

4차 산업혁명 시대에 필요한 초등 과학교육학 과목의 학습 내용에 대한 초등 교사의 인식

나지연*

춘천교육대학교

Elementary School Teachers' Conception of the Learning Content of Elementary Science Education Subject Required in the 4th Industrial Revolution Era

Jiyeon Na*

Chuncheon National University of Education

Abstract : This study conducted an online survey to understand what elementary school teachers think about the learning contents of elementary science education subjects needed to train elementary science teachers suitable for the era of the 4th Industrial Revolution. The results are as follows: First, there were many elementary school teachers who thought that the current learning content of elementary science education was not suitable for the era of the 4th Industrial Revolution and that it needed to modify the learning content. Many of the teachers said that the learning content of the subject did not include the characteristics of the 4th Industrial Revolution, but also did not reflect the changes of the times and remained in the past. Second, the content that elementary school teachers thought was important in training elementary school teachers suitable for the era of the 4th Industrial Revolution was mainly related to the interests and curiosity of students, and scientific experiments or inquiry. On the contrary, the items that they thought should be deleted or reduced included science learning theory, science teaching/learning model, nature of science, and guidance for gifted children. Third, the contents that elementary school teachers thought needed to be added as learning content of elementary science education subjects were SSI education, science education-related social change and future prediction, advanced science technology, STEAM guidance, and integrated education within the science field. Fourth, in order to train elementary school teachers suitable for the era of the 4th Industrial Revolution, the contents that they thought should be introduced first as learning content of elementary science education subjects were SSI education, integrated education within the science field, STEAM guidance, and core competencies. Other contents that need to be introduced were software education, safety education, and project learning methods.

keywords : 4th Industrial Revolution, elementary science education subjects, elementary school teachers' conception

I. 서론

교사는 학생이 학습 목표를 달성할 수 있도록 돕고 그들의 요구 사항을 해결하여 학생이 학업을 원활히 수행할 수 있게 하는 역할을 한다(Davis & Krajcik, 2005). 또한 교사는 변화하는 세상을 학생이 이해하고 성공적으로 적응하게 하는 데에 필수적인 사람이다

(Nuangchalerm & Prachagool, 2010). 이런 측면에서 볼 때 교육과정과 교육 시스템의 성공 여부는 교사의 능력과 태도에 달려 있다고 해도 과언이 아니다(Nadeem *et al.*, 2011; Syaddad, 2020). 이에 교사의 능력을 향상시키기 위한 다양한 노력이 계속되고 있으며(NSTA, 2003, 2020; Windschitl & Stroupe, 2017), 그중 하나가 교사 양성과정의 질을 높이는 것

* 교신저자: 나지연 (jyna@cnue.ac.kr)

** 이 논문은 2017년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2017S1A5A8022612).

*** 2021년 3월 2일 접수, 2021년 4월 27일 수정원고 접수, 2021년 4월 29일 채택

<http://dx.doi.org/10.21796/jse.2021.45.1.90>

이다(Khalid *et al.*, 2017; Nuangchalerm & Prachagool, 2010). 능력을 갖춘 우수한 교사의 양성은 학생의 성취와 과학교육 활성화에 긍정적 영향을 미치기 때문이다(Johnson *et al.*, 2007; Sandholtz *et al.*, 2019; Supovitz & Turner, 2000).

최근의 교육환경은 제4차 산업혁명의 도래와 함께 급격하게 변화하고 있다(Park *et al.*, 2019). 이전의 관습, 제도, 방식 등이 무너져 내리고 이전과는 다른 새로운 시대가 오고 있다(Schwab, 2016; World Economic Forum, 2016). 정보 통신 기술(ICT) 기반의 산업 발달은 유비쿼터스 모바일 인터넷, 인공지능과 기계학습 등으로 이어지며(World Economic Forum, 2017), 우리의 생활 전반과 교육환경의 변화를 이끌고 있다. 이러한 변화는 COVID-19의 등장과 함께 더욱 가속화되고 있다. World Economic Forum (2018)의 '직업의 미래 보고서(The future of jobs report)'에 따르면 산업 전반에 걸쳐 기계가 인간의 노동력을 대체하는 비율이 점점 증가하며, 특히, 정보와 데이터 프로세싱, 기계적인 활동의 증가세가 더 크게 나타나게 된다. 이에 따라 교육 분야에서는 제4차 산업혁명 시대에 대비할 수 있는 인재 양성을 위하여 교육 지원체제 구축과 교육 혁신 방안을 개발하기 위해 노력하고 있다(Park *et al.*, 2018). 특히, 지금의 한국 교육으로는 이러한 변화에 대응하기 어렵다는 위기감이 그 어느 때보다 강하게 조성되고 있으며(Kim, 2017), 교사와 그들의 양성 교육 모두 변화해야 한다는 요구가 증가하고 있다(Kim, 2017; Park *et al.*, 2018). 2020년 12월에는 대통령 직속 국가교육회의에서 '미래학교와 교육과정에 적합한 교원양성체제 발전 방향 정책 집중 속의 결과 및 권고안'을 발표하기도 하였다(Presidential Advisory Council on Education, 2020).

우리나라의 교원양성 교육을 변화시키기 위한 노력은 상당히 오래전부터 계속되어왔다. 1970년대 초반에는 우수 교원양성과 수급 조절, 인재 확보를 위해 노력하였으며, 90년대 중반에는 세계화와 정보화를 위한 교원양성에 관심을 두었다(Kang & Kwack, 1998). 4차 산업혁명이라는 용어가 등장한 2010년대 후반부터는 미래형 교사 양성을 위한 교원양성 교육과정 개편을 강조해왔다(Kim, 2020). 그 이유는 교사의 질이 교원 양성 기관에서 제공하는 교육과정의 질에 크게 좌우되며, 지금의 시대변화에 대응하기 위해서는 교원양성 교육과정의 개편이 시급하다고 판단했기 때문이다(Park *et al.*, 2018). 그러나 미래형 교사 양성 교육과정의 개편 논의는 예비교사들이 이수해야 하는 여러 교과 영역 중 주로 교직과목(교직이론, 교직소양 등)에 집중되었다(Kim, 2020).

초등 교사 양성과정에서는 교원자격검정령 시행규칙에 따라 교과교육 및 교과 내용 영역을 50학점 이상 이수하도록 하고 있다(Korea Ministry of Government Legislation, 2021). 초등 과학교육학 과목은 이렇게 초등 예비교사들이 필수로 이수해야 하는 여러 과목 중의 하나로, 초등 교원 양성대학들은 대부분 2~5학점 정도로 운영하고 있다. 상당히 한정된 시간 동안 초등과학교육의 많은 부분을 다루어야 하는 것이 현실이다. 따라서 한정된 시간 동안 무엇을 다룰 것인지 고민할 필요가 있으며 특히 4차 산업혁명과 같이 급변하는 시대변화에 적응이 가능한 교사를 양성하려면 어떠한 내용을 교육해야 하는지 논의할 필요가 있다. 이러한 논의를 위해서는 교원양성 교육과정을 구성하는 교과목의 내용이 적절하게 구성되어 있는지 점검하는 일이 선행되어야 한다(Park, 2007). 이를 점검하는 방법으로는 교원 양성 대학의 교육과정을 분석하거나 양성과정에 대한 현직교사들의 인식을 조사하는 방식이 있을 수 있다(Kim *et al.*, 2010).

과학 교사를 양성하기 위한 교육과정과 강의 내용을 점검하고 개선하고자 한 연구들은 그 수가 많지 않으며, 주로 중등 과학 교사 양성 부분에서 이루어져 왔다. 초등 과학교육을 담당하게 될 초등 예비교사를 위한 개선 연구나 4차 산업혁명 시대에 필요한 교원양성에 대해 논의한 과학교육 연구는 찾아보기 어렵다. 중등 과학 교사 양성 부분에서 이루어진 연구로는 중등 과학 교사를 대상으로 과학 교사 양성과정에 대한 인식을 조사한 연구(Kim *et al.*, 2010; Kim *et al.*, 2015; Park, 1992). 전국 사범대학의 과학 교사 양성 교육과정 현황을 분석한 연구(Kim & Lee, 2006; Yang *et al.*, 2013)가 있었다. 이에 본 연구는 초등 교사들을 대상으로 4차 산업혁명 시대에 적합한 초등과학 교사 양성을 위해 필요한 초등 과학교육학 과목의 학습 내용에 대한 인식을 파악하고 이를 바탕으로 초등 교사 양성 기관의 초등 과학교육학 과목을 위한 시사점을 도출하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 절차 및 설문 문항

본 연구는 4차 산업혁명 시대에 필요한 초등 과학교육학 과목의 학습 내용에 대해 초등 교사들이 어떻게 인식하고 있는지 조사하기 위하여 Table 1에 제시된 바와 같이 설문 문항을 제작하여 온라인 설문 조사를 실시하였다.

