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

스마트 기기 도입이 과학탐구 활동을 어떻게 변화시킬 것인가? -교육대학원 초등과학 전공 교사의 인식 사례를 중심으로-

장진아[1], 정용재[2*]
[1]서울대학교 교육종합연구원, [2]공주교육대학교

How does the introduction of smart technology change school science inquiry?: Perceptions of elementary school teachers

Jina Chang[1], Yong Jae Joung[2*]
[1]Center for Educational Research Seoul National University, [2]Gongju National University of Education

ARTICLE INFO

Article history:
Received 14 March 2017
Received in revised form
4 April 2017
18 April 2017
Accepted 19 April 2017
Keywords:
smart technology, science inquiry activities, teacher perceptions

ABSTRACT

The purpose of this study is to explore the changes caused by using smart technology in school science inquiry. For this, we investigated 12 elementary school teachers' perceptions by using an open-ended questionnaire, group discussions, classroom discussions, and participant interviews. The results of this study indicate that the introduction of technology into classroom inquiry can open up the various possibilities and can cause additional burdens as well. First, teachers explained that smart technology can expand the opportunities to observe natural phenomena such as constellations and changing phases of the moon. However, some teachers insisted that, sometimes, learning how to use new devices disrupts students' concentration on the inquiry process itself. Second, teachers introduced the way of digital measurement using smart phone sensors in inquiry activities. They said that digital measurement is useful in terms of the reduction of errors and of the simplicity to measure. However, other teachers insisted that using new devices in classroom inquiry can entail additional variables and confuse the students' focus of inquiry. Communication about inquiry process can also be improved by using digital media. However, some teachers emphasized that they always talked about both the purpose of using SNS and online etiquettes with their students before using SNS. Based on these results, we discussed the necessity of additional analysis on the various ways of using digital devices depending on teachers' perceptions, the types of digital competency required in science inquiry using smart technology, and the features of norms shaped in inquiry activities using smart technology.

Ⅰ. 서론

정보통신기술의 급격한 발달은 21세기의 교육을 변화시키고 있다(Gillet *et al*., 2013, Hwang, 2014). 이러한 변화는 단지 교수학습 자료나 도구의 변화를 넘어서서 학습 환경, 학습 체제, 교수학습 과정, 교실 내 소통 구조, 평가 구조 등 교육의 총체적인 변화를 포함하고 있다(Brady *et al.*, 2010; Johnson *et al.,* 2013). 이러한 총체적인 변화에 따른 한 요구로서 근래 스마트 교육이 주목받고 있다(Hong, 2014). 스마트 교육이란 "21세기 지식정보화 사회에서 요구되는 새로운 교육방법(pedagogy), 교육과정(Curriculum), 평가(Assesment), 교사(Teachers) 등 교육체제 전반의 변화를 이끌기 위한 지능형 맞춤 교수-학습 지원체제"를 말한다(Ministry of Education, Science and Technology, 2011, p. 6). 즉, 정보통신기술의 급격한 발달을 기반으로 하는 21세기 환경의 변화는 스마트 교육과 같은 새로운 패러다임으로의 전환을 교육에도 요구하고 있다(Hong, 2014; Ministry of Education, Science and Technology, 2011).

과학교육에서도 스마트 교육 및 스마트 기기를 과학수업에 어떻게 접목할 수 있을지에 대한 고민이 있어왔다(Jhun *et al.*, 2009; Na & Jang, 2016; Park, 2013; Yang *et al.,* 2015). 가령, 과학수업에서 스마트 기기를 활용한 실제 수업들을 관찰하고 과학수업에서의 스마트 기기 활용 사례들을 '자원형, 지식안내형, 상호작용지원형, 맞춤학습형, 도구형' 등으로 유형화하여 추출한 연구들이 있다(Na & Jang, 2016; Yang *et al.*, 2015). 이러한 연구들에서는 스마트 기기가 갖는 속성을 중심으로 수업에서의 활용 방안을 폭넓게 탐색하였다. 또한 스마트 기기를 과학 개념 학습에 활용하여 교육적 효과를 살펴본 연구들도 있었다(Ardac & Akaygun, 2004; Noh *et al.*, 1998; Yun *et al.,* 2015). 이들은 스마트 기기를 활용하여 학생들의 수준을 개별적으로 진단하고, 각 수준에 맞는 평가 문항이나 학습 자료를 제공할 수 있다는 점을 강조하였다(Yun *et al.,* 2015). 다시 말해, 스마트 기기를 활용한 개별화 학습 전략을 통해 학생의 과학 개념 이해 증진 방안을 제안하였다.

과학 교수학습 상황에서의 여러 시도들과 함께 과학수업에서 스마트 기기를 활용했던 교사들이 직면한 어려움과 제한점들도 보고되었다(Na & Jang, 2016; Yang *et al.,* 2015). 이러한 어려움으로서 스마트

* 교신저자 : 정용재 (yjjoung@gjue.ac.kr)
** 이 논문은 2016년 대학민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2016S1A3A2925401).
http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2017.37.2.0359

기기를 실행하는 교사들의 테크놀로지 활용 교수내용지식(TPCK) 부족, 학교 현장의 ICT 환경 조성 부족, 스마트 기기나 장치를 배우기 위한 시간 확보 부족 등이 보고된 바 있다(Na & Jang, 2016). 또한 교사들은 학습 기회를 확장시키기 위한 대안으로 스마트 기기를 활용하는 모습을 보였지만, 심층적인 상호작용을 촉진하거나 자기주도 학습 요소를 지원하는 데에는 제한이 많았음이 지적되기도 했다(Yang *et al.,* 2015).

이처럼 여러 연구들에서 스마트 기기를 활용하는 방식이나 유형, 어려움들을 다양하게 분석해왔으나, 사실상 이러한 시도들은 과학수업에만 특화된 것이기 보다는 타 교과에서도 공통적으로 나타날 수 있는 특징들인 경우가 많다. 이렇게 범교과적으로 적용될 수 있는 특성들이 주로 다뤄진 이유는 선행연구들 대부분이 스마트 기기를 활용한 과학수업의 '전반'에서 나타나는 특징들을 귀납적으로 조사하였기 때문으로 판단된다. 하지만 스마트 기기를 과학수업에 접목시켰던 예비 교사들은 '스마트 기기를 과학수업의 교과 교육요소에 의미 있게 연결하는 것'이 가장 어렵다고 토로한 바 있다(Na & Jang, 2016). 따라서 스마트 기기와 과학 교육의 의미 있는 결합을 위해서는, 스마트 기기를 활용하는 수업의 일반적인 맥락을 넘어서서, 스마트 기기의 활용이 '과학' 수업에 주는 특화된 특징과 변화를 살펴볼 필요가 있다.

그렇다면 다른 교과와 달리 과학수업에 상대적으로 더 특화된 요소에는 어떤 것이 있을까? 본 연구에서는 과학 수업에 특화된 요소 중 하나로 과학 탐구에 주목하고자 한다. 과학 탐구는 오래 전부터 과학에서 새로운 지식을 생성해 나갈 때 사용해온 과학적 방법으로 알려져 왔으며(Dewey, 1938; Schwab & Brandwein 1962; Peirce, 1899), 지난 수십 년 동안 국내외 과학교육과정과 과학수업에서 핵심적인 목표로 강조되어 왔고(Song, 2006), 최근에는 핵심역량이나 공동체적 접근과도 맥을 같이하면서 과학수업에서 강조되고 있다(Joung, 2014). 스마트 기기의 활용을 과학 교육적으로 의미 있게 통합하고자 했던 나지연과 송진웅(2014)의 연구에서도 과학 탐구는 과학 수업의 특화된 한 요인으로 서술되기도 하였다. 특히 이들은 스마트 기기를 실행하는 과학 교사들의 테크놀로지 활용 교수내용지식(TPCK)과 이러한 전문성을 성장시키기 위한 조건을 이론적으로 정립하면서, 과학 교사의 스마트 기기 활용 전문성을 향상시키기 위한 핵심 요인으로서 '탐구를 지도했던 경험, STEM 및 STEAM 교육에서의 테크놀로지 활용 경험, 스마트 기기를 활용한 온라인 집단 토론 등에서 테크놀로지를 활용한 경험'을 제안하였다. 이러한 점에서 볼 때, 학교 과학교육에서의 '과학탐구'는 과학수업의 근본적 특성을 드러내는 활동으로서, 스마트 기기를 활용한 과학 수업의 특화된 특징을 드러내기에도 주목할 만한 요소라고 판단하였다.

한편, 모든 교육적 실행에 있어서 교사는 교육의 질을 결정하는 핵심 요인이다(Harris & Sass, 2011; Rice, 2003). 따라서 특정 교육방식에 대해서 교사가 어떤 신념과 이해를 가지고 있는가는 의미 있는 교수학습 실행을 위하여 필수적으로 수반될 필요가 있다. 스마트 교육의 도입과 함께 스마트 교육의 유의미한 실행을 위해 스마트 기기나 스마트 교육 방식에 대한 현장 교사들의 인식을 조사한 연구들이 수행되어 왔으며(Lim, 2012; Seol & Son, 2012), 과학 교육에서도 과학 수업에서의 스마트 기기 활용과 관련한 과학 교사들의 의견을 조사한 연구들이 이루어져왔다(Na & Jang, 2016; Shin & Ha, 2016; Yang *et al*., 2015). 하지만 대부분의 연구에서 과학 수업에 특화된 특징에 주목하기 보다는 과학 수업 전반에 걸친 특징들을 폭넓게 조사한 경우들이 많았다.

이에 본 연구에서는 과학교육과 스마트 교육의 의미 있는 결합을 위한 기초로서 스마트 기기 도입이 '과학탐구' 활동을 어떻게 변화시킬 수 있을 것인지에 대한 교사들의 인식을 탐색하고자 한다. 이를 위해 스마트 기기 활용이 교실에서의 과학탐구 실행에 어떤 변화를 줄 것인지에 대한 교사들의 의견을 조사하고, 조사 결과를 토대로 스마트 기기와 과학탐구 간의 의미 있는 결합에 대해 논의하였다.

II. 연구방법

1. 연구 대상

본 연구에서는 스마트 기기의 활용이 과학탐구 실행 과정에 어떤 영향을 줄 것인지에 대한 교사의 인식을 조사하기 위하여 한 국내 교육대학원 과학교육과에서 석사 과정을 이수하고 있는 초등학교 교사 12인을 연구 대상으로 선정하였다. 본 연구의 목적을 고려했을 때, 참여 교사들이 과학탐구의 본질과 의미를 이해하고 있는 것이 중요했다. 과학교육을 전공하지 않은 일반 초등학교 교사의 경우, '과학탐구'의 의미를 추상적으로 혹은 왜곡해서 이해할 가능성이 있기 때문에 이를 최소화하고자 본 연구에서는 과학교육 전공 교사들을 대상으로 연구를 수행하였다. 연구 대상이 된 교사들은 공동연구진 중 1인이 진행하는 '과학과 교수·학습자료 개발 및 적용' 강좌를 수강하는 교사들이었다. 참여 교사들은 수업을 통해 과학탐구의 본성, 교실 과학탐구의 특징과 실행에 대한 국내외 논문을 읽고 토의하였으며, 이를 실현하기 위한 교수학습 자료를 고안하여 적용해보고 스스로의 실행 과정에 대해 서로 분석하고 논의하였다. 특히 자료 수집은 강좌가 끝날 무렵에 이루어졌기 때문에 본 연구에서는 참여 교사들이 과학탐구와 관련한 기초적인 이해를 갖추었다고 보았다.

