요소들을 학교 현장에서 활용하는데 다양한 현실적 어려움이 있을 뿐 아니라 이들 요소에 대한 교사들의 인식이나 관련 전문성의 부족과도 관련이 있을 것이다. 이에 스마트교육의 요소에 대한 과학 교사의 인식과 수업에서의 활용 가능성, 활용도를 높이기 위한 지원 방안과 연수 등에 대한 요구, 스마트교육에서 강조되어야 할 요소에 대한 의견 등을 조사하였다.

가. 상호작용 지원

1) 필요할 때 즉시적 상호작용

모든 교사들은 이 요소에 대해 알고 있었고 사용해 본 경험과 관계 없이 유용한 요소로 인식하였다. 또한, 활용 경험이 없는 교사들도 과학 수업에서 이 요소의 활용 가능성에 대해 긍정적으로 인식하였다. 예를 들어, B와 E는 클래스팅(Classting)을 이용하면 즉시적 상호작용이 가능할 것이라는 구체적인 사례도 제시하였고, C와 D도 클래스팅을 이용하면 수업 시간에 소집단별 의견이나 개별 학생의 의견을 모으는데 유용할 것이라고 하였다. 학습관리시스템과 SNS의 단점을 보완한 교육용 SNS인 클래스팅은 클래스를 만들어 구성원들이 알림장, 사진첩, 공지사항 등을 공유할 수 있는 시스템으로, 채팅도 가능하므로 질의응답이 이루어지면 그 내용을 모든 구성원들이 공유할 수 있다.

한편, 대부분의 교사들은 이 요소를 수업 외에서 사용할 수 있는 요소로 인식하여 수업 중에 활용하는 것에 대해서는 거의 고려하지 않았다. 실제로 교사들은 학급 청소 지도나 학생 상담에 카카오톡을 사용하는 등, 학급운영에서 이미 즉시적 상호작용의 요소를 많이 사용하고 있었다. 이에 따라 대부분의 교사들이 이 요소의 활용도를 높이기 위한 지원 방안이나 요구를 언급하지 않았다. 즉, 스마트기기를 활용한 과학교육에서 즉시적 상호작용을 중요한 요소로 생각하지 않았으며, G만이 이 요소가 스마트교육에서 강조되어야 한다고 언급하였다.

교사 G: 학생들은 수업 시간에 질문하면 평소에는 대답이 없어요. 그리고 공부한 내용에 대해서 서로 대화도 안 해요. 오늘 배운 내용에 대해서 림프관에는 왜 판막이 있을까 이런 생각을 절대 안하죠. 그런데 핏관이 정말 웃긴 게 애들이 대답은 안 해도 핏관으로는 뭘 써요. 애들이 아날로그적 대화는 안 해도 디지털적 대화는 하는 것이죠. 그런 식으로 뭔가 대화를 이끌어내야 한다는 게 한편으로는 안타깝네요. 얼굴을 보고 비언어적 상호작용도 하면서 하는 대화가 정말 소중한데, 그걸 안 해서 디지털적 대화를 이끌어 내야 된다는 게 굉장히 슬프지만, 그렇게라도 하면 애들이 하나씩 그렇게 해보기도 했어요. 이게 애네들의 방식이구나 하고 생각하기로 했어요.

(2차면담 내용 중에서)

2) SNS, 위키 기반의 서비스 등을 이용한 협력적 상호작용

협력적 상호작용 요소에 대해 긍정적으로 인식한 교사(A-D, G)는 5명, 부정적으로 인식한 교사(E, F)는 2명이었다. 이 요소를 사용해 본 경험이 없는 교사들도 SNS나 위키 기반의 서비스 등을 활용하면 학생들 간의 협력적 상호작용을 촉진할 수 있으므로 조별 과제 수행에 이 요소를 도입하는 것이 좋을 것 같다고 응답하였다. 이 요소에 대해 부정적으로 인식한 교사들은 토론이 많은 국어나 사회 과목과 달리 과학 수업에 활용하기에는 적합하지 않다(F)거나, 모든 학생들이 스마트기기를 소지하고 있지 않기 때문에 사용하기 어렵다(E)고 하였다. 이 요소에 대해 긍정적으로 인식한 교사들도 실제 수업에서의 활용 가능성에 대해서는 우려를 나타냈다. 특히, 스마트교육을 위한 인프라가 학교에 구축되어 있지 않다는 점에 대한 언급이 많았는데, 수업에 필요한 스마트기기의 공급이 어렵고 무선인터넷을 위한 와이파이 환경이 구축되어 있지 않으며(A, D, F, G), 학교의 정책에 따라 수업 시간에 학생의 스마트기기 소지가 금지된 경우가 많아(C, E) 수업에서 실제로 활용하는데 한계가 있다고 인식하였다.

교사 C: 사실 저희가 기기 소지 금지 학교예요. 그래서 아주 특별할 때는 담당 선생님 묵인 하에 사용할 수 있구요. (...) 애들이 이제 묵인 하에 가져와요. 걸리면 내가 케어해 주겠다고 해서 조별로 하나씩만 가져오게 하는데, 이것도 어려운거예요. 학교에서 이제 스마트기기를 샀으면 좋겠다고 해서 샀는데, 딱 하나 샀어요. 5-6개는 사야 되는데 안 사주려고 하더라고요. 그래서 그 환경 구축하는 것이 가장 큰 과제예요.