Table 1. Questions of the survey

번호	영역	설문 내용	문항 형태
1	현행 초등 과학교육학 과목의 학습 내용에 대한 일반적 인식	■ 현행 초등 과학교육학 과목의 학습 내용이 4차 산업혁명 시대에 적합한 초등 교사를 양성하는 데에 충분한가? 그 이유는?	리커트 척도형 서술형
2		■ 4차 산업혁명 시대에 적합한 초등 교사를 양성하기 위해 현행 초등 과학교육학 과목의 학습 내용을 바꾸어야 한다고 생각하는가? 그 이유는?	
3	현행 초등 과학교육학 내용의 중요도	■ 4차 산업혁명 시대에 적합한 초등 교사를 양성하기 위해 초등 과학교육학 과목의 학습 내용으로 각 항목*이 얼마나 중요한가?	리커트 척도형
4		■ 각 항목 중에서 삭제할 필요가 있는 항목을 모두 고르시오. 그 이유는?	선택형 서술형
5		■ 각 항목 중에서 양과 깊이를 축소할 필요가 있는 항목을 모두 고르시오. 그 이유는?	선택형 서술형
6		■ 4차 산업혁명 시대에 적합한 초등 교사를 양성하기 위해 초등 과학교육학 과목의 학습 내용으로 각 항목은 얼마나 추가할 필요가 있는가?	리커트 척도형
7	앞으로 초등 과학교육학 내용에 추가할 항목	■ 각 항목 중에서 최우선으로 도입해야 하는 항목은 무엇인가? (도입이 시급한 순서대로 3개 쓰기) 그 이유는?	선택형 서술형
8		■ 제시된 항목 외에 도입될 필요가 있는 것에는 어떤 것이 있는가?	서술형

* 각 항목은 연구 결과의 표에 제시된 바와 같음

초등 교사들이 설문 문항에 응답을 할 때 문항 이해를 돕기 위하여 설문 문항 제시 전에 4차 산업혁명의 정의와 1개 교육대학의 현행 초등 과학교육학 과목의 학습 내용을 확인할 수 있도록 교육편람에 제시된 내용을 다음과 같이 제시하였다.

- 4차 산업혁명: 4차 산업혁명은 인공 지능, 사물 인터넷, 빅데이터, 모바일 등 첨단 정보통신기술이 경제·사회 전반에 융합되어 혁신적인 변화가 나타나는 차세대 산업혁명을 말합니다.
- 초등과학교육학 과목(초등과학교육 I, II)의 학습 내용

아래의 두 과목은 한 교육대학교 2-3학년 모든 학생들이 수강하는 초등과학교육학 관련 필수과목의 내용입니다.

[초등과학교육 I] 초등학교 과학과 학습을 효율적으로 지도하기 위한 학습 이론과 지도 방법을 중점적으로 다룬다. 과학 교육과정과 지도 내용, 여러 가지 수업 모형과 교수 방법 등 초등 과학교육의 기본적인 내용을 생명과 지구 영역을 중심으로 학습한다.

[초등과학교육 II] 초등학교 과학 수업을 실제적으로 지원하기 위한 활동 자료, 프로그램 개발, 교재 구성과 제작, 평가자료, 기자재 활용 등을 중점적으로 다룬다. 초등학교 과학 목표를 달성하기 위한 교실에서의 여러 가지 방안을 물질과 에너지 영역을 중심으로 탐구한다.

현행 초등 과학교육학 내용의 중요도를 조사하는 문항(문항 3-5)을 제작하기 위하여 10개 교육대학교와 제주대학교 교육대학의 과학과 교육과정을 수집하고 초등 과학교육학 강좌의 교육편람(강의 설명)에 제시된 학습 내용을 추출하였다. 그다음으로 가장 최근에 출판된 과학교육론 교재 3권(Cho *et al.*, 2018; Jang *et al.*, 2019; Kim *et al.*, 2016)과 2015 개정 교육과정 초등학교 과학과 교사용 지도서의 총론의 목차, 해외 과학교육 교재의 주요 내용을 분석한 선행연구에서 제시한 내용(Kim *et al.*, 2009)에서 학습 내용을 추출하여 총 18개의 항목을 정하였다(Table 6의 항목 참조). 추출한 예시는 다음과 같다.

- 교육대학 교육편람: “과학의 본성, 과학과 교육과정, 탐구 과정, 인지발달과 과학과 학습 모형, 오개념, 과학과 학습 평가 등을 다룬다.”
- 과학교육론 교재: 과학과 교육과정, 과학의 본성, 과학 학습 이론, 과학과 수업 모형... 등
- 교사용 지도서: 과학 교수·학습 방법, 과학 학습의 평가, 과학 실험 안전 지도... 등

앞으로 초등 과학교육학 과목의 학습 내용으로 추가할 필요가 있는 것에는 어떤 것들이 있는지 조사하는 문항(문항 6-8)을 제작하기 위하여 과학교육과 관련 전문가 4인과 초등교육 관련 전문가 2인을 대상으로 초등 과학교육학 과목의 학습 내용에 대한 서면 인터뷰를 진행하여 추가할 학습 내용을 추출하였다. 초등 교사의 의견을 반영하기 위하여 초등 교사 6인

을 대상으로 집단면담을 실시하여 이들이 언급한 학습 내용을 추출하였다. 또한 과학교육의 변화 방향을 반영하기 위하여 미래 교육과 관련된 문헌들의 내용을 반영하여 총 18개의 항목을 정하였다(Baweja *et al.*, 2016; Becker *et al.*, 2017; Department of Education and Skills, 2011; Koehler & Mishra, 2008; NSTA, 2020; Partnership for 21st Century Skills, 2010; Reiss, 2018; Song *et al.*, 2018; Trilling & Fadel, 2009). 추출한 예시는 다음과 같다 (Table 8의 항목 참조).

- FGI_T1: 저는 이제 생각한 게 4차 산업시대가 중요한 게, 이제 여러 첨단 기술을 융복합하는 거고, 그걸 과학 교육에 적용한다면 스팀 교육이 교육과정에 들어왔으면 하는 생각이 들어요.
- 서면 인터뷰_E1: 비형식 교수학습적 자원 (예컨대, 과학관, 박물관, 연구소, 산업체, 지역사회 시설 등) 활용하는 경험을 강화할 필요가 있겠다.
- 미래교육 문헌_Reiss (2018): 디지털 기술로 과학 학습을 향상시킬 수 있는 방법이 다수 있다.

이렇게 제작된 설문지는 과학교육 박사학위를 소지한 초등 교사 2인으로부터 설문 문항의 타당성, 용어의 명확성, 표현의 정확성을 점검받아 수정하였다. 또 다른 초등 교사 2인으로부터 문항 이해 가능성과 가독성을 점검받아 수정하였으며, 최종 수정된 문항을 온라인에 게시한 후 시스템 구동과 설문 응답에 어려움이 없는지 이 초등 교사 2인으로부터 추가 점검을 받았다.

2. 연구 대상 및 설문 실시·분석 방법

초등 교사들의 인식을 조사하기 위해 전국 단위 초등 교사 온라인 커뮤니티에 설문 요청 공고와 설문 참여 링크를 게시하여 연구 대상자를 모집하였으며, 추가로 서울, 경기, 강원 지역의 교사 각 1인을 시작으로 눈덩이 표집을 활용하여 연구 대상자를 모집하였다. 총 401명의 교사가 설문에 응답하였으며, 초등학교 과학 교과를 담당하지 않는 영양교사, 전문상담교사, 특수교사 총 5명의 응답을 제외하고 396명의 설문 응답을 분석하였다. 연구 대상자의 세부 특성은 Table 2와 같다. 유아교육과(3명)와 세부 전공 미표시자(1명)는 세부 전공 중 '기타'로 표시하였다.