이와 같이 과학탐구에 대한 기초적인 이해를 형성한 수강생들 중에서 연구진의 모집 공고에 대해 자발적인 참여 의사를 밝혔으며 스마트 기기와 관련한 수업 실행의 경험이 1번 이상 있는 교사 12인을 최종 연구 대상자로 선정하였다. 본 연구에 참여한 교사 12인의 세부 특징은 Table 1과 같다. 구체적으로 살펴보면, 연구 대상자들은 2학기 대학원생 5명, 4학기 대학원생 6명, 5학기 대학원생 1명으로 구성되었으며 교육 경력은 대체로 10년 미만의 교사들로서 주로 1년~5년 사이의 저경력 교사가 주를 이루었다. 각 교사들의 학부 전공은 서로 달랐으나 모두 대학원에서 초등과학 교육을 전공하고 있으며, 정규교육과정과 영재교육원, 과학 동아리 활동을 통해 과학을 가르친 경험이 있었다. 종합해보면, 본 연구의 참여 교사들은 과학탐구와 과학교수학습 과정에 대한 이론적 지식에 비해 상대적으로 실천적 지식은 적은 편이라 볼 수 있다.

더불어 과학수업이나 과학교육 활동에서 스마트 기기를 활용했던 경험 정도는 교사에 따라 편차가 컸다. B교사, J교사, K교사와 같이 과학수업 및 과학교육 활동에서 여러 종류의 스마트 기기를 적용해본 경우도 있는 반면, E교사와 같이 스마트 기기를 활용해보고자 시도하였으나 실패한 경우도 있었다. 본 연구에서는 스마트 기기 활용하고자 했으나 이에 실패했던 교사들의 사례도 연구에 포함시켰는데, 이

Table 1. Detailed information about research participants in this study

교사	성별	교육 경력	정규교육과정에서 과학을 가르친 경력 (영재교육이나 동아리 등 비정규교육과정 경력)	대학원 전공	학기	과학수업이나 과학교육 활동에서 스마트 기기를 활용했던 경험 (활용한 스마트 기기)
A	여	6년 6개월	3년 (4년)	초등과학	4	- 식물 관찰하고 분류하기 (사진촬영)
B	여	4년	4년 (2년)	초등과학	4	- 사물 관찰하기 (USB 현미경) - STEAM 교육 프로그램: 태양의 움직임 관찰하기 (타임랩스 어플리케이션) - STEAM 교육 프로그램: 전기회로 관련 활동 (조도측정 어플리케이션) - STEAM 교육 프로그램: 방사능 측정 활동 (스마트폰과 연결해서 쓰는 방사능 측정기) - 자유탐구 활동 결과 보고서와 관련 사진, 동영상 자료 공유 (교육용 SNS – 클래스팅)
C	여	4년	4년 (3년)	초등과학	4	- 렌즈 활용하여 재미있는 사진 찍기 (사진촬영, E-mail 전송)
D	여	4년	2년 6개월 (-)	초등과학	4	- 홀로그램 관찰을 위한 영상 재생 (Youtube 동영상)
E	여	7년	5년 (-)	초등과학	5	- 별자리 수업에서 활용하고자 하였으나, 학생들이 다운로드 하는 데에 어려움이 생겨 활용하지 못함 (스텔라리움 어플리케이션)
F	여	7년 9개월	2년 (2년)	초등과학	2	- 실험결과 공유 (교육용 SNS, 클래스 123)
G	여	1년	1년 (-)	초등과학	2	- 지형 관찰하기 (구글어스)
H	여	1년 6개월	1년 6개월 (-)	초등과학	2	- 조별 탐구과정 공유하고 발표하기 (교육용 SNS, 클래스팅)
I	여	1년 9개월	9개월 (-)	초등과학	2	- 속도측정 (동영상 촬영) - 시간측정 (타이머) - 작은 생물 관찰하기 (스마트폰과 연결해서 쓰는 포켓 현미경) - 현미경으로 관찰한 결과 공유 (USB 현미경, 미러링 활용, 학급 SNS - Band)
J	여	9개월	9개월 (-)	초등과학	2	- 별자리와 행성 관찰하기 (스카이맵 어플리케이션) - 전지/전구의 연결 방식에 따른 전구의 밝기 비교하기 (조도측정 어플리케이션) - 태양고도 측정활동에서 활용을 시도했으나, 학생들이 다운로드 하는 데에 어려움이 생겨 활용하지 못함 (태양고도 측정 어플리케이션)
K	여	4년	3년 (2년)	초등과학	4	- 별자리와 달의 위상 관찰하기 (스카이맵 어플리케이션) - 지형 관찰하기 (구글 어스) - 작은 생물 관찰하기 (스마트폰과 연결해서 쓰는 포켓 현미경) - 현미경으로 관찰한 결과 공유 (USB 현미경, 미러링 활용, 학급 SNS - Band)
L	여	4년	6개월 (-)	초등과학	4	- 자유탐구 활동 결과 보고서와 관련 사진, 동영상 자료 공유 (교육용 SNS – 클래스팅)

는 실패를 토대로 한 실천적 경험 역시 탐구활동에서의 스마트 기기 활용 방향에 대한 교사의 생각 형성에 도움이 될 것으로 판단했기 때문이다. 특히 스마트 기기 활용 경험 정도는 교사의 경력보다는 스마트 기기 활용에 대한 개인적인 관심과 선호에 따라 달라지는 것으로 추측된다. J교사와 같이 교육 경력이 9개월임에도 다양하게 스마트 기기를 활용해본 경우가 있는 반면, E교사와 같이 교육 경력에 비해 스마트 기기를 활용 경험이 적은 경우도 있었기 때문이다.

이와 같은 참여 교사들의 특징을 고려했을 때, 본 연구의 결과는 다음과 같은 제한점을 지닌다. 첫째, 본 연구의 참여 교사들은 교육대학원 수강생으로서 대부분 젊은 연령대에 속하는 편이며, 나이의 특성상 평균적인 초등 교사들보다 스마트 기기 활용에 능숙할 수 있다. 참여 교사들이 스마트 기기 활용에 능숙하다는 점은 교사들이 과학수업에서 스마트 기기를 활용한 다양한 시도를 해보았을 가능성을 함께 수반한다. 그럼에도 불구하고 스마트 기기를 능숙하게 혹은 많이 활용하는 것이 바람직한 교육적 활용을 보장하는 것은 아니기 때문에, 본 연구에서 소개된 사례들은 과학을 전공한 젊은 연령대 교사들의 자발적인 시도이자, 이러한 시도에 대한 교사 스스로의 생각으로서 해석되어야 한다. 또한 본 연구의 결과에서 기술된 교사들의 의견과 스마트 기기 활용 방식이 일반 초등 교사들의 의견을 대변한다고는 보기 어려우며, 이러한 제한점들을 고려하여 본 연구의 결과를 해석해야 한다. 둘째, 참여 교사 대부분이 10년 미만의 경력을 지니고 있기 때문에 교사들이 제시한 의견들에는 풍부한 경험과 실천을 뒷받침하지 못한 경우도 있을 수 있다. 하지만 본 연구에서는 참여 교사들이 이해한 '과학탐구'의 범주 내에서 스마트 기기가 지닌 가능성을 탐색한다는 데에 의미를 두었으며, 본 연구에서 제시된 여러 아이디어와 가능성, 고민들을 토대로 추후 연구에서 실질적인 실행 과정을 추가적으로 살펴본다면 이러한 제한점을 보완할 수 있을 것으로 기대한다.

2. 자료 수집 및 분석

본 연구에서는 교사의 인식을 폭넓게 조사하기 위하여 개방형 설문지와 모둠 토의, 집단 토의를 시행하고, 개별적으로 추가 면담을 실시하였다. 먼저, 참여 교사들에게 설문지를 통해 자신의 생각을 정리하

고, 모둠 토의와 전체 토의를 통해 서로의 공유하여 생각을 나누도록 하였다. 특히 교사들은 4-5명으로 구성된 모둠 내 토의 과정에서 제시된 의견들을 화이트보드에 정리하였다. Figure 1, Figure 2와 같이 화이트보드에 정리된 내용은 전체 토의 과정에서 모둠별 의견을 발표하고 공유하는 데에 활용하였으며 모든 토의 내용들은 녹음 및 촬영되었다. 이와 같이 개인의 생각을 정리하고, 이를 토대로 모둠 토의와 전체 토의를 진행하는 소통 방식은 참여 교사들이 연구자와 한 학기 동안 반복해온 수업 방식으로서, 참여 교사들에게는 익숙한 방식이다. 본 연구에서는 참여 교사들에게 익숙한 소통 방식을 택하여 교사들이 좀 더 편하게 자신의 의견을 개진할 수 있도록 했다

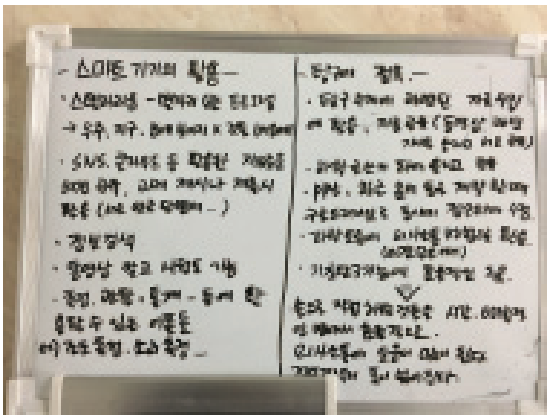

Figure 1. Outcomes of group 1's discussion

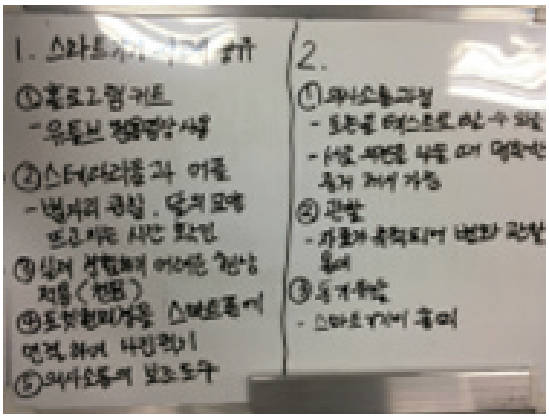

Figure 2. Outcomes of group 4's discussion

설문과 토의 주제는 두 가지로서 첫째, 과학탐구 혹은 실험 과정에서 스마트 기기를 활용해 본 사례가 있는지, 둘째, 과학탐구에서 스마트 기기들을 활용한다면, 어떻게 활용할 수 있으며 이것이 과학탐구 실행에 어떤 영향을 줄 수 있는지를 물었다. 설문을 통해 교사들은 스마트 기기를 활용했던 경험 혹은 스마트 기기 활용을 위한 아이디어를 떠올린 뒤, 토의 과정에서 이를 공유하였는데 자연스럽게 몇몇 교사들의 실제 활용 사례들에 초점이 맞춰지면서 좀 더 현실적이고 실질적인 논의가 진행되었다. 특히 교사들의 실질적인 사례들은 전반적인 탐구 과정에서도 주로 관찰, 측정, 자료수집, 의사소통 과정에 집중되었다. 이에 연구결과에서는 핵심 논의 내용이 되었던 관찰, 측정, 자료수집 및 의사소통 과정에서 일어나는 변화들을 중심으로 정리되었으며, 이러한 변화에 대한 교사들의 활용 경험과 아이디어, 관련된 해석들이 함께 기술되었다. 연구자는 모둠 토의에는 관여하지 않았으며, 모둠 토의 결과를 발표하는 전체 토의에서만 토의를 진행하는 역할을 맡았다. 특히 연구자는 전체 논의 과정에서 참여 교사들에게 '과학탐구 실행이라는 맥락에서 스마트 기기가 어떤 역할과 의미를 지니는지'에 대해 질문함으로써, 논의의 초점을 환기하는 역할을 하였다. 자료 수집의 전 과정에서 연구진은 자료 수집 전에 참여 교사들에게 연구 참여에 대한 동의를 받았으며 모든 자료에서는 참여자의 인권 보호를 위하여 가명을 사용하였다.