(2차면담 내용 중에서)

교사 F: 저희는 교실에 인터넷 자체가 없거든요. 교실에 인터넷이 안 되서 소수 젊은 선생님들만 컴퓨터, 인터넷으로 설명하시고 인터넷 쓰려면 테더링을 해요. 그러니까 일단 교실에 인터넷이 되어야지 뭐를 할 수가 있을 것 같아요. 애들은 매년 데이터가 없다고 하고, 교사가 테더링해 주고. 그 문제가 해결되어야 스마트폰으로 해볼 텐데.

(2차면담 내용 중에서)

그러나 이러한 현실적 제약에도 불구하고 두 교사(B, C)는 현재 교육의 추세가 학생간의 상호작용을 강조하고 있고, 협력학습을 통해 성취 수준이 낮은 학생의 학습을 도울 수 있으며 협력학습의 결과물을 평가에 활용할 수 있기 때문에, 이 요소가 앞으로 스마트교육에서 강조되어야 하며 지원이 필요하다고 하였다. 이러한 맥락에서 협력적 상호작용의 중요성을 강조하고 스마트기기를 활용하여 학생들의 협력적 상호작용을 촉진할 수 있다는 것을 인식시키며(D) 구체적인 수업 사례나 활용 방안을 실제로 보여주는(C) 교사 연수가 필요하다는 요구가 있었다. 또한, 수업 시간에 협력적 상호작용 요소를 활용할 수 있도록 학교 내 와이파이를 개방하고(G), 스마트폰을 학습에 방해되는 도구로 보고 사용을 제한하는 교칙 등을 완화해야 할 필요가 있다(E)는 의견도 제시하였다.

교사 C: 조별로 협력하는 수업을 하다보니까 애들이 실제로 얻어가는 것이 많은 것 같아요. 개념 정리를 할 때도 확실히 내가 가르쳤던 애들이

듣고는 있지만, 특히, 하위권 애들이 실제로 알아듣고 있는지 의심이 될 때가 있어요. 그런데 조별로 시켜보면 개네가 모르는 게 확실히 티가 나요. 그래서 다른 애들이 개를 케어를 해주는 것들이 가능하도록, 협력을 강조하는 방향으로 스마트교육이 지원을 해야 되지 않나 싶어요. 협력 자료를 남겨놓으면 평가도 훨씬 쉬워지고.

(2차면담 내용 중에서)

나. 지능적 맞춤형을 통한 학습 효과의 극대화

1) 학습자 수준에 따른 개별화

학습자 수준에 따른 개별화 요소에 대해 긍정적으로 인식한 교사(A-C, F, G)가 5명, 부정적으로 인식한 교사(D, E)가 2명이었다. 이 요소를 활용한 경험이 없는 교사들도 학생의 학습 결과를 스마트기기를 사용하여 쉽게 수집할 수 있다면 학생의 수준에 적합한 자료를 제공할 수 있을 것(A, B)이며, 성취 수준이 낮은 학생에게 개별화의 효과가 클 것(C)이라는 점에서 이 요소에 대해 긍정적으로 인식하였다. 부정적인 인식을 지닌 교사들은 학습 결과를 수집하더라도 스마트기기를 활용하여 학습자 수준에 맞는 개별적인 피드백을 제공하기 어렵다는 점을 문제로 지적하였다. 이는 개별적인 피드백을 제공할 수 있는 프로그램이나 앱을 교사가 직접 제작하기 어렵고, 현행 교육과정이나 학교 수업의 형태, 평가 방식을 고려할 때 개별화 요소를 수업에 적용하기 어렵다(D)거나, 수업 시간에 모든 학생이 스마트기기를 소지하고 사용할 수 있는 환경이 구축되어 있지 않다(E)는 것과 같이 이 요소를 적용할 수 있는 여건이 교육 현장에 갖춰져 있지 않다고 생각하기 때문이었다.

그러나 다수의 교사들은 여러 현실적인 어려움에도 불구하고 수집한 학습 결과를 바탕으로 학생의 수준에 맞는 자료를 제공할 수 있는 스마트교육 프로그램이 제공된다면 과학 수업에서 충분히 활용이 가능하다고 보았다. 교사들은 학습자 수준에 따른 개별화 요소를 구현하기 위한 구체적인 방안들을 제안하기도 하였다. 예를 들어, 디지털 교과서와 관련된 앱인 위두랑(Wedorang)을 활용하면 디지털 교과서에 학생이 기록한 정보를 수합하여 학생의 학습 상태를 확인할 수 있고 교사가 피드백을 제공할 수도 있다(A)고 하였다. 또한, 성취 수준이 낮은 학생들이 개별화된 피드백을 바탕으로 반복 학습을 하도록 하거나(C), 수집한 자료를 바탕으로 학생의 수준을 고려하여 소집단을 구성하고 수준에 적합한 자료를 제공하는(G) 등의 구체적인 교수전략도 제시하였다. 이러한 관점에서 F는 과학 수업에서 학생 간의 수준 차이가 크다는 문제를 극복하기 위한 대안으로서 학습자 수준에 따른 개별화를 지향하는 방향으로 스마트교육이 발전해야 한다고 주장하기도 하였다.