Table 2. Participants of the survey (N= 396)

세부 전공	교직경력(%)						성별(%)		계
	5년 이하	6-10년	11-15년	16-20년	21-25년	26년 이상	남성	여성	
과학교육	5 (1.3)	16 (4.0)	18 (4.5)	4 (1.0)	2 (0.5)	0 (0.0)	12 (3.0)	33 (8.3)	45 (11.4)
교육	12 (3.0)	12 (3.0)	10 (2.5)	14 (3.5)	1 (0.3)	0 (0.0)	7 (1.8)	42 (10.6)	49 (12.4)
국어교육	7 (1.8)	8 (2.0)	14 (3.5)	4 (1.0)	1 (0.3)	1 (0.3)	4 (1.0)	31 (7.8)	35 (8.8)
미술교육	6 (1.5)	6 (1.5)	5 (1.3)	5 (1.3)	1 (0.3)	1 (0.3)	2 (0.5)	22 (5.6)	24 (6.1)
사회과교육	5 (1.3)	10 (2.5)	10 (2.5)	7 (1.8)	0 (0.0)	0 (0.0)	7 (1.8)	25 (6.3)	32 (8.1)
수학교육	9 (2.3)	15 (3.8)	18 (4.5)	7 (1.8)	2 (0.5)	0 (0.0)	10 (2.5)	41 (10.4)	51 (12.9)
실과교육	20 (5.1)	2 (0.5)	8 (2.0)	7 (1.8)	0 (0.0)	0 (0.0)	6 (1.5)	31 (7.8)	37 (9.3)
영어교육	8 (2.0)	9 (2.3)	11 (2.8)	4 (1.0)	1 (0.3)	0 (0.0)	7 (1.8)	26 (6.6)	33 (8.3)
윤리교육	7 (1.8)	6 (1.5)	8 (2.0)	4 (1.0)	2 (0.5)	1 (0.3)	6 (1.5)	22 (5.6)	28 (7.1)
음악교육	4 (1.0)	7 (1.8)	7 (1.8)	4 (1.0)	1 (0.3)	0 (0.0)	6 (1.5)	17 (4.3)	23 (5.8)
체육교육	3 (0.8)	2 (0.5)	3 (0.8)	2 (0.5)	1 (0.3)	1 (0.3)	4 (1.0)	8 (2.0)	12 (3.0)
컴퓨터교육	7 (1.8)	8 (2.0)	4 (1.0)	3 (0.8)	1 (0.3)	0 (0.0)	8 (2.0)	15 (3.8)	23 (5.8)
기타	0 (0.0)	2 (0.5)	0 (0.0)	2 (0.5)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	4 (1.0)	4 (1.0)
합계	93 (23.5)	103 (26.0)	116 (29.3)	67 (16.9)	13 (3.3)	4 (1.0)	79 (19.9)	317 (80.1)	396 (100.0)
근무지역	강원	경기	경남	경북	광주	대구	대전	부산	서울
빈도	50	131	9	7	3	27	6	5	95
백분율	(12.6)	(33.1)	(2.3)	(1.8)	(0.8)	(6.8)	(1.5)	(1.3)	(24.0)
근무지역	세종	울산	인천	전남	전북	제주	충남	충북	
빈도	4	4	16	2	5	1	11	20	
백분율	(1.0)	(1.0)	(4.0)	(0.5)	(1.3)	(0.3)	(2.8)	(5.1)	

수집된 초등 교사들의 응답은 SPSS 14.0을 사용하여 빈도 분석을 실시하였다. 순위형 다중응답을 요구하는 문항 7번은 1, 2, 3순위에 대해 가중치를 주어 해석하고자 Heo *et al.* (2008)의 연구 결과에 따라 1순위에 3, 2순위에 2, 3순위에 1의 값을 부여하였다. 또한 왜 그렇게 응답하였는지 묻는 문항(문항 1, 2)과 문항 8에 대해 초등 교사들이 기술한 내용은 귀납적 군집화에 의해 분석하였다(Miles & Huberman, 1994). 즉, 연구자 1인이 초등 교사들이 기술한 응답 내용을 목록화한 후, 각 목록에 여러 내용이 포함되어 있는 경우에는 이를 분리하였다. 이렇게 정리한 내용을 개방 기호화(open coding)하여 상위범주로 묶고 범주 이름을 정하는 과정을 거쳤다. 범주 설정이 이루어진 후에 연구자 외 1인이 독립적으로 분석하였다. 두 분석자 간 일치도는 97.4%로 나타났다. 일치하지 않는 부분은 논의를 거쳐 재분석하였다. 연구에 사용된 분석의 각 범주명은 III. 연구 결과 및 논의의 표항목과 같다. 본 연구는 교사 온라인 커뮤니티와 눈덩이 표집을 통해 연구대상자를 모집하였기 때문에 본 연구에 참여한 396명의 의견이 초등 교사 전체의 의견을 대표한다고 보기에는 한계가 있으므로 일반화하는 데에는 무리가 있다.

III. 연구 결과 및 논의

현행 초등 과학교육학 과목의 학습 내용에 대해 초등 교사들이 어떻게 생각하고 있는지 조사한 결과는 Table 3과 같다. 초등 교사들에게 현행 초등 과학교육학 과목의 학습 내용이 4차 산업혁명 시대에 적합한 초등 교사를 양성하는 데에 충분한지 묻은 결과 ‘매우 그렇지 않다’가 17명(4.3%), ‘그렇지 않다’가 119명(30.1%)으로 부정적 의견이 상대적으로 더 많이

나타났다($M=2.92, SD=0.92$). 현행 초등 과학교육학 과목의 학습 내용을 바꾸어야 하는지 묻은 결과, ‘그렇다’가 196명(49.5%), ‘매우 그렇다’가 41명(10.4%)으로 나타나 학습 내용 변경이 필요하다는 의견이 상대적으로 더 많은 것을 알 수 있다($M=3.54, SD=0.91$). 이러한 결과는 1개 교육대학교의 초등 과학교육학 과목에 대한 일부 정보를 제공하고 이에 대한 초등 교사들의 인식을 조사하여 얻은 것이다. 따라서 문항 1, 2번에 대한 교사들의 응답을 교육대학교 전체로 일반화하는 데에는 무리가 있다.

초등 교사들이 Table 3과 같이 응답한 이유를 분석한 결과는 Table 4, 5와 같다. 먼저 현행 초등 과학교육학 과목의 학습 내용이 불충분하다고 응답한 초등 교사들은 Table 4와 같은 이유를 들었다. 현행 학습 내용이 시대변화를 반영하지 못한다는 응답이 28건(26.9%)으로 가장 많이 등장하였다. 4차 산업혁명의 특징을 포함하지 못한다는 응답이 22건(21.2%), 교사 양성 교육내용이 과거에 머물러있다고 응답한 경우가 16건(15.4%), 초등교육 현장에 적합하지 않다는 응답이 11건(10.6%) 나타났다. 초등 교사들이 기술한 내용의 예는 다음과 같다.

- 시대변화의 반영 미비: “교육대학교의 실제 수업은 시대의 변화를 반영하지 못하기 때문에”
- 4차 산업혁명의 특징 미포함: “4차 산업혁명과 관련된 내용 요소 누락”
- 과거에 머무른 교사 양성 교육내용: “15년 전 교육과정과 다를 바 없음”
- 초등교육 현장 적합성 부족: “실제 교대 강의에서는 지식적인 측면을 주로 다루고, 초등학교 과학 수업을 어떻게 해나갈 것인지에 대한 논의는 부족하기 때문입니다.”