끝으로 개별 추가 면담은 스마트 기기 활용 경험이 다양했던 교사들과 탐구활동 과정에서 스마트 기기 활용 방식에 대해 서로 다른 의견을 개진했던 교사들을 포함하여 총 5명의 교사(B교사, D교사, I교사, J교사, K교사)들을 중심으로 진행되었다. 특히 추가 면담 과정에서는 개별 설문지 및 집단 토의 내용 중에서 충분히 설명되지 못했던 사례와 의견들에 대해 면담자가 원하는 시간과 장소에서 면담을 실시하였다.

위와 같이 수집된 자료들은 '지속적 비교 분석 기법(Glaser & Strauss, 2009)'을 통해 분석되었다. 먼저, 연구 참여자들의 설명과 대화에서 귀납적으로 특징들을 범주화하고, 이를 개인 설문지, 모둠 토의, 전체 토의 등을 통해 얻은 여러 출처의 자료 속에서 공통적으로 발견된 내용을 중심으로 데이터 삼각 검증을 하였다. 특히 귀납적으로 특징을 범주화하는 과정에서는 참여 교사들이 실제로 사용한 언어와 표현 중에 자주 중복되는 부분을 추출하였다. 또한 공동 연구자와 분석 결과를 공유하고, 논의과정을 거쳐 분석의 타당성을 확보하고자 노력하였으며, 참여 교사들에게도 연구자의 해석에 왜곡된 바는 없는지 확인하고 수정하였다. 위와 같이 자료 간 삼각 검증, 공동 연구자들 간의 검토, 연구 참여자의 확인을 통해 자료 분석의 타당도와 신뢰도를 확보하였다(Merriam, 1998).

Ⅲ. 연구결과

1. 직접 관찰하기 어려운 현상에 대한 관찰: 관찰 기회의 확대와 또 다른 부담

교사들은 스마트 기기를 통한 변화 중 하나로서 물리적 환경의 제한으로 직접 관찰하기 어려운 현상들을 관찰할 수 있을 것이라는 점을 꼽았다. 예를 들어, 별자리 관찰, 달의 위상과 뜨고 지는 시각 관찰, 지구의 환경과 표면에 대한 관찰에서 스텔라리움, 스카이 맵이나 구글 어스 등의 어플리케이션을 활용할 수 있다고 응답하였다.

> (설문지: J교사) 지구과학 단원에서 교사 핸드폰으로 '스텔라리움' 대신 '스카이 맵'을 사용하여 별자리 행성을 관찰하였다. 이렇게 지구과학 영역 중 직접 관측하기 어려운 현상을 탐구할 때 스마트 기기가 유용하다. 이는 집에서, 혹은 학습자가 원할 때 언제나 탐구가 가능하다는 면에서 유의미하다.[1)]
>
> (전체 토의)

1) 본 연구에서는 원자료에서 추출한 발췌문에서 연구결과의 특징을 잘 드러내는 부분에 밑줄을 표기하여 전달을 명확히 하고자 하였다. 이는 연구 참여자들이 표기한 것이 아닌 결과 분석 과정에서 연구진에 의해 표기된 것임을 밝힌다.

K교사: 저는 지구과학 단원을 할 때 달이나 별 관찰에서 스텔라리움을 활용을 했어요. 그런데 천체연수에서 스카이 맵이라는 새로운 앱을 추천받은 거에요. 스텔라리움의 단점은 교사가 혼자 보여주면 아이들은 보기만하니까 지루해 하는데, 스카이 맵 앱은 개인 핸드폰으로 사용하니까 좋아했어요.

위의 예문에서 나타나듯이 교사들은 스마트 기기를 활용해 천문현상을 관찰하는 활동에 대해 두 가지 장점을 꼽았다. 먼저, 학생이 주도적으로 스마트 기기를 조작하여 관찰 대상을 탐색하고 확인할 수 있다는 점이다. 참여 교사들은 아무리 흥미 있는 동영상이나 관측 프로그램이어도 교사 주도로만 이루어질 경우 학생이 금방 흥미를 잃는 반면, 스마트 어플리케이션을 활용해 학생이 개별적으로, 스스로 조작해보도록 함으로써 좀 더 능동적인 참여를 이끌 수 있다고 설명하였다. 또 다른 장점으로서 학생이 한 번 습득한 어플리케이션은 학생이 원하는 시각, 원하는 장소에서 실행할 수 있다는 점이다. 따라서 교실에서의 수업 활동이라는 시공간적 제약을 넘어서서 교실 밖, 수업 시간 외에 이루어지는 탐구로 참여의 범주를 확장시킬 수 있다고 설명했다.

천체와 관련한 현상 외에도 교사들은 작은 생물이나 주변 사물을 관찰할 때 스마트 폰과 연결하여 활용하는 포켓 현미경을 이용한 탐구 활동 사례를 소개하기도 했다. 다음은 이와 관련한 참여 교사들의 사례이다.

(모둠 토의: 4모둠)
K교사: 포켓 현미경을 usb 핸드폰으로 연결할 수 있어요. 그것을 활용하면 편하더라고요. 그래서 애들이 들고 다니면서 찍고, 자신이 원하는 대상을 직접 선택해서 할 수 있어서 좋아요.

(설문지: I교사) usb 현미경으로 작은 생물 관찰 → 사진 → 미러링 (공유)

(개인 면담: K교사)
연구자: 포켓 현미경을 사용하는 것이 아이들의 탐구 수행에 어떤 영향을 주었을까요?
K교사: 일반 현미경은 한 대에 여러 명이 대롱대롱 달려 대기하고 보잖아요. 그런데 포켓 현미경은 개별적으로 하나씩 가지고 관찰할 수 있어서 양적으로 더 많이 관찰할 수 있었어요. 그래서 자신이 원하는 것을 충분히 볼 수 있고요. 저 같은 경우는 모든 아이들에게 하나씩 나누어주었는데, 집에 가서 옷감도 찍어보고, 두피도 찍어보고....중략...

위의 사례들에서 해당 교사는 스마트 폰과 연결한 현미경을 이용하여 학생들이 관찰하고자 하는 대상을 선택할 수 있는 자율권이 확보된다고 설명하였다. 또한 포켓 현미경의 경우, 손쉽게 들고 다닐 수 있는 스마트 기기의 특성으로 더 다양한 대상을 관찰할 수 있었다. 이처럼 교사들은 스마트 기기를 통해 자연현상에 대한 관찰 기회가 확대되어 현상을 충분히 경험할 수 있으며, 이 점이 탐구에 긍정적으로 작용한다고 생각하였다. 다음은 이러한 교사들의 의견을 나타내는 자료의 일부이다.

(설문지: F교사) 실제 관찰하기 힘든 현상을 가시적으로 보여줄 수 있어서 학생의 흥미와 참여를 높일 수 있으며... 중략...
(설문지: K교사) 무엇보다도 학생들에게 스스로 직접 보고 확인할 수 있는 기회를 제공하는 것이 유의미한 탐구를 촉진한다.

(모둠 토의: 1모둠)
I교사: 스마트폰이나 시뮬레이션도 애들이 직접 해봐야 의미가 있지, 교사가 혼자 하면서 '이런 게 있다 신기하지?' 이러면 애들 한, 두 번 보고 재밌어하다가 결국 똑같아. 직접 지들이 하는 게 중요한 것 같아.

특히 관찰은 과학탐구의 출발이 되는 기초적인 과정이며(Byeon, Lee, & Kwon, 2009; Brickhouse, 1994) 구체적 조작기에 속하는 초등학생들의 경우, 직접적인 경험들을 통해 개념을 형성한다는 발달적 특성을 고려할 때, 현상에 대해 "스스로 직접 보고 확인할 수 있는 관찰 기회(K교사)"의 확대는 학생들에게 탐구과정에서의 현상에 대한 이해와 해석의 폭을 넓혀줄 수 있을 것으로 기대된다.

하지만 동시에 몇몇 교사들은 초등학생들에게 익숙하지 않은 새로운 기기의 도입이 오히려 본래의 탐구 문제와 탐구 과정으로의 몰입에 부담을 줄 수 있을 것이라고 우려했다. 특정 프로그램이나 어플리케이션을 사용하기 위해 요구되는 기능을 습득하는 것이 초등학생들에게는 쉽지 않기 때문이다. 다음은 이러한 교사들의 생각을 보여주는 장면이다.

(설문지: E교사) 학생들에게 특정 어플리케이션 사용 방법을 가르치는 것이 오히려 탐구에 방해가 되었다.

(모둠 토의: 1모둠)
I교사: 어쩔 땐, 효율적으로 진행을 하려고 핸드폰을 쓰는 건데 활동 외적인 것에 시간을 낭비하는 것이 큰 것 같아. 미리 준비가 되어 있어야 하고.
H교사: 맞아. 평소에도 꾸준히 체계적으로 사용하는 방법을 알려주고, 아이들이 능숙하게 활용해서 적용할 수 있도록 준비가 되어 있어야 해.

위에서 기술된 바와 같이 교사들은 학생들이 스마트 폰이나 어플리케이션 활용법을 체계적으로 배우고 연습하여 능숙하게 조작할 수 있을 때, 탐구 본연의 활동에 집중할 수 있고 효과적으로 활용될 수 있을 것이라고 설명하였다. 다시 말해, 초등학교 과학탐구 활동에서 스마트 기기는 관찰 기회를 확대하여 탐구 활동을 촉진시킬 수 있지만, 동시에 새로운 기기 조작으로 인한 부담으로 인해 탐구 활동으로의 몰입을 방해하는 결과를 야기할 수 있음을 알 수 있다. 이러한 어려움은 선행연구에서도 동일하게 보고된 바 있는데(Na & Jang, 2016; Park *et al.,* 2006; Yeo *et al.*,, 2008), 예를 들어 Park *et al*. (2006)과 Yeo *et al*. (2008)은 초등학교 과학 실험 수업에서의 MBL 활용이 학생의 수준에 따라서 어려움을 줄 수 있으며, 이에 따라 학습 효과 또한 달라진다고 보고하였다. 또한 Na & Jang (2016)는 스마트 기기를 도입하기 위해 학생들에게 별도로 기기 사용법을 가르쳐야하는 교사들의 어려움을 기술한 바 있다.