교사 F: 애들도 격차가 너무 커요. 일만고도 문제가 다 그렇잖아요. 그러니까 수업을 어느 수준에 맞춰야 할지 모르는 거죠. 국영수 같은 경우에는 수준별 수업을 하는데 과학은 안하잖아요. 솔직히 국영수를 빼면 나머지 과목은 수준별로 수업을 해줄 수도 없는 거고, 어디다 기준을 뒤야 될지 모르겠으니까 (...) 제가 지금 조별 학습도 해서 그나마 학생들이 최선을 다하게 하려고 노력하고 있는데, 스마트기기로 형성평가 같은 것을 만들 수 있다면, 개인별로 만들어서 애는 이 부분이 약하구나,

애는 다 약하구나, 이런 식으로 파악할 수 있으니까 좋을 것 같아요. (2차면담 내용 중에서)

한편, 교사들(C, E)은 이 요소를 과학 수업에서 활용하기 위해서는 개별 교사의 노력보다는 적절한 스마트교육 환경을 구축하기 위한 교육청의 행정적 지원이나 스마트교육 선도 교원의 도움과 같은 외부의 지원이 필요하다고 하였다. 또한, 디지털 교과서와 같이 학생의 학습 결과를 쉽게 수집할 수 있는 도구가 제공될 필요가 있으며(A), 교내 무선인터넷 규제나 클라우드 사용 금지와 같은 학교의 관련 정책에 변화가 필요하다(B, F)고 하였다. 교사 연수와 관련해서는 연수에서 실제 수업에서 활용할 수 있는 구체적인 자료를 제공함으로써 교사들이 스마트기기를 사용한 개별화의 유용성을 직접 느낄 수 있도록 해야 한다(C)는 의견이 있었다.

2) 학습자의 맥락, 상황 및 위치 인식

학습자의 맥락, 상황 및 위치 인식 요소에 대해서는 대부분의 교사들(A, B, D-G)이 긍정적으로 인식하였으며, 주로 교실 밖 학습에서 유용할 것이라고 생각하였다. A는 연수에서 이 요소를 처음 접하고 자신의 위도와 경도를 찾는 앱을 직접 사용해 보았는데, 이를 통해 현장 학습에서 충분히 활용이 가능하다고 생각하게 되었다. 다른 교사들도 실제 활용 경험은 없었지만 현장 학습 과정에서 스마트기기를 사용하여 학생들의 위치에 적절한 학습 자료를 제공하는 것에 대해 긍정적으로 인식하였다. 예를 들어, 암석 단원과 같이 학생이 특정 장소에서 관찰 활동을 하는 것이 효과적인 경우, GPS를 활용한 앱을 통해 학생의 위치를 인식하여 학습 자료를 제공하는 것이 유용할 것(F, G)이라고 하였다. 그러나 이 요소를 실제로 활용한 교사는 없었는데, 이는 활용할 수 있는 앱에 대해 잘 알지 못하였고, 직접 앱을 개발할 수도 없기 때문이었다(A, D-F).

교사 F: 적용이 가능하긴 하겠지만, 만약에 이걸 사용할 것이라면 교사 개인이 만드는 것이 아니라 교육청이나 어디 한 군데서 만들어서 제공해주는 형태가 되어야 할 것 같아요. 교사들에게 직접 만들어 사용하라고 하면 만드는 방법도 모르고 노력이 많이 들어가서 아무도 안할걸요? 저는 이런 앱 만드는데 관심이 많아서 외부 활동에서 만들어본 적이 있지만, 직접 앱 개발을 한다는 것이 보통 교사들에게는 말도 안 되는 일이지요.

(2차면담 내용 중에서)

한편, 교사들은 향후 이 요소의 활용 가능성에 대해 긍정적으로 인식하였고, 구체적인 활용 방안에 대한 의견도 제시하였다. 예를 들어, GPS 기술을 도입하여 학습자가 특정 장소에 도착하였을 때 그 장소에 적절한 학습 자료가 제공되도록 하거나(B, D, E, G), 교사가 특정 장소에 미리 설치해둔 NFC(near field communication)에 학생들이 스마트기기를 접촉하여 학습 자료를 확인할 수 있고(A), 근거리 무선 통신 기술인 비콘을 활용하여 음식점 근처에서 쿠폰이 스마트기기에 자동으로 제공되는 것처럼 비콘이 활성화되는 영역에서 학습 자료가 제공되도록 할 수 있다(G)고 하였다. 이상에서 알 수 있듯이 이 요소는 학습자 수준에 따른 개별화 요소와 마찬가지로 교사가 활용할

수 있는 앱을 제공하는 것이 가장 중요하다고 할 수 있다. 현행 교사 연수에서 이 요소를 다루고 있으나 이것만으로는 부족하므로, 교사들이 활용할 수 있는 다양한 앱을 개발하고 활용 방법에 대하여 좀 더 구체적으로 안내할 필요가 있을 것이다.