Table 3. Elementary school teachers' conceptions of the current elementary science education subject's learning contents

선택지	문항	문항1		문항2	
		빈도(%)	평균(표준편차)	빈도(%)	평균(표준편차)
매우 그렇지 않다.		17 (4.3)		8 (2.0)	
그렇지 않다.		119 (30.1)		50 (12.6)	
보통이다.		152 (38.4)	2.92 (0.92)	101 (25.5)	3.54 (0.91)
그렇다.		94 (23.7)		196 (49.5)	
매우 그렇다.		14 (3.5)		41 (10.4)	
계		396 (100.0)		396 (100.0)	

Table 4. Reasons for thinking that the learning content was insufficient ($N=121$)

번호	학습 내용이 불충분하다고 생각한 이유	빈도(%)
1	시대변화의 반영 미비	28 (26.9)
2	4차 산업혁명의 특징 미포함	22 (21.2)
3	과거에 머무른 교사 양성 교육내용	16 (15.4)
4	초등교육 현장 적합성 부족	11 (10.6)
5	융합교육 내용 부족	9 (8.7)
6	역량 중심 교육 부족	8 (7.7)
7	정보통신기술 관련 내용의 부재	6 (5.8)
8	획일적 교육내용	2 (1.9)
9	지식 위주의 교육내용	2 (1.9)
합계		104 (100.0)

* 2명 이상이 언급한 이유만 표에 제시함, 중복카운트함.

현행 초등 과학교육학 과목의 학습 내용을 바꾸어야 한다고 생각한 이유를 살펴보면 Table 5와 같다. 앞서 초등 과학교육학 과목의 학습 내용이 불충분하다고 응답한 이유와 마찬가지로 시대변화를 반영한 교육이 필요하다는 응답이 36건(22.0%)으로 가장 많이 나타났다. 그다음으로 4차 산업혁명의 특징에 부합하는 교육이 필요하다는 의견이 29건(17.7%), 초등교육 현장 적합성 부족이 28건(17.1%), 교사 양성 교육 내용이 과거에 머물러있다는 의견이 19건(11.6%)으로 나타났다. 그 외에도 융합 교육(8건, 4.9%)이나 역량 중심 교육(7건, 4.3%)이 필요하다는 의견이 있었다.

융합 교육과 역량 중심 교육이 필요하다는 생각은 교원양성 교육과정 개선에 대한 선행연구의 방향과 일맥상통한다(Park *et al.*, 2018; Park *et al.*, 2019). 초등 교사들이 기술한 내용의 예는 다음과 같다. 높은 빈도를 나타낸 4개의 이유는 Table 4의 내용과 유사하게 나타나 새롭게 등장한 이유를 중심으로 예를 제시하였다.

- 융합 교육 필요: “교과간 통합, 영역별 통합이 보다 널리 다루어져야하고”
- 역량 중심 교육 필요: “역량 중심 교과 재편성”

Table 5. Reasons for thinking that the content of learning should be changed ($N=196$)

번호	학습 내용을 바꾸어야 한다고 생각한 이유	빈도(%)
1	시대변화를 반영한 교육 필요	36 (22.0)
2	4차 산업혁명의 특징에 부합하는 교육 필요	29 (17.7)
3	초등교육 현장 적합성 부족	28 (17.1)
4	과거에 머무른 교사 양성 교육내용	19 (11.6)
5	융합 교육 필요	8 (4.9)
6	역량 중심 교육 필요	7 (4.3)
7	지식 위주의 교육내용	7 (4.3)
8	첨단 기술에 대한 교육내용 필요	6 (3.7)
9	정보통신기술과 스마트기기를 활용 능력 필요	5 (3.0)
10	새로운 교육내용이나 방법에 대한 교육 필요	4 (2.4)
11	학생 중심 교육 필요	3 (1.8)
12	미래지향적 교육 필요	3 (1.8)
13	창의성 교육 필요	3 (1.8)
14	초등학생의 변화 반영	2 (1.2)
15	실생활과의 연계 내용 필요	2 (1.2)
16	사회적 요구 반영 필요	2 (1.2)
합계		164 (100.0)

* 2명 이상이 언급한 이유만 표에 제시함, 중복카운트함.

연구 결과에 따르면 초등 교사들이 현행 초등 과학 교육학 과목의 내용이 불충분하고 바꾸어야 한다고 생각한 이유의 다수는 과목의 학습 내용이 4차 산업혁명의 특징을 포함하지 못할 뿐만 아니라 시대변화를 반영하지 못하고 과거에 머물러있다는 것이었다. 시대가 변해도 유지해야 할 과학교육의 핵심 부분은 유지하더라도 시대변화에 맞추어 지속적으로 교육내용을 추가·수정하는 노력이 교사 교육자에게 필요함을 알 수 있다. 또한 초등교육 현장 적합성이 부족하다는 의견도 다수 등장하였는데, 이는 이론 중심 수업을 받고 실제 초등수업 사례 경험이 부족한 상태로 현장에 나가게 되어, 자신이 시도한 교육 행위가 상당 부분 실패했던 과거 자신의 경험 때문으로 보인다(Kim *et al.*, 2015). 따라서 현행 교육내용의 현장 적합성을 재점검해볼 필요가 있다. 또한 4차 산업혁명의 특징을 반영한 초등 과학교육학 수업을 할 때도 이것이 초등교육 현장에서 어떻게 구현될 수 있는지 사례를 제공하여 현장 적합성을 높일 필요가 있겠다.

현재 일반적으로 다루고 있는 초등 과학교육학 과목의 내용을 제시하고, 4차 산업혁명 시대에 적합한 초등 교사를 양성하는 데에 해당 내용이 얼마나 중요하다고 생각하는지 물었다. 그 결과는 Table 6과 같다. 과학 학습에 대한 흥미와 호기심이 평균 4.56 ($SD = 0.74$)으로 가장 높게 나타났으며, STS ($M = 4.48$,

$SD = 0.76$), 과학적 태도($M = 4.41$, $SD = 0.79$), 과학 탐구 과정 기능($M = 4.37$, $SD = 0.79$), 과학 실험(탐구) 활동 지도($M = 4.31$, $SD = 0.84$), 과학 실험 안전 지도($M = 4.30$, $SD = 0.88$) 순으로 높게 나타났다. 중요도 평균 점수가 높은 항목 중에는 과학 실험이나 탐구와 관련이 있는 것이 여러 개 있었는데, 이는 초등학교 과학교육에서 진행되는 교육활동과 교과서 내용의 대부분이 실험과 탐구활동으로 진행되기 때문으로 생각된다.

Table 6에 제시된 18개의 항목 중에서 4차 산업혁명 시대에 적합한 초등 교사 양성을 위해 초등 과학 교육학 과목의 학습 내용에서 삭제해야 한다고 생각하는 항목과 양과 깊이를 축소해야 한다고 생각하는 항목을 묻은 결과는 Table 7과 같다. 삭제해야 할 항목은 총 109명이 315개의 항목을 적었고, 축소해야 할 항목은 총 114명이 455개의 항목을 적었다.

삭제해야 할 항목으로 가장 많이 언급된 것은 과학 학습이론이다(71건, 22.5%). 그다음으로는 과학과 교수·학습 모형(69건, 21.9%)이 높았으며, 과학의 본성(60건, 19.0%)과 영재아 지도(44건, 14.0%)의 빈도가 높게 나타났다. 이는 축소 요구 문항에서도 같게 나타났으며, 과학 학습 이론과 과학과 교수·학습 모형은 Table 6에서도 중요도가 가장 낮은 항목이었다. 이들을 삭제 또는 축소해야 한다고 응답한 교사들의 생각

Table 6. The conception of elementary school teachers on the importance of current elementary school education contents ($N = 396$)

항목	문항 내용	평균	표준편차
1	과학 지식(물리, 화학, 생명, 지구과학의 개념)	4.04	0.81
2	과학 탐구 과정 기능(관찰, 분류, 가설설정 등)	4.37	0.79
3	STS(과학·기술·사회의 관계)	4.48	0.76
4	과학적 태도(정직성, 개방성, 증거의 존중 등)	4.41	0.79
5	과학 학습에 대한 흥미와 호기심	4.56	0.74
6	과학 학습 이론(피아제, 브루너 등)	3.08	0.93
7	과학의 본성(과학사와 과학철학)	3.36	1.05
8	다양한 과학 학습자료 개발	4.18	0.87
9	과학 실험·시범장치 개발	4.01	1.01
10	과학과 학습 평가 방법	3.94	0.93
11	과학과 교육과정	3.91	0.92
12	초등학교 과학 교과서 내용 및 활동	4.12	0.92
13	과학 실험(탐구) 활동지도	4.31	0.84
14	과학과 교수·학습 방법 및 전략(강의, 토론/발문, 비유 등)	4.08	0.88
15	과학과 교수·학습 모형(발견학습모형, 순환학습모형 등)	3.31	1.14
16	과학 학습에서의 학습자 특성	4.04	0.94
17	영재아 지도	3.57	1.04
18	과학 실험 안전 지도	4.30	0.88

을 살펴보면 다음과 같다. 이 예시들은 해당 항목을 선택한 초등 교사들이 가장 많이 언급한 내용을 제시한 것이다. 학습 이론의 경우, 교육학과 교과 교육학에서 중복하여 다루는 경우가 있을 수 있으므로 중복을 피하고 교과 특수적인 내용을 중심으로 다루는 등의 개선 방안을 대학 내에서 고민할 필요가 있겠다.