이러한 어려움에도 불구하고 교사들은 기본적인 조작 기능이 잘 학습된다면, 학생들이 스마트 기기를 통해 자신이 원하는 방식이나 대상을 선택하여 관찰 활동을 주도할 수 있으며, 이에 학생 중심의 탐구를 실현할 수 있다는 점을 중요한 변화로서 강조하였다.

(개인 면담: K교사)

연구자: 스스로 관찰할 수 있는 기회를 제공하는 것이 어떤 점에서 탐구에 도움이 되었다고 생각하셨어요?

K교사: ...중략... 기본적인 조작방법을 안내하고 잘 익힐 수만 있다면 학생들이 각자 궁금한 것을 알아서 찾아볼 수 있었어요. 별자리 관찰할 때 교사와는 현재 서울지역에서 볼 수 있는 별의 모습만을 봤다면 학생들은 각자의 요구에 따라 미래에 볼 수 있는 별의 모습, 과거에 볼 수 있는 별의 모습, 다른 지역에서 볼 수 있는 별의 모습, 지구 관찰자 시점이 아닌 우주관찰자 시점에서 보는 별의 모습 등등 교사의 안내나 지시 없이도 다양하게 탐색하고 탐구할 수 있죠. 이런 식으로 학생이 각자 궁금한 부분에 대해서 스스로 더 찾아볼 수 있다는 것이 큰 장점이 될 수 있어요.

스마트 기기를 활용한 관찰 활동과 관련하여 본 연구의 결과들을 종합해볼 때, 과학탐구 활동에 스마트 기기를 도입함에 있어서 교사가 자연 현상에 대한 관찰 기회의 확장과 새로운 기기 조작의 부담 사이의 적절한 균형점을 찾아 적용하는 것이 중요하다는 점을 알 수 있다. 더불어 스마트 기기를 통한 관찰의 강점으로서 관찰 대상이나 시기 선택에 대한 학생들의 자율권이 높아진다는 점을 충분히 인지하여 이러한 강점을 잘 부각되는 탐구활동으로 이끌 필요가 있다.

2. 정밀한 디지털식 측정: 탐구에서의 득과 실

교사들은 스마트 기기들을 탐구에서의 측정 활동에 활용하는 사례들을 소개하였다. 스마트 기기를 활용한 측정은 두 가지 방식으로 나뉠 수 있었는데, 스마트 기기에 부착된 센서들을 활용해서 스마트 기기 자체를 측정 도구로 활용하는 경우와 동영상 촬영 등과 같이 간접적으로 스마트 기기를 측정 활동에 활용하는 경우를 들 수 있다. 다음은 각 경우에 대한 교사들의 생각을 소개하는 장면이다.

(모둠 토의: 2모둠) 태양고도 측정 어플리케이션 활용

A교사: 그것도 괜찮고. 나는 준비를, 그러니까 고도 측정기도 그렇고 실물 가지고 하면은 제대로 된 측정이 안 될 수도 있잖아. 하지만 스마트 기기를 이용하면 정확하면서도 간편하게. 애들이, 초등학교면은 측정 능력이 떨어질 수 있는데. 뭔가 그런 태양 고도도 가르쳐줘야하잖아. 계산하고 복잡하게 구하는 법을.

B교사: 근데 어플리케이션마다 측정 수치가 다 다르긴 하더라고요. 그래서 정확하다고만 보기는 어려울 수도 있을 것 같아요.

A교사: 그러면. 간편하게. 간편하게 변인을 확인할 수 있다. (아날로그식) 측정 도구 사용법, 설명에 대한 부담감과 두려움을 줄여준다는 거지. 태양고도 진짜, 그거 기구 하려면 진짜 귀찮고.

B교사: 맞아. 틀리기도 많고.

(전체 토의) 조도 측정 어플리케이션 활용

J교사: 만약에 학교에 준비물이 넉넉해서 동시에 6개의 전기 회로를 만들어보고 (전구의 밝기를) 동시에 비교가 가능하면 정성적 비교가 더 좋을 것 같은데요. 준비물이 부족하다보니, (전기회로를) 하나 만들고 해체하고 또 만들고 해체하며 실험 결과(전구의 밝은 정도)를 확인해야 하는 상황에서 기억에만 의존하는 것보다는 이런 스마트 기기를 활용해 기록하는 것이 괜찮은 것 같아요.

(모둠 토의: 1모둠) 동영상 촬영을 통한 속력 측정

I교사: ...중략... 요즘 속력 단원에서 자동차 만들기가 있는데, 자동차를 만들어서 동영상을 촬영해서 1초별 프레임을 나누어서 속력을 확인하고, 속력을 다시 측정하면서 자동차를 개선하는 방향을 아는 게 어떨까. 속력을 직접 재보고, 그러면서 가장 빠른 자동차의 특징이 무엇인지 탐구해보는 활동이 있어요.

위의 예문들에서 알 수 있듯이 스마트 기기 자체를 측정 도구로 사용하는 2가지 사례로서, 태양고도 측정 어플리케이션으로 매 시각의 태양고도를 측정하는 경우, 조도 측정 어플리케이션을 활용해서 전지의 연결 방법에 따라 전구의 밝기를 비교하는 경우 등이 공유되었다. 한편, 스마트 기기를 측정 활동에 간접적으로 활용한 사례에는 동영상 편집 어플리케이션으로 프레임별 물체의 위치를 확인하여 물체별 속도를 비교하고 구해보는 탐구 활동이 소개되었다. 특히 동영상 촬영을 통해 속력을 구하는 탐구 활동은 5학년 지도서에 소개된 방법이기 때문에 본 연구의 참여 교사 외에도 많은 교사들이 경험할 수 있는 활용 사례라고 볼 수 있겠다.

교사들은 스마트 기기를 활용한 측정 활동의 가장 큰 강점으로 '측정이 간편하다'는 점과 '디지털화된 측정을 통해 탐구 결과를 정량적으로 얻을 수 있다'는 점을 꼽았다. 가장 대표적인 예로서 태양고도 측정기를 만들어 태양고도를 측정하고 하루 중 태양고도와 기온, 그림자의 길이 사이의 관계를 분석하는 탐구 활동을 들 수 있다. 교사들은 이 활동에서 학생들이 태양고도 측정기를 직접 만드는 것이 번거롭고 측정 오차도 커서 어려움이 많은 반면, 태양고도 측정 어플리케이션을 활용하면 간편하면서도 정확한 값을 구할 수 있어 탐구가 잘 이루어질 것이라고 주장했다(A교사, J교사). 또 다른 측정 사례로서 전지의 연결방식에 따른 전구의 밝기 비교 실험에서 전구의 밝기를 육안으로 비교하는 대신 조도측정 어플리케이션을 사용하는 경우를 들 수 있다(J교사). J교사는 실제 수업에서 준비물이 한정되어 있기 때문에 학생들이 6개의 전기 회로를 동시에 만들어 전구의 밝기를 비교할 수 없으며, 6개의 전기 회로를 순차적으로 만들면서 전구의 밝기를 기억에 의존하여 비교하게 된다고 설명했다. 이러한 비교는 정확하지 않을 수 있으므로 차라리 조도측정 어플리케이션을 활용하여 정확한 값을 구하는 것이 더 적절하다고 주장했다.

하지만 디지털 측정 방식의 도입은 몇 가지 어려움을 야기하기도 했다. 우선, 새로운 측정 도구의 활용으로 인해 탐구 과정에서 고려해야 할 탐구 변인들이 새롭게 추가되는 경우들이 있었다. 앞서 소개된 조도측정 어플리케이션 활용 사례의 경우, 빛을 감지하는 스마트 폰 센서와 전구와의 거리가 중요한 변수로 작용한다. 이에 J교사는 자신의 수업에서 학생들에게 빛의 밝기를 측정하는 스마트 폰과 전구와의 거리를 반드시 일정하게 유지해서 측정해야함을 반복해서 강조해야 했다고 설명했다. 이러한 추가 변인의 생성은 학생들이 탐구의 핵심이 되는 활동에 집중하는 데에 방해가 될 수 있다. 또 다른 어려움으로서 교사들이 활용하는 어플리케이션마다 측정 수치나 단위가 다를 수 있다는 점이다. 2모둠 토의에서 B교사는 측정하는 어플리케이션마다 기준 단위가 달라서, 이를 인지하지 못한다면 탐구 과정에 오류를 야기할 수 있다고 설명했다.

주목할 점은 탐구에 대한 교사의 신념과 관점에 따라 스마트 기기를 활용한 디지털식 측정과 기존의 실험 도구를 활용한 아날로그식 측정에 대한 선호가 달라진다는 것이다. 가령, 태양고도 측정 어플리케이션 활용 사례에서 디지털 측정 방식을 선호했던 교사들은 디지털식 측정 방식을 통해 정확한 자료를 활용할 수 있으며, 이것이 효율적

이면서도 디지털 시대에 적합하다고 설명했다. 다음은 이러한 교사의 생각을 보여주는 장면이다.

(모둠 토의: 1모둠)
J교사: 저는 시간대별로 측정하는 값을 많이 모으는 게 중요한 차시는 굳이 밖으로 나가서 측정하는 것보다... 이렇게 앱을 이용하면 효율적으로 디지털 시대에 맞는... 밖에서 그림자 길이 재는 게 21세기에 이게 무슨 내용이지 하는 생각도 들고, 오차도 너무 많고, 그래프 길이도 엄망이고. 차라리 어플로 정확한 값을 측정해서 해석하는 데에 좀 더 많은 시간을 투자하는 장점이 있을 수 있을 것 같아요.

J교사는 태양고도 측정 어플리케이션을 활용해 정확한 태양고도 값을 효율적으로 측정하여 시간을 절약할 수 있으며, 이를 통해 태양고도와 기온, 그림자의 길이 변화를 그래프로 그리고 해석해보는 시간을 충분히 확보하는 것이 현실적이라고 주장하였다. 이러한 주장을 통해 J교사가 태양고도 탐구 활동에서 자료를 해석하고 정확한 의미를 찾는 것을 중요하게 생각하고 있음을 알 수 있다.

하지만 이에 반대하는 교사들은 학생들이 막대를 세우고, 막대의 그림자와 태양이 비추는 방향을 고려해서 고도를 직접 측정하는 활동 자체가 태양고도에 대한 개념 이해를 위해 빠져서는 안 될 중요한 탐구 과정이라고 주장했다. 다음은 이러한 교사들의 생각을 보여주는 예문의 일부이다.