다. 학습자원 확장을 통한 학습 공간 및 기회의 확대

대부분의 교사들이 학습 공간의 확대와 학습 기회의 확대 측면을 구분하여 생각하지 않았고 학습 기회의 확대 요소에 중점을 두고 응답하였다. 모든 교사들이 이 요소를 활용한 경험이 있었고 긍정적으로 인식하였을 뿐 아니라, 과학 수업에서의 활용 가능성도 높다고 생각하였다. 그러나 스마트교육에서 향후 이 요소를 중시해야 한다고 응답한 교사(B)는 1명뿐이었는데, 이는 교사들이 이미 수업에서 이 요소를 활용하고 있는 경우가 많아 쉽게 활용이 가능한 요소라고 인식하고 있기 때문인 것으로 보인다.

교사 B: 스마트교육에서 사용하는 첨단 기기들이 결국은 학습 기회의 평등을 가져올 것이라고 생각해요. 스마트기기를 사용하면 학생들이 학습 자료에 대한 접근 기회가 이전보다 동등해지니까. 정보에 차별을 받지 않고 동등한 기회로 이렇게 자료에 접근하면 스마트교육의 다른 요소들도 발전하지 않을까 생각해요.

(2차면담 내용 중에서)

한편, 교사들이 이미 이 요소를 활용하고 있는 경우가 많아 어려움 보다는 지원에 대한 다양한 요구가 있었다. A와 C는 학생들이 스마트기기를 사용하여 인터넷 검색을 하는 과정에서 유해한 자료가 검색되는 경우가 있고, 한글로 된 양질의 자료를 제공하는 데이터베이스가 부족하다고 하였다. 또한, 학생들이 특정 포털 사이트에서만 검색하는 것에 의존하는 경향이 있고 자료를 검색하는 능력이 부족하기 때문에, 보다 넓은 의미에서 학습의 기회를 확대하기 위해서는 학생들이 필요한 자료를 스스로 검색할 수 있도록 가르치는 것이 중요하다(A, D, E, G)고 생각하였다. 따라서 학생들의 자료 검색 능력을 향상시키기 위한 교육이 필요하다고 생각하였는데, 과학 수업 시간보다 기술 가정이나 컴퓨터 수업 시간에 관련 교육이 이루어져야 한다고 생각하였다. 이외에도 다른 요소에서와 마찬가지로 구체적인 활용 방안과 실제 수업에 적용된 사례를 많이 제공하여 연수를 받는 교사들이 이 요소의 유용성을 인식할 수 있도록 하는 것이 필요하다(B, C)고 응답하였다. 또한, 스마트기기를 활용한 수업에서 활용할 수 있는 양질의 자료를 확보하여 제공하는 것이 매우 중요하므로, 과학 교사들 간의 자료 공유를 활성화하고(F, G), 스마트교육 선도 교사나 스마트교육 교사연구회 등이 스마트교육과 관련된 양질의 자료를 제작할 수 있도록 지원하는 것도 필요하다(B, F)고 하였다.

라. 자기주도 학습 지원

모든 교사들은 이 요소를 활용한 경험이 없었고 면담을 통해 처음 접한 것으로 나타났으나, 한 명의 교사(F)를 제외한 모든 교사가 긍정적으로 인식하였다. 이 요소에 대한 설명을 들은 교사들은 학생들이 스마트기기를 활용하여 한 학기동안 배운 것에 대한 포트폴리오를 평

가 자료로 활용할 수 있다는 점(C, E), 학생이 한 학기동안의 학습 결과를 정리하는 데 도움이 될 것이라는 점(B)에서 긍정적으로 생각하였다. 또한, 평생 학습의 측면에서 학생이 자기주도 학습을 실천할 수 있도록 도와주는 차원에서 이 요소를 강조해야 하고(G), 자기주도 학습이 점점 더 중시되고 있기 때문에 자기주도적 학습 태도를 길러줄 수 있도록 이 요소를 강조해야한다(D)고 생각하였다. 교사들은 이 요소를 실제 학습에 적용하기 위한 구체적인 방안을 언급하기도 하였는데, 학생들이 한 학기 동안 아이북오서(Ibooks author)를 이용해 학습한 글, 사진, 영상 등을 정리하여 하나의 책처럼 구성하도록 하거나(G), 에버노트를 사용하여 필요한 자료들을 링크시켜 한 번에 볼 수 있는 포트폴리오를 제작하도록 하거나(C), 원드라이브(Onedrive)에 학습한 자료를 모으도록 하면 지속적인 수행평가가 가능하다고 하였다. 반면, 이 요소에 대해 부정적으로 인식한 F는 학생이 스스로 포트폴리오를 만드는 능력이 부족한 경우가 대부분이므로 이 요소를 실제로 활용하기는 어려울 것이라고 응답하기도 하였다.