- 과학 학습 이론: “이론과 실제의 괴리, 다른 과목에서 배우는 내용과 중복된다고 생각한다.”
- 과학과 교수·학습 모형: “실제 수업 시 크게 고려하지 않는다.”, “교수학습모형에 너무 집착하는 것은 창의성과 개성을 중요시한 시대에 교사들의 자유를 제한한다.”
- 과학의 본성: “초등학교 수업에서 적용되거나 필요한 적 있다고 느끼지 못한 부분”, “실제적인 내용이 아니기에 초등학교에서는 그다지 중요하지 않음.”
- 영재아 지도: “소수의 영재보다 다수의 학생들을 상향평준화시키는 것이 중요하다.”, “현장에서의 유용성에서 다소 거리가 멀”

과학의 본성은 과학교육학에서 중요한 부분을 차지하며 과학의 본성에 대한 이해는 교사가 갖추어야 할 능력으로 강조되어왔다(Backhus & Thomson, 2006). 점점 더 과학기술이 인간의 삶에 많은 영향을 미치게 되는 상황에서 과학의 본성을 이해하는 것은 중요하다고 할 수 있다. 그러나 본 연구 결과에 따르면 교사들은 과학사와 과학철학을 포함한 과학의 본성을 초등 과학교육학 과목의 학습 내용에서 삭제하거나 축소할 필요가 있다고 생각하였다. 이는 초등 교과서에서 이에 대해 직접적으로 다루지 않기 때문으로, 초등 과학교육에 과학의 본성을 어디까지 어떻게 반영할 것인지 예비교사를 위한 과학의 본성 교육에서 어떤 내용을 어디까지 다룰 것인지 고민할 필요가 있겠다.

본 연구에서는 과학 학습 이론이나 과학과 교수·학습 모형, 과학의 본성과 같이 범주 수준에서 초등 교사의 인식을 조사하였기 때문에 범주를 구성하는 하위 요소(예: 발견학습모형, 순환학습모형 등) 각각의 중요도에 대한 교사의 인식을 확인하지 못하였다. 따라서 하위 요소에 따라 그 중요도에 차이가 있을 수 있으므로 이를 구체적으로 묻는 추가 연구가 필요하겠다.

Table 7. Contents to be deleted or reduced from the learning contents in elementary science education subject

번호		삭제 요구 빈도(%)	축소 요구 빈도(%)
1	과학 지식	3 (1.0)	20 (4.4)
2	과학 탐구 과정 기능	6 (1.9)	13 (2.9)
3	STS	3 (1.0)	7 (1.5)
4	과학적 태도	1 (0.3)	4 (0.9)
5	과학 학습에 대한 흥미와 호기심	2 (0.6)	3 (0.7)
6	과학 학습 이론	71 (22.5)	102 (22.4)
7	과학의 본성	60 (19.0)	70 (15.4)
8	다양한 과학 학습자료 개발	7 (2.2)	20 (4.4)
9	과학 실험·시범장치 개발	12 (3.8)	21 (4.6)
10	과학과 학습 평가 방법	3 (1.0)	12 (2.6)
11	과학과 교육과정	6 (1.9)	21 (4.6)
12	초등학교 과학 교과서 내용 및 활동	6 (1.9)	7 (1.5)
13	과학 실험(탐구) 활동지도	0 (0.0)	6 (1.3)
14	과학과 교수·학습 방법 및 전략	9 (2.9)	15 (3.3)
15	과학과 교수·학습 모형	69 (21.9)	72 (15.8)
16	과학 학습에서의 학습자 특성	8 (2.5)	11 (2.4)
17	영재아 지도	44 (14.0)	46 (10.1)
18	과학 실험 안전 지도	5 (1.6)	5 (1.1)
	합계	315 (100.0)	455 (100.0)

4차 산업혁명 시대에 적합한 초등 교사를 양성하기 위해 초등 과학교육학 과목의 학습 내용으로 추가할 항목에 관해 물어본 결과는 Table 8과 같다. SSI 교육이 필요하다는 응답이 가장 높게 나타났으며 ($M = 4.27, SD = 0.87$), 과학교육 관련 사회 변화와 미래예측($M = 4.18, SD = 0.89$), 첨단과학기술($M = 4.11, SD = 0.92$), STEAM 지도($M = 4.06, SD = 0.97$), 과학 분야 내의 통합 교육($M = 4.03, SD = 0.09$) 순으로 높게 나타났다. 교사 집단면담에서도 이러한 내용이 교육과정에 반영될 필요가 있다고 다음과 같이 언급되었다.

- FGI_T6: 4차 산업혁명에 대해서 이야기를 나누고 책 읽고 했었던 수업 있었어요. 그렇게 4차 산업혁명에 대해서 생각을 해보는 시간이 있었으면 좋겠어요. 이게 과목으로 들어갈 필요는 없지만, 과목이 나눠져있긴 하지만, 과목 내에서 한두 시간이라도, 만약 한 시간이라도. 저희도 모든 시간을 그렇게 수업하진 않았잖아요. 그게 있었으면 좋을 것 같아요. 생물이라면 4차 산업혁명 시대에는 어떻게 될 것이고 생물 관련된 건 이런 식으로 변할 것이고 학교에 나가서는 이런 거를 가르쳐야 할 것이다. 이렇게 생각 해볼 기회가 있으면 좋겠어요.

- FGI_T1: 네. 그런 것들이 이제 과학이 중점이 되고, 필요한 교과나 테크놀로지나 공학, 이런 것들이 같이 융합할 수 있는 그런 거를 만들어 보고, 해보는 게 좋을 것 같아요. 실제로 그래서 요즘에도 교육과정 재구성도 선생님들이 많이 하시고, 그러면서 애들이 얻는 게 되게 많더라고요. 그래서 그런 쪽으로 교육과정이 만들어지면 어떨까…….

그에 비해 과학교육 연구법 및 논문 작성법 ($M = 2.69, SD = 1.01$)은 가장 낮게 나타났다. 성공적이라고 회자하는 핀란드의 교원양성 과정의 특징을 살펴보면 연구 기반 교사 교육을 강조하여 연구 중심 사고와 연구 능력 향상을 통해 더 나은 교육적 결정을 하게 한다(Lee *et al.*, 2012). 따라서 변화하는 시대에 교사에게 요구되는 능력에 연구 능력을 포함해야 할 것인지에 대해 초등 교사의 생각과 미래 교육 방향을 고려하여 고민해볼 필요가 있겠다.