(전체 토의)
J교사: ...중략... 고도 측정기로 측정해온 값이 너무 오차가 크고, 그 값을 조율해서 그래프로 만드는 데에도 한 시간이 걸렸거든요. 오차가 이렇게 많은 것을 수집하느니, 그냥 (태양고도 측정 어플리케이션을 써서) 정확한 값을 얻는 것이 좋을 것 같아요.
A교사: 애들이 스마트 폰이면 되게 정확하다고 믿는 것 같아요. 신뢰가 많고. 내가 만든 장치보다는. 그리고 정오랑 오후에 고도가 높아진다고 하면 실질적으로 이해를 못하는데, 어플로 나온 수치를 보면서 아 진짜 고도가 높은 거구나. 확인하는 정도면 될 것 같아요. ... 중략...
D교사: 근데 저는 그 활동에서 그림자의 길이랑 고도를 연결 짓는 것이 더 중요하다고 생각해요. 오히려 데이터 수집에 초점을 두어야할 것 같아요. 교과서처럼 만든 다음에, 그림자 길이랑 확인해보고, 실의 각도 보면서 이해하고.

위의 예문에서 D교사는 교과서에 제시된 태양고도 측정기의 사용법을 알고 측정 과정을 수행하면서, 태양고도의 개념에 대해 직관적으로 이해할 수 있다고 주장하였다. 이에 자신은 해당 수업에서 스마트 기기 활용을 고민하였으나 아날로그식 측정 방식으로 수업을 진행했다고 설명했다. 이처럼 동일한 탐구 활동에 대해서도 탐구에 대한 교사의 초점과 가치에 따라 스마트 기기를 활용하는 방식이 달라질 수 있음을 알 수 있다.

이처럼 측정 과정에서 디지털 기기를 도입하는 경우, 측정을 디지털 기기가 대신해주기 때문에 측정 과정을 직접적으로 경험하는 데에 제한일 수 있다. 이와 비슷하게 선행연구에서도 데이터를 수집하고 분석하는 과정에서 MBL 기기를 활용할 때에 컴퓨터가 실험결과 처리 과정을 대신해주기 때문에 학생들의 결과 해석이 맹목적일 수 있다는 보고가 있었다(Park *et al*., 2006; Yeo *et al*., 2008). 본 연구의 참여 교사들도 스마트 폰 센서가 태양고도를 대신 측정해주기 때문에 학생들이 태양고도라는 개념을 제대로 이해하지 못한 채, 측정된 수치를 맹목적으로 받아드릴 수 있음을 우려하였다. 하지만 본 연구의 결과에 따르면 디지털식 측정 방식의 도입에 대한 우려나 특징에 대한 의견은 교사에 따라서 달랐다. 다시 말해, 교사가 탐구활동에 대한 핵심을 무엇으로 해석하느냐에 따라 디지털 측정 방식의 가치와 바람직한 실행 방향에 대한 인식에 차이가 생기는 것이다. 더욱이 초등학생들의 발달 단계 상 학생들이 구체적인 조작을 통해서 추상적인 개념을 형성하는 것이 중요하다는 점을 유념할 때, 디지털화된 탐구의 실행이 초등학생들에게 미치는 영향을 다각도로 검토해보고 교사들도 이러한 특징들을 정확히 인식할 필요가 있다.

한편, 교사들은 '스마트 기기'를 통한 디지털식 측정으로의 변화는 MBL과 같은 특수한 장치를 활용한 경우와는 다르게, 일반적인 과학 교실에서의 보편화된 탐구 방법으로 활용될 수도 있다는 점을 강조하였다. 다음은 이러한 생각이 드러나는 면담의 일부이다.

(개인 면담: J교사)
연구자: 디지털 측정 방식이 학생들의 탐구에 어떤 점에서 영향을 줄 수 있을 거라고 생각하세요?
J교사: 앞으로 많은 아날로그적인 측정 방법들이 디지털 방법으로 대체될텐데... 마치, 온도 측정 시 수은온도계를 사용하지 않고 디지털 온도계를 사용하듯이요. 학생들이 쉽게 접할 수 있는 스마트 기기로 다양한 과학적 측정이 가능하다는 사실을 학교 수업을 통해 배우고, 학교 밖에서도 스스로 활용할 수 있으리라 기대해요. ... (중략)... 특히 스마트 폰은 과거 실험 장비에 비해 많은 학생들이 가지고 있다는 점, 학생들이 매우 능숙하게 다루기 때문에 기기 파손의 부담이 적다는 점 등 때문에 훨씬 허용적인 탐구활동이 가능하다는 장점이 있거든요 ...(중략)...
연구자: 이야기 중에 '디지털 시대에 적합한 탐구'라는 말을 쓰셨는데, 이 말이 정확히 무엇을 의미하나요?
J교사: 디지털 시대에 적합한 탐구는 누구나, 언제나, 어디서나 할 수 있는 것이 아닐까요? 그동안 학생들이 생각하는 탐구가 과학자들이 실험실에서 복잡한 실험기구를 가지고 오랜 시간을 들여 하는 것이었다면, 디지털 시대의 탐구는 과학자가 아닌 사람들도 장소와 도구에 구애받지 않고 언제든지 순간순간 궁금할 때 해결할 수 있는 것이라 생각합니다. 더 정확하게 말하자면 '초등학생들에게' 디지털 시대에 적합한 탐구가요.

위의 면담 내용에서 J교사는 교사와 학생들이 스마트 기기를 통해 디지털식 측정 방식이나 탐구활동에 좀 더 쉽게 노출될 수 있다고 설명하였다. 더불어 디지털식 측정 방식, 넓게는 디지털을 활용한 탐구가 교실에서 뿐 만 아니라 학생들의 생활 속에서 확장될 수 있으며 이를 통해 학생들이 학교 밖에서도 초등학생 수준의 작은 탐구활동들에 수시로 참여할 수 있게 될 것이라 기대했다. 이러한 변화에 대해 J교사는 "디지털 시대에 적합한 탐구"라고 표현을 사용하였는데, 다른 측정도구가 없어도 항상 소지하고 있는 스마트 기기만 있으면 "누구나, 언제나, 어디서나" 탐구에 참여할 수 있는 점을 큰 특징으로 꼽았다.

3. 다양한 형식의 축적된 자료 수집을 통한 양질의 과학적 증거 확보

교사들은 스마트 기기를 통해 양질의 자료들을 수집하여 과학적 증거를 확보할 수 있을 것이라는 점을 또 다른 변화로 인식하였다.

여기에서 양질의 자료란, '누적된 혹은 다량'의 자료와 함께 사진, 소리, 동영상과 같은 '다양한 형식'의 자료들을 의미한다. 각각의 특징을 살펴보면 먼저, 교사들은 탐구 활동에서 스마트 기기를 활용하면 충분히 축적된 자료들을 수집하여 기록하고 정리하기 용이하다고 설명했다. 예를 들어, 달 관찰이나 식물 관찰 활동과 같이 장기간 진행되는 관찰탐구 활동을 수행할 때 스마트 폰을 활용하는 경우(A교사)나 타임랩스 프로그램을 활용해 태양의 움직임을 지속적으로 촬영하여 관찰하는 경우(B교사) 등을 들 수 있다. 또한 교사들은 스마트 기기를 활용해 사진, 동영상, 소리 등 다양한 형식으로 탐구를 기록함으로써 생동감 있는 자료를 제시할 수 있다고 설명하였다. 다음은 이러한 활용 방안을 설명하는 장면이다.

(설문지: A교사) 달 관찰, 식물 관찰과 같이 장기간의 관찰일지 프로젝트 과제를 수행할 때 스마트 폰을 활용하여 기록하여 자료를 누적적으로 관리할 수 있음.
(설문지: L교사) 자유탐구를 할 때 탐구 내용을 기록 정리, 공유하기 용이함. 특히 관찰의 변화를 누적적으로 살펴볼 때 자료를 축적하여 볼 수 있음. 자료를 수집하고 공유할 때 어플을 활용하여 공유할 수 있음.
(설문지: B교사) 타임랩스 프로그램을 활용해 태양의 움직임을 관찰하는 활동 STEAM 프로그램에 활용했음.

(모둠 토의: 3모둠)
A교사: 달의 모양, 식물 관찰 같은 장기간 프로젝트는 애들이 그림 실력이 없기도 하고... 그런 경우에는 관찰의 의도가 '변화를 살펴보는 데'에 있다면 그림에 대한 부담감을 줄여주고 싶어서. 스마트 폰으로 찍고 SNS에 올려서 한 번에 동영상으로 만들어서 변화를 살펴볼 수 있으니까.
B교사: 없는 애들은 엄마 꺼 빌려서도 잘 해서 클래스팅에 올리더라고요.
A교사: 나는 이 방법이 되게 좋은 것 같아. 애들이 그냥 연필로 그리는 것보다 훨씬 적극적으로 변하지 않아? 우선 이런 기기 만지는 것을 워낙 좋아하니까. 허용해주면.
B교사: 저는 동영상도 올리게 했어요.

이처럼 교사들은 양질의 자료를 수집할 수 있게 된 것이 탐구 활동에서의 중요한 변화이며, 이러한 변화는 두 가지 측면에서 도움이 될 수 있다고 설명했다. 첫째, 생동감 있는 자료를 통해 현상에 대한 학생들의 이해를 향상시킬 수 있으며, 둘째, 탐구 과정에 대해 의사소통하는 과정에서 믿을만한 과학적 증거를 활용하여 자신의 의견을 개진할 수 있고, 상대에게 좀 더 쉽게 설명할 수 있다. 다음은 교사들의 이러한 생각을 담은 장면이다.

(설문지: B교사) 누적된 자료의 확보는 현상의 변화를 좀 더 잘 살펴볼 수 있으며 ...중략...

(모둠 토의: 3모둠)
A교사: ...중략... 4학년 식물의 세계에서 관찰하고 기록하는 것 있잖아. 관찰하고 기록하는 동안 시간이 다 간단 말이야. 그래서 관찰하면서 찍으라고 했지. 찍은 걸로 관찰일지를 기록하고. 찍은 걸 활용해서 내가 분류 활동까지 했거든.
B교사: 어떻게 분류활동을 해요?
A교사: 애들이 찍어온 식물 사진들을 가지고 그걸 내가 모아서. 내가 잎을 다 따러 다니기도 힘들고. 애들한테 사진 찍을 때 잎과 꽃도 함께 보이게 찍으라고 했거든. 사진 찍은 거를 나에게 전송하라고 해서, 애들이 수집한 사진들을 가지고 다 같이 직접 분류해보는 활동으로 연결했어.

위의 대화에서 알 수 있듯이, A교사는 학생들이 직접 찍은 식물 사진을 활용하여 관찰하고, 학생이 직접 찍은 사진 자료를 활용하여 식물을 분류해보는 활동을 수행했다. 이처럼 교사들은 스마트 기기를 통해 양질의 자료를 좀 더 효율적으로 수집할 수 있으며, 이러한 자료들은 탐구 과정에서 생생하고 실감나는, 그리고 확실한 과학적 증거로 활용될 수 있음을 강조했다. 더불어 이러한 증거들을 활용해 탐구 과정이나 결과에 대한 공유로 연결되면서 학급 내에서 서로의 탐구에 대한 이해와 소통에 도움이 될 수 있다고 설명하였다. 물론, 과거에도 카메라나 녹음기기와 같은 촬영기기를 통해 탐구 활동의 자료 수집 과정에 활용한 사례가 있었다(Boo *et al*., 2013). 하지만 과거 카메라나 녹음기와는 다르게 스마트 기기는 교사와 학생을 포함한 많은 사람들이 늘 소지하고 다니면서, 생활 속에 깊이 관여하며, 즉각적으로 자신의 자료를 정리하여 공유할 수 있다는 특징이 있다. 본 연구의 탐구활동에서 교사의 스마트 기기 뿐 아니라 학생의 스마트 기기를 활용하는 사례도 많았으며, A교사가 언급한 동영상 및 사진 촬영 사례에서도 학생들의 스마트 기기를 활용하여 탐구활동 과정에서 바로 자료를 제작하여 활용한 경우였다. 이처럼 스마트 기기를 활용한 자료 수집 활동의 접근 용이성과 보편성, 즉각성을 고려할 때, 스마트 기기 활용 사례들이 갖는 특징 및 의미, 효과는 과거 카메라와 녹음기의 활용 사례들이 갖는 그것과는 다를 수 있으며, 교실 탐구활동에 미치는 영향과 파급 효과도 더 클 것으로 예상된다.