앞으로 스마트교육에서 이 요소를 중점적으로 발전시켜야 한다고 응답한 교사(A, D, E, G)는 4명이었다. A는 스마트교육의 다른 요소들이 궁극적으로는 자기주도 학습 지원을 위해 필요한 것이라고 하였으며, D도 스마트교육의 요소 중 자기주도 학습 지원은 학습자의 학습 의지와 관련된 것이므로 스마트교육을 통해 자기주도 학습의 의지를 높일 수 있다면 다른 요소들도 같이 발전할 것이라고 A와 유사한 생각을 밝혔다. E는 학생들이 스마트기기를 잘 활용하면 필요한 자료를 쉽게 얻어 학습에 활용하는 등의 자기주도 학습이 가능할 것이기 때문에, 다른 요소들에 비해 이 요소는 바로 활용이 가능하다고 생각하였다. G는 스마트기기를 사용하면 필기를 여러 번 할 필요도 없고, 학습에 필요한 자료의 수집과 활용이 용이하므로 효율적인 학습이 가능하다고 하였다.

교사 A: 자기주도 학습이 되려면 나에게 맞는 맞춤형이 당연히 필요할 것이고, 자기 생각만으로 공부하면 오류가 생길 수도 있으니 그 과정에서 협력적 상호작용을 통해서 스스로에게 피드백을 줄 수 있고요. 그리고 자기주도 학습을 하는데 공간이나 기회의 제한이 있을 수 없잖아요? 궁극적으로 자기주도 학습을 지향하는 방향으로 발전할 것이라고 생각해요.

(2차면담 내용 중에서)

교사 G: 저는 자기주도 학습에 스마트기기가 굉장히 도움이 될 것이라고 생각하는데요, 아이북오서나 퀵렛 등의 다양한 앱을 활용하면 일일이 필기하지 않아도 내가 배운 내용을 데이터베이스화 해서 문제도 만들고 공부도 할 수 있는 방법이 굉장히 많아요. 앱을 활용해서 지루하지 않게 학습할 수 있고, 학습 결과도 누적하여 볼 수 있어요.

(2차면담 내용 중에서)

과학 교수학습에서 이 요소가 잘 실행되도록 하기 위해서 B와 F는 교사가 포트폴리오를 위한 틀을 제시해주어야 한다고 하였다. 즉, 학생들에게 포트폴리오의 양식이나 스마트기기를 사용한 포트폴리오 제작 방법 등을 제공할 필요가 있다고 응답하였다. 또한, 다른 요소에서와 마찬가지로 효과적인 실행의 사례를 연수에서 제시해 줄 필요가 있다는 의견(E)이 있었다. 같은 맥락에서 G는 스마트교육 선도 교원에 대한 지원 등을 통해 이미 스마트교육을 잘 실행하고 있는 교사들이

실제로 활용이 가능한 자료를 만들 수 있게 하는 것이 좋을 것이라고 하였다. 또한, D는 실제 사례를 보여주는 것과 함께 교사들의 스마트교육과 자기주도 학습의 중요성에 대한 인식을 높이기 위한 연수가 우선 되어야 한다고 하였다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 스마트기기를 활용한 과학 수업을 실행하고 있는 과학 교사들의 수업 사례를 스마트교육의 요소에 따라 분석하고, 심층 면담을 통하여 과학 교사들이 겪는 어려움과 요구, 과학교육에서 스마트교육의 적용 방안에 대한 교사들의 인식을 조사하였다. 연구 결과, 모든 과학 교사들은 학습자원 확장을 통한 학습 공간 및 기회의 확대 중 학습 기회의 확대 요소를 수업에서 주로 활용하였는데, 스마트기기를 사용하여 학생들에게 다양한 자료를 제공하거나 미러링 기술을 사용하여 학생의 활동 결과를 수업 자료로 활용하였다. 또한, 학습자 수준에 따른 개별화 측면에서 다양한 앱을 활용하여 학생들의 학습 결과를 수집하여 피드백을 하였다. 필요할 때 즉시적 상호작용 요소는 모든 교사들이 활용하였으나 단순한 수준의 질의응답이 일어나는 정도였고, SNS, 위키 기반의 서비스 등을 이용한 협력적 상호작용 요소를 활용하는 경우는 적어서 스마트기기가 상호작용 지원을 위해 효과적으로 활용되고 있지 못하였다. 학습자의 맥락, 상황 및 위치 인식과 자기 주도적 학습 지원 요소에 대해서는 대부분의 교사들이 인식하지 못하였다. 스마트교육의 요소에 대한 인식과 과학교육에서 스마트교육의 적용 방안에 대한 의견은 다양하였는데, 교사들은 현재 학생들에게 다양한 자료를 제공하거나 학습자의 수준을 판단하기 위해 스마트기기를 활용하고 있으나 향후 학생들의 협력적 상호작용과 자기주도 학습을 돕는 방향으로 스마트교육이 발전할 필요가 있다고 생각하는 경우가 많았다. 또한, 이를 위한 교사 연수 내용과 물리적인 지원에 대한 다양한 요구가 있었다.