4차 산업혁명 시대에 적합한 초등 교사 양성을 위해 초등 과학교육학 과목의 학습 내용으로 우선 도입해야 한다고 생각하는 항목을 시급한 순서대로 3개 고르도록 요청하였다. 그에 관한 결과는 Table 9와 같다. 초등 교사들이 가장 시급하다고 언급한 내용은

Table 8. Contents to be added to the learning content in elementary science education subject ($N = 396$)

번호	문항 내용	평균	표준편차
1	과학교육의 필요성	3.26	0.95
2	과학교육의 변화 방향	3.56	1.01
3	과학 수업 계획 및 교수·학습 과정안 작성	3.10	0.95
4	비형식 과학교육 방법(과학 현장 학습, 비정규 과학 행사 등)	3.47	1.04
5	과학 분야 내의 통합교육(물·화·생·지의 통합, big idea 중심 통합)	4.03	0.90
6	학교 과학교육 시설과 환경 구성 방법	3.50	1.04
7	과학교육 연구법 및 논문 작성법	2.69	1.01
8	과학 윤리(과학 연구 윤리, 생명 윤리 등)	3.89	1.03
9	융합인재교육(STEAM) 지도	4.06	0.97
10	첨단과학기술	4.11	0.92
11	과학교육 관련 사회 변화와 미래예측	4.18	0.89
12	SSI(과학기술관련 사회적 쟁점) 교육(기후변화대책, 가슴기 살균제 문제 등)	4.27	0.87
13	과학 교사의 역할	3.65	0.92
14	개인과 사회 문제 해결을 위한 과학적 참여와 실천 방법	3.91	0.97
15	학급, 학년, 혹은 학교 단위의 과학과 교육과정 설계	3.55	1.01
16	과학과 핵심 역량(과학적 문제해결력, 과학적 사고력, 의사소통 및 협업능력, 정보처리 및 의사결정 능력 등)	4.00	0.98
17	테크놀로지를 활용한 과학 수업 방법	3.99	0.91
18	교수·학습에 활용 가능한 최신 테크놀로지	3.99	0.94

과학 분야 내의 통합교육(59건, 14.9%)이었다. 가중치를 부여한 결과를 살펴보면 SSI 교육의 점수(11.7%)가 가장 높았으며, 그다음으로 과학 분야 내의 통합교육(11.0%), STEAM 지도(10.1%)와 과학과 핵심 역량(10.1%)가 높게 나타났다. 그리고 과학 윤리(9.0%), 과학교육 관련 사회 변화와 미래예측(8.3%), 테크놀로지를 활용한 과학 수업 방법(7.2%), 교수·학습에 활용 가능한 최신 테크놀로지(5.7%), 첨단과학기술(4.7%) 순으로 높게 나타났다. SSI 교육은 초등 과학교육보다는 주로 중등 과학교육에서 시행되어왔으나 과학기술의 사회적 영향에 대해 초등학교 수준에서부터 교육할 필요가 있으므로(Song *et al.*, 2018) 이에 대한 교육이 초등 과학교육학 과목에서 강조될 필요가 있겠다.

Table 9에 제시된 항목 외에 추가로 도입될 필요가 있는 것에는 어떤 것들이 있는지 알아본 결과는 Table 10과 같다. 과학교육에서 소프트웨어교육을 연계하여 실시해야 한다는 의견이 4건(18.2%), 과학교육에서 발생할 수 있는 안전사고에 대비할 수 있도록 안전교육을 해야 한다는 의견이 4건(18.2%), 프로젝트 학습을 가르칠 수 있도록 교육해야 한다는 의견이 4건(18.2%)으로 가장 많이 나타났다. 초등 교사들이 기술한 내용의 예는 다음과 같다.

- 소프트웨어교육: “소프트웨어교육을 실과가 아닌 과학에서 다루면 어떨까싶다.”, “과학을 활용한 소프트웨어교육”
- 안전교육: “과학실 안전교육”, “테크놀로지 첨단 기술을 활용한 수업을 할 때의 안전지도”
- 프로젝트 학습 교수법: “과학 프로젝트 학습 구성 방법”, “장기적인 연구 주제를 가지고 학생들이 탐구할 수 있도록 지도하는 법”

IV. 결론 및 제언

본 연구는 4차 산업혁명 시대에 적합한 초등과학 교사 양성을 위해 필요한 초등 과학교육학 과목의 학습 내용에 대해 초등 교사들이 어떻게 생각하는지 알아보고자 초등 교사 396명을 대상으로 온라인 설문을 실시하였다. 그 결과는 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서 제공한 초등 과학교육학 과목의 학습 내용에 대한 정보가 4차 산업혁명 시대에 적합하지 않다고 생각하는 초등 교사가 34.4% 있었으며

Table 9. Contents that should be introduced first as the learning content in elementary science education subject

번호	빈도(%)			
	1순위	2순위	3순위	가중치 부여 전체
1 과학교육의 필요성	26 (6.6)	1 (0.3)	3 (0.8)	83 (3.6)
2 과학교육의 변화 방향	11 (2.8)	9 (2.3)	9 (2.3)	60 (2.6)
3 과학 수업 계획 및 교수·학습 과정안 작성	4 (1.0)	9 (2.3)	4 (1.0)	34 (1.5)
4 비형식 과학교육 방법	12 (3.0)	10 (2.5)	12 (3.0)	68 (2.9)
5 과학 분야 내의 통합교육	59 (14.9)	29 (7.3)	20 (5.1)	255 (11.0)
6 학교 과학교육 시설과 환경 구성 방법	11 (2.8)	10 (2.5)	8 (2.0)	61 (2.6)
7 과학교육 연구법 및 논문 작성법	3 (0.8)	4 (1.0)	.	17 (0.7)
8 과학 윤리	46 (11.6)	24 (6.1)	23 (5.8)	209 (9.0)
9 융합인재교육(STEAM) 지도	36 (9.1)	47 (11.9)	33 (8.3)	235 (10.1)
10 첨단과학기술	17 (4.3)	21 (5.3)	17 (4.3)	110 (4.7)
11 과학교육 관련 사회 변화와 미래예측	25 (6.3)	40 (10.1)	38 (9.6)	193 (8.3)
12 SSI 교육	39 (9.8)	52 (13.1)	50 (12.6)	271 (11.7)
13 과학 교사의 역할	2 (0.5)	6 (1.5)	8 (2.0)	26 (1.1)
14 개인과 사회 문제 해결을 위한 과학적 참여와 실천 방법	10 (2.5)	20 (5.1)	23 (5.8)	93 (4.0)
15 학급, 학년, 혹은 학교 단위의 과학과 교육과정 설계	7 (1.8)	19 (4.8)	8 (2.0)	67 (2.9)
16 과학과 핵심 역량	50 (12.6)	24 (6.1)	37 (9.3)	235 (10.1)
17 테크놀로지를 활용한 과학 수업 방법	18 (4.5)	39 (9.8)	34 (8.6)	166 (7.2)
18 교수·학습에 활용 가능한 최신 테크놀로지	17 (4.3)	19 (4.8)	44 (11.1)	133 (5.7)
결측값	3 (0.8)	13 (3.3)	25 (6.3)	
합계		396 (100.0)		2,316 (100.0)

Table 10. Contents that need to be introduced in addition to the learning content in elementary science education subject

번호	도입 필요 내용	빈도
1	소프트웨어교육	4 (18.2)
2	안전교육	4 (18.2)
3	프로젝트 학습 교수법	4 (18.2)
4	실생활과 관련된 과학 내용	3 (13.6)
5	환경교육	3 (13.6)
6	과학과 다른 학문 간의 융합	2 (9.1)
7	과학사	2 (9.1)
합계		22 (100.0)

* 문항 6에 제시된 내용을 기술한 경우에는 분석에서 제외함.

* 2명 이상이 언급한 이유만 표에 제시함, 중복카운트함.

학습 내용 수정이 필요하다고 생각하는 교사가 59.9% 있었다. 초등 교사들이 그렇게 생각한 이유는 주로 과목의 학습 내용이 4차 산업혁명의 특징을 포함하지 못할 뿐만 아니라 시대변화를 반영하지 못하고 과거에 머물러있다고 생각했기 때문이었다.

둘째, 초등 교사들이 4차 산업혁명 시대에 적합한 초등 교사를 양성하는 데에 중요하다고 생각한 내용은 주로 학생의 흥미와 호기심, 과학 실험이나 탐구와 관련이 있는 것이었다. 그에 비해 삭제하거나 축소해야 한다고 생각하는 항목으로는 과학학습이론, 과학과 교수·학습 모형, 과학의 본성, 영재아 지도가 있었다.

셋째, 초등 교사들이 초등 과학교육학 과목의 학습 내용으로 추가할 필요가 있다고 생각한 내용은 SSI 교육, 과학교육 관련 사회 변화와 미래예측, 첨단과학기술, STEAM 지도, 과학 분야 내의 통합교육이었다.

넷째, 4차 산업혁명 시대에 적합한 초등 교사 양성을 위해 초등 과학교육학 과목의 학습 내용으로 우선 도입해야 한다고 생각하는 항목은 SSI 교육, 과학 분야 내의 통합교육, STEAM 지도와 과학과 핵심역량이었다. 그 외에 추가로 도입될 필요가 있는 내용으로는 소프트웨어교육, 안전교육, 프로젝트 학습법이 있었다.