4. 탐구 과정에서의 공유와 소통 기회 확대

교사들은 스마트 기기를 통해 탐구 과정에 대해 교실 구성원들과 손쉽게 공유할 수 있고, 과학 전문가와도 소통할 수 있는 기회를 제공할 수 있을 것이라고 설명했다. 예를 들어, 탐구 과정에서 수집한 자료들을 교육용 SNS나 네이버 밴드에 탑재하여 학생들과 실시간으로 공유하고 소통하는 것, 주변 식물의 생태나 특징에 대해 궁금한 점을 전문지식 어플리케이션에 묻는 등의 활동을 들 수 있다. 다음은 이러한 활용 사례에 대한 교사들의 의견이다.

(설문지: A교사) '식물의 한 살이' 단원의 학교(주변)에서 볼 수 있는 식물에는 무엇이 있는지 관찰, 조사하는 활동에서 카메라를 사용하여 식물 모습을 찍고 이미지를 검색, 식물 사전 기능을 이용하여 전문지식을 활용하도록 함.

(모둠 토의: 3모둠)
B교사: 탐구 발표가 항상 방학 숙제로 함께 나가잖아요. 저는 탐구문제를 내주고 탐구한 거를 클래스팅에 SNS로 찍어서 올리라고 했어요. 한 번 그렇게 하라고 했더니 탐구가 끝났음에도 불구하고 애들이 생활 속에서 발견한 것들을 그냥 찍어서 올리고 하더라고요.

(모둠 토의: 1모둠)
H교사: 조별 과학 탐구 과제에 내주고 클래스팅에 올리면 학생이 발표할 때 그것을 켜서 발표, 다른 조 과제 수행 보고서 보면서 아이디어

공유, 댓글로 평가해줄 수 있을 것 같아요.

탐구 과정에서의 공유와 소통 기회의 확대는 가장 많은 교사들이 언급한 특징으로서, 교사들은 클래스팅과 같은 교육용 SNS를 활용한 소통 방식이 기존 교실에서 이루어지는 소통 방식보다 탐구 과정을 잘 공유할 수 있을 것이라고 설명했다.

(설문지: B교사) 클래스팅에 양파와 곰팡이를 관찰한 결과를 정리하여 탐구 과제를 올리도록 했다. 이러한 방식은 탐구 결과에 대해 여러 사람과 공유하여 관심을 높이고 댓글을 통해 관련 대화의 장을 마련할 수 있을 것이라고 생각한다.

(모둠 토의: 1모둠)
I교사: H선생님께서 말씀해주신 것처럼 의견을 모을 때나 모둠 토의 같은 거 하고 공유할 때 한 눈에 파악하기가 힘든데 이런 sns를 활용하면 더 손쉽게 의견을 공유하고 나눌 수 있을 것 같아서 좋을 것 같습니다.

아울러서 교사들은 이러한 소통 방식이 학생들의 특성과 결합되면서 더욱 효과적인 변화를 나을 수 있을 것이라고 설명했다. 가령, SNS를 이용한 토의가 디지털 소통 방식에 익숙한, 디지털 네이티브인 학생들에게 효과적일 수 있으며(D교사), 소극적인 학생들에게도 발언의 용기와 기회를 제공한다(N교사)는 점에서 긍정적으로 작용할 것이라고 평가하였다.

특히 과학탐구의 측면에서, SNS에서는 의견의 교환이 문자로 남기 때문에 주장과 관련된 타당한 논거를 생각할 시간을 많이 확보할 수 있으며 이에 자신의 탐구 과정을 올리고 다른 친구들의 탐구를 평가해보면서 자신의 논리 과정을 정리하고 반성적으로 생각해보는 기회를 제공할 수 있을 것이라고 설명했다. 다시 말해, 스마트 기기를 통한 공유와 소통을 통해 탐구의 질이 질적으로 향상될 가능성을 지닌다는 것이다.

(설문지: H교사) 조별 과학탐구 과제를 SNS에 올려 공유하고 학교에서 발표할 때 활용하였다. 다른 친구들의 탐구 결과를 보면서 새로운 과학적 아이디어를 얻고, 댓글로 다는 과정에서 자신의 사고를 논리적으로 정리할 수 있다. 또한 자신의 보고서에 달린 댓글을 보며 나의 탐구를 반성적으로 생각해보는 기회를 가질 수 있다.

(설문지: D교사) 디지털 방식의 소통에 더 익숙한 아이들에게 탐구 과정 중 토론의 매개체의 역할로 활용 가능함. 특히 SNS를 활용한 토론은 문자(text)로 남기 때문에 주장과 관련된 타당한 논거를 생각할 시간이 많아지고 다른 사람의 의견을 좀 더 깊이 있게 생각할 시간 또한 많아지기 때문에 질적으로 향상된 의사소통이 가능해져 유의미한 탐구가 될 가능성이 높음.

과학탐구 과정에서 온라인을 통한 소통 방식이 사고를 논리적으로 정리하거나 반성적으로 생각할 시간적 여유를 확보할 수 있다는 점은 선행연구들에서도 보고된 특성이다(Lee & Kim, 2004). 중요한 점은 탐구에 대한 토론이나 소통 활동에서 디지털 기기가 의미 있게 활용되기 위해서는 교사 스스로 이러한 특징들을 인지하고 조절할 수 있어야 한다는 것이다. 다시 말해, 교사는 교육용 SNS 등을 활용한 온라인 탐구 토론이 갖는 특징을 이해하고, 이를 토대로 온라인 토론이 가진 강점을 극대화시키고 단점을 최소화 시킬 수 있도록 교육 환경과 과제를 구성할 필요가 있다. 이러한 맥락에서 본 연구의 대상 교사들이 온라인을 통한 토론이 갖는 특징을 스스로 인식하고 있었다는 점은 의미가 있다고 판단된다.

하지만 동시에 여러 교사들이 교육용 SNS를 수업에서 활용하는 것이 현실적으로 어렵다는 점을 토로하였는데, 이러한 어려움은 학생 내적 요인과 외적 요인으로 나눌 수 있었다. 학생과 직접 관련된 '내적 요인'으로는 인터넷 접속으로 인한 학생의 주의 산만, 학생의 디지털 활용 역량 부족이 지적되었다. 다음은 학생 내적인 문제와 관련한 교사들의 의견이다.

(모둠 토의: 1모둠)
J교사: ...중략...수업에 집중하기 어려울 것 같아. 컴퓨터 시간에도 게임이나 사이트를 막아놔도 어떻게든 게임하니까. 스마트 폰 켜라니까 난리도 아니었거든.
I교사 근데 나는 의외로 애들 서로 이르면서 잘 하더라고요... 저의 경우는 애들이 스마트 기기 자체가 신기하니까 처음에는 엄청 열심히 참여하더라고. 근데 주제가 계속 달라지잖아. 똑같은 걸로..
J교사: 내가 문제인가...중략...
I교사: 교과(교사)라 그럴 수도 있어요. 담임(교사)일 때는 애들이 쉽게 그러지 않더라고요. (학생들이) 잘 못 그랬어요(쉽게 게임을 하거나 그러지 못했어요).
J교사: 하긴 그래요, 반마다 방침이 달라서. 핸드폰을 평소에 (담임 선생님이) 엄격하게 못쓰게 단속하는 애들은 정말 수업 시간에 딱 할 것만 하고 끄는데, 그렇지 않은 반애들은 게임 업데이트하고, 다른 영상 보고 ...중략...
J교사: 아무리 스마트폰 세대라지만 게임만 능숙하게 할 줄 알지 폰을 이용한 의사소통이나 다른 것들을 정말 능숙하게 하는 것 같지는 않아.

위의 대화에서 교사들은 인터넷 접속을 하면서 학생들이 과학과 무관한 행동을 하여 주의산만해지는 것을 문제로 제기한다. 하지만 이러한 정도는 학급에 따라 다르다는 의견도 제기되었는데, 구체적으로 담임교사의 엄격한 규칙 수행, 교과 교사인지 담임교사인지에 따라 학생들의 참여 태도가 달라진다고 이야기하였다. 이러한 사례들을 통해 교육용 SNS를 활용한 수업에서는 무엇보다도 스마트 기기 활용과 관련하여 적절한 규칙을 설정하고 이를 잘 준수하도록 분위기를 형성하는 것이 중요하다는 점을 알 수 있다.

특히 위의 대화 중 마지막 문장에서 J교사는 요즘의 학생들이 디지털 기기에 익숙하다고 하지만, 그것이 게임에 국한되는 경향이 있으며 의미 있는 소통이나 의견 교환 능력으로 이어지지 않는 것 같다고 설명하였다. 학생들의 디지털 활용 역량에 대한 J교사의 문제 제기는 김혜숙과 박현정(2008)의 연구에서도 동일하게 보고된 바 있다. 즉, 한국 학생들이 스마트 기기 활용에 능숙하다고 알려져있지만, 실제 학생들의 활용 분야를 다른 국가들과 비교해봤을 때 인터넷 검색, 게임, 다운로드 활동에 집중된 경우가 많았다는 점이다(Kim & Park, 2008). 그러나 디지털 활용 역량의 핵심이라고 볼 수 있는 인터넷을 활용한 협동 작업, 이메일이나 채팅을 통한 의사소통, 문서나 스프레드시트, 그래픽, 교육용 프로그램 사용 비율은 OECD 국가들 평균에 비해 낮은 결과를 보였다(Kim & Park, 2008). 이러한 실태는 학생들

에게 좀 더 실질적이고 의미 있는 디지털 활용 역량을 키울 수 있는 수업을 설계하고, 경험을 제시하는 것이 중요하다는 것을 시사한다.

다음으로 교육용 SNS 활용 과정에서 발생하는 어려움으로서, '외적 요인'들로는 인터넷 망 구축 부족 문제를 들 수 있다. 본 연구의 참여 교사들은 과학수업에서 스마트 기기를 활용해 다양한 시도를 하고자 했으나, 이러한 시도들이 환경적 요인으로 실패한 경우가 많았다고 설명했다. 다음은 교사들이 환경적 요인과 관련한 어려움을 토로하는 모습이다.