이러한 연구의 결과를 바탕으로 과학교육에서 스마트교육을 정착시키고 활성화하기 위한 방안에 대한 다양한 제언을 할 수 있다. 첫째, 과학교육에서 스마트교육이 학생들의 협력적 상호작용과 자기주도 학습을 촉진할 수 있는 방향으로 발전하기 위해서는 이에 대한 교사들의 인식을 높이는 것이 선행되어야 한다. 스마트교육은 과학 교사들 사이에서 그 필요성에 대한 의견이 분분하므로, 스마트교육이 단순히 스마트기기를 사용하여 학생의 이목을 끌기 위한 것이 아니라 학생들의 협력적 상호작용과 자기주도 학습을 촉진하기 위해 효과적으로 활용될 수 있다는 것을 교사들이 인식하고 이를 실행할 수 있도록 지원할 필요가 있다. 따라서 과학 교사 연수에서는 스마트교육의 정의나 관련 앱을 소개하는 것에서 더 나아가 학생들의 협력적 상호작용과 자기주도 학습의 촉진을 위한 스마트기기의 활용에 대해 강조해야 할 것이다.

둘째, 과학 수업에서 효과적이고 실행 가능성이 높은 스마트교육 방안에 대한 실제적인 고려를 바탕으로 한 체계적인 교사 연수가 필요하다. 현행 스마트교육 관련 교사 연수는 교과 구분 없이 스마트교육의 정의나 일반적인 활용 사례를 제시하고 수업에서 활용할 수 있는 앱을 소개하는 방식으로 이루어지고 있다. 그러나 본 연구에 참여한 교사들도 문제를 제기하였듯이, 이러한 연수 내용은 과학 수업에서 교사가 스마트기기를 실제로 어떻게 활용해야 하는지에 대한 구체적인 정보를 제공하는데 한계가 있어 교사의 스마트교육 관련 전문성을 향상시

키는데 효과적이지 못하다. 따라서 과학교육의 맥락에서 스마트교육의 구체적인 실천 방안과 실제 사례를 보여주는 실용적인 연수가 필요하다. 즉, 연수에서 과학 수업에 어떤 앱을 활용할 수 있고 어떤 교수전략과 연결시킬 수 있는지에 대한 구체적인 사례를 제공하는데 중점을 두으로써 연수에 참여한 과학 교사들이 쉽게 자신의 수업에 적용할 수 있도록 한다면 수업 전문성 향상에 실질적인 도움이 될 것이다.

셋째, 스마트교육 선도 교사에 대한 적극적 지원을 통해 스마트교육에 대한 과학 교사의 전문성 향상을 꾀할 필요가 있다. 본 연구에 참여한 교사들도 스마트교육에 대한 경험과 전문성의 수준에 편차가 있었으며, 주로 교사 개인의 관심을 바탕으로 스마트교육을 실행하고 있는 상황이어서 다른 교사의 도움이 필요함을 인식하고 있었다. 이는 스마트교육에 대한 전문성을 바탕으로 학교 현장에서 이를 실행하고 있는 스마트교육 선도 교사가 스마트교육을 다른 과학 교사들에게 전파하는데 중요한 역할을 할 수 있음을 의미한다. 이들은 스마트교육 교사 연구회 등을 통해 과학 수업에 활용할 수 있는 앱을 개발하거나 교수학습 프로그램을 제작하는 등 스마트교육을 실제 과학 수업에 적용하기 위한 콘텐츠를 제공할 수 있으며, 자신의 스마트교육 경험과 노하우를 교사 연수나 멘토링을 통해 다른 과학 교사들에게 전달할 수도 있다. 따라서 스마트교육 선도 교사가 과학 교사의 스마트교육에 대한 전문성 향상을 위한 역할을 할 수 있도록 충분한 행정적 지원이 필요하다고 생각된다.

넷째, 학교 과학 수업에서 스마트교육을 효과적으로 실행할 수 있는 환경의 구축이 필요하다. 본 연구에 참여한 교사들은 학교에서 스마트교육의 실행을 저해하는 제약이 많아 개선이 필요하다고 하였다. 특히, 수업에서 스마트기기를 사용하여 수업을 진행하기에는 스마트폰이나 패드 등과 같은 스마트기기가 부족하고, 와이파이와 같은 무선 인터넷을 사용하기 어려우며, 미러링 기술을 효과적으로 활용하기 위한 영상 출력 장치가 부족하다는 등 스마트교육과 관련된 학교의 물리적 환경에 대한 문제를 제기하는 경우가 많았다. 또한, 수업 시간에 학생들의 스마트기기 사용을 규제하는 학교의 규정 때문에 스마트기기를 사용한 수업을 효과적으로 실행하기 어려운 경우도 많았다. 따라서 학교 현장에서 스마트교육의 정착을 위해서는 스마트교육을 위한 인프라 구축이 시급하다고 할 수 있다. 이를 위해서는 개별 교사의 노력을 넘어 교육 당국의 행정적 지원과 학교 관리자를 비롯한 전체 학교 구성원의 스마트교육 실행에 대한 합의가 필요하므로 향후 이에 대한 논의가 계속되어야 한다고 본다.