위의 연구 결과로부터 도출된 시사점은 다음과 같다. 첫째, 4차 산업혁명 시대에 적합한 교사를 양성하기 위하여 현행 초등 과학교육학 과목의 현장 적합성을 재점검할 필요가 있다. 본 연구 결과에 따르면 다수의 교사가 초등 과학교육학 과목의 학습 내용이 더 실제적일 필요가 있고 현장에 적합하지 않다고 응답하였으며, 오히려 현장이 더 빠르게 변화하고 있다고 생각하였다. 최근 초등학교에는 정보통신기술과 관련된 투자가 이루어지고 있으며, 최신 기기들을 활용하여 교육한 결과물이 보고되고 있다. 그에 비해 교육대

학의 물리적 환경은 열악한 실정이다. 따라서 초등 과학교육학 과목의 현장 적합성을 강화하기 위하여 교육대학의 물리적 환경을 개선하기 위한 지원이 더 필요하겠다. 현장 적합성을 강화하기 위한 두 번째 방법으로 초등학교와 대학 간의 협력 문화 형성과 제도 마련이 필요하겠다. 예를 들어 학생들이 실제 대학에서 배운 내용을 현장에서 적용해보고, 실습을 통해 얻은 경험을 다시 대학 수업에서 가져올 수 있는 실습 연계강좌를 제공하는 미국 Michigan State University의 사례처럼 학교 현장에서 이루어지는 스마트테크놀로지를 활용한 과학 수업 사례나 역량 중심 수업 사례를 대학에 공유하고, 대학은 이를 교사 교육에 활용하며, 이렇게 배운 예비교사들이 다시 교육실습에서 이를 실행해보고 다시 대학 수업에서 이를 다루어보는 기회를 마련하는 것이다. 다만, 초등 과학교육학 과목의 현장 적합성을 강화할 때 이론이 갖는 가치를 경시하는 것은 아닌지, 너무 효용론적이지는 않은지 점검할 필요가 있다(Kim, 2020).

둘째, 4차 산업혁명 시대에 적합한 초등 교사 양성을 위하여 본 연구 결과에서 초등 교사들이 제안한 다양한 의견에 관심을 기울일 필요가 있다. 특히 소프트웨어교육, SSI 교육에 관심을 가질 필요가 있겠다. 먼저, 소프트웨어교육을 과학교육과 분리하여 다루는 것이 아니라 과학교육과 연계하여 진행할 필요가 있다. 컴퓨팅 사고력을 기르고 프로그래밍을 한다는 것은 기능만이 아니라 콘텐츠 역시 중요하기 때문이다. 또한 과학교육과 함께 다루어야 소프트웨어교육에서 연계 되는 역량을 과학 영역에서 활용할 수 있기 때문이다. 과학기술의 사회적 영향에 대해 초등학교 수준에서부터 교육할 필요가 있으므로(Song *et al.*, 2018) SSI 교육을 초등 과학교육학 과목 내용에서 강

화할 필요가 있으며, 초등 학교 수준에서 이를 다룰 수 있는 자료 개발과 연구가 활성화될 필요가 있겠다. 다만, 4차 산업혁명 시대에 적합한 초등 교사 양성을 위하여 학습 내용을 삭제하거나 추가할 때는 이것이 너무 기능 전수 교육 위주로 변질하지는 않았는지 점검할 필요가 있겠다(Kim, 2020). 즉, 전문성을 발휘하는 데 필요한 교육인지, 얇은 기능 습득으로 오늘의 수업에 써먹을 수준에 내용인지 고민할 필요가 있다.

셋째, 초등 교사들이 필요하다고 생각하는 초등 과학교육학 과목의 학습 내용을 바탕으로 시대변화를 반영한 과목 구성에 대해 교사 교육자 간 연구 협력이 필요하다. 이미 4차 산업혁명 시대에 맞추어 교육을 개선하고자 노력한 교사 교육자 및 대학의 시도와 성과, 어려움이 있다면 이를 공유하고 논의하는 장이 필요할 것이다. 과거 전국 사범대학의 과학교육계열 교수들의 공통과학 교사양성 교육과정 및 교사임용의 개선 방안에 대한 의견을 조사한 연구가 있었다(Yang *et al.*, 2013). 이러한 시도가 초등 과학교육 분야에서 필요하다. 최근 한국초등과학교육학회를 중심으로 초등과학교육의 실제 과목에서 사용할 교재를 개발하려는 논의가 이루어지고 있다. 이러한 시도들이 많이 이루어져서 발전적 방향의 상시 개선이 이루어지기를 기대한다. 교사가 알고 있고 할 수 있는 것이 무엇이나에 따라 교사가 성취할 수 있는 것이 달라진다. 새로운 교육과정과 시스템의 개혁도 중요하지만 교사가 이를 생산적으로 활용할 수 없다면 이는 의미가 없다(Feiman-Nemser, 2001). 따라서 교사 교육자들의 적극적인 협력으로 전국 초등 교사 양성 기관에서 이루어지는 초등 과학교육학 과목이 상시 개선될 수 있는 기틀이 마련되기를 희망한다.

국 문 요 약

본 연구는 4차 산업혁명 시대에 적합한 초등과학 교사 양성을 위해 필요한 초등 과학교육학 과목의 학습 내용에 대해 초등 교사들이 어떻게 생각하는지 알아보고자 온라인 설문을 실시하였다. 그 결과는 다음과 같다. 첫째, 현행 초등 과학교육학 과목의 학습 내용이 4차 산업혁명 시대에 적합하지 않으며 학습 내용 수정이 필요하다고 생각하는 초등 교사가 다수 있었다. 초등 교사들이 그렇게 생각하는 이유는 주로 과목의 학습 내용이 4차 산업혁명의 특징을 포함하지 못할 뿐만 아니라 시대변화를 반영하지 못하고 과거에 머물러있다고 생각했기 때문이었다. 둘째, 초등 교사들이 4차 산업혁명 시대에 적합한 초등 교사를 양성하는 데에 중요하다고 생각한 내용은 주로 학생의 흥미와 호기심, 과학 실험

이나 탐구와 관련이 있는 것이었다. 그에 비해 삭제하거나 축소해야 한다고 생각하는 항목으로는 과학 학습이론, 과학과 교수·학습 모형, 과학의 본성, 영재아 지도가 있었다. 셋째, 초등 교사들이 초등 과학교육학 과목의 학습 내용으로 추가할 필요가 있다고 생각한 내용은 SSI 교육, 과학교육 관련 사회 변화와 미래예측, 첨단과학기술, STEAM 지도, 과학 분야 내의 통합교육이었다. 넷째, 4차 산업혁명 시대에 적합한 초등 교사 양성을 위해 초등 과학교육학 과목의 학습 내용으로 우선 도입해야 한다고 생각하는 항목은 SSI 교육, 과학 분야 내의 통합교육, STEAM 지도와 과학과 핵심역량이었다. 그 외에 추가로 도입될 필요가 있는 내용으로는 소프트웨어교육, 안전교육, 프로젝트 학습법이 있었다.