(모둠 토의: 3모둠)
C교사: 망한 게 데이터 때문에.... 학교가 와이파이가 안되니까 내가 개인적으로 뚫어서 줬는데, 허용범위를 넘어서 모두가 접속이 안되는 거야. 그래서 그랬어요...중략...
B교사: 와이파이가 문제긴 한 것 같아요.
C교사: 사진 찍어서 보내는 것도 3메가 밖에 안 해. 그래도 애들이 데이터에 민감해서.
B교사: 학교 시스템이 바뀌긴 해야겠어요. 지금은 에그도 못쓰게 하니까. 어플리케이션 같은 것은 미리 깔아오게 하는 것도 필요하고.

(모둠 토의: 1모둠)
H교사: ...중략...개인 핸드폰으로 사용하니까 좋아했지만. 데이터가 없다고 난리쳐서 제 핸드폰으로 돌려가며 보긴 했어요.

현재 학교에서는 무선 인터넷 망 구축이 되어 있지 않을 뿐 아니라, 교사가 개인적으로 교실에서 인터넷 망을 구축하는 것도 허용하지 않고 있다. 이러한 환경에서는 교사와 학생들 모두 제한적인 참여와 활동을 할 수 밖에 없음을 알 수 있다.

끝으로 교육용 SNS를 활용해 수업을 했던 교사들은 학생들의 인터넷 예절 및 진지한 참여를 위한 교육의 필요성을 강조했다. H교사는 진지한 참여를 유도하려면 스마트 기기를 도입하기 이전에 학생들과의 많은 대화와 약속이 필요하다고 설명했다. 다음은 자유탐구 활동에 대해 SNS에 공유하고 친구들과 서로 평가하는 활동을 해보았던 B교사의 설명이다.

(개인 면담: B교사)
연구자: SNS 활용해서 탐구과정에 대해 논의해본 적이 있다고 하셨는데요. 이 때, 학생들에게 어떤 점을 강조하셨나요? 함께 지켜야할 약속이나 규칙으로 어떤 부분이 필요한가요?
B교사: SNS 의사소통이지만 공적인 용어 사용을 교육해야한다고 생각해요. SNS의 특성상 쓸 수 있는 인터넷 용어를 규제하는 것에 대하서 의견이 갈릴 수 있겠지만 그런 것들을 허용할 경우 의견의 교류가 장난식으로 흘러가는 경우가 많았어요.
연구자: 그러면, 과학적 의사소통이기 때문에 설정해야하는 약속은 없으셨나요?
B교사: SNS로 의사소통를 하는데 좋다 나쁘다 식의 호응 정도로 끝나는 경우가 많거든요. 이 경우 생각해야 할 점과 관점, 주장과 그에 대한 과학적 근거, 이를 증명할 수 있는 자료, 반박 등 교사가 의사소통 과정에서 필요하다고 생각하는 부분을 처음에 미리 언지하거나 의사소통 과정 중에 올바른 방향으로 흘러가도록 언급해주는 것이 필요한 것 같습니다.

B교사는 SNS에서 탐구활동에 대해 상호작용할 때, 두 가지 점을 유의해야 한다고 강조하였다. 하나는 용어의 사용으로서 학생들이 평상시에 많이 쓰는 축약어나 은어 등의 사용을 지양하고 '공적인 언어'를 사용하도록 하는 것이다. 이를 통해 학생들로 하여금 진지한 상호작용을 유도할 수 있다고 설명하였다. 다음으로는 탐구에 대한 논의가 깊이 있게 이끌어지기 위해서 과학적인 주장과 논의에서 요구되는 조건들을 미리 언급해줄 필요가 있다고 설명하였다. 즉, 학생들에게 나의 주장에 대한 과학적 근거, 이를 증명할 수 있는 자료 등을 활용해야 한다는 것을 명시적으로 설명해주어야 하며, 그렇지 않으면 좋고 나쁜 정도의 단순한 대화로 끝나는 경우가 많다고 설명하였다. 특히 B교사의 두 번째 전략은 과학탐구 과정에서의 글쓰기나 논의 과정에서 학생들에게 핵심적인 논의 요소와 구조를 사용할 수 있도록 지원해야 한다는 주장(Driver, Newton, & Osborne, 2000; Duschl & Osborne, 2002)과 맥을 같이 한다. 뿐 만 아니라, SNS에서 발생하는 상호작용이 피상적일 수 있다는 문제점들(Lee, 2014; Yang *et al*., 2015)에 대한 실천적 대안으로서 해석될 수 있겠다.

또한 SNS를 통해 탐구활동에 대해 논의해본 교사들은 이러한 사전 교육이 가정과 연계되어 진행될 필요성을 강조하였다.

(전체 토의)
연구자: 클래스팅은 어떠세요? 클래스팅 혹시 과학 수업에 사용해본 적 있으신 분?
H교사: 처음에는 사전에 가정통신문을 발송하고, 교육을 많이 시켜서 쓰는 방법, 예절 등을 가르치고 수업 시간에 활용해야 했어요. 하지만 진지한 상호작용까지 유도하지는 못했고, 그냥 과제 결과나 생각을 올리는 정도로 활용했어요.

H교사는 교육용 SNS 상에서 학생들이 진지한 학습 태도를 가지고 토론에 참여시키고, 상호작용을 이끌어내는 것이 생각보다 굉장히 어렵다고 토로했다. 더불어 그는 교육용 SNS을 활용하기 전에, 가정통신문을 발송한 뒤 학부모의 동의와 가정과 연계된 교육을 시행한 뒤 교육용 SNS 활용 수업을 도입하였다고 설명했다.

Ⅳ. 결론 및 제언

본 연구에서는 과학교육과 스마트 교육의 의미 있는 결합을 탐색하기 위한 기초로서 스마트 기기 도입이 교실의 '과학탐구' 활동을 어떻게 변화시킬 수 있을 것인지에 대한 초등과학교육 전공 교사들의 인식을 조사하였다. 참여 교사들은 스마트 기기를 과학탐구 활동에 활용했던 경험이나 아이디어를 다양하게 제안하였으며, 이러한 활용이 과학탐구 활동에 다음과 같은 변화를 가져올 것이라고 생각하고 있음을 알 수 있었다.

첫째, 교사들은 스마트 기기를 통해 탐구 과정에서 직접 관찰하기 어려운 현상에 대한 관찰 기회를 확대할 수 있을 것이라고 설명하였다. 특히 학생들은 천체나 눈에 보이지 않은 작은 생물에 대한 관찰 탐구 활동에서 관련 어플리케이션이나 스마트폰과 연동되는 현미경 기기를 활용하여 교실에서도 직접 자연현상을 살펴볼 수 있게 되었다. 교사들은 이러한 기기의 도입으로 인해 학생들이 좀 더 능동적으로 관찰 활동에 참여하게 할 수 있게 된다고 주장하였다. 하지만 새로운 장치를 습득하는 것이 학생들에게 부담이 되어 탐구로의 집중을 방해할 수 있다는 의견도 있었다.

둘째, 스마트 기기 활용의 보편화와 함께 교사들은 탐구 활동에서

스마트 기기를 활용한 디지털식 측정 방식을 시도할 수 있을 것이라고 보았다. 디지털식 측정 방식은 정확하고 정량적인 탐구 결과를 얻을 수 있게 했다. 하지만 새로운 측정 방식의 도입은 추가적인 변인을 낳아 탐구에 대한 학생들의 초점을 흐릴 수 있으며, 때로는 탐구 활동의 본질과 탐구 실행에 결정적인 영향을 줄 수 있음을 알 수 있었다. 특히 교사들은 아날로그식 측정 방식과 디지털 측정 방식 사이에서 어떤 선택이 적절한지 갈등하게 되며, 자신의 과학교육적 신념을 토대로 선택하여 적절하다고 생각되는 방식을 실행하고 있었다.

셋째, 교사들은 교실 탐구에서 스마트 기기를 활용하여 다양한 형식의 축적된 자료 수집할 수 있을 것이라고 설명했다. 특히 학생들은 장기간 자연현상의 변화를 관찰하는 탐구 활동에서 다량으로 누적된 자료들을 스마트 기기를 활용해 쉽게 관리할 수 있게 된다. 또한 탐구 과정에서 그림이나 글로 정리하는 것을 넘어서 사진, 동영상 자료들을 확보하여 실감나고 생생한 증거를 활용할 수 있게 되었다. 교사들은 양질의 과학적 자료들을 확보함으로써 탐구 과정에 대한 학생들의 이해를 도울 수 있으며, 이러한 자료들이 믿을만한 증거로 활용되어 탐구 과정에 대한 의사소통에도 보탬이 된다고 보았다.

넷째, 교육용 SNS를 활용하여 탐구 과정에서의 공유와 소통 기회를 확장시킬 수 있을 것이라고 보았다. 몇몇 교사들은 클래스팅이나 네이버 밴드를 활용한 수업을 실행하고 있었으며 이를 통해 학생들의 참여를 확장시킬 수 있다고 주장하였다. 하지만 진지한 참여와 의미 있는 상호작용을 유도하는 것이 쉽지 않으며, 이를 실현하기 위해 SNS 활용을 위한 규칙과 약속을 설정하여 학생들의 공감을 얻어야 한다고 이야기했다. 특히 학생들이 디지털 세대임에도 불구하고 게임이나 다운로드 활동에만 익숙하며, 인터넷을 통한 협업이나 의사소통 활동에는 능숙하지 않다는 지적도 있었다. 그 외에도 인프라 구축이 부족하여 SNS나 인터넷 활용 수업을 실행하기 어렵다는 점도 제기되었다.

위와 같은 스마트 기기의 가능성과 우려, 어려움들을 토대로 본 연구에서는 과학탐구 활동에서 스마트 기기를 의미 있게 활용하기 위한 시사점으로서, 교사 요인, 학생 요인, 학급 요인 세 가지를 중심으로 제안하고자 한다. 첫째, 교사 요인과 관련하여 교사가 지닌 과학탐구에 대한 신념이 스마트 기기의 의미 있는 활용에 중요하게 작용할 것임에 주목할 필요가 있다. 교실에서 이루어지는 탐구 활동은 관찰, 측정, 자료 수집, 토의 등의 여러 유형의 활동을 포함한다. 중요한 것은 탐구 활동의 어떤 시점에 어떠한 기기를 어떠한 방식으로 도입할 것인가는 탐구에 대한 교사의 전문성과 신념에 따라 달라진다는 점이다. 때로는 스마트 기기 적용 방식에 따라 같은 탐구라 할지라도, 탐구의 핵심이 달라질 수 있음을 태양고도에 대한 탐구 활동 사례를 통해 살펴보았다. 따라서 과학탐구에서 스마트 기기를 성공적으로 도입하기 위해서는 근본적으로 교실 탐구와 관련한 교사의 바른 이해와 충분한 경험이 뒷받침될 필요가 있다.

둘째, 학생 요인과 관련하여, 학생들이 습득해야 할 과학탐구와 관련한 디지털 활용 역량의 유형과 범주를 구체화하고 학생들의 역량과 수준을 명확히 파악하여 과학수업을 구성할 필요가 있다. 디지털 활용 역량의 범주는 매우 다양한데, 특히 과학탐구 활동에서는 과학 관련 어플리케이션이나 프로그램 활용 능력, 여러 유형의 축적된 자료를 수집하여 정리하는 능력, SNS 상에서 실시간 텍스트를 협력적으로 토의하고 분석, 비판하는 능력 등이 필요하다. 하지만 본 연구의 여러 사례들 속에서 학생들은 디지털 기기의 도입 과정에서 학생들이 새로운 장치를 배워야 한다는 부담감, 새로운 추가 변인들의 생성으로 인한 혼란 등으로 인해 어려움을 겪는 경우들이 보고되었다. 따라서 과학탐구 활동에서 스마트 기기를 도입할 때에는 과학탐구 활동 과정에서 학생에게 요구되는 디지털 활용 역량을 파악하고, 학생들이 이러한 역량을 갖추었는지 살펴보아야 한다. 더불어 학생들의 디지털 활용 역량과 수준에 맞추어 스마트 기기를 도입할 필요가 있겠다.