본 연구는 스마트기기를 활용한 과학 수업의 실제 사례를 수집하여 현장성 높은 스마트기기의 활용 방안에 대한 정보를 얻었고, 이를 효과적으로 실행하기 위해 필요한 물리적인 지원과 교사 연수 내용에 대한 요구 등에 대한 과학 교사들의 의견을 심층적으로 조사하였으므로 그 의미가 크다고 할 수 있다. 그러나 학교 과학 수업에 적합한 스마트교육의 형태와 효과적인 스마트교육 교수전략에 대한 정보는 여전히 부족한 실정이므로, 앞으로 이에 대한 연구들이 지속적으로 이루어져야 할 것이다. 예를 들어, 교수학습의 관점에서 스마트기기를 활용한 과학 수업의 의미와 한계점을 분석하고, 이러한 수업이 학생들의 학습에 미치는 영향을 조사하는 심층 연구가 이루어질 필요가 있다.

또한, 본 연구에서 스마트기기를 활용한 과학 수업에 관심을 갖고 지속적으로 수행하고 있는 과학교사들의 사례를 통해 과학교육에서 스마트교육의 요소를 구체화하고 관련 예시들을 충분히 수집하였으

로, 이를 바탕으로 다수의 과학교사를 대상으로 전반적인 상황을 파악하기 위한 설문 연구를 수행할 수 있을 것이다. 예를 들어, 과학교육에서 스마트교육의 요소와 그 예시를 구체적으로 제시하면서 각 요소별로 과학교사들의 인식과 실행 경험, 교육적 효과와 실행 과정에서 겪는 어려움, 해당 요소의 실행 가능성, 과학교육에서 스마트교육의 적용 방안, 교사 연수나 지원의 방향 등을 묻는 설문지를 제작하여 조사한다면 유의미한 결과를 도출할 수 있을 것으로 기대된다. 앞으로 본 연구의 결과와 추후 연구들로부터 유용한 시사점을 얻음으로써 과학 교사의 스마트기기를 활용한 수업 전문성을 효과적으로 향상시킬 수 있는 교사 연수를 개발하고 발전시켜 나가야 할 것이다.

국문요약

이 연구에서는 스마트기기를 활용한 과학 수업의 사례를 분석하고, 스마트교육의 실행에서 과학 교사들이 겪는 어려움과 교육 요구, 과학 교육에서 스마트교육의 적용 방안에 대한 교사들의 인식을 조사하였다. 연구 참여자는 서울 지역의 과학 교사 모임에서 스마트교육 관련 소모임에 참여하고 있는 교사 7명이었다. 교사들이 수업에 사용한 교수학습 자료를 수집한 후 스마트기기를 사용한 실제 수업에 대해 1차 면담을 실시하였다. 그리고 이 자료들을 종합적으로 분석하여 과학교육에서 스마트교육의 요소별 정의를 정교화 하였다. 이를 바탕으로 2차면담에서 스마트기기를 활용한 과학 수업에 대한 교사들의 응답 내용을 귀납적으로 범주화하여 분석하였다. 연구 결과, 모든 교사들이 필요할 때 즉시적 상호작용 요소를 활용하였으나, 질의응답이 일어나는 정도의 단순한 수준이었다. SNS, 위키 기반의 서비스를 이용한 협력적 상호작용 요소를 활용하는 경우는 적어서 스마트기기가 상호작용 지원을 위해 효과적으로 활용되고 있지 않았다. 또한, 대부분의 교사들이 학습자 수준에 따른 개별화 측면에서 학생들의 학습 결과를 수집하여 피드백을 하였으나, 학습자의 맥락, 상황 및 위치 인식 요소에 대해서는 인식하지 못하였다. 모든 과학 교사들은 학습 기회의 확대 요소를 수업에서 주로 활용하였으나, 자기주도 학습 지원 요소에 대해서는 인식하지 못하였다. 과학 교사들은 현재 학생들에게 다양한 자료를 제공하거나 학습자의 수준을 판단하기 위해 스마트기기를 활용하고 있으나, 향후 스마트교육이 학생들의 협력적 상호작용과 자기주도 학습을 돕는 방향으로 발전할 필요가 있다는 의견을 많이 제시하였다. 그리고 이를 위한 교사 연수와 환경적인 지원에 대한 다양한 의견을 제시하였다. 이러한 연구 결과를 바탕으로 과학교육에서 스마트교육을 정착시키고 활성화하기 위한 방안에 대해 논의하였다.

주제어 : 스마트교육, 스마트기기, 과학 교사, 교육 요구

References

Bogdan, R. C., & Biklen, S. (2006). *Qualitative research for education: An introduction to theory and methods*. Needham Heights, MA: Allyn & Bacon.

Charitonos, K., Blake, C., Scanlon, E., & Jones, A. (2012). Museum learning via social and mobile technologies: How can online interactions enhance the visitor experience? *British Journal of Educational Technology*, 43(5), 802-819.

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.

Gim, W.-H., Seo, J.-H., & Kim, Y.-J. (2011). A study on the use of ICT in middle school science class. *Journal of Education Research*, 51, 181-204.