주제어: 제 4차 산업혁명, 초등 과학교육학 과목, 초등 교사의 인식

References

- Backhus, D. A., & Thompson, K. W. (2006). Addressing the nature of science in preservice science teacher preparation programs: Science educator perceptions. *Journal of Science Teacher Education*, 17(1), 65-81.
- Becker, S. A., Cummins, M., Davis, A., Freeman, A., Hall, C. G., & Ananthanarayanan, V. (2017). *NMC horizon report: 2017 higher education edition*. The New Media Consortium.
- Cho, H., Kim, H., Yoon, H., Lee, K., & Ha, M. (2018). *Foundation of science education* (second edition). Paju: Kyoyookbook.
- Davis, E. A., & Krajcik, J. S. (2005). Designing educative curriculum materials to promote teacher learning. *Educational Researcher*, 34(3), 3-14.
- Department of Education and Skills (2011). *National strategy for higher education to 2030*. Retrieved December 27, 2018, from <https://www.lenus.ie/handle/10147/120285>
- Feiman-Nemser, S. (2001). From preparation to practice: Designing a continuum to strengthen and sustain teaching. *Teachers*

- College Record*, 103(6), 1013-1055.
- Heo, S., Chang, D.-J., & Shin, J.-K. (2008). Ordering items from ranking procedures in survey research. *Survey Research*, 9(2), 29-49.
- Hong, M. H. (2017). A study on lesson plans construction using narrative in social studies instruction. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 17(7), 597-619.
- Jang, M., Bae, J., Kwon, N., Shin, A., Jung, Y., & Na, J. (2019). *Elementary science education* (second edition). Seoul: Academy Press.
- Johnson, C. C., Kahle, J. B., & Fargo, J. D. (2007). A study of the effect of sustained, whole-school professional development on student achievement in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(6), 775-786.
- Kang, W. K., & Kwack, Y. W. (1998). A study of teacher education system toward the 21st century. *The Journal of Korean Teacher Education*, 15(2), 24-55.
- Khalid, A., Dukmak, S. J., & Dweikat, F. F. I. (2017). Pre-service teachers' perception of their educational preparation. *International Journal for Research in Education*, 41(1), 273-303.
- Kim, D. (2020). The critical review of the reorganization of teacher education system. *Education Review*, 45, 58-81.
- Kim, I. (2017). Cases and implications of innovation in teacher training and recruitment policies in major countries. *Proceedings of The Korean Society for the Study of Teacher Education*, 27-61.
- Kim, J.-H. & Lee, K.-Y. (2006). Investigation of the earth science teacher education programs in the college of education and their improvement plans. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 27(4), 390-440.
- Kim, S. J., Lee, S. J., Shin, J. C., Kim, J. G., Yoo, J., Lee, K.-H., Hong, H.-G., Kang, E. J., Kwon, J. H., Kim, E. K., Kim, J. A., Kim, H. S., Lee, I., & Jeong, T. S. (2015). A study on site suitability of the secondary school teacher education curriculum focusing on science and math subject. *Asian Journal of Education*, 16(4), 1-30.
- Kim, Y., Mun, J., Park, J.-S., & Lim, G. (2010). Comparison of perception on science teacher preparation courses by beginner and experienced science teachers. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 30(8), 1002-1016.
- Kim, Y., Park, J., Park, J., Lee, H., Kim, Y., & Oh, H. (2009). Analysis and comparison of science teacher preparation courses among Korea, America, and Britain. *Teacher Education Research*, 48(3), 33-58.
- Kim, Y., Park, Y., Park, H., Shin, D., Jung, J., & Song, S. (2016). *World of science education* (second edition). Seoul: Bookshill.
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2008). Introducing TPCK. In AACTE Committee on Innovation and Technology (Ed.), *Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators* (pp. 3-29). New York, NY: Routledge.
- Korea Ministry of Government Legislation (2021). *Detailed standards for obtaining teacher qualifications in kindergartens, elementary, secondary, and special schools*. Retrieved February 19, 2021, from <https://www.law.go.kr/LSW/admRulInfoP.do?admRulSeq=2100000178832#AJAX>
- Lee, K. S., Kim, M. S., & Kim, D. K., (2012). Characteristics and implications of the teacher education program in Finland. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 12(2), 217-236.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2nd ed.). New York, NY: Sage Publications.
- Nadeem, M., Rana, M. S., Lone, A. H., Maqbool, S., Naz, K., & Ali, A. (2011). Teacher's competencies and factors affecting the performance of female teachers in Bahawalpur (Southern Punjab) Pakistan. *International Journal of Business and*

- Social Science*, 2(19), 217-222.
- National Science Teachers Association [NSTA]. (2003). *The Standards for Science Teacher Preparation*. Retrieved June 10, 2010 from <http://www.nsta.org/pdfs/NSTASTandards2003.pdf>.
- National Science Teachers Association [NSTA]. (2020). *NSTA Standards for Science Teacher Preparation*. Retrieved February 19, 2021 from <https://www.nsta.org/nsta-standards-science-teacher-preparation>
- Nuangchalerm, P., & Prachagool, V. (2010). Influences of teacher preparation program on preservice science teachers' beliefs. *International Education Studies*, 3(1), 87-91.
- Park, S. (2007). A Study on the curriculum of teacher education programs: Issues and possible directions. *The Journal of Korean Teacher Education*, 24(2), 143-173.
- Park, Y.-B. (1992). Characteristics of good science teachers and preservice teacher education curriculum perceived by secondary teachers. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 12(1), 103-118.
- Park, Y. S., Hur, E. J., & Hwang, E. H. (2018). A study of innovation tasks of teacher training curriculum according to educational environment. *The Journal of Korean Teacher Education*, 35(1), 165-188.
- Park, S., Park, S., Part, Y., & Cha, S. (2019). *미래형 교원양성기관 교육과정(교직과목) 개편 연구* [A study on the reorganization of educational curriculum (teaching profession course) for future-type teacher training institutions]. No. 11-1342000-000407-01. The Ministry of Education.
- Partnership for 21st Century Skills (2010). *Framework for 21st century learning*. Retrieved January 10, 2017, from <http://www.p21.org/about-us/p21-framework>
- Presidential Advisory Council on Education (2020). *미래학교와 교육과정에 적합한 교원양성 체제 발전 방향 정책 집중 속의 결과 및 권고안* [A white paper on research and deliberation to establish a direction for the development of a teacher training system suitable for future schools and curriculum]. No. 12-1072600-000014-01. Presidential Advisory Council on Education.
- Reiss, M. J. (2018). Beyond 2020: ten questions for science education. *School Science Review*, 100(370), 47-52.
- Sandholtz, J. H., Ringstaff, C., & Matlen, B. (2019). Coping with constraints: Longitudinal case studies of early elementary science instruction after professional development. *Journal of Educational Change*, 20(2), 221-248.
- Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution* (K. Song, Trans.). New York, NY: Crown Pub. (Original work published 2016)
- Song, J., Kang, S., Kwak, Y., Kim, D., Kim, S., Na, J., Do, J., Min, B., Park, S., Bae, S., Son, Y., Son, J., Oh, P., Lee, J., Lee, H., Lim, H., Jeong, D., Jeong, Y., Jeong, J., & Kim, J. (2018). *Scientific literacy for all Koreans: Korean science education standards for the next generation*. Ministry of Education, Ministry of Science and ICT, Korea foundation for the Advancement of Science & Creativity.
- Supovitz, J. A., & Turner, H. M. (2000). The effects of professional development on science teaching practices and classroom culture. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(9), 963-980.
- Syaddad, H. N. (2020). Preparing the preservice teachers to be the Industrial Revolution teacher 4.0 era. In *3rd International Conference on Learning Innovation and Quality Education* (ICLIQE 2019) (pp. 1165-1173). Paris, France: Atlantis Press.
- Trilling, B. & Fadel, C. (2012). *21st century skills: Learning for life in our times*. (KEDI, Trans.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons. (Original work published 2009)
- Baweja, B., Donovan, P., Haefele, M., Siddiqi, L., & Smiles, S. (2016). *Extreme automation and connectivity: The global,*

regional, and investment implications of the Fourth Industrial Revolution. USB White Paper for the World Economic Forum Annual Meeting 2016. Retrieved December 27, 2018, from <https://www.ubs.com>

저 자 정 보

- Windschitl, M. A., & Stroupe, D. (2017). The three-story challenge: Implications of the next generation science standards for teacher preparation. *Journal of Teacher Education*, 68(3), 251-261.
- World Economic Forum (2016). *The future of jobs report: Employment, skills and workforce strategy for the Fourth Industrial Revolution*. Retrieved December 27, 2018, from http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf
- World Economic Forum (2017). *The Global risks report 2017*. Retrieved December 27, 2018, from <https://www.weforum.org/reports/the-global-risks-report-2017>
- World Economic Forum (2018). *The future of jobs report 2018*. Retrieved December 27, 2018, from <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2018>
- Yang, C., Kwak, Y., Han, J., & Noh, T. (2013). Current status of teacher education curriculum and recruitment of general science teachers and ways to improve them as suggested by professors from the department of science education. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 33(2), 345-358.

나 지 연

(춘천교육대학교 부교수)