셋째, 학급 요인과 관련하여 학급 내에서 스마트 기기 활용 수업에 적절한 학급 규범을 형성하는 것이 필요할 것이다. 본 연구의 결과에서 나타난 바와 같이, 여러 교사들이 학생들은 스마트 기기를 무척 좋아하지만, 수업 시간에 스마트 기기를 학습 이외의 목적으로 활용하거나 진지하게 참여하지 않는 등의 어려움을 겪었다고 설명했다. 하지만 동시에 학생들의 이러한 태도들은 각 학급의 분위기와 담임교사의 특성에 따라 다르게 형성되었다는 주장도 있었다. 이러한 사례들을 고려할 때, 스마트 기기 도입과 함께 반드시 수반되어야 할 것은 진지한 태도와 학습 활동에의 집중, 인터넷 대화 예절 등과 관련한 학급 규범의 형성과 정착이라고 판단된다.

한편, 과학 수업에서 스마트 기기를 좀 더 의미 있게 활용하기 위해서는 본 연구 결과를 바탕으로 추후 좀 더 실천적이고, 폭넓은 연구들이 실행될 필요가 있다. 특히 본 연구에서 언급되었던 시사점으로서 교사의 탐구에 대한 신념에 따른 스마트 기기 활용 방식, 과학탐구 활동 과정에서 학생에게 요구되는 디지털 활용 역량의 유형과 특징, 스마트 기기를 활용한 탐구에서 필요한 학급 규범의 특징과 형성 과정에 대해 구체적인 사례를 통해 살펴볼 필요가 있겠다. 더불어 스마트 기기를 활용하는 주체인 학생들에 대한 역량과 인식에 대한 분석이 수반된다면 스마트 교육과 과학교육의 의미 있는 통합을 실현하는 데에 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.

국문요약

본 연구의 목적은 스마트 기기 도입이 '과학탐구' 활동을 어떻게 변화시킬 수 있을 것인지에 대한 교사들의 인식을 조사하고, 이를 토대로 스마트 기기 도입이 탐구 활동에서 갖는 여러 가능성과 어려움들을 탐색하는 것이다. 이를 위하여 교육대학원의 초등과학교육 전공 교사 12명을 대상으로 개방형 설문지, 모둠 토의, 전체 토의, 참여자 면담 등의 다양한 출처를 통해 자료를 수집하였으며 연구 결과는 다음과 같다. 첫째, 교사들은 스마트 기기를 통해 천체나 작은 생물과 같이 직접 관찰하기 어려운 현상에 대한 관찰 기회가 확대되어 학생들의 능동적인 참여를 독려할 수 있다고 설명하였다. 하지만 새로운 장치에 대한 조작의 부담으로 인해 학생들이 탐구에 집중하는 것을 방해할 수 있다는 의견도 있었다. 둘째, 교사들은 스마트 기기를 활용해 초등학교 과학탐구 활동에서 디지털식 측정 방식을 도입하기도 했다. 디지털식 측정은 간편하고 효율적으로 자료를 모을 수 있으며, 정확하고 정량적인 결과를 얻을 수 있다는 점에서 교사들에게 선호되었다. 하지만 새로운 측정 장치로 인해 추가 변인이 생기거나 탐구 활동의 본질이 달라지는 경우도 있었으며, 교사들은 아날로그식 측정 방식과 디지털 측정 방식 사이에서 자신의 탐구에 대한 신념에 따라 적절하다고 생각되는 방식을 선택하는 모습을 보였다. 셋째, 교사들은 스마트 기기를 활용해 다양한 형식의 축적된 자료 수집하여

양질의 과학적 증거로 활용할 수 있다고 설명했다. 양질의 과학적 증거들은 탐구 과정에 대한 학생들의 이해를 돕고 탐구 과정에 대한 의사소통에도 보탬이 된다고 보았다. 넷째, 교사들은 교육용 SNS를 활용하여 탐구 과정에서의 공유와 소통 기회를 확장시킬 수 있다고 설명했다. 하지만 학생들의 진지한 참여와 상호작용을 이끌어내기 위해서는 대화를 통해 적절한 규범을 형성하는 것이 중요하다고 주장하였다. 이러한 결과를 토대로 과학탐구와 스마트 기기의 의미 있는 통합을 위해 교사의 과학교육적 신념에 따른 디지털 기기 활용 방식, 과학탐구에서 요구되는 디지털 활용 역량의 유형과 특징, 스마트 기기를 활용한 탐구에서 형성되는 학급 규범의 특징에 대한 추가적인 분석들이 필요함을 논의하였다.

주제어 : 스마트 기기, 과학탐구 활동, 교사 인식

References

Ardac, D., & Akaygun, S. (2004). Effectiveness of multimedia-based instruction that emphasizes molecular representations on students' understanding of chemical change. Journal of Research in Science Teaching, 41(4), 317-337.

Boo, G., Gil, Y., Sohn, J., Kim, S. (2013). Sunspots observation using DSLR and measuring the differential rotation period. School Science Journal, 7(3), 182-192.

Brady, K. P., Holcomb, L. B., & Smith, B. V. (2010). The use of alternative social networking sites in higher educational settings: A case study of the e-learning benefits of Ning in education. Journal of Interactive Online Learning, 9(2), 151-170.

Brickhouse, N. W. (1994). Children's observation, ideas, and the development of classroom theories about light. Journal of Research in Science Teaching, 31(6), 639-656.

Byeon, J-H., Lee, J-K., Kwon, Y-J. (2009). An analysis of meanings and processes about scientific observation in the science education. Journal of Korean Association for Science Education, 29(5), 531-540.

Dewey, J. (1938), Logic: The theory of inquiry. New York: Henry Holt and Company, Reprinted as pp. 1–527 in John Dewey, The Later Works, 1925–1953, Volume 12: 1938, Jo Ann Boydston (Ed.), Kathleen Poulos (text. ed.), Ernest Nagel (intro.), Southern Illinois University Press, Carbondale and Edwardsville, IL, 1986.

Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. Science education, 84(3), 287-312.

Duschl, R. A., & Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education. Studies in Science Education, 38, 39-72.

Gillet, D., De Jong, T., Sotirou, S., & Salzmann, C. (2013). *Personalized learning spaces and federated online labs for stem education at school.* In Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2013 IEEE (pp. 769-773). IEEE.

Glaser, B. G., & Strauss, A. L. (2009). The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research. Transaction publishers.

Harris, D. N., & Sass, T. R. (2011). Teacher training, teacher quality and student achievement. Journal of public economics, 95(7), 798-812.

Hwang, G. J. (2014). Definition, framework and research issues of smart learning environments-a context-aware ubiquitous learning perspective. Smart Learning Environments, 1(1), 1.

Hong, E. S. (2014). Smart learning strategies for teaching Korean as a foreign/second Language. Korean Language Education Research, 49(1), 123-145.

Jhun, Y. S., Lee, S. A., Shin, Y. J. Kang, S. J., Cha, H. Y., & Song, Y. W. (2009). Elementary school teachers' usage of web supplement for the science teaching and learning. Journal of Korean Elementary Science Education, 28(3), 313-320.

Johnson, L., Adams Becker, S., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A., & Ludgate, H. (2013). NMC Horizon Report: 2013 Higher Education Edition. The New Media Consortium.

Joung, Y. J. (2014). Theoretical Investigation on Implications of ''Community of Inquiry'' for Science Education: Toward 'Community of Inquiry in Science Classroom'. Journal of the Korean Association for Science Education, 34(3), 303-319.

Kim, H. S., & Park, H. J. (2008). The level of education informatization and their implications in Korea through OECD PISA 2006. Korea Education and Research Information Service. Sin-Sung publisher: Seoul.

Lee, B-H. (2014). Facebook, how to use for an effective learning environment?. The Journal of Educational Information and Media, 20(2), 247-273.

Lee, B. W., & Kim, H. K. (2004). Characteristics of online discussion system for physics investigation through the students' perceptions. Journal of Korean Elementary Science Education, 24(6), 1206-1215.

Lim, B. R. (2012). Analysis of the elementary school teachers' needs on digital textbooks and its implications on the policy making. Journal of Educational Technology, 28(2), 317-346.

Merriam, S. B. (1998). Qualitative research and case study applications in education. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.

Ministry of Education, Science, & Technology. (2011). Road to powerful nation for human resource development: Action strategies of smart education. Ministry of Education, Science, & Technology.

Na, J., & 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., & Song, J. (2014). An analysis of trends in science education research on instructional technology and its implications for science teachers' technological pedagogical content knowledge(TPCK). Teacher Education Research, 53(3), 511-524.

Noh, T., Cha, J., Kim, C., & Choi, Y. (1998). The effect of computer-assisted instruction using molecular-level animation in middle school science class. Journal of the Korean Association for Science Education, 18(2), 161-171.

Park, S. K. (2013). An analysis of middle school students' perceptions and learning satisfaction in SMART learning-based science instruction. The Journal of the Korean Earth Science Society, 34(7), 727-737.

Park, S-Y., Park, J-K., & Yeo, S-I. (2006). The effects of MBL programs of academic achievement and science-related affective characteristics of elementary school students in laboratory instructions. Journal of Korean Elementary Science Education, 25(4), 4.

Peirce, C. S. (1899). The scientific attitude and fallibilism. In J. Buchler (Ed.). Philosophical writings of Peirce (pp. 42-59). NY: Dover Publication, 1940.

Rice, J. K. (2003). Teacher quality: Understanding the effectiveness of teacher attributes. Economic Policy Institute, 1660 L Street, NW, Suite 1200, Washington, DC 20035.

Schwab, J. J., & Brandwein, P. F. (1962). The teaching of science: The teaching of science as enquiry (Vol. 253). Harvard University Press.

Seol, M., & Son, C. (2012). A survey on teacher's perceptions about the current state of using smart learning in elementary schools Journal of the Korean Association of Information Education, 16(3), 309-318.

Shin, Y., & Ha, J. (2016). Analysis of science teachers' perception of flipped learning. Journal of Research in Curriculum & Instruction, 20(2), 152-167.

Song, J. (2006). J. J. Schwab's life and ideas of science education. Journal of the Korean Association for Science Education, 26(7), 856-869.

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 Research in Science Education, 35(5), 829-840.

Yeo, S-I., Lee, S-M., & Shin, M-K. (2008). A study of changes of elementary students' competence in scientific inquiry through MBL science class. Journal of the Society for the International Gifted in Science, 2(2), 165-173.

Yun, J., Ahn, I., & Noh, T. (2015). The effects of individualized learning adapted to students' conceptions using smart devices in science instruction. Journal of Korean Association for Science Education, 35(2), 325-331.