Huang, Y. M., Lin, Y. T., & Cheng, S. C. (2010). Effectiveness of a mobile plant learning system in a science curriculum in Taiwanese elementary education. *Computers & Education*, 54(1), 47-58.

Ihm, H. J. (2014). A study of the elementary english digital textbook-based instruction and learning model for multiliteracy education. *The Journal of Korea Elementary Education*, 25(1), 261-275.

Jo, J., & Lim, H. (2012). A conceptual model of smart education considering teaching-learning activities and learner's characteristics. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 15(4), 41-49.

Johnson, L., Adams, B. S., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A., & Ludgate, H. (2013). *NMC horizon report: 2013 higher education edition*. The New Media Consortium.

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.

Joo, Y. J., & Lim, E. (2015). Factors influencing learners' satisfaction of using digital textbooks in a middle school science class. *Research Institute of Curriculum Instruction*, 19(2), 239-257.

Jung, M.-S., & Lee, D.-S. (2014). A qualitative case study on the teaching experiences of leader teachers in smart education. *The Journal of Educational Research*, 12(3), 85-104.

Kang, J.-H. (2011). A study on utilizing SNS to vitalize smart learning. *Journal of Digital Convergence*, 9(5), 265-274.

Kil, S., An, J., Min, K., Ryu, N., & Park, S. (2012). A study on practical use of smart pad as a learning assistant device: In computer practice classes. *Design Convergence Study*, 11(2), 3-16.

Kim, M., & Choi, J. (2012). Development and application of a geographic learning model using smartphone GPS. *Social Studies Education*, 51(3), 73-85.

Kim, M. Y., & Bae, Y. (2012). Development of a smart education model for field application of smart education. *Journal of Korean Society for Internet Information*, 13(5), 77-92.

Kim, T. J. (2014). New educational model with QR code and smart phone. *Korean Journal of Russian Language and Literature*, 26(2), 3-34.

Kim, Y., & Shon, J. G. (2011). A study of design of K-12 e-learning system for utilization smartphone. *Journal of Korean Society for Internet Information*, 12(4), 135-143.

Korea Education and Research Information Service (KERIS) (2013). *A study of instructional models using digital textbooks: Secondary school education*, CR 2013-6, Seoul, Korea.

Kwon, S., Lee, J., Han, S., Koo, Y. M., Han, I., Bhang, S., & Park, S.-A. (2014). Teachers perception on smart education: Based on the analysis of importance and performance. *Journal of Educational Methodology Studies*, 26(1), 65-89.

Lee, J., & Choi, J. (2012). Implementation of application for vocabulary learning through analysis of users needs using smart phone. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 15(1), 43-53.

Lee, S.-K., & Ryu, H. (2013). Suggestion on the key factors of smart education. *Journal of the Korean Association of Information Education*, 17(2), 101-113.

Leem, J., & Ahn, S. (2014). A qualitative study on educational usefulness and problems of smartpad-based instruction in elementary school. *Journal of the Korean Association of Information Education*, 18(1), 75-87.

Lim, B., Leem J., & Sung, E. (2013). What is the concept of smart education and the typology of smart education contents? *Journal of Educational Technology*, 29(3), 459-489.

Lim, G. (2010). A case study on a learning with social network services on smartphones: Communication contents and characteristics analyses of the applications. *The Korean Journal of Educational Methodology Studies*, 22(4), 91-114.

- Lim, H.-Y., & An, H.-S. (1999). Development of computer assisted instruction program in multimedia environment and its effects on science achievement and attitude towards science learning. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 19(4), 595-603.
- Liu, T.-C., Peng, H., Wu, W.-H., & Lin, M.-S. (2009). The effects of mobile natural-science learning based on the 5E learning cycle: A case study. *Educational Technology & Society*, 12(4), 344-358.
- Ministry of Education, Science and Technology (2009). Science curriculum. No. 2009-41, Seoul, Korea.
- Ministry of Education, Science and Technology (2011). A strategy of promoting smart education, Seoul, Korea.
- Park, J.-H., & Park, D.-W. (2011). Suggestion of new educational model with smart phone and QR code: Integration of mobile device, QR code and the book-type textbooks. *Journal of the Korean Society of Computer and Information*, 16(10), 155-164.
- Park, J. Y., & Kim, H. (2011). A study on art marketing trends to improve brand awareness: Around domestic a science museum app UI design. *Korea Science & Art Forum*, 8, 89-102.
- 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.
- Shih, J.-L., Chuang, C.-W., & Hwang, G.-J. (2010). An inquiry-based mobile learning approach to enhancing social science learning effectiveness. *Educational Technology & Society*, 13(4), 50-62.
- Yang, Y. K., & Lee, B. Y. (2014). The study of development for science convergence edutainment smart contents based on storytelling. *Korea Science & Art Forum*, 15, 319-331.
- Yoo, K.-J. (2012). A study on the development of program by using smart phones and tablet PC and its effects on scientific thinking of young children. *The Journal of Korea Open Association for Early Childhood Education*, 17(3), 85-110.
- Yoo, M.-H., & Park, H.-J. (2011). The effects of science class using multimedia materials on high school students' attitude toward science. *Journal of Science Education*, 35(2), 1-